



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

Leandro Bortolotti Scarpato

**Análise *in vitro* da cor de fragmentos dentais humanos submetidos  
a tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35%,  
associado ou não a fotocatalisação**

Rio de Janeiro

2006

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Leandro Bortolotti Scarpato

**Análise *in vitro* da cor de fragmentos dentais humanos submetidos a tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35%, associado ou não a fotocatalisação**



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Hélio Rodrigues Sampaio Filho

Rio de Janeiro

2006

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

S286 Scarpato, Leandro Bortolotti.  
Análise *in vitro* da cor de fragmentos dentais humanos submetidos a tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35%, associado ou não a fotocatalisação / Leandro Bortolotti Scarpato. – 2006.  
75 f.

Orientador: Hélio Rodrigues Sampaio Filho.  
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Dentes - Clareamento. 2. Água oxigenada (Odontologia). 3. Reações de radicais livres (Odontologia). 4. Cor na Odontologia – Análise. I. Sampaio Filho, Hélio Rodrigues. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU  
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

---

Assinatura

---

Data

Leandro Bortolotti Scarpato

**Análise *in vitro* da cor de fragmentos dentais humanos submetidos a  
tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35%,  
associado ou não a fotocatalisação**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística.

Aprovada em 08 de fevereiro de 2006.

Orientador:

---

Prof. Dr. Hélio Rodrigues Sampaio Filho  
Faculdade de Odontologia da UERJ

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Hilda Maria Montes Ribeiro de Souza  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof. Dr. Paulo Sergio Souza da Silva  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Hermenegilda Grasselli Batitucci  
Departamento de Prótese Dentária da UFES

Rio de Janeiro

2006

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho,

À minha esposa Emanuelle, que com o seu amor e carinho incomparáveis, foi o meu principal alicerce.

Aos meus pais biológicos Giuberto e Carmen, que com um grande empenho e sacrifício, me proporcionaram uma herança que não pode ser tirada pelos homens: o conhecimento.

Aos meus pais odontológicos Eduardo e Gilda, que sempre tiveram um papel significativo nos rumos da minha carreira acadêmica e clínica.

A Deus, pois sem Fé nada é possível.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro, por ter nos acolhido nesta difícil caminhada.

À direção do Curso de Odontologia e à coordenação de Pós-graduação e Pesquisa, por lutarem pelo constante aprimoramento dos cursos de Mestrado e Doutorado da UERJ.

Aos funcionários técnicos que estão diretamente ligados à coordenação dos cursos de Mestrado da UERJ, em especial ao Antônio.

Aos Professores Doutores Kátia Regina Hostílio Cervantes Dias, Mauro Sayão de Miranda e Hélio Rodrigues Sampaio Filho, que brilhantemente conduzem a Área de Concentração em Dentística do curso de Mestrado em Odontologia da UERJ.

Ao Professor Doutor Hélio Rodrigues Sampaio Filho, por ter compartilhado seus infindáveis conhecimentos, no decorrer da orientação deste trabalho. E também por ter se tornado um grande amigo.

Aos colegas de turma: toda conquista só se completa se pudermos dividir a sua glória com alguém, e nós sabemos o quanto conquistamos juntos nestes dois anos de curso.

Ao “Mestre” Vicente: a sua habilidade em dar formas as nossas idéias é algo incomparável.

Ao amigo Gustavo Néri que me acolheu em sua casa num dos momentos mais difíceis desta jornada.

Aos amigos Renato Crebs e Nancy, que me aceitaram em sua família como um dos seus.

Aos colegas de república Luciano, Eduardo e Alberto. O convívio com vocês foi muito gratificante, assim como a amizade construída.

Aos amigos Glauco e Masioli, pelo apoio incondicional a este salto na minha carreira.

Aos primos Léo e Livia, pelas infindáveis caronas à rodoviária, e por serem meus olhos e coração aqui em Vitória, durante a minha ausência.

## RESUMO

SCARPATO, Leandro Bortolotti. **Análise *in vitro* da cor de fragmentos dentais humanos submetidos a tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35%, associado ou não a fotocatalisação.** 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar quantitativamente a mudança de cor de fragmentos dentais humanos, após a técnica de clareamento vital, variando-se o tipo de fonte de luz catalisadora. Dezoito dentes terceiros molares inclusos recém-extraídos foram seccionados no sentido méso-distal, e a porção vestibular dos mesmos foi preparada para assumir a forma de um retângulo de 7mm de comprimento e 5mm de largura, sendo totalmente suportada por dentina. Os espécimes foram fixados sobre um suporte de acrílico pela dentina. Uma cavidade preparada no sentido cérvico-oclusal e restaurada com resina composta foi usada como barreira dividindo os espécimes ao meio, ficando uma parte servindo como controle (lado A) e outra como tratamento (lado B). Os espécimes foram aleatoriamente distribuídos em três grupos (n= 6). O grupo 1 (G1) foi tratado com um gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide-DMC) por 60 minutos em seis ciclos de 10 minutos cada. O grupo 2 (G2) recebeu o mesmo tratamento de G1 acrescido de 3 minutos de exposição à luz LED gerada pelo aparelho Whitening Lase Light (DMC) em cada ciclo de aplicação do gel. O grupo 3 recebeu o mesmo tratamento de G2, porém o aparelho emissor de luz estava regulado no modo LED/Laser. Todos os espécimes permaneceram armazenados em água destilada sobre refrigeração em um recipiente que não permitia a passagem de luz, durante todo o tempo de duração desse estudo. Uma tomada fotográfica digital em ambiente com iluminação controlada foi realizada antes e cinco dias após a sessão de tratamento. A cor dos espécimes foi determinada no espaço de cor L\*a\*b\* (CIE) utilizando-se o *software* de análise de imagens Photoshop (Adobe). Os resultados foram submetidos a análise estatística, por meio de técnicas de comparação de médias entre amostras dependentes, independentes e análise de variância, utilizando-se e os testes estatísticos não paramétricos de Wilcoxon, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis no *software* SPSS 12.0. Foi observado que houveram diferenças estatisticamente significantes em todos os eixos (L\*, a\* e b\*) depois do tratamento, evidenciando o clareamento em ambos os lados dos espécimes para todos os grupos, com exceção do eixo L\* do lado A do G3. O lado tratado diferiu estatisticamente do lado não tratado em todos os eixos, para todos os grupos, com exceção do eixo L\* do G1. Quando se comparou o efeito clareador de cada técnica usada, observou-se que só houveram diferenças significantes no eixo b\*, com redução do amarelo, onde G2 e G3 não diferiram entre si, mas sim de G1. Para variação total de cor  $\Delta E$ , apenas G2 diferiu dos demais grupos, com resultados clareadores estatisticamente superiores. Concluiu-se que o meio de armazenamento dos espécimes no pós-tratamento contribuiu positivamente para o aumento do grau de clareamento. As três técnicas clareadoras usadas são efetivas e apenas a união do agente clareador com a luz LED apresentou melhoras no efeito clareador proporcionado pelo gel de peróxido de hidrogênio a 35% nos parâmetros usados neste estudo.

Palavras-chave: Clareamento de dente. Peróxido de hidrogênio. Radicais livres.

## ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the changes that can be seem in the color of the tooth after using the Bleaching of Vital Technique with variant kinds of the catalyzed light. Eighteen embedded third molar tooth were extracted and mesion distal direction halved and the vestibular share of them were prepared to assume the rectangle shape of 7mm length and 5mm width sustained by dentin. The specimens were fixed of an acrylic abutment by the denth and the cavity was prepared in a oclusal cervical sense and restored with composite rein to be used as a barrier t divide the specimens in the middle, control side (A) and treatment side (B). The specimens were random distributered in three groups (n = 6). Group one (G1) was treated with hydrogen peroxide gel at 35% (Lase Peroxide – DMC) about 69 minutes in 06 cycles of 10 minutes each. Group two has received the same treatment as group one increased of 3 minutes in light exposure (LED produced by Whitening Lase Light (DMC) appliance in each cycle of gel apply. Group three has received the same treatment as group two whatever the light emitter appliance was regulated on LED/Laser mode. All specimens were stored in distilled water in a cooler inside of a recipient that didn't allow light crossing during the whole time of this study. A digital photograph session in an environment with controlled illumination was realized before and 5 days after the treatment meeting. The specimens color was determined by the color of space L\*a\*b (CIE) using the *software* of analysis and images Photoshop (Adobe). The results were static analysed using comparison and average techniques between dependents and independents samples and variant analysis using the SPSS 12,0 softtware and the Wilcoxon, Mann-Whithney and Krustal Wallis. It was observed that statistically significance differences happened in all axles (L\* a e b\*) after treatment, proving the bleaching in both sides of the specimens for all groups, exception of axle L\* in A side of G3. The treated side statistically differed in all axles for all groups exception of axle L\* of G1, if compared with the non treated side. When was compared the bleaching effect of every technique could be observed that significance changes only happened in axle b\* with yellow reduction where G2 and G3 differed of G1 but not between both of them. To total color  $\Delta E$  variation only G2 differed of the other groups with statistically superior bleaching results. Concluded that the specimens storage manner during post treatment had contribute in a positive way for increase bleaching degree and the three bleaching techniques are effectives and that just the bleaching agent with the LED light union has presented bleaching effect improvement proportioned by hydrogen peroxide gel by 35% at the parameter used in this study.

Keywords: Dental bleaching. Hydrogen peroxide. Free radicals.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Luminosidade – $L^*$ , observada nos grupos.....	46
Gráfico 2 –	Cromaticidade – $a^*$ , observada nos grupos.....	46
Gráfico 3 –	Cromaticidade – $b^*$ , observada nos grupos.....	47
Gráfico 4 –	Comparação gráfica das médias “ $\Delta E$ ” dos três grupos.....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas.....	45
Tabela 2 – P-valores do teste de Wilcoxon para os cruzamentos dos mesmos lados Antes x Depois dentro dos grupos.....	48
Tabela 3 – P-valores do teste de Mann-Whitney para os cruzamentos Lado A x Lado B dentro dos grupos nos dois momentos.....	48
Tabela 4 – P-valores por Eixo.....	49
Tabela 5 – Comparações entre os grupos.....	49
Tabela 6 – Comparações de $\Delta E$ entre os grupos.....	49

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

$\Delta C^*_{ab}$	– diferenças de cromaticidade
$\Delta E$	– diferença total de cor
$\Delta E^*_{ab}$	– diferença total de cor
$\Delta L$	– diferenças de luminosidade
ADA	– American Dental Association
CCD	– charge-coupled device
CIE	– Commission International de l'Eclairage
CMYK	– Cyan Magenta Yellow Black
CO <sub>2</sub>	– Dióxido de carbono
DMC	– Whitening Lase Light
EDE	– Espectrometria de dispersão de energia
g/ml	– grama por mililitro
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	– Peróxido de hidrogênio
HOO	– íons peridroxil
HOOH	– ionização do peróxido de hidrogênio
HSB	– hue, saturation, brightness
HSL	– Hue, Saturation, and Lightness
ILT	– Íon Laser Technology
IPEN/SP	– Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
K	– Kelvin
KVA	– potência aparente
LASER	– Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

LD	– Laser de diodo
LED	– Light emitted diode
LX	– lâmpada de plasma de xenônio
MEV	– microscópio eletrônico de varredura
mm	– milímetro
Nd:YAG	– Neodímio yttrium alumínio granada
Nm	– nanometro
MW	– miliwatts
O-2	– íons de oxigênio
OE	– Opalescence Extra
OH-	– íons hidroxila
OW	– Opus White
PAC	– Arco de plasma
pH	– potencial de hidrogênio
PVC	– Poli (Cloroeto de Vinila)
QTH	– quartzo tungstênio convencional
RGB	– red green blue
rpm	– rotações por minuto
SPSS	– Statistical Package for the Social Sciences
SVS	– Shade Vision System
UV-VIS-NIR	– radiação ultravioleta, visível e infravermelho próximo
W	– watts

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
1.1 Mensuração da cor.....	15
1.2 Mecanismo de ação do peróxido de hidrogênio no clareamento dental...	18
1.3 Fotocatalisação do peróxido de hidrogênio no clareamento dental.....	20
1.4 Clareamento dental com peróxido de hidrogênio em altas concentrações.....	26
1.5 Efeitos do peróxido de hidrogênio sobre a superfície do esmalte dental.	30
1.6 Efeitos do peróxido de hidrogênio associado ou não à luz sobre a polpa dental.....	32
2 PROPOSIÇÃO.....	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
3.1 Materiais.....	36
3.2 Métodos.....	38
4 RESULTADOS.....	44
5 DISCUSSÃO.....	50
5.1 Dos métodos.....	50
5.2 Dos resultados.....	54
6 CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
ANEXO A – Representação dos métodos.....	64
ANEXO B – Aprovação pelo Comitê de Ética.....	75

## INTRODUÇÃO

A Odontologia tem demonstrado inúmeros avanços científicos e tecnológicos, que geralmente apresentam uma grande aplicabilidade na área de estética. Um sorriso harmonioso é de grande importância no convívio social diário das pessoas. O escurecimento de um ou mais elementos dentais, interfere negativamente na aparência do sorriso, levando a comunidade odontológica a desenvolver técnicas, invasivas e não invasivas, para que esse problema estético possa ser resolvido. O clareamento dental, sem dúvidas é o tratamento mais conservador para a maioria dos casos de descoloração dental (ERNEST; MARROQUÍN; WILLERSHAUSEN-ZÖNNCHEN, 1996; GULTZ et al., 1999), em que a estética pode ser re-estabelecida sem que haja uma perda significativa de tecidos dentais saudáveis, apesar de danos microscópicos aos tecidos minerais dos dentes como a redução dos níveis de cálcio e fosfato, diminuição da microdureza e alteração na morfologia superficial do esmalte, serem reportados na literatura (LEE et al., 1995; McGUICKIN; BABIN; MEYER, 1992; ROTSTEIN et al., 1996).

Inicialmente as técnicas clareadoras para dentes vitalizados em consultório utilizavam peróxido de hidrogênio líquido em altas concentrações (35%) associado ao calor (espátulas aquecidas, caneta eletrônica para cera, lâmpada *fotoflood*, lâmpada “Newlux”, etc.) para acelerar a quebra do peróxido (MONDELLI, 2003). O alto poder de difusão da solução de peróxido de hidrogênio, gerando alto grau de sensibilidade (NATHANSON, 1997), e a possibilidade do calor causar danos irreversíveis a polpa (ZACH; COHEN, 1965) estimulou a busca por produtos mais seguros e meios de catalisação mais controláveis (MONDELLI, 2003).

Assim os agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio na forma de gel em altas concentrações, de 30 a 50%, geralmente incorporados com corantes, que proporcionam um melhor aproveitamento da energia aplicada através de uma fonte de luz (BAIK; RUEGGEBERG; LIEWEHR, 2001; LUK; TAM; HUBERT, 2004) são predominantes atualmente. As fontes de luz são representadas pelos aparelhos fotopolimerizadores; lâmpadas de arco de plasma de xenônio; aparelhos mistos, LED mais Laser de Diodo de baixa potência; Laser de Diodo de alta potência; Laser de Argônio; Laser de CO<sub>2</sub> (GARBER, 1997; REYTO, 1998; JONES et al., 1999; BAIK; RUEGGEBERG; LIEWEHR, 2001; MONDELLI, 2003). Esses sistemas de fotocatalisação apresentam a vantagem de ter a sua quantidade de emissão de

energia luminosa e de calor passíveis de quantificação, permitindo estipular um tempo limite de catalisação do gel (BAIK; RUEGGERBERG; LIEWEHR, 2001; MONDELLI, 2003).

A fotocatalisação aumenta a taxa de quebra do peróxido (CRIM, 1996; SUN, 2000), permitindo um maior número de aplicações do gel por sessão clínica, apresentado resultados bastante satisfatórios e o término do tratamento em até uma única sessão (SULIEMAN et al., 2004). O mecanismo químico de ação dos agentes clareadores, apesar de não estar totalmente elucidado (GOLDSTEIN; KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, 1993), está embasado na decomposição do peróxido de hidrogênio em radicais livres (SEGHI; DENRY, 1992; GOLDSTEIN; KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, 1993; CHEN; XU; SHING, 1993; GOLDSTEIN; GARBER, 1995). Esses atuam por meio de uma reação de óxido-redução, quebrando as duplas ligações de moléculas orgânicas complexas (corantes) responsáveis por um alto índice de reflexão de luz, convertendo-as em grupamentos químicos menos complexos (álcoois) com alto grau de transparência, permitindo uma maior transmissão de luz pela estrutura dental evidenciando seu branqueamento (SEGHI; DENRY, 1992).

A combinação de gel clareador e aparelho emissor de luz mais adequada a realidade clínica de cada profissional e as características individuais dos pacientes certamente será o fator decisivo para o sucesso clínico das modernas técnicas de clareamento em consultório.

## 1 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.1 Mensuração da cor

Ruyter, Nilner e Möller (1987) em um estudo que avaliava a estabilidade de cor de resinas compostas para coroas e pontes *veneers*, descreve as co-relações entre as cores das escalas do sistema da Commission International de l'Eclairage (CIE) e das diferenças de cor. A percepção da aparência da cor depende de três fatores: iluminação, objeto e observador. Para mensurar a cor, a fonte de luz deve apresentar características que simulem a luz do dia com uma temperatura de cor de 6.504 K (Illuminant D). Em 1931, a CIE desenvolveu um sistema padronizado de observação de cor, combinando um sistema computadorizado de espectrofotometria a um espaço de cor tridimensional com coordenadas retas XYZ. Posteriormente o sistema CIE Lab foi desenvolvido com a coordenada de luminosidade  $L^*$ ; vermelho-verde  $a^*$ ; amarelo-azul  $b^*$ ; com o diagrama de cromaticidade ( $a^*b^*$ ) apresentando uma transformação curvilínea em comparação com o diagrama (x, y) do CIE de 1931. O sistema CIE Lab é mais específico para pequenas mudanças de cor. É possível mensurar com o mesmo as diferenças de luminosidade ( $\Delta L^*$ ), de cromaticidade ( $\Delta C^*_{ab}$ ) e de cor total ( $\Delta E^*_{ab}$ ) do objeto.

Goodkind e Schwabacher (1987) usaram um colorímetro de fibra ótica (Chomascan) para mensurar a cor de 2.830 dentes anteriores *in vivo*, dividindo a amostra por sexo, cor dos cabelos e olhos, região demográfica, idade e posição dos dentes (superior ou inferior). As tomadas de cor foram feitas na região oclusal, média e cervical das faces vestibulares dos diferentes dentes. Os dados obtidos pelo colorímetro foram convertidos matematicamente da escala RGB para o sistema XYZ e os valores de matiz, valor e croma foram tratados estatisticamente, observando que os dentes não têm uma cor uniforme; aparentemente a porção medial dos dentes representa melhor a cor dos mesmos; as mulheres apresentam dentes mais claros, menos saturados e menos avermelhados; os dentes tendem a escurecer e ficarem mais avermelhados com o aumento da idade e os caninos são mais escuros que os incisivos sendo os incisivos centrais superiores os dentes que apresentam a maior luminosidade.

Schwabacher e Goodkind (1990) compararam o matiz, o valor e o croma de dentes vitais com dentes de três escalas de cor para porcelanas, por meio de um

espectrofotômetro Diano MatchScam II, usando um posicionador Play-Doh para fixar os espécimes, e concluíram que os dentes das escalas de cor deveriam trabalhar as três dimensões da cor (matiz, valor e croma) de forma independente, para que a aferição da cor nas diferentes regiões do dente pudessem ser realizadas com maior acuidade.

Bosch e Coops (1995) mostraram por meio de um estudo *in vitro* que a cor do dente é predominantemente determinada pelas propriedades da dentina. O esmalte contribui muito pouco para a dispersão da luz, ocorrendo essa na faixa do espectro no comprimento de onda correspondente a cor azul. Nesse estudo, a cor de 28 dentes que tiveram o esmalte removido correspondeu à mesma do dente íntegro.

Horn, Bulan-Brady e Hicks (1998) compararam a eficácia de um método subjetivo, análise visual com escala de cor; e um objetivo, espectrofotometria, na avaliação de cor do dente. As leituras foram realizadas e repetidas após 14 dias. As leituras do dia 1 e 14 realizadas pelo espectrofotômetro apresentaram 80% de concordância. Para a análise visual a concordância entre os avaliadores foi de 45%, comparando os dois dias de leitura. A concordância entre cada avaliador variou de 20 a 60%. Os resultados desse estudo confirmaram que a avaliação subjetiva não é confiável e o método objetivo é mais acurado na avaliação de cor do elemento dental *in vitro*.

Chu (2003) relatou que a cor é o resultado da interação de três elementos: uma fonte de energia, um objeto e o olho humano. A luz é modificada pelo objeto e pode ser refletida ou absorvida. Conseqüentemente, o observador percebe a luz modificada como uma cor distinta. Uma vez que a superfície do objeto reflete alguns comprimentos de onda e absorve outros, a cor desse é percebida apenas pelos comprimentos de onda refletidos. As ondas de luz visível ocupam uma pequena porção de espectro eletromagnético, que também incluem ondas invisíveis como de raios X, ultravioleta, infravermelho, microondas e ondas de rádio. As ondas são medidas em comprimentos de onda, que é definido como a distância entre os picos das ondas. Os espectrofotômetros e os colorímetros são instrumentos utilizados para medir a cor de objetos. Esses aparelhos diferem entre si, uma vez que o espectrofotômetro mede a reflexão da luz dentro de todo o espectro visível, enquanto o colorímetro mede a luz refletida em apenas três comprimentos de onda: vermelho, verde e azul.

Westland (2003) relatou que a CIE desenvolveu um sistema para visualização específica de sinais de cor que passou a ser utilizado em 1931. Esse sistema foi desenvolvido mais para especificar cor do que predizer a aparência da cor. A cromaticidade da luz refletida muda com a mudança da iluminação. No entanto é esperado que a aparência de cor de certa superfície mantenha-se aproximadamente constante sob variações de iluminação. O sistema também não era uniforme para uma dada distância Euclideana entre dois pontos no espaço XYZ. O percentual de diferença de cor entre os dois estímulos representados pelos dois pontos podia variar numa ordem de magnitude. Diante disso, em 1976, foi introduzido o sistema de especificação de cor CIE Lab, que se baseia na percepção de cor pelo olho humano e é independente de dispositivos (monitores). Após a imagem ter sido obtida, os valores  $L^*a^*b^*$  podem ser aferidos a qualquer tempo e local que seus valores não serão alterados, solucionando o problema da aparência e diferença de cor.

Joiner (2004) fez uma revisão da literatura sobre os métodos utilizados para avaliar a cor dos dentes. Dentre eles estão: o método subjetivo o qual utiliza a escala de cor, e o método objetivo que é realizado por meio de aparelhos espectrofotômetros, colorímetros e técnicas de análise de imagem. A análise visual, por meio da escala de cor, é simples de ser realizada e tem sido utilizada em muitos estudos. Os espectrofotômetros são equipamentos caros, complexos e difíceis de serem utilizados em estudos *in vivo*. Os colorímetros estão sendo muito utilizados devido a fácil manipulação. Porém, ainda não está elucidada a correlação entre as medidas realizadas por esse equipamento e a observação humana. As análises por imagens fotográficas digitais têm sido bastante realizadas com o auxílio do programa CIE Lab. Apesar de cada um desses métodos apresentarem limitações, suas vantagens têm propiciado o uso em estudos longitudinais de mudança de cor do dente.

Masioli (2005) recomendou que, para captura de imagens de pequenos objetos, eles devem estar posicionados paralelamente ao longo eixo da objetiva e que a máquina fotográfica esteja preferencialmente fixada numa estativa facilitando a regulagem do foco, devido a pequena profundidade de campo. Uma estativa geralmente é composta por uma base onde o objeto a ser fotografado fica apoiado, um suporte regulável onde a máquina fica fixada e uma iluminação padronizada, evitando sombras indesejáveis e mantendo a mesma qualidade das imagens

independente do momento em que elas forem obtidas. Quando se opta por uma iluminação artificial em uma estativa, corre-se o risco de ter distorções na cor da imagem, devido à diferenças na temperatura de cor da lâmpada usada para a da luz do dia. Nas fotografias digitais isso pode ser minimizado ajustando-se o balanço de branco para a iluminação usada. A escolha da cor de fundo dependerá do objeto a ser fotografado e da finalidade da fotografia, mas de um modo geral o fundo deve ser fosco e contrastar com a cor do objeto. Os fundos geralmente interferem na medição de luz pelo fotômetro da máquina. Como a fotometria é feita pelo brilho médio do ambiente, se tivermos pouco brilho por causa de um fundo escuro, o objeto fotografado tende a ficar claro, porque a câmara “percebe” que há pouca luz no cenário e compensa a falta de luminosidade. Então, para tomadas de imagem com fundo preto deve-se fazer uma subexposição e para fundo branco uma superexposição.

## **1.2 Mecanismo de ação do peróxido de hidrogênio no clareamento dental**

Seghi e Denry (1992) comentaram que a química do agente clareador é baseada primeiramente na sua habilidade em formar radicais livres na maioria dos solventes, particularmente a água. O peróxido de hidrogênio se decompõe em solventes hidrossolúveis para formar radicais peridroxil, que são altamente reativos. Sendo extremamente eletrófilos e instáveis atacam moléculas orgânicas para adquirirem estabilidade, gerando outros radicais. Os radicais reagem facilmente com a maioria das ligações insaturadas, resultando em mono ou dihidroxilação das ligações. A oxidação das duas ligações da proteína pode quebrar a molécula, levando a formação de moléculas menores (álcoois) que permitem absorção de luz de comprimentos de onda mais curtos do que longos (composto sem cor). A habilidade do peróxido em interagir com as moléculas orgânicas permite o clareamento dental.

Goldstein e Kiremidjian-Schumacher (1993) afirmaram que o exato mecanismo de ação dos agentes clareadores não está elucidado. O clareamento consiste em uma reação de oxidação, onde a substância a ser clareada doa elétrons para o agente clareador, que é um agente oxidante. O procedimento clareador é realizado com peróxido de hidrogênio por ser esta uma substância instável que se decompõe facilmente em água e oxigênio. O clareamento caseiro utiliza o peróxido

de carbamida que se dissocia em peróxido de hidrogênio (peróxido de carbamida a 10% na presença de água libera 3,5% de peróxido de hidrogênio). Uma baixa concentração de peróxido de hidrogênio requer um aumento no tempo de exposição do produto ao elemento a ser clareado. A velocidade da reação é dependente da concentração de peróxido de hidrogênio e do nível de peroxidases na saliva. Se há uma grande quantidade de peróxido de hidrogênio, o tempo necessário para liberar esse peróxido é proporcional a sua concentração. Quanto mais demorada for a liberação do oxigênio maior deve ser o tempo de exposição.

Chen, Xu e Shing (1993) mencionaram o uso isolado de peróxido de hidrogênio e aplicação de calor com o propósito de catalisar a reação e questionam se a aplicação de calor irá aumentar a efetividade desse reagente, pois a reação de clareamento é proporcionada pelos radicais livres formados a partir do peróxido de hidrogênio, principalmente o peridroxil, em um meio básico. Isto levou os autores a avaliarem a liberação de oxigênio a partir do peróxido de hidrogênio combinado ao ácido clorídrico, éter e hidróxido de sódio a 20% e um pó metálico de cloreto de ferro III à temperatura ambiente ou aquecido por uma luz infravermelha. O aumento de temperatura de uma forma geral acelerou a decomposição do peróxido. A combinação com o hidróxido de sódio a 20% resultou em uma formação muito grande e rápida de oxigênio. Os autores concluíram que a reação de clareamento pode ser mais efetiva em um meio básico e o hidróxido de sódio pode substituir o calor como catalisador.

Goldstein e Garber (1995) descreveram o mecanismo de formação de radicais livres pelo peróxido de hidrogênio de acordo com o meio em que ele se encontra. Na presença de catalase, uma enzima presente no corpo humano, o peróxido de hidrogênio é completamente inativado, decompondo-se em água e oxigênio. Em um meio com pH ácido ocorre predominantemente a formação de íons oxigênio e hidroxila, que tem um baixo poder de oxidação, sendo que o tempo de vida do íon oxigênio é extremamente curto, contribuindo muito pouco para o processo de clareamento. Em meio básico (pH 9,5 a 10,8) ocorre a predominância da formação dos radicais peridroxil, que são oxidantes mais potentes, aumentando o efeito clareador.

### 1.3 Fotocatalisação do peróxido de hidrogênio no clareamento dental

Pick (1993) descreveu que o uso do Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) na Odontologia é recente. O primeiro relato do seu uso *in vitro* foi na década de 60, sendo o Laser de CO<sub>2</sub> o primeiro a ser utilizado na Clínica Odontológica, década de 80, para cirurgia de tecidos. A luz Laser é uma energia eletromagnética coerente, monocromática e colimada. Ao contrário da luz branca, que é dispersa (espalhada), os fótons da luz Laser seguem um comprimento de onda específico, por isso o seu monocromatismo. O Laser de argônio é uma exceção, produzindo dois comprimentos de onda primários. A energia do Laser interage com o tecido de quatro maneiras: reflexão, absorção, dispersão no tecido e transmissão.

Crim (1996), em um artigo de revisão de literatura sobre o controle do estado vibracional de ligações químicas por foto-dissociação e reações biomoleculares, relatou que os vários tipos de Laser podem provocar um aumento do estado vibracional desencadeando a dissociação inter-atômica de certas moléculas, em que a energia carregada pelo fóton do Laser seria a responsável por essa excitação. No caso da dissociação do peróxido de hidrogênio vários íons são formados de acordo com as condições do ambiente, porém determinados comprimentos de onda na faixa do ultra-violeta demonstram maior habilidade em aumentar o estado vibracional de determinadas ligações interatômicas influenciando a formação de populações iônicas diferentes. Cada ligação química tem um nível ideal de energia a ser absorvida para que entre no estado vibracional, que vai levar a um aumento da dissociação iônica. O comprimento de luz ideal será o responsável pela predominância da formação de determinadas populações iônicas, indicando a comunidade científica que vários estudos ainda precisam ser realizados nessa área para que possamos atingir um estado de excelência.

De acordo com Council on Scientific Affairs da American Dental Association (1998), os fabricantes de Laser informam que a energia laser é totalmente absorvida pelo gel clareador, resultando num processo de clareamento superior que pode ser realizado em uma sessão, sem efeitos colaterais. Os efeitos nos tecidos duros dependem do tipo de Laser utilizado, assim como o tempo de exposição desse Laser ao tecido. As mudanças de temperaturas são influenciadas pelas propriedades de absorção do esmalte e da dentina. O Laser de argônio gera pouco

aquecimento pulpar quando utilizado apropriadamente. Em contraste, o Laser de CO<sub>2</sub> é absorvido pela água dos tecidos e convertido em calor, podendo causar efeitos deletérios aos tecidos dentais, dependendo dos parâmetros de regulação do aparelho.

Reyto (1998), após análise da literatura, 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 combina-se com as moléculas pigmentadas. Embora algumas experiências tenham sido feitas há algum tempo antes, o clareamento com Laser começou oficialmente em fevereiro de 1996, a partir da aprovação do Íon Laser Technology (ILT) para os Lasers de argônio e CO<sub>2</sub> associados com agentes químicos. O Laser de argônio emite luz com alta quantidade de energia em um comprimento de onda de 488nm (luz azul), gerando pouco calor e sendo melhor absorvida pelas cores escuras. Já o Laser de CO<sub>2</sub> gera bastante calor, pois emite luz com alta quantidade de energia em um comprimento de onda de 10.600nm (infravermelho), penetrando 0,1mm na água e no peróxido de hidrogênio. Essa energia do Laser de CO<sub>2</sub> pode aumentar o efeito do clareamento conseguido com a utilização do peróxido associado ao Laser de argônio.

Jones et al. (1999) avaliaram *in vitro* a mudança de cor de incisivos centrais superiores humanos para três diferentes técnicas de clareamento: grupo 1- clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 35% (Quich-LumaChem) ativado pelo Laser de argônio (AccuCure 3000-LaserMed); grupo 2- clareamento com peróxido de carbamida a 10% (Opalescence-Ultradent); e grupo 3- clareamento com peróxido de carbamida a 20% (Opalescence-Ultradent). O grupo controle, grupo 4, não recebeu tratamento clareador. Para o grupo 1, o gel clareador foi manipulado segundo as recomendações do fabricante, sendo aplicado na face vestibular dos espécimes numa espessura de 1 a 2mm. O Laser foi aplicado a uma distância de 1 a 2cm da face vestibular dos espécimes, durante 30s. Foram aguardados 3min para remover o gel e todo o procedimento e aplicação do gel e da luz foi repetido cinco vezes na sessão. No grupo 2 e grupo 3 o gel foi aplicado na face vestibular dos espécimes que foram mantidos em estufa a 37°C por 2 horas. Esse processo foi repetido a cada dia por 14 dias. A mudança de cor foi avaliada por um colorímetro (CR-221 Chroma Meter-Minolta), 7 e 14 dias após o início do estudo para todos os grupos. Os resultados desse estudo mostraram que o grupo 1 apesar de ter

aumentado o seu grau de clareamento não diferiu estatisticamente do grupo 4 que não mudou de cor com o tempo. O grupo 2 só apresentou diferença estatisticamente significativa do grupo 1 após 14 dias de tratamento. O grupo 3 apresentou diferenças significantes para os demais grupos nos dois tempos de aferição da cor. Os autores concluíram que uma sessão de clareamento a Laser e uma semana de clareamento com peróxido de carbamida a 10% não foram suficientes para se obter uma mudança de cor perceptível, com os protocolos usados nesse estudo.

Sun (2000) relatou que o objetivo de clarear os dentes utilizando o Laser é o de se atingir o mais avançado processo de clareamento, com o auxílio da mais eficiente fonte de energia. A utilização do Laser de argônio no comprimento de onda de 488nm como fonte de energia para estimular as moléculas de peróxido de hidrogênio oferece mais vantagens do que quando se utilizam instrumentos aquecidos ou aquecedores. O Laser de argônio emite ondas eletromagnéticas de curto comprimento, com fótons de alta energia. Já as lâmpadas halógena, de arco de plasma e outras lâmpadas aquecedoras emitem tanto ondas de curto comprimento quanto ondas longas infravermelhas invisíveis, com fótons de baixa energia e características térmicas altas. Essas altas temperaturas podem resultar em respostas pulpare desfavoráveis. O autor comentou que a função do Laser de argônio é fornecer energia para aumentar rapidamente a vibração das ligações intra e inter-moleculares quebrando a molécula do peróxido de hidrogênio e liberando radicais iônicos reativos que se combinam com moléculas de carbono pigmentadas, quebrando-as em cadeias simples, conseqüentemente clareando o dente.

Burgess et al. (2002) citaram que os aparelhos tipo LEDs azuis são compostos por semicondutores, que quando submetidos a uma corrente elétrica produzem uma luz azul emitida em uma faixa estreita do espectro visível (450 a 500nm). Já os aparelhos de luz halógena produzem uma luz branca pela passagem de uma corrente elétrica por um filamento de tungstênio que se encontra protegido dentro de uma cápsula de quartzo preenchida com um gás halógeno. Assim, esse filamento é submetido a altas temperaturas, produzindo uma luz com energia dentro de uma larga faixa do espectro, com muita radiação na região do infravermelho (calor). Os filtros do aparelho bloqueiam parte da radiação desnecessária permitindo apenas a passagem da luz azul. Os aparelhos de arco de plasma contêm dois eletrodos de tungstênio que se localizam em uma cápsula pressurizada preenchida com gás de xenônio, desenvolvendo um alto potencial elétrico entre os mesmos, em

função de uma alta descarga elétrica. Os espectros de luz emitidos por esses aparelhos incluem a geração de luz ultravioleta, luz visível e radiação infravermelha que após filtragem emitem uma alta densidade de potência com comprimento de onda entre 450-500nm, porém o processo de filtragem de luz não é totalmente efetivo e sua qualidade cai de acordo com o tempo de uso do aparelho.

Wetter et al. (2004) avaliaram *in vitro* a cor de dentes humanos combinando a ação de dois agentes clareadores Opalescence Extra (OE) e Opus White (OW) com dois sistemas de irradiação de luz: um Laser de diodo (LD) de 960nm (IPEN/SP) e uma lâmpada de plasma de xenônio (LX) (Apolo 95E Elite-Medical Diagnostic Systems). Para isso foram utilizados 33 coroas de incisivos humanos extraídos por razões diversas, que após terem a câmara pulpar vedada com resina composta, foram armazenados por sete dias em estufa a 37° C numa solução contendo café em pó, chá preto, tabaco e vinho tinto. As coroas dos dentes foram então removidas da solução, secas e levadas pela primeira vez ao espectrofotômetro de reflectância Cintra 10, onde a cor foi aferida no espaço de cor CIE L\*a\*b\*. Os 33 espécimes foram divididos em sete grupos: grupo 1 (N= 5) OE mais LD com 2W de potência por 30 segundos; grupo 2 (N= 4) OW mais LD com 2W de potência por 30 segundos; grupo 3 (N= 5) OE mais LD com 0,9W de potência por 60 segundos; grupo 4 (N= 4) OW mais LD com 0,9W de potência por 60 segundos; grupo 5 (N= 5) OE mais LX com 0,9W de potência por 60 segundos; grupo 6 (N= 5) OW mais LX com 0,9W de potência por 60 segundos e o grupo controle (N= 5), que não recebeu qualquer tipo de tratamento. Após a fase experimental os espécimes foram novamente levados ao espectrofotômetro para a avaliação da cor final. Como resultado observou-se que todos os grupos diferiram do controle, ficando mais brancos e menos cinza, porém o grupo 1 e o grupo 2 diferiram significativamente dos demais apresentando os melhores resultados.

Tavares et al. (2003) testaram *in vivo* o uso de luz auxiliar de arco de plasma com gel de peróxido de hidrogênio a 15% como um sistema de clareamento dentário em uma única consulta. Oitenta e sete pacientes (38 homens e 49 mulheres) com idade média de 44 anos (20-67 anos) com dentes anteriores manchados (tonalidade igual ou maior que D4 do sistema Vitapan-Tita Zahnfabrik) foram designados aleatoriamente, após atenderem os critérios de inclusão e exclusão do estudo, para formarem três grupos experimentais de 29 pessoas cada. Esses grupos eram o grupo teste (Grupo 1) que usou gel de peróxido de hidrogênio a 15% comercial (pH

6,5) mais luz de arco de plasma BriteSmile 2000 (BriteSmile); grupo controle do peróxido (Grupo 2) que usou apenas gel de peróxido de hidrogênio a 15%; e o grupo controle da luz (Grupo 3) que usou luz com gel placebo. Os grupos 1 e 3 receberam respectivamente três aplicações de 20 minutos de gel clareador mais luz e gel placebo mais luz, o grupo 2 recebeu três aplicações de 20 minutos de gel clareador. Os pesquisadores avaliaram a tonalidade e a cor dos incisivos anteriores superiores subjetivamente por meio de comparação com escala de cor e objetivamente com um Cromômetro CR-321 (Minolta), assim como a resposta dolorosa no início, logo após, 3 e 6 meses do fim do tratamento usando um questionário. A redução de unidades de tonalidade do grupo 1 (8,4) foi maior quando comparada ao grupo 2 (5,9) e Grupo 3 (4,9). A luminosidade aumentou e o amarelado diminuiu significativamente no grupo 1 que nos demais. Aproximadamente 88% desses efeitos persistiram durante seis meses. Uma semana após o tratamento, um aumento de sensibilidade dentária moderada a intensa ocorreu em 20% dos pacientes do grupo 1, 21,7% dos pacientes do grupo 2 e em nenhum paciente do grupo 3. Nas consultas aos três e seis meses nenhuma sensibilidade dentária ou vermelhidão gengival estava presente. Os autores concluíram que a luz de arco de plasma pode aumentar o efeito do peróxido no clareamento dental, sem aumentar a incidência de sensibilidade pós-operatória quando comparada ao uso isolado do peróxido.

Mondelli (2003) fez uma revisão de literatura sobre a evolução do clareamento de dentes polpados. Descreveu as técnicas de clareamento mais atuais, bem como agentes clareadores e os aparelhos de ativação por luz para o clareamento de consultório, como luz halógena, arco de plasma, luz híbrida (LED e Laser de diodo), Laser de argônio, Laser de diodo. O autor concluiu que há várias opções para a realização do clareamento de dentes polpados, independente do tipo e do grau de alteração de cor que apresentam. Permitindo 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. Os resultados estéticos alcançados com as novas técnicas de clareamento em consultório aliado ao pequeno tempo clínico de tratamento, tendem a tornar-se a tônica do século em termos de tratamentos estéticos.

Luk, Tam e Hubert (2004) conduziram um estudo para comparar o efeito clareador e o aumento de temperatura induzida por várias combinações de agentes clareadores e luzes ativadoras. Foram usados 250 dentes humanos extraídos para

compor a amostra (n=10) esses foram divididos ao meio no sentido vestibulo lingual. A cor inicial foi mensurada por meio de comparação com a escala Vita Lumin (Vita) e análise de tomadas fotográficas usando uma câmera digital DSC-D770 (Sony). A cor final foi aferida imediatamente após o tratamento e uma semana depois. A variação térmica foi mensurada usando-se um termômetro com uma sonda posicionada na superfície do esmalte e outra na superfície da câmara pulpar em dentina durante o tempo que o gel ficava sobre o dente. Um gel placebo (controle), peróxido de hidrogênio a 35% Opalescence Xtra (Ultradent), QuickWhite Laser Whitening System (LumaChem) e StarBrite Power Pack (Interdent), peróxido de carbamida a 10% Nupro Gold (Dentsply) foram aplicados sobre a superfície do esmalte dos espécimes sem irradiação de luz (controle) ou sendo irradiados por luz halógena gerada pelo fotopolimerizador Spectrum (Dentsply) com uma potência de 500 a 600mW, uma lâmpada experimental de infra-vermelho emitindo entre 2.000 e 4.000nm com potência de 2,8 a 3,2W (EFOS), um Laser de argônio (Synrad) emitindo em 488nm com potência de 200mW e um Laser de CO<sub>2</sub> (Synrad) emitindo em 10.600nm com potência de 600mW. A cor e a temperatura foram significativamente afetadas pela combinação entre os diferentes tipos de luz e gel clareador. Houve uma regressão da cor quando aferida uma semana após o término do tratamento, pelo efeito da re-hidratação dos espécimes. A aplicação da luz provocou um aumento significativo na eficácia dos agentes clareadores, mas também provocou um aumento significativo da temperatura interna e externa do dente. O Laser de CO<sub>2</sub> e a lâmpada de infra-vermelho foram os que provocaram o maior aumento de temperatura. Os melhores resultados entre o grau de clareamento e o aumento de temperatura foram encontrados entre os grupos que usaram o Laser de argônio combinado com o StarBrite e o QuickWhite. Os autores concluíram que algumas combinações entre gel e luz apesar de apresentarem bons resultados clareadores podem afetar negativamente a saúde pulpar e o clínico deve optar pela combinação que ofereça os melhores resultados clareadores associados aos menores aumentos de temperatura intra-pulpar.

Coluzzi e Godstein (2004) descreveram o princípio de funcionamento de um aparelho de Laser. Três elementos são necessários para operar a maioria dos Lasers, um meio ativo, o bombeamento e a presença de uma cavidade ressonante. O meio ativo é um meio que possui níveis de energia excitáveis e capaz de armazenar a energia recebida do exterior. Esse meio ativo pode se apresentar em

forma sólida, líquida ou gasosa. O bombeamento é o fornecimento de energia ao meio ativo, por intermédio de uma fonte externa de energia. O meio ativo está localizado em uma cavidade óptica ressonante, denominada ressonador óptico, que se constitui de dois espelhos refletores paralelos. Esses refletores enviam a onda eletromagnética no meio ativo, amplificando o campo eletromagnético na cavidade. Os fótons estimulados, à medida que vão refletindo levam a geração de mais fótons estimulados, desse modo produzindo o laser, que se caracteriza por ser uma luz monocromática (composta por um único comprimento de onda), colimada (o feixe de luz é paralelo e com mínima divergência) e coerente (todos os fótons caminham na mesma direção). Essas características permitem que esse tipo de luz possa carregar altas quantidades de energia.

Dederick e Bushick (2004) relataram que o comprimento de onda é o fator determinante primário no grau de absorção da luz Laser no tecido. Além disso, a potência do Laser e o tempo de exposição também influenciam na quantidade dessa absorção. Dependendo do tecido, alguns Lasers penetram mais profundamente que outros. Quanto maior a penetração dessa luz, maior o grau de espalhamento e dispersão no tecido. O Laser de CO<sub>2</sub>, por exemplo, penetra apenas 0,03 a 0,1mm no tecido gengival, dependendo dos fatores descritos anteriormente. Já o Nd: YAG penetra de 2 a 5mm. A forma de emissão da luz contínua ou pulsada também influencia no efeito que o Laser causa no tecido. O modo de emissão contínuo a luz é emitida na mesma intensidade, enquanto o aparelho estiver no modo ativo, sendo que no modo pulsado a luz é emitida de tempos em tempos dando um efeito cíclico ao processo, permitindo ao tecido uma melhor dispersão do calor. O efeito térmico gerado pela absorção da luz laser depende da composição do tecido (quantidade de água e componentes orgânicos e inorgânicos), do tempo de exposição e do tipo de Laser utilizado. O Laser de CO<sub>2</sub>, revisado pela ADA Council on Scientific Affairs, em outubro de 1998, continua a não ser recomendado para uso no tratamento clareador pela falta de estudos a longo prazo quanto à segurança desse procedimento em relação aos tecidos moles e duros dos dentes.

#### **1.4 Clareamento dental com peróxido de hidrogênio em altas concentrações**

McEvoy (1989), em um estudo de revisão de literatura, descreveu o desenvolvimento das técnicas utilizadas para remoção de manchas em dentes vitais

com ácido hidroclorídrico e peróxido de hidrogênio. Segundo a autora, o ácido clorídrico foi o primeiro agente químico utilizado para remover manchas intrínsecas em dentes vitais. Dr. Walter Kane, usou essa substância, em 1916, para remover manchas de fluorose no elemento dental. Em 1937, Ames foi o primeiro a relatar a técnica alternativa para remoção dessas manchas, utilizando uma solução de peróxido de hidrogênio a 100% e éter na proporção de 5:1, aquecida por uma espátula metálica. Em 1939, o uso do ácido hidroclorídrico caiu um pouco em desuso quando Younger relatou que essa substância causava descalcificação do esmalte, apoiando o uso do peróxido de hidrogênio associado ao calor, com isso, o uso do peróxido de hidrogênio expandiu muito, por proporcionar um tratamento mais conservador. A associação de calor acelera a ação do peróxido de hidrogênio, fazendo com que a reação aconteça de uma maneira mais eficiente. A autora comenta que para manchas cinzas ou azuis, como no caso do manchamento por tetraciclina, o sucesso do tratamento fica comprometido, dependendo do grau desse manchamento e ainda considera o peróxido de hidrogênio e o ácido hidroclorídrico, substâncias eficientes, desde que utilizadas de maneira adequada e bem indicada.

Rosentiel et al. (1991), em um estudo *in vitro*, monitoraram por meio de um colorímetro a quantidade de clareamento obtido após a aplicação de peróxido de hidrogênio a 37% ativado por uma lâmpada incandescente durante 30 minutos. Inicialmente 24 dentes anteriores humanos hígidos foram divididos em três grupos (n= 8) e incluídos horizontalmente em blocos de gesso branco e tiveram a porção média da face vestibular analisada em um colorímetro obtendo-se a cor inicial da amostra. O grupo A e B tiveram seus espécimes limpos por uma pasta profilática e escova rotatória por 15 segundos, seguido de um ataque com solução de ácido fosfórico a 37% por 20 segundos e lavagem por 30 segundos. O grupo C (controle) não recebeu qualquer tipo de tratamento, ficando apenas armazenado em água durante o tempo do estudo. O grupo A foi tratado com solução de peróxido de hidrogênio a 35% (Superoxol-Union Broach), e o grupo B com água destilada. Ambos os tratamentos tiveram a duração de 30 minutos e a lâmpada clareadora ficou posicionada a 30cm dos espécimes durante todo o tempo. Terminado o tempo de tratamento, todos os espécimes incluindo o controle, voltavam para o colorímetro para aferir a cor. O tratamento foi completado após a sexta sessão com intervalos de 24 horas entre cada uma, em que a cor sempre era aferida antes e depois de cada sessão. O grupo B apesar de ter apresentado uma pequena mudança de cor, foi

insignificante quando comparado com o resultado clareador do grupo A. As mudanças significativas de cor no grupo A foram observadas no eixo L\* com aumento da luminosidade e no eixo b\* com a redução do amarelo. Não houveram mudanças significativas da cor após a segunda sessão de tratamento do grupo A.

Garber (1997) sugeriu o uso do clareamento de consultório associado ao clareamento caseiro. Segundo o autor, a vantagem desse procedimento é a diminuição do número de sessões de clareamento de consultório que é acompanhado pelo grande retorno da cor pós-tratamento e acelerar o resultado do clareamento caseiro, no qual a mudança de cor do elemento dental só é notada após muitas horas de exposição do dente ao produto clareador. Na técnica combinada sugerida é utilizado o peróxido de hidrogênio em altas concentrações (30 a 50%) por 30 minutos, objetivando uma rápida mudança de cor do elemento dental, seguido do tratamento caseiro, onde o peróxido de hidrogênio ou de carbamida aplicado em uma moldeira é utilizado a cada dois dias por 30 minutos para evitar grande recidiva da cor. O autor também se refere ao uso do Laser de CO<sub>2</sub> e argônio no clareamento de consultório como fontes de energia para aumentar a taxa de formação de radicais livres, mas como esses Lasers emitem luz em comprimentos de onda bem distintos, o aproveitamento dessa energia vai depender da composição do agente clareador. Porém essa nova modalidade clareadora necessita de mais estudos para que possa apresentar-se mais efetiva que os métodos tradicionais de clareamento.

Gallagher et al. (2002), em um estudo clínico *in vivo*, compararam a eficiência de dois sistemas de clareamento dental em consultório: o Zoom Chairside System (Discus Dental) que utiliza peróxido de hidrogênio a 25% e o Opalescence Xtra Boost (Ultradent) que utiliza peróxido de hidrogênio a 38% e tem ativação química, usando a escala de cor Vita e um cromômetro. O estudo era feito por um examinador cego, em grupos paralelos, e o exame clínico dos dentes foi aleatoriamente conduzido. A seleção dos 22 participantes do estudo foi feita após uma profilaxia supra-gengival e avaliação com escala de cor. Inicialmente todos os dentes anteriores superiores tiveram a cor mensurada com a escala Vita. O cromômetro só foi usado na mensuração da cor dos incisivos centrais. Os pacientes foram igualmente divididos em dois grupos de tratamento de acordo com o sistema clareador usado, que foi aplicado três vezes por 10 minutos em ambos os grupos em uma única sessão clínica. Terminada a fase de tratamento e nos dias dois e sete

após o tratamento, foi realizado exame visual das condições dos tecidos moles orais, seguido da avaliação de cor com a escala e o cromometro, um questionário a respeito da sensibilidade dental também foi respondido. Terminado o estudo, uma análise estatística da mensuração de cor feita com a escala de cores Vita mostrou um significativo clareamento dos dentes com ambos os produtos. Já os resultados obtidos com o cromometro mostraram que uma diferença significativa entre os dois sistemas só foi observada no dia sete após o término do tratamento, em que o sistema Zoom apresentou os melhores resultados clareadores. A análise dos parâmetros que compõem a fórmula para se obter diferença de cor total do início para o fim do estudo,  $\Delta E (L^*, a^*, b^*)$ , mostrou que não houveram diferenças em  $a^*$ , porém  $L^*$  e  $b^*$  acompanharam paralelamente os resultados de  $\Delta E$ . Não houveram diferenças significantes na indução de sensibilidade entre os dois sistemas de clareamento em nenhum tempo de análise.

Kwon et al. (2002) examinaram *in vitro* os efeitos de um agente clareador à base peróxido de hidrogênio a 30% na morfologia de superfície do esmalte e no clareamento de dentes bovinos utilizando respectivamente microscopia eletrônica de varredura e espectrofotometria (UV-VIS-NIR). Os espécimes ficaram imersos no agente clareador por três dias. A cada dia de tratamento clareador a leitura da reflectância era realizada. As leituras foram analisadas com o auxílio de um *software*, sistemas de coordenadas de cor CIE Lab. Também foram analisadas as superfícies dos esmaltes expostos ou não ao peróxido de hidrogênio. A mudança na reflectância ocorreu dentro do primeiro dia de tratamento clareador, sendo este resultado confirmado pelo sistema CIE Lab. A maior mudança de cor ocorreu na faixa do espectro correspondente aos comprimentos de onda do azul-amarelo. Na faixa do vermelho não houve diferença estatística em comparação à leitura inicial, que não recebeu tratamento clareador. Este estudo mostrou diferença na mudança de cor, assim como alterações morfológicas após a exposição do esmalte bovino ao peróxido de hidrogênio a 30%.

Sulieman et al. (2004), num estudo *in vitro*, compararam o efeito clareador de várias concentrações de peróxido de hidrogênio (5-35%). Terceiros molares recém-extraídos foram seccionados e armazenados em uma solução de chá preto até que a cor dos espécimes se padronizasse em C4 da escala Vita. Esses espécimes foram tratados com géis de peróxido de hidrogênio a 5, 10, 15 e 25% em sessões com três aplicações de 10 minutos cada. Um grupo tratado com peróxido de hidrogênio a

35% em uma única sessão serviu como controle. A cor dos espécimes foi aferida antes e depois do tratamento com a escala de cor Vita, o sistema Shade Vision System (SVS) e o cromometro CR 221 (Minolta). O número de aplicações das diferentes concentrações de peróxido, até atingir os mesmos valores do grupo controle, variou da seguinte forma: 2 para 25%, 4 para 15%, 7 para 10% e 12 para 5% . Os autores concluíram que a concentração do peróxido de hidrogênio é um fator decisivo no número de aplicações do agente clareador para se atingir resultados satisfatórios.

### 1.5 Efeitos do peróxido de hidrogênio sobre a superfície do esmalte dental

McGuckin, Babin e Meyer (1992) analisaram *in vitro* a alteração na morfologia do esmalte em microscopia eletrônica de varredura, após aplicação de três agentes clareadores. Testaram o Proxigel (White & Brite), peróxido de carbamida 10% com carbopol, pH 4,7, peróxido de carbamida sem carbopol, pH 6,2 (Omni Products International Gravette, Ark), e Superoxol, peróxido de hidrogênio 30% pH 3,0 (Union Broach York, Pa) aplicados após condicionamento do esmalte com ácido fosfórico 37%. Segundo os autores houve uma tendência ao alisamento do esmalte após aplicação dos agentes clareadores de uso caseiro, ao passo que o peróxido de hidrogênio 30% aplicado conforme técnica *in office* apresentou padrão superficial semelhante ao padrão de condicionamento ácido. Ainda de acordo com os autores, o aumento de porosidade observado neste último grupo experimental, pode ter sido resultado tanto da ação do peróxido, devido ao seu baixo pH, quanto da ação do ácido, que foi aplicado previamente ao agente clareador. Os autores concluíram que os agentes clareadores parecem alterar a superfície do esmalte, independente do seu pH.

Lee et al. (1995) avaliaram *in vitro*, por meio de microscopia eletrônica de varredura e teste de microdureza, uma influência da concentração do peróxido de hidrogênio nos aspectos morfológicos da superfície do esmalte. Pela análise comparativa da cor inicial e final avaliaram a mudança de cor, quando o mesmo protocolo de tratamento era usado para todos os agentes clareadores. Apesar de não ter sido constatada alteração na microdureza de dentes clareados com peróxido de hidrogênio 50% Accel (Brite Smile), e duas diferentes marcas comerciais de peróxido de hidrogênio 35%, Accel (Brite Smile) e Hi-Lite (Shofu), todos os

espécimes, com exceção do grupo controle, apresentaram alteração no aspecto superficial do esmalte, visto em microscopia eletrônica de varredura. No grupo clareado com peróxido de hidrogênio 50%, o esmalte apresentou-se com densidade relativamente aumentada na superfície das fossas e depressões e pobre definição das periquimácias. Nos outros dois grupos clareados com peróxido de hidrogênio 35%, as periquimácias na superfície do esmalte apresentaram-se melhor definidas e a densidade da superfície das fossas mostrou-se ligeiramente superior ao grupo controle. Ainda, segundo os autores, no que se refere à efetividade dos materiais clareados testados num total de duas horas, não houve diferença estatisticamente significativa entre eles, ou seja, a concentração ou a marca comercial não influenciaram no grau de alteração da cor dos dentes. No entanto, o peróxido de hidrogênio mais concentrado promoveu maiores alterações na superfície do esmalte.

Ernest, Marroquín e Willershausen-Zonhchen (1996) avaliaram *in vitro* o padrão morfológico da superfície do esmalte após aplicação de quatro agentes clareadores, peróxido de carbamida 10% (Opalescence-Ultradent), pH 6, peróxido de hidrogênio 30% (Hi Lite – Shofu Dental), pH 6, peróxido de hidrogênio 30%, pH 2, e peróxido de hidrogênio associado ao perborato de sódio, pH 8. Foram utilizados 60 espécimes obtidos de dez incisivos recém-extraídos. Os agentes clareadores foram aplicados de acordo com as recomendações do fabricante e após a aplicação, os espécimes foram preparados para serem analisados no MEV. As imagens revelaram nenhuma ou discretas alterações no padrão morfológico do esmalte para os grupos tratados com os agentes clareadores. Os autores concluíram que a aplicação desses agentes clareadores parece não afetar a superfície externa do dente humano.

Rotstein et al. (1996) avaliaram *in vitro* histoquimicamente as alterações que ocorrem nos tecidos dentários mineralizados, onde foram mensurados os níveis de cálcio, fósforo, “sulfur” e potássio no esmalte, dentina e cemento, após os espécimes terem sido submetidos à ação dos seguintes materiais clareadores: solução aquosa de peróxido de hidrogênio 30%, solução aquosa de peróxido de carbamida 10%, pasta de perborato de sódio com água (2g/ml) e três materiais clareadores comercialmente preparados, Nu-Smile (M&M Innovations, U.S.A), Opalescence (Ultradent, U.S.A) e DentlBright (Cura Pharm. U.S.A). Para essa avaliação além da análise de Espectrometria de Dispersão de Energia (EDE), capaz de avaliar tanto a porção orgânica quanto a inorgânica das superfícies dentárias, foi utilizado o

microscópio eletrônico de varredura para análise da superfície dos tecidos dentários. Foram observadas mudanças na proporção entre os níveis de cálcio e fósforo, o que indica alteração nos componentes inorgânicos. Essa constatação foi mais evidente no cimento e dentina, provavelmente devido a diferenças no componente orgânico e inorgânico desses tecidos. O peróxido de hidrogênio foi o único material que reduziu essa proporção cálcio/fósforo de maneira significativa em todos os tecidos. O peróxido de carbamida e o Opalescence reduziram essa proporção, significativamente, apenas em dentina e cimento. O DentlBright e Nu-Smile reduziram essa proporção em dentina e cimento, tendo o DentlBright um efeito mais significativo na dentina ao passo que o Nu-Smile, no cimento. A “sulfur”, marcador das proteoglicanas, está presente na matriz dos tecidos duros. Mudanças no nível desse mineral podem indicar danos ao componente orgânico da matriz. O cimento foi o tecido em que se encontraram maiores mudanças no nível de “sulfur” após clareação. Isso deve ser atribuído à alta concentração dos componentes orgânicos nesse tecido. Os autores recomendam o uso cuidadoso desses materiais clareadores, visto que podem afetar os tecidos duros dentários.

Gultz et al. (1999), utilizando 12 dentes anteriores irrompidos, observaram *in vitro* o efeito do peróxido de carbamida 35% (Opalescence Quick), peróxido de hidrogênio 35% (Opalescence Xtra), e ácido fosfórico 35% (Ultra-Etch) aplicados de acordo com as recomendações do fabricante, no padrão morfológico da superfície do esmalte, e analisado por meio do microscópio eletrônico de varredura. Segundo os autores, não foram observadas alterações nos dentes clareados quando comparado ao controle. O grupo condicionado com ácido fosfórico revelou significativa diferença na superfície do esmalte quando comparado aos outros grupos.

### **1.6 Efeitos do peróxido de hidrogênio associado ou não à luz sobre a polpa dental**

Zach e Cohen (1965) estudaram os danos causados pelo aumento de temperatura no tecido pulpar de dentes de macaco, *in vivo*. Para isso, a fonte de calor foi aplicada na superfície vestibular ou palatina dos dentes íntegros por um período de 5 a 20 segundos. O aumento de temperatura foi medido por agulhas hipodérmicas, inseridas na câmara pulpar e acopladas a um termômetro. Após a análise dos resultados, os autores concluíram que o aumento de temperatura de

5,6°C, 11,2 °C e 16,8 °C causaram 15%, 60% e 100% de danos pulpares irreversíveis, respectivamente.

Bowles e Ugwuneri (1987) realizaram um estudo *in vitro* para estimar a quantidade de peróxido de hidrogênio que pode infiltrar da superfície externa do dente até a polpa. Foi aplicada na superfície vestibular de dentes intactos soluções a 1, 10 e 30% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a 37°C por 15 minutos. Esses dentes tiveram suas raízes seccionadas a aproximadamente 3mm apicalmente à junção amelocementária, e o tecido pulpar foi removido, cedendo lugar a uma solução tampão com pH 4,5%, que agiu como estabilizador de qualquer quantidade de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> que por ventura se difundisse da superfície externa do dente para a câmara pulpar. Verificou-se que os tecidos dentários duros exibem substancial permeabilidade ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, e essa permeabilidade aumenta proporcionalmente a concentração do peróxido.

Cooper, Bokmeyer e Bowles (1997) publicaram um trabalho realizado *in vitro* onde foi demonstrada a penetração do peróxido de carbamida 10%, 15%, e peróxido de hidrogênio 5% e 30% por meio das estruturas dentárias até o compartimento pulpar. Observaram que o peróxido de carbamida 15%, que corresponde a 5,25% de peróxido de hidrogênio, quando comparado ao peróxido de hidrogênio 5%, apresenta menor grau de penetração no compartimento pulpar. As maiores concentrações de peróxido no compartimento pulpar ocorreu naqueles dentes expostos ao peróxido de hidrogênio a 30%.

Nathanson (1997), em um artigo de revisão de literatura sobre a presença de sensibilidade e as considerações pulpares no tratamento clareador em dentes vitalizados, relatou que em qualquer tipo de tratamento clareador, o peróxido de hidrogênio pode penetrar pelo esmalte e dentina alcançando a polpa, causando algum grau de hiperemia pulpar. Isso pode ser mais ou menos intenso dependendo da concentração, do tempo de aplicação e da viscosidade do agente clareador. A presença de defeitos na superfície do esmalte, dentina exposta e restaurações nos dentes aumentam a velocidade e a quantidade de peróxido que atingem a polpa. O autor recomenda que ao se iniciar um tratamento clareador deve-se levar em consideração a integridade dos dentes do paciente, o tipo de agente clareador, sua concentração e a forma como esse será aplicado, para que seja minimizado as ocorrências de sensibilidade e danos pulpares.

Baik, Rueggeberg e Liewehr (2001), em um estudo *in vitro*, investigaram o efeito da presença, ausência e envelhecimento de um composto termoativo ou

corante (caroteno) adicionado ao gel clareador sobre o aumento de temperatura do próprio gel, como também, o aumento da temperatura dentro da câmara pulpar, quando um dente é exposto a unidades fotopolimerizadoras. Um incisivo central superior humano extraído foi ajustado com pares de sensores térmicos posicionados na câmara pulpar e na superfície vestibular do esmalte. Um fluxo controlado, simulando a temperatura intra-pulpar foi adaptado ao dente, e o agente clareador (Opalescence Xtra-Ultradente) contendo um corante fotoativo, o mesmo corante envelhecido e sem corante foi aplicado à superfície vestibular do dente. O dente e o aparelho fotopolimerizador foram colocados em um forno controlado termoeletricamente a 37°C, e os valores em tempo real da temperatura intrapulpar e do gel foram registrados digitalmente. As unidades fotopolimerizadoras utilizadas foram o arco de plasma (PAC) (PowerPac, ADT), uma fonte de luz halógena de quartzo tungstênio convencional (QTH) (Optilux 501, Demetron/Kerr), a luz QTH selecionada no modo *high-power* (clareamento), e um Laser de argônio (AccuCure 3000, LaserMed). Um cenário de exposição foi desenvolvido simulando o clareamento fotoativado de dez dentes superiores. O aumento da temperatura acima do valor de referência registrado antes do início da fotoexposição associado com a última fotoexposição na seqüência do clareamento foi calculado para cada combinação de clareamento e unidade de luz. Foram feitas cinco reproduções para cada condição de teste. Foi observado que a presença de um composto termoativo no agente clareador aumentou significativamente a temperatura do gel clareador sob a aplicação de fontes de luz. O agente clareador com composto termoativo envelhecido produziu uma temperatura significativamente menor do gel em relação ao material recém-manipulado. O uso de PAC aumentou significativamente a temperatura do gel clareador acima da produzida pelo uso da luz QTH no modo clareamento, luz QTH ou Laser de argônio. O aumento de temperatura do gel após aplicação do Laser de argônio foi baixo e não foi afetado pela presença ou ausência de composto termoativo. A presença de composto termoativo recém-manipulado aumentou significativamente a temperatura intrapulpar em aproximadamente 1°C acima da temperatura obtida com o uso de corante envelhecido ou do gel sem corante. O tipo de luz utilizada para ativar o gel afetou significativamente os valores da temperatura intrapulpar. O PAC e o QTH utilizada no modo clareamento produziram valores de temperatura significativamente maiores que o Laser de argônio.

## 2 PROPOSIÇÃO

Avaliar *in vitro* o efeito do peróxido de hidrogênio a 35% como agente clareador, sobre a superfície do esmalte dental humano, por meio de tomadas fotográficas digitais e análise colorimétrica quantitativa das imagens em um *software* específico. Para tanto, foram testadas as seguintes hipóteses:

H<sub>1a</sub> – o clareamento difere após aplicação do tratamento do mesmo lado, considerando cada grupo separadamente;

H<sub>1b</sub> – o clareamento difere após aplicação do tratamento em cada lado distinto da amostra, considerando cada grupo;

H<sub>1c</sub> – os tratamentos diferem quando avaliados em cada lado da amostra clareada, após aplicação das diferentes técnicas;

H<sub>1d</sub> – se há diferença na variação total de cor entre grupos avaliados.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os materiais e equipamentos discriminados a seguir.

##### a) Materiais de uso direto

- Lixa de carbeto de silício de granulação 280, 400 e 600;
- Acrílico transparente de 3mm de espessura;
- Disco diamantado dupla face (KG Sorensen);
- Mandril de aço para peça reta (KG Sorencen);
- Broca carbide n.º 329 (KG Sorencen);
- Taça de borracha para profilaxia (KG Sorensen);
- Pedra pomes (Herodent);
- Disco de polimento de granulação fina e extra-fina Soflex (3M Dental);
- Lubrificante à base de água K-Y GEL (Johnson&Johnson);
- Disco de feltro (FGM);
- Pasta polidora à base de alumina (Arotec);
- Resina de cianoacrilato Super Bonder (LOCTITE);
- Adesivo resinoso Scotch Bond (3M/ESPE);
- Ácido fosfórico a 37% (Dentisply);
- Resina fotopolimerizável para proteção de tecidos moles Lase Protect (DMC);
- Gel clareador à base de peróxido de hidrogênio a 35% Lase Peroxide (DMC);
- Reservatório para manipulação;
- Pincel tipo Microbrush (KG Sorensen);
- Fita adesiva dupla face Scotch (3M);
- Lâmina de vidro para microscopia (BIOGLASS);
- Água destilada deionizada.

- c) Materiais e instrumentais de apoio
- Algodão hidrofílico (APOLO);
  - Gaze (Cremer);
  - Caneta para retro projetor, tinta permanente, ponta fina 1.0mm (PILOT);
  - Recipientes pretos para filme fotográfico;
  - Régua milimetrada endodôntica (Bio-Art);
  - Pinça clínica (Duflex);
  - Sonda exploradora (Duflex);
  - Tecido sintético fosco preto;
  - Pincel pêlo de marta n.º 0 (Tigre);
- c) Equipamentos
- Politrax APL-4 (Arotec);
  - Peça reta e micromotor (Kavo);
  - Ultra-som para limpeza de instrumentais (Bio-Art)
  - Seringa tríplice (Kavo);
  - Estativa de fórmica com suporte para máquina fotográfica em alumínio;
  - 4 lâmpadas fluorescentes brancas tipo “palito” de 9W de potência e temperatura de cor de 6400K (LIGHTEX);
  - Estabilizador de voltagem de 1000Kva (BR 1000-FORCE LINE);
  - Máquina fotográfica digital profissional EOS REBEL Digital 300D (Canon);
  - Eliminador de bateria AC Adapter (Canon);
  - Objetiva macro 100mm (Vivitar);
  - Aparelho emissor de luz LED/Laser Whitening Laser Light Plus (DMC);
  - Aparelho fotopolimerizador por luz halógena Optilux 501 (Demetron/Kerr);
  - Óculos de proteção com bloqueador de luz LED/Laser (DMC);
  - Computador portátil Satellite 1415-S173 (TOSHIBA);
  - *Software* de análise de imagens Photoshop CS (Adobe).

## 3.2 Métodos

### **Padronização dos corpos-de-prova**

Foram obtidos 25 dentes terceiros molares humanos inclusos, no serviço de cirurgia bucomaxilofacial das Hospital de Clínicas Pedro Ernesto – Rio de Janeiro, com informação de idade, estado de saúde do doador e termo de consentimento assinado pelo mesmo ou seu responsável legal, para serem utilizados nesta investigação científica. Após a extração houve a remoção dos tecidos moles aderidos com auxílio de curetas periodontais seguida de copiosa lavagem com água destilada e armazenagem nesse mesmo meio. Os dentes foram seccionados no sentido méso-distal com disco diamantado dupla-face acoplado a uma peça reta e sobre irrigação constante, sendo usados somente os espécimes que correspondiam a face vestibular usados neste estudo. Cada espécime foi lixado na politriz Arotec APL-4, usando lixas de carbetto de silício em granulação decrescente de 280 a 600, às expensas da face pulpar, oclusal, cervical, mesial e distal. A face pulpar foi desgastada até que o espaço correspondente à câmara pulpar fosse completamente removido, as demais faces tiveram uma porção de cerca de 1mm de esmalte removido, dando um aspecto retangular aos espécimes (7mm de largura por 5mm espessura). Após limpeza com ultra-som por 7 minutos em água destilada deionizada, os espécimes foram analisados em lupa esterioscópica para avaliar da integridade superficial do esmalte, verificando a presença de trincas, hipoplasias e rugosidades como critério de exclusão, selecionando-se 18 espécimes para constituir a amostra.

Uma placa de acrílico transparente de 3mm de espessura foi recortada em quadrados de 1cm<sup>2</sup> tendo um de seus cantos desgastado obliquamente, para servir de guia de posicionamento. Foi convencionado que essa porção desgastada ficaria correspondendo à porção superior esquerda do suporte (do ponto de vista do observador) e que os espécimes seriam fixados com resina à base de éster de cianoacrilato no centro do suporte pela superfície pulpar e que a superfície oclusal ficaria voltada para a porção superior do suporte. Uma broca carbide nº329 foi usada em alta rotação, no sentido cérvico-oclusal, sob refrigeração ar-água, para produzir uma cavidade da profundidade e largura de sua ponta ativa. Posteriormente seria restaurada com resina à base de bis-GMA, formando uma barreira mecânica no

centro do espécime, dividindo-o em lado esquerdo e direito (do ponto de vista do observador), denominados respectivamente de lado “A” e lado “B”. Depois cada espécime foi polido com o objetivo de padronizar a superfície do esmalte, usando a seguinte seqüência: pedra pomes e água aplicada de forma intermitente com taça de borracha em baixa rotação (10.000rpm) por 10 segundos, disco de polimento, granulação fina e extrafina montados em mandril aplicados de forma semelhante a pedra pomes, porém usando um lubrificante à base de água para evitar superaquecimento da superfície do esmalte e por fim foi usada uma pasta polidora à base de alumina com o auxílio de um disco de feltro adaptado à um mandril metálico. Acabado o processo de polimento, os espécimes foram copiosamente lavados com *spray* água-ar e novamente levados ao ultra-som para remoção de impurezas.

Terminada a limpeza ultra-sônica a cavidade que dividia o espécime ao meio foi tratada com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos de lavagem, tomando o cuidado para que o mesmo não extravasasse além de suas bordas. A região foi seca com jato de ar e o adesivo Scotch Bond foi aplicado usando uma sonda exploradora e fotopolimerizado em camadas, até que a canaleta estivesse completamente preenchida. A última camada de adesivo foi aplicada tomando-se o cuidado de permitir o mínimo de extravasamento do mesmo além das bordas da cavidade e como as camadas anteriores foi polimerizado pelo aparelho fotopolimerizador de luz halógena por 20 segundos. Por fim as bordas externas do espécime, correspondentes às faces oclusal, cervical, mesial e distal foram impermeabilizadas com Super Bonder, aplicado com um pincel pêlo de marta nº 0.

Após a presa inicial do cianoacrilato, marcações com uma caneta para retroprojeter ponta fina foram executadas na superfície livre do suporte de acrílico: uma na porção superior esquerda coincidindo com o meio do plano vertical do lado “A”; outra na porção superior direita coincidindo com o meio do plano vertical do lado “B”; uma 1mm abaixo da margem oclusal do espécime na porção lateral direita, outra nessa mesma seção 1mm acima da margem cervical do espécime e por fim uma no meio das duas anteriores. Essas marcações posteriormente servirão de guia para a aferição da cor dos espécimes antes e depois do tratamento (Figura 1, ANEXO). Concluída essa etapa, os corpos-de-prova foram mantidos a seco por 24 horas e depois imersos em água destilada na geladeira, num recipiente que não permitia a passagem de luz por cinco dias.

## **Padronização da captura de imagem**

Para a confecção da estativa, uma caixa de fórmica branca opaca de 30cm de altura, 24cm de largura e 30cm de profundidade foi especialmente confeccionada, oferecendo um ambiente estável para a captura das imagens iniciais e finais dos corpos-de-prova (Figura 2, ANEXO).

No centro da sua parede superior foi confeccionado um orifício redondo, para permitir a penetração da objetiva em seu interior, depois que a máquina fotográfica estivesse fixada a um suporte localizado na face externa da parede superior, posicionado imediatamente atrás do orifício central em uma linha imaginária que coincide com o seu centro. Isso permitia que a máquina ficasse posicionada sempre na mesma posição a qualquer tempo (Figura 3, ANEXO).

Nessa mesma parede, porém na sua superfície interna, quatro lâmpadas fluorescentes brancas (LIGHTEX) tipo “palito” de 9W de potência e temperatura de cor de 6.400K foram posicionadas em relação às quatro paredes laterais da caixa, fornecendo uma iluminação constante e um ponto central na base da caixa livre de sombras. Essas lâmpadas eram alimentadas por um cabo de força ligado a rede elétrica por meio de um estabilizador de voltagens de 1000 Kva (BR 1000-FORCE LINE). Na parede de frente da caixa foi adaptada uma porta de PVC, no formato de guilhotina, permitindo a inserção e retirada dos corpos de prova. Quando fechada, no momento da captura de imagens, impede a penetração de luz ambiente no recinto (Figura 4, ANEXO).

A captura das imagens iniciais e finais dos corpos-de-prova foram feitas por uma objetiva macro 100mm, essa foi acoplada a uma máquina fotográfica digital profissional modelo EOS Rebel Digital 300D (Canon) (Figuras 5 e 6, ANEXO) alimentada por um eliminador de baterias AC ADAPTER (Canon) ligado a rede elétrica por meio de um estabilizador de voltagens de 1.000 Kva (BR 1000-FORCE LINE). Um corpo de prova, que não foi incluído posteriormente em nenhum grupo de ensaio foi usado para a regulagem do equipamento fotográfico, ficando a máquina regulada da seguinte forma:

- a) Resolução da imagem: 6.1 mega pixels;
- b) Tipo de arquivo de imagem: JPEG;
- c) Velocidade de obturação: 50;
- d) Abertura do diafragma: 16;

- e) Balanço de branco: automático para lâmpadas fluorescentes;
- f) ISO ou Sensibilidade do CCD: 200;
- g) Parâmetros de exposição: -1 (varia de +2 super-exposto a -2 sub-exposto).

A captura inicial das imagens se deu cinco dias após o término do processo de padronização da amostra. O recipiente que continha os corpos-de-prova foi retirado do refrigerador 60 minutos antes do início do processo e deixado à temperatura ambiente (aproximadamente 25° C). Os corpos-de-prova por ordem numérica crescente eram removidos da água destilada, o excesso de água era absorvido por uma toalha de papel, e em seguida eram colocados no centro da estativa pela porta frontal. A porta era baixada e imediatamente a máquina fotográfica era disparada. Em seguida os corpos-de-prova foram armazenados em um recipiente a prova de luz, porém mantidos à seco para que o tempo de desidratação de todos os espécimes fosse igual independente do grupo a que ele pertencesse até que os protocolos experimentais de cada grupo fossem completados. Todos os ensaios foram feitos em um mesmo dia e ao fim desse processo todos os espécimes foram armazenados num mesmo frasco, em água destilada e mantidos sobre refrigeração.

A captura da imagem final se deu cinco dias após o término do experimento. O recipiente que continha os corpos-de-prova foi retirado do refrigerador 60 minutos antes do início do processo e deixado à temperatura ambiente (aproximadamente 25° C). Os corpos-de-prova por ordem numérica crescente foram removidos da água destilada, o excesso de água absorvido por uma toalha de papel, colocados no centro da estativa pela porta frontal, a porta era baixada e imediatamente a máquina fotográfica era disparada, exatamente como ocorreu na fase de tomada da imagem inicial. Em seguida os corpos-de-prova foram devolvidos para o recipiente de armazenagem e novamente colocados sobre refrigeração.

A máquina fotográfica não foi removida da sua posição original no intervalo entre a tomada inicial e final das imagens.

### **Análise das imagens**

Após colhidas, as imagens foram transferidas para o Hard Disk de um computador portátil modelo Satellite 1415-S173 (Toshiba) e quantificadas dentro do

espaço de cor L\*a\*b\* (Figura 7, ANEXO) por meio do *software* de manipulação de imagens Photoshop CS (Adobe) (Figura 8, ANEXO)

### **Protocolo experimental**

Os espécimes foram numerados aleatoriamente de 01 a 18 e divididos em três grupos (N= 6) denominados de G1, G2, G3. Nesses grupos o lado “A” que não irá sofrer tratamento servirá como controle de cada grupo. Para impedir que o gel clareador escoasse para este lado, foi aplicada sobre as dimensões da barreira de resina que dividia o fragmento dental ao meio, uma resina fotopolimerizável de proteção gengival Lase Protect e polimerizada com o aparelho Optilux 501 por 20 segundos imediatamente antes da aplicação do gel.

O gel clareador usado nesse estudo foi o Lase Peroxide (Figura 9, ANEXO), que é um gel à base de peróxido de hidrogênio a 35% de uso exclusivo em consultório. Seguindo as recomendações do fabricante devemos misturar três gotas da fase 1 (peróxido), com uma gota da fase 2 (corante) para obter um gel de baixo escoamento e de cor vermelha intensa (Figuras 10 e 11, ANEXO).

O aparelho produtor de luz LED/Laser usado foi o Whitening Lase Light Plus, composto por uma peça de mão convexa composta por seis matrizes emissoras de luz tipo LED (InGaN), com pico de emissão em 470nm e três matrizes emissoras de Laser de diodo (AsGaAl) de 830nm com potência ótica de 0,2W (Figuras 12 e 13, ANEXO), podendo ser regulado para trabalhar só no modo LED ou no modo LED/Laser (Figuras 14 e 15, ANEXO).

O grupo G1 teve o lado “B” tratado com peróxido de hidrogênio a 35% por 60 minutos. Os corpos de prova foram fixados em uma lâmina de vidro para microscopia por meio de uma fita adesiva dupla face (3M) (Figura 16, ANEXO). Após a obtenção do gel clareador homogêneo de coloração vermelha intensa, com o auxílio de um aplicador tipo *microbrush* (KG Sorensen), esse foi imediatamente aplicado sobre o esmalte (Figura 17, ANEXO), com uma espessura entre 1 e 2mm e mantido ali por 10 minutos. Terminado esse período, a coloração do gel se apresentava vermelho claro (Figura 18, ANEXO), que segundo o fabricante é um indicativo de que a concentração do peróxido caiu significativamente. Nesse tempo o gel era removido com uma bolinha de algodão presa por uma pinça clínica e uma nova porção de gel era preparada e aplicada sobre o esmalte, até completar seis aplicações. Finalizado o processo de clareamento os corpos de prova eram

copiosamente lavados com um *spray* água-ar por 30 segundos e depois deixados mergulhados em água corrente por 10 minutos. Novamente os excessos de água eram removidos com toalhas de papel e armazenados à seco ao abrigo da luz.

O grupo G2 recebeu o mesmo tratamento com peróxido que recebeu o grupo G1, acrescido de 3 minutos de fotocatalização por luz LED (Figura 12, ANEXO) em cada tempo de 10 minutos de aplicação do gel. Imediatamente após o gel ser depositado sobre a superfície do esmalte, a luz era aplicada perpendicularmente aos corpos de prova (3 por vez) , fixados em uma lâmina de vidro para microscopia por meio de uma fita adesiva dupla face (Figuras 19 e 20, ANEXO) a uma distância média de 2cm (Figura 21, ANEXO) por 90 segundos, um tempo de espera de 210 segundos era respeitado. Em seguida mais 90 segundos de luz era aplicado e um novo tempo de espera de 210 segundos era respeitado antes da remoção do gel. A cada nova aplicação do gel clareador os corpos de prova eram mudados de posição homogeneizando a quantidade de energia recebida por cada um. Esse ciclo se repetiu para todas as seis aplicações do gel.

O grupo G3 seguiu o mesmo protocolo de tratamento do G2, porém o aparelho estava regulado para emitir luz LED/Laser (Figura 13, ANEXO).

<b>Grupos/Lados</b>	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35% 6x10min</b>	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35% LED 6x3min</b>	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 35% LED/Laser 6x3min</b>
<b>G1/A</b>	-	-	-
<b>G1/B</b>	+	-	-
<b>G2/A</b>	-	+	-
<b>G2/B</b>	+	+	-
<b>G3/A</b>	-	-	+
<b>G3/B</b>	+	-	+

Quadro 1 – Protocolo experimental

Nota: (+) Recebeu tratamento (-) Não recebeu tratamento

Após a obtenção dos resultados esses foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o *software* SPSS versão 12.0, e os testes estatísticos não paramétricos de Wilcoxon, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, com 5% de significância. Os dados obtidos foram organizados e apresentados em forma de tabelas e gráficos.

## 4 RESULTADOS

Foram observados resultados clareadores satisfatórios quando se comparou a cor dos espécimes antes e depois das técnicas clareadoras utilizadas (Figuras 22 a 27, ANEXO).

A análise estatística utilizou técnicas de comparação de médias entre amostras dependentes, independentes e análise de variância para validar os resultados das hipóteses descritas a seguir:

a) Teste para duas amostras dependentes (pareadas)

Hipótese 1: as medições diferem quando avaliadas em cada eixo e mesmo lado, após a aplicação do tratamento, considerando cada grupo separadamente.

Foram feitas comparações dentro dos grupos, do mesmo lado (A ou B), antes e depois da aplicação dos tratamentos, para cada eixo ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ).

b) Teste para duas amostras independentes

Hipótese 2: As medições diferem quando avaliadas em cada eixo e lado distinto, após a aplicação do tratamento, considerando cada grupo separadamente.

Nessa análise foram feitas comparações dentro dos grupos, em lados distintos, antes e depois da aplicação dos tratamentos, para cada eixo.

c) Teste para várias amostras

Hipótese 3: Os tratamentos diferem, quando avaliados em cada eixo no lado B, após a aplicação das diferentes técnicas.

Nessa análise tentou-se detectar diferenças significativas entre os tratamentos para o lado B em cada eixo.

d) Teste para parâmetro  $\Delta E$  (variação total da cor)

Hipótese 4: O valores de  $\Delta E$  diferem, quando avaliados entre os grupos.

O valor de  $\Delta E$  é calculado considerando apenas o lado B de cada espécime, antes e após os tratamentos.

Nessa análise foi estabelecido um parâmetro  $\Delta E$  que é dado por:

$$\Delta E = \sqrt{(L_{depois} - L_{antes})^2 + (a_{depois} - a_{antes})^2 + (b_{depois} - b_{antes})^2}$$

As análises foram feitas utilizando os testes de Wilcoxon, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, para testar as hipóteses 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Optaram-se pela utilização de testes estatísticos não paramétricos, devido a desvios da normalidade observados nos grupos e a esses testes serem mais adequados nas comparações com grupos de tamanhos reduzidos, sendo seis espécimes por grupo nas comparações simples. Em todos os resultados, considerou-se diferença significativa quando o p-valor observado foi inferior a 0,05 (5%).

### **Análise descritiva dos grupos avaliados**

Os resultados da análise descritiva serão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas

<b>Grupo</b>	<b>Luminosidade – L*</b>		<b>Cromaticidade - a</b>		<b>Cromaticidade - b</b>	
	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio</b>
G1 – Lado A - Antes	68,28	1,65	-8,28	0,68	17,11	3,95
G1 – Lado A - Depois	71,94	1,29	-6,94	0,65	12,94	3,67
G1 – Lado B - Antes	67,44	1,42	-7,56	0,27	17,56	2,18
G1 – Lado B - Depois	74,00	3,92	-5,94	0,71	7,06	1,10
G2 – Lado A - Antes	68,89	3,27	-8,61	0,90	16,56	2,47
G2 – Lado A- Depois	71,06	3,12	-6,89	0,89	8,22	1,36
G2 – Lado B - Antes	69,22	2,10	-8,06	0,61	17,28	1,22
G2 – Lado B - Depois	76,67	1,53	-5,89	0,34	3,17	2,27
G3 – Lado A - Antes	67,89	2,68	-8,89	0,27	18,06	2,25
G3 – Lado A- Depois	69,22	1,61	-7,50	0,51	10,67	1,74
G3 – Lado B - Antes	67,56	1,59	-8,39	0,57	17,56	1,77
G3 – Lado B - Depois	75,33	1,96	-6,33	0,56	5,33	1,40

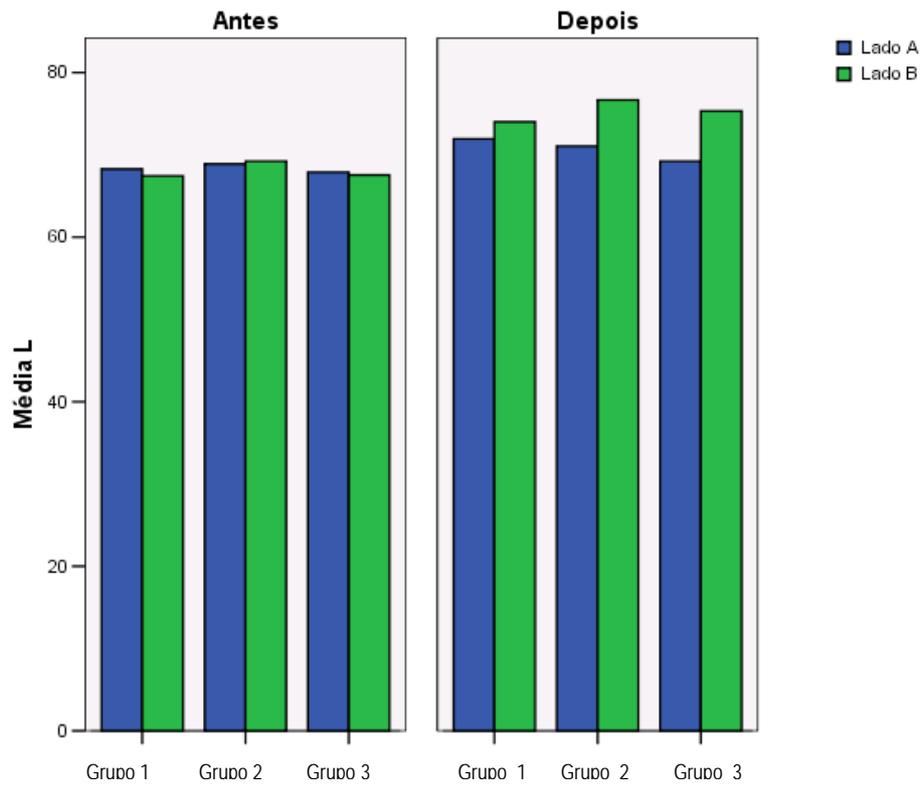


Gráfico 1 - Luminosidade –  $L^*$ , observada nos grupos

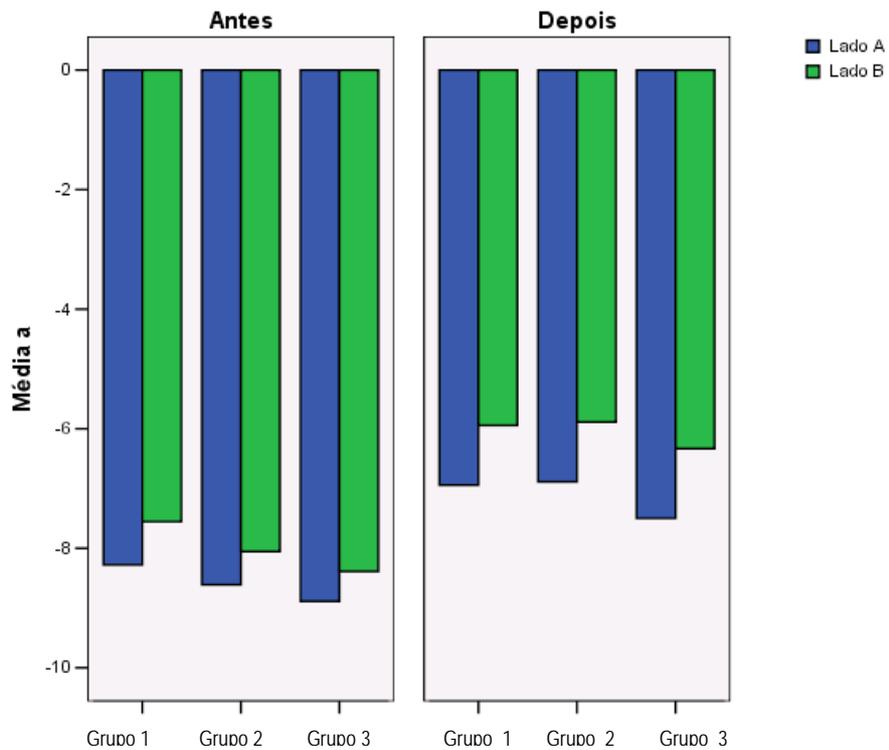


Gráfico 2 - Cromaticidade –  $a^*$ , observada nos grupos

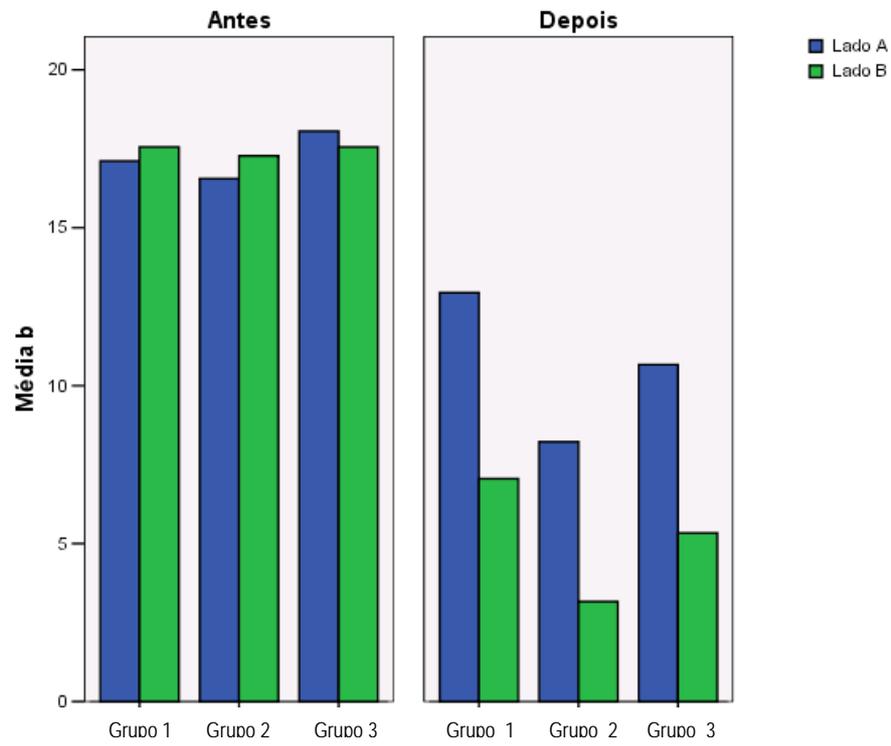


Gráfico 3 - Cromaticidade – b\*, observada nos grupos

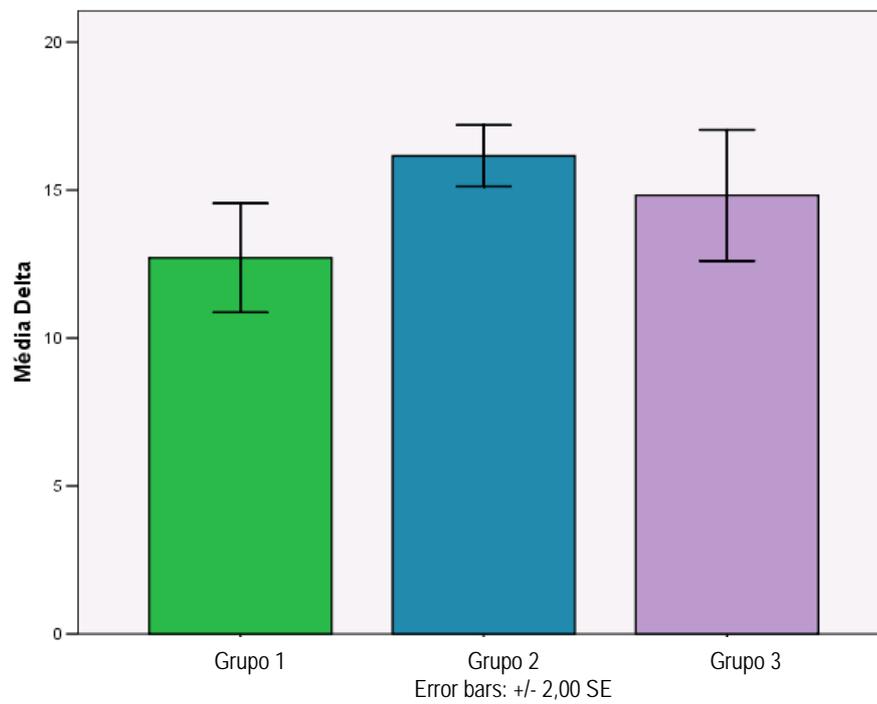


Gráfico 4 - Comparação gráfica das médias "ΔE" dos três grupos

### Análise dos mesmos lados dentro dos grupos (antes x depois)

Comparando dentro de cada grupo isoladamente, o mesmo lado, antes e depois do experimento, observa-se quase que em sua totalidade que as características dos lados foram alteradas, mesmo aqueles onde não foi aplicado tratamento (Tabela 2). A exceção foi o lado A do Grupo 3, com p-valor igual a 0,345.

Tabela 2 - P-valores do teste de Wilcoxon para os cruzamentos dos mesmos lados Antes x Depois dentro dos grupos.

Eixo	Grupos					
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Lado A	Lado B	Lado A	Lado B	Lado A	Lado B
L* (Luminosidade)	0,028	0,028	0,027	0,027	0,345	0,027
a* (Cromaticidade)	0,027	0,028	0,027	0,027	0,026	0,026
b* (Cromaticidade)	0,027	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028

### Análise dos lados distintos dentro dos grupos (antes e depois)

Esta análise permite mensurar o efeito dos tratamentos nos espécimes dentro de cada grupo, quando a comparação entre os lados “Antes” não se mostrou significativa. Passando a ser após a aplicação do tratamento, os p-valores reduzidos sugerem o efeito significativo dos tratamentos.

Tabela 3 - P-valores do teste de Mann-Whitney para os cruzamentos Lado A x Lado B dentro dos grupos nos dois momentos

Eixo	Grupos					
	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Lado Ax B Antes	Lado Ax B Depois	Lado Ax B Antes	Lado Ax B Depois	Lado Ax B Antes	Lado Ax B Depois
L* (Luminosidade)	0,333	0,128	0,936	0,004	0,520	0,004
a* (Cromaticidade)	0,040	0,043	0,217	0,038	0,065	0,006
b* (Cromaticidade)	0,936	0,006	0,748	0,004	0,470	0,004

### Comparação entre os grupos (lado B) após o tratamento

Comparando-se o efeito do tratamento clareador entre os grupos (lado B), observa-se que ele se manifestou no eixo b\* (diminuição do amarelo).

Tabela 4 - P-valores por eixo

Eixo	Espécies	P-valor
L*	18	0,202
a*	18	0,375
b*	18	<b>0,008</b>

Comparando-se a variação de b\* entre os grupos, vemos que o 1 difere do 2 e do 3.

Tabela 5 - Comparações entre os grupos

Cruzamentos	P-valor		
	L*	a*	b*
Grupo 1 x Grupo 2	0,092	0,868	<b>0,006</b>
Grupo 1 x Grupo 3	0,334	0,332	<b>0,045</b>
Grupo 2 x Grupo 3	0,336	0,166	0,077

### Análise do parâmetro $\Delta E$ de cada espécime entre os grupos

Comparando  $\Delta E$  entre os grupos, vemos que apenas o grupo 1 difere do 2.

Tabela 6 - Comparações de  $\Delta E$  entre os grupos

Cruzamentos	P-valor $\Delta E$
Grupo 1 x Grupo 2	<b>0,025</b>
Grupo 1 x Grupo 3	0,200
Grupo 2 x Grupo 3	0,423

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Dos métodos

Apesar do esmalte não influenciar diretamente na cor do dente que é predominantemente determinada pela dentina (BOSH; TEN; COOPS, 1995), a presença de manchas localizadas ou difusas e a lisura superficial de qualquer objeto interferem na reflexão da luz. As diferentes proporções entre esmalte e dentina nas diferentes porções da coroa influenciam diretamente na avaliação de cor dos dentes, aparentemente a região medial representa melhor a cor dos mesmos (GOODKIND; SCHWABACHER, 1987). Para facilitar a aferição da cor antes e depois, a área do espécime onde o ponteiro do instrumento ficará posicionado para colher os dados, deve ser determinada com antecedência (SCHWABACHER; GOODKIND, 1990; ROSENSTIEL et al., 1991).

Como a constituição mineral e orgânica do esmalte e dentina pode variar de indivíduo para indivíduo e afetar o processo de clareamento do dente (ROTSTEIN et al., 1996), um grupo controle isolado poderia representar uma realidade histoquímica completamente diferente da dos grupos de trabalho. Tendo um lado de cada corpo-de-prova como controle, acredita-se que a comparação entre as superfícies tratadas e não tratadas com o peróxido sejam mais próximas da realidade, desde que o peróxido não escorra para o lado não tratado, que pode ser conseguido com a aplicação de barreiras mecânicas entre eles. O efeito da desidratação do dente causa um aumento de sua luminosidade (GARBER, 1997; LUK; TAM; HUBERT, 2004), porém a re-hidratação do mesmo por cerca de uma semana (LUK; TAM; HUBERT, 2004) elimina esse efeito, sendo ideal se aferir a cor dos dentes independente de ser antes ou depois do tratamento clareador utilizado, quando o espécime estiver em seu maior estado de hidratação.

Como a cor pode ser definida pela interação entre uma fonte de luz, um objeto e o observador (RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987; CHU, 2003), para que possamos medi-la temos que ter à disposição meios subjetivos e objetivos adequados para quantificar a mesma. No caso de medida de cor de dentes *in vitro* ou *in vivo* a comparação destes com escalas de cor para porcelana é a forma subjetiva mais comum (JOINER, 2004), porém a menos confiável (GALLAGHER et al., 2002). Quanto aos meios objetivos, destacam-se os espectrofotômetros que são

equipamentos caros, complexos e difíceis de serem utilizados em estudos *in vivo* (HORN; BULAN-BRADY; HICKS, 1998; JOINER, 2004); os cromômetros ou colorímetros estão sendo muito utilizados devido a fácil manipulação, porém ainda não está elucidada a correlação entre as medidas realizadas por este equipamento e a observação humana (CHU, 2003; JOINER, 2004); a análise de imagens fotográficas digitais, que quantifica a cor dos dentes por meio de *softwares* específicos (LUK; TAM; HUBERT, 2004; JOINER, 2004).

Tudo o que podemos ver corresponde a uma pequena parte do espectro eletromagnético (CHU, 2003). Essa pequena parte é normalmente chamada de espectro visível. Modelos de cores tentam descrever as cores que visualizamos e com as quais trabalhamos. Cada modelo de cor representa um método diferente de descrever e classificar cores. Todos esses modelos utilizam valores numéricos para representar o espectro visível de cores. O intervalo de cores que pode ser reproduzido com o uso de um modelo de cores específico, como o RGB, cmYK, HSL, HSB, L\*a\*b\* e o XYZ correspondem a um espaço de cor. Um modelo de cores determina a relação entre valores, enquanto o espaço de cor define o significado absoluto desses valores como cores. Alguns modelos de cores possuem um espaço de cor fixo (como o L\*a\*b\* e o XYZ) porque estão diretamente relacionados à maneira como as cores são percebidas pelo olho humano e esses são descritos como modelos independentes de dispositivo (WESTLAND, 2003). Outros modelos de cores (RGB, HSL, HSB, cmYK) podem apresentar vários espaços de cor diferentes possuindo variações com cada dispositivo ou espaço de cor associado.

O espaço de cor L\*a\*b\* se encontra dentro do modelo de cor da CIE e foi desenvolvido em 1976 para correlacionar tridimensionalmente o componente luminosidade ( $L^*$ ) que varia de (preto a branco) com dois componentes cromáticos: o componente  $a^*$  (+  $a^*$  vermelho e -  $a^*$  verde) e o componente  $b^*$  (+  $b^*$  amarelo e -  $b^*$  azul) (RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987; WESTLAND, 2003). O CIE L\*a\*b\* é mais específico para pequenas mudanças de cor e é possível mensurar com o mesmo as diferenças de luminosidade ( $\Delta L^*$ ), de cromaticidade ( $\Delta C^*_{ab}$ ) e de cor total ( $\Delta E^*_{ab}$ ) (RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987).

Pelo fato do fragmento dental ser predominantemente branco, um fundo preto foi usado para aumentar o contraste e melhorar a percepção de profundidade de campo ou foco do objeto (corpo-de-prova). A sua cor também tem uma tendência a refletir muita luz, o que poderia provocar a captura de uma imagem com muito brilho.

Para evitar esse fato, a máquina foi regulada para que a imagem do objeto fosse capturada em sub-exposição (MASIOLI, 2005). Seguindo o manual de instruções da máquina fotográfica, uma foto inicial de um corpo-de-prova foi obtida no modo de captura automático da máquina sobre as mesmas condições de iluminação e na mesma distância focal que os corpos-de-prova dos grupos experimentais seriam submetidos posteriormente. Essa imagem foi analisada na própria máquina na função INFO, que apresenta um gráfico senoidal da quantidade de luz capturada da imagem. Quando a curva senoidal se apresenta centralizada no gráfico, indica que a regulagem do equipamento é a ideal para aquela situação em particular. Com a máquina funcionando no modo manual, foi-se alterando as regulagens a partir dos parâmetros da imagem inicial e analisando no gráfico até que a curva indicasse equilíbrio.

A necessidade de se obter imagens iniciais e finais com o mesmo padrão de iluminação nos levou a necessidade de construir uma estativa que não permitisse a entrada da luz ambiente. A escolha de uma lâmpada com temperatura de cor de 6.400K, para ser a fonte de iluminação da estativa, veio da necessidade de se simular a temperatura de cor da luz do dia, 6.504K, ideal para se mensurar a cor de qualquer objeto (RUYTER; NILNER; MÖLLER, 1987). O fato de podermos fixar a máquina fotográfica permite que o objeto fique alinhado com o centro da objetiva, facilitando o enquadramento do mesmo. A escolha de uma objetiva macro 100mm, com relação 1:1, que por convenção significa que quando em sua capacidade máxima de aproximação é capaz de focalizar um objeto do tamanho do material fotossensível (filme ou CCD) da máquina a que estiver acoplada, foi de reproduzir uma imagem em tamanho real do objeto. A máquina digital de alta definição usada (6.1 mega pixel) permite a obtenção de imagens nítidas e a transferência das imagens para o *software* sem perdas de qualidade.

O gel clareador usado nesse estudo foi o Lase Peroxide (DMC), que é um gel à base de peróxido de hidrogênio a 35% de uso exclusivo em consultório e obrigatoriamente com proteção dos tecidos moles. Essa proteção pode ser realizada com a resina fotopolimerizável Lase Protect, especialmente desenvolvida para isolar os tecidos moles gengivais impedindo que o peróxido de hidrogênio a 35% agrida esses tecidos, substituindo o isolamento absoluto com lençol de borracha (segundo o fabricante). O material clareador é disponibilizado em dois frascos, um contendo o peróxido de hidrogênio (Fase 1) e outro contendo corante, espessante e

estabilizantes (Fase 2). Seguindo as recomendações do fabricante devemos misturar três gotas da fase 1, com 1 gota da fase 2 para obter um gel (pH 6 a 7) de baixo escoamento e de cor vermelha intensa que deve ser aplicado sobre o dente com espessura uniforme de 1 a 2mm. A mudança de intensidade da cor do gel indica que a concentração de peróxido está diminuindo, determinando que ele seja substituído por uma nova manipulação. Ainda segundo o fabricante, os componentes desse gel foram especialmente desenvolvidos para absorver a energia emitida pelos aparelhos emissores de luz LED/Laser e transferi-la para a reação química de quebra do peróxido em radicais livres acelerando o processo de clareamento.

O aparelho produtor de luz LED/Laser usado foi o Whitening Lase Light Plus (DMC). Esse aparelho é composto por uma peça de mão convexa composta por seis matrizes emissoras de luz tipo LED (InGaN), com pico de emissão em 470nm e três matrizes emissoras de Laser de diodo (AsGaAl) de 830nm com potência ótica de 0,2W, podendo ser regulado para trabalhar só no modo LED ou no modo LED/Laser, projetado para atuar simultaneamente em todos os dentes anteriores de uma arcada. Segundo o fabricante, a luz composta gerada é fria, o que protege o tecido pulpar e evita a ocorrência de hipersensibilidade pós-tratamento e, além disso, a luz infravermelha conta ainda com uma função terapêutica controlando e prevenindo a hipersensibilidade. A distância entre a peça de mão do equipamento e o arco dental deverá ser de no máximo 2cm, para que se atinja máxima eficácia.

Para atendermos as recomendações do fabricante quanto à distância focal do aparelho e termos uma irradiação uniforme dos corpos-de-prova, a exposição à luz foi feita de três em três. Esses foram fixados sobre uma placa de vidro para microscopia, que coincidentemente tinha o mesmo comprimento da parte ativa da peça de mão do aparelho, posicionado com seu eixo horizontal coincidindo com o eixo horizontal central dos corpos-de-prova. Como as matrizes emissoras de luz do aparelho são fixas, a cada ciclo de clareamento a posição dos corpos-de-prova era mudada da seguinte forma (vista do observador): o da extremidade esquerda, passava para o meio, o do meio para a extremidade direita e esse para a extremidade esquerda.

O Photoshop foi escolhido para analisar as imagens por ser de fácil manipulação e principalmente por ter o espaço de cor  $L^*a^*b^*$  disponível na sua ferramenta de análise de cor. Neste *software* o componente  $L^*$  pode variar de 0 a

100 e os componentes  $a^*$  e  $b^*$  podem variar de +120 a -120. A cor inicial e final dos espécimes foi aferida, usando a ferramenta Conta-gotas que fornece os valores numéricos para a cor dos pixels dentro de um determinado espaço de cor. A área de amostragem usada pela ferramenta Conta-gotas foi de 5 por 5 pixels sob o ponteiro. Para validarmos a aferição da cor inicial e final, esta tem que ser realizada em uma mesma área, isso pode ser conseguido utilizando-se posicionadores (SCHWABACHER; GOODKIND, 1990) ou gabaritos (ROSENSTIEL et al., 1991). Neste estudo usou-se marcas verticais e horizontais feitas nos suportes de acrílico dos corpos-de-prova como referência. As marcas horizontais estavam dentro da porção média da coroa, onde a cor é mais homogênea (GOODKIND; SCHWABACHER, 1987), e as verticais na linha central de ambos os lados. Na confluência dessas linhas a cor era quantificada em três pontos de cada lado do espécime: um no centro, um 1mm acima e outro 1mm abaixo do central. Em cada um desses pontos se obtinha valores para o eixos  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . A média dos valores obtidos em cada ponto foi o valor de referência por eixo para os cálculos estatísticos.

Da forma como este estudo foi delineado, todos os espécimes nos tempos de preparo e tratamento foram expostos ao mesmo tempo de desidratação e re-hidratação. Os lados A de cada espécime serviram como controle. Nos grupos onde a luz LED ou LED/Laser foi aplicada, esse lado também serviu para observarmos se as mesmas tinham alguma influência clareadora. O armazenamento dos espécimes todos juntos em um mesmo meio antes e depois do tratamento serviu para que a influência do mesmo fosse padronizada.

## 5.2 Dos resultados

Os sistemas clareadores modernos são comercialmente apresentados como tratamentos altamente eficientes e de curta duração, onde a interação de determinados tipos de luz com os componentes do gel clareador (peróxido em altas concentrações, espessantes e corantes) (GARBER, 1997) aceleram a quebra do peróxido de hidrogênio em radicais livres, tornando possível se alcançar resultados clínicos satisfatórios em uma única sessão (MONDELLI, 2003).

Apesar do mecanismo de ação dos agentes clareadores não ser totalmente elucidado, o processo básico envolve uma reação de oxi-redução onde a substância a ser clareada doa elétrons para o agente clareador (GOLDSTEIN; KIREMIDJIAN-

SCHUMACHER, 1993). O peróxido ao entrar em contato com moléculas pigmentadas, quebra-as em cadeias menores e mais claras, atacando as ligações duplas dos compostos de carbono convertendo-as em grupos hidroxilas (álcoois), usualmente desprovidos de cor (SEGHI; DENRY, 1992).

A ionização do peróxido de hidrogênio (HOOH), dependendo do pH do meio pode produzir diferentes tipos de íons (GOLDSTEIN; GARBER, 1995): íons hidroxila (OH<sup>-</sup>) predominantes em meio ácido e de baixa reatividade; íons peridroxil (HOO<sup>-</sup>), predominantes em meio básico considerado o radical livre mais potente (SEGHI; DENRY, 1992; CHEN; XU; SHING, 1993; GOLDSTEIN; GARBER, 1995); íons de oxigênio (O<sup>-2</sup>), radical livre fraco por ter uma vida média muito curta (GOLDSTEIN; GARBER, 1995).

Como o peróxido de hidrogênio pode formar vários tipos de radicais livres, é provável que dependendo da fonte catalisadora utilizada, do tempo de exposição e da concentração e pH do gel clareador, a reação ocorra de uma forma mais completa ou não (CHEN; XU; SHING, 1993; GOLDSTEIN; KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, 1993). Existe uma variação na resposta dos dentes ao tratamento clareador. Dentes que possuem alterações de cor mais severas, como manchamento por tetraciclina por exemplo, são mais difíceis de se obter uma resposta satisfatória ao tratamento clareador. Dependendo do tipo de manchamento que o dente apresenta, o clareamento dental pode acontecer mais rapidamente ou não (McEVOY, 1989).

Não há um consenso na literatura quanto a ação do peróxido de hidrogênio em altas concentrações sobre o esmalte dental. Enquanto alguns autores não observam nenhuma alteração significativa da morfologia superficial deste tecido (ERNEST; MARROQUÍN; WILLERSHAUSEN-ZÖNNCHEN, 1996; GULTZ et al., 1999), outros afirmam que o peróxido tem o poder de alterar a superfície do esmalte aumentando a sua porosidade (McGUCKIN; BABIN; MEYER, 1992; LEE et al., 1995; KWON et al., 2002; ROTSTEIN et al., 1996), e que essa capacidade está diretamente relacionada com maiores concentrações do produto (McGUCKIN; BABIN; MEYER, 1992). A ação do peróxido sobre os componentes orgânicos dos tecidos duros dentais é dependente da quantidade de proteínas presentes no tecido, sendo o cemento mais afetado que a dentina e o esmalte (ROTSTEIN et al., 1996).

O uso de luz como meio de catalisar a reação do peróxido de hidrogênio em altas concentrações já vem sendo preconizado há tempos (McEVOY, 1989), porém

devido ao fato da luz ser uma onda eletromagnética, dependendo da forma em que ela é gerada, suas propriedades podem ser drasticamente alteradas. O Laser é uma luz com comprimento de onda específico (PICK, 1993) e que tem a capacidade de carrear grandes quantidades de energia (BOWLES; UGWUNERI, 1987; COLUZZI; GOLDSTEIN, 2004). Os LEDs azuis emitem luz numa faixa estreita do espectro visível (450 a 500nm), as lâmpadas halógenas e arco de plasma emitem luz desde o ultravioleta até o infravermelho (BURGESS et al., 2002). Quanto mais próxima da faixa do espectro eletromagnético correspondente ao infravermelho, mais energia em forma de calor a luz pode carrear (REYTO, 1998; SUN, 2000; BURGESS et al., 2002; LUK; TAM; HUBERT, 2004). Como o aumento de temperatura de qualquer reação química aumenta a velocidade dessa reação, lâmpadas de filamento de tungstênio, halógenas, infravermelhas, arco de plasma, Laser de diodo de alta potência, Laser de CO<sub>2</sub> entre outras, vêm sendo associadas ao peróxido de hidrogênio geralmente a 35% nos protocolos de clareamento em consultório (ROSENSTIEL et al., 1991; GARBER, 1997; REYTO, 1998; MONDELLI, 2003; TAVARES et al., 2003; WETTER et al., 2004; LUK; TAM; HUBERT, 2004). É sabido que temperaturas acima de 5,6°C podem provocar danos irreversíveis à polpa (ZACH; COHEN, 1965). O peróxido de hidrogênio tem a capacidade de penetrar pelo esmalte e dentina e alcançar a polpa. O aumento da concentração desse em tecido pulpar irá provocar uma resposta inflamatória e a sua magnitude depende da concentração (BOWLES; UGWUNERI, 1987; COOPER; BOKMEYER; BOWLES, 1997; NATHANSON, 1997), viscosidade, temperatura e tempo de aplicação do gel, que diretamente aceleram a velocidade com que esse chega a polpa (NATHANSON, 1997). Então a associação de uma luz geradora de calor ao peróxido de hidrogênio em altas concentrações tem que ser utilizada com bastante cautela (AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, 1998; BAIK; RUEGGEBERG; LIEWEHR, 2001; LUK; TAM; HUBERT, 2004).

Para que a energia de qualquer tipo de luz seja transferida para um objeto, há a necessidade de que essa luz seja absorvida pelo mesmo. No caso dos Lasers, isso vai depender da sua potência, do tempo de irradiação e da afinidade com a superfície irradiada (DEDERICH; BUSHICK, 2004). Assim a união entre os diversos agentes clareadores de consultório e as diversas fontes de energia luminosa vão depender diretamente da capacidade de absorção da luz emitida pelos corantes dos

géis, influenciando até no aumento de temperatura da câmara pulpar (BAIK; RUEGGERBERG; LIEWEHR, 2001).

O uso de Laser na faixa do ultravioleta (luz fria) provou ser capaz de aumentar o estado vibracional de determinadas ligações inter-atômicas influenciando a formação de populações iônicas diferentes, a partir da molécula de peróxido de hidrogênio (CRIM, 1996). Como o efeito desse tipo de radiação nos tecidos vivos é maléfico, demandando muitos cuidados para o uso em humanos, esse Laser não é comum na Odontologia. Dispomos de fontes de luz que emitem num comprimento de onda próximo ao do ultravioleta, como o Laser de Argônio (488nm) e os LEDs (450 a 500nm), ambos na faixa do azul no espectro visível, mas que carecem de protocolos para o emprego eficiente nas técnicas de clareamento fotocatalisado.

No caso do presente estudo, utilizamos um sistema de clareamento fotocatalisado, recentemente lançado no mercado. Sendo assim não dispomos ainda de estudos *in vitro* ou *in vivo* na literatura, para comparações diretas. Um paralelo com outros sistemas clareadores deve ser estabelecido para confrontarmos os resultados obtidos.

Um efeito clareador significativo foi observado tanto do lado que recebeu a aplicação do agente clareador, como no lado controle em todos os grupos e para todos os eixos (L\*, a\* e b\*), com exceção do lado controle do grupo 3 no eixo L\*. Acreditamos que pelo fato do meio de armazenagem não ser renovável (água destilada), esse possa ter se transformado em uma solução de peróxido de hidrogênio usando os íons que ficaram aprisionados no interior do lado tratado dos espécimes. A lavagem de todos os espécimes no pós-clareamento com água corrente por 10 minutos não se mostrou eficaz. Provavelmente se o controle fosse constituído por um grupo de espécimes isolados, como é comum nos estudos *in vitro* (ROSENSTIEL et al., 1991; JONES et al., 1999; LUK; TAM; HUBERT, 2004; WETTER et al., 2004), não teríamos percebido tal efeito. Como esse efeito clareador dos controles ocorreu nos grupos com e sem irradiação de luz e os p-valores foram muito próximos, a hipótese da luz por si só exercer algum efeito clareador, foi descartada.

Quando foi comparado o efeito clareador dos tratamentos aplicados, todos os grupos apresentaram diferenças significativas entre o lado controle e o lado tratado independente da técnica usada. Isso é, o clareamento com peróxido de hidrogênio

isolado ou associado com uma fonte LED ou LED/Laser é capaz de aumentar significativamente o grau de clareamento dos espécimes para um tempo de 60 minutos de aplicação do gel. Esse resultado quando comparado com os observados na revisão de literatura encontra discordância em apenas um estudo (JONES et al., 1999), onde o tempo de permanência do peróxido sobre a superfície do dente foi de apenas 15 minutos.

Apenas o eixo  $b^*$  foi estatisticamente diferente, quando as técnicas clareadoras foram confrontadas, observando-se uma redução do amarelo nos lados tratados do grupo 2 e 3 em relação ao grupo 1. A aplicação das duas formas de luz sobre o gel clareador fizeram com que este fosse mais efetivo para tratar as pigmentações de cor amarelada. Na análise da diferença total de cor  $\Delta E$ , entre as técnicas clareadoras aplicadas, apenas o grupo 2 diferiu estatisticamente dos demais, apresentando os melhores resultados clareadores.

Vários autores concordam que a aplicação de uma fonte de luz que gere ou não calor é capaz de aumentar a eficiência do gel clareador (AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, 1998; REYTO, 1998; SUN, 2000; TAVARES et al., 2003; LUK; TAM; HUBERT, 2004; WETTER et al., 2004). Segundo o fabricante do aparelho gerador de luz usado neste estudo, a principal função do uso do Laser de diodo de baixa potência é a sua ação terapêutica, evitando ou diminuindo a sensação de dor do paciente após o término do tratamento. Pelos resultados obtidos, esse tipo de luz parece interferir negativamente no desempenho do gel clareador, porém mais estudos deverão ser executados para que essa hipótese possa ser validada.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia e as condições experimentais aplicadas, após análise dos resultados deste estudo, concluímos que:

- a) o meio de armazenamento dos espécimes no pós tratamento contribuiu positivamente para o aumento do grau de clareamento;
- b) as três técnicas clareadoras usadas são efetivas;
- c) apenas a união do agente clareador com a luz LED apresentou melhoras no efeito clareador proporcionado pelo gel de peróxido de hidrogênio a 35%.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS. Laser-Assisted Bleaching: An Update. **J. Amer. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 129, p. 1484-1487, Oct. 1998.

BAIK, J. W.; RUEGGERBERG, F. A.; LIEWEHR, F. R. Effect of light-enhanced bleaching on *in vitro* surface and intrapulpal temperature rise. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v. 13, n. 6, p. 370-378, 2001.

BOWLES, W. H.; UGWUNERI, Z. Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. **J. Endod.**, Baltimore, v. 13, n. 8, p. 375-377, Aug. 1987.

BURGESS, J. O. et al. Light curing – an update. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jamesburg, v. 23, n.10, p. 889-906, 2002.

CHEN, J. H.; XU, J. W.; SHING, C. X. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 69, n. 1, p. 46-8, 1993.

CHU, S. Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth whitening products. **J. Esthet. Rest. Dent.**, Hamilton, v. 15, n. 128 (Suppl. 1), p. S42-S48, 2003.

COLUZZI, D. J.; GOLDSTEIN, A. J. Lasers in dentistry. An overview. **Dent Today**, Montclair, v. 23, n. 4, p.120-27, 2004.

COOPER, J. S.; BOKMEYER, T. J.; BOWLES, W. H. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. **Miss. Dent. Assoc. J.**, Jackson, v. 53, n. 1, p. 20-21, Spring 1997.

CRIM, F. F. Bond-selected chemistry: vibrational state control of photodissociation and biomolecular reaction. **J. Phys. Chem.**, Washington, v. 100, n. 31, p. 12725-12734, 1996.

DEDERICH, D. N.; BUSHICK, R.D. Lasers in dentistry. Separating science from hype. **J. Amer. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 135, p. 204-12, 2004.

ERNEST, C. P.; MARROQUÍN, B. B.; WILLERSHAUSEN-ZÖNNCHEN. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 27, n. 1, p. 53-56, Jan. 1996.

GALLAGHER, A. et al. Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. **J. Clin. Dent.**, Yardley, v. 13. n. 6, p. 219-224, 2002.

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

GOLDSTEIN, G. R.; KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, L. Bleaching: is it safe and effective? **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 69, n. 3, p. 325-328, 1993.

GOLDSTEIN, R. E.; GARBER, D. A. **Complete dental bleaching**. Chicago: Quintessence Books, 1995.

GOODKIND, R. J.; SCHWABACHER, B. W. Use of a fiber-optic colorimeter for *in vivo* color measurements of 2830 anterior teeth. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 58, n. 5, p. 535-542, Nov. 1987.

GULTZ, J. et al. Two in-office bleaching systems: a scanning electron microscope study. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jamesbourg, v.20, n.10, p.965-72, Oct. 1999.

HORN, D.J.; BULAN-BRADY, J.; HICKS, L. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 12, p. 786-790, 1998.

JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **J. Dent.**, Guildford, v. 32, p. 3-12, 2004.

JONES, A. H. et al. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v.11, n. 2, p. 87-94, 1999.

KWON, Y. H. et al. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. **J. Oral Rehab.**, Oxford, v. 29, p. 473-477, 2002.

LEE, C. Q. et al. Effect of bleaching on microhardness, morphology, and color of enamel. **Gen. Dent.**, Chicago, v. 43, n. 2, p.158-162, 1995.

LUK, K.; TAM, L.; HUBERT, M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. **J. Amer. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 135, p. 194-201, Feb. 2004.

MASIOLI, M. A. Outras modalidades fotográficas. In: MASIOLI, M. A. **Fotografia odontológica**. Vitória-ES, 2005.

McEVOY, S. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. I. Technique development. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 20, n. 5, p. 323-8, 1989.

McGUCKIN, R. S.; BABIN, J. F.; MEYER, B. J. Alteration in human enamel surface morphology following vital bleaching. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 68, n. 5, p. 754-760, Nov. 1992.

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

NATHANSON, D. Vital tooth bleaching: sensitivity and pulpal considerations. **J. Amer. Dent. Ass.**, Chicago, v. 128, Suppl., p. 41s-44s, Apr. 1997.

PICK, R. M. Using lasers in clinical dental practice. **J. Amer. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 124, p. 37-47, 1993.

REYTO, R. Laser tooth whitening. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 42, n. 4, p. 755-762, Oct. 1998.

ROSENSTIEL, S. F. et al. *In vitro* tooth color change with repeated bleaching. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 22, n. 1, p. 7-12, 1991.

ROTSTEIN, I. et al. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 1, p. 23-26, Jan. 1996.

RUYTER, I. E.; NILNER, K.; MÖLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. **Dent. Mater.**, Washington, v. 3, p. 246-251, 1987.

TEN BOSH, J. J.; COOPS, J. C. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 74, n. 1, p. 374-380, 1995.

SCHWABACHER, B. W.; GOODKIND, R. J. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. **J. Prosthet. Dent.**, Saint Louis, v. 64, n. 4, p. 425-431, Nov. 1990.

SEGHI, R. R.; DENRY, I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel *in vitro*. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 71, n. 6, p. 1340-1344, 1992.

SULIEMAN, M. et al. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an *in vitro* study. **J. Dent.**, Guildford, v. 32, p.295-299, Jan. 2004.

SUN, G. The role of lasers in cosmetic dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 44, n. 4, p. 831-849, Oct. 2000.

TAVARES, M. et al. Light augments tooth whitening with peroxide. **J. Amer. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 134, n. 2, p. 167-75, Feb. 2003.

WESTLAND, S. Review of the CIE System of colorimetry and its use in Dentistry. **J. Esthet. Rest. Dent.**, Hamilton, v. 15, Suppl 1, p. S5-S12, 2003.

WETTER, N. U. et al. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. **Photomed Laser Surg.**, Larchmont, v. 22, n 6, p. 489-93, Dec. 2004.

ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. **Surg. Oral. Med. Oral. Pathol.**, Saint Louis, v. 19, p. 515-530, Apr. 1965.

## ANEXO A – Representação dos métodos



Figura 1 – Corpo-de-prova preparado, notar o desgaste oblíquo no canto superior esquerdo do mesmo e as marcações verticais (borda superior) e horizontais (borda lateral direita).



Figura 2 – Estativa (vista de frente)



Figura 3 – Estativa (vista lateral)



Figura 4 – Estativa com iluminação acionada



Figura 5 – Máquina fotográfica Rebel Digital 300D (Canon)

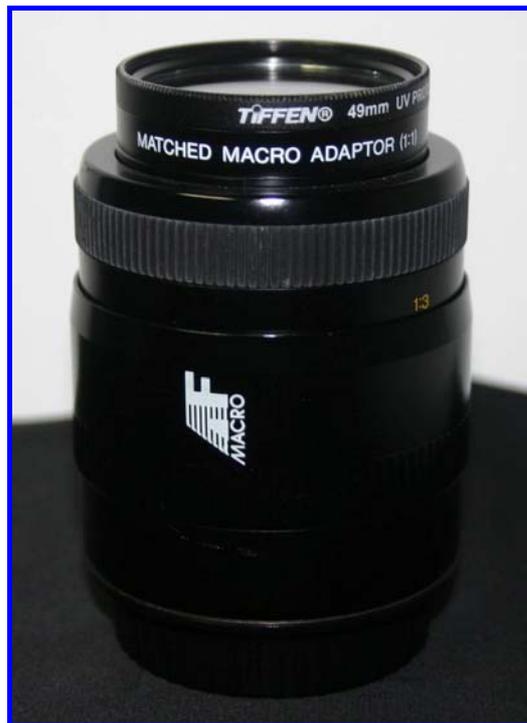


Figura 6 – Objetiva Macro 100mm

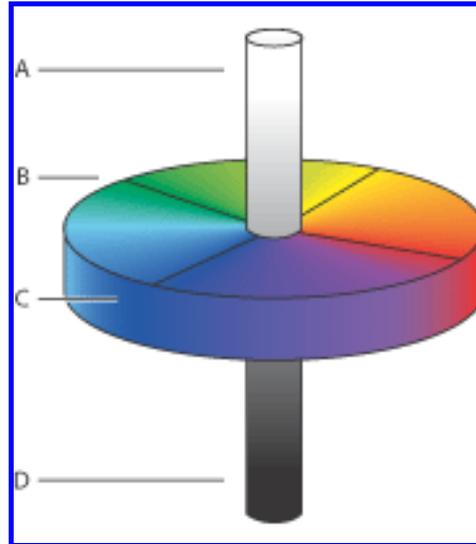


Figura 7 - Modelo  $L^*a^*b^*$  A. Luminescência =100 (branco) B. Componente  $a^*$  (vermelho-verde) C. Componente  $b^*$  (azul-amarelo) D. Luminescência = 0 (preto)

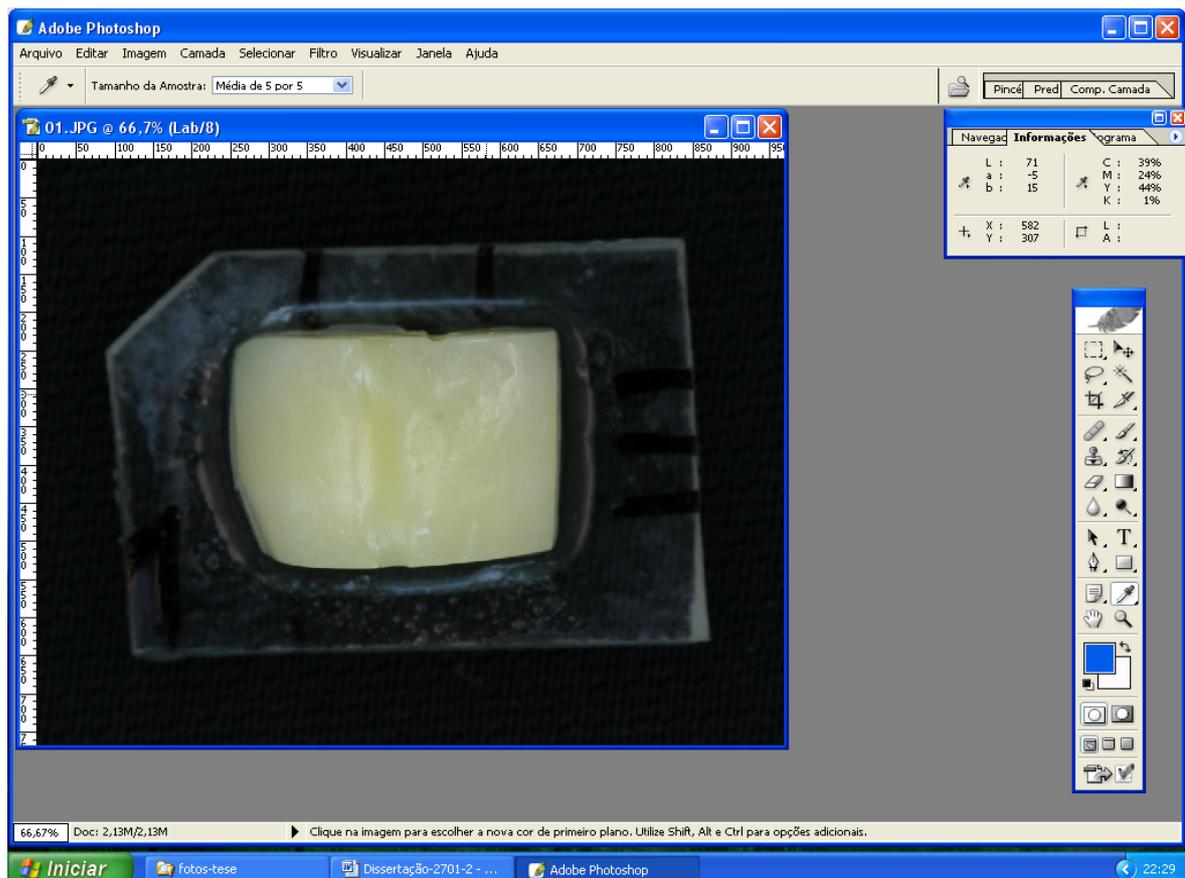


Figura 8 – Imagem sendo analisada no Photoshop.



Figura 9 – Sistema clareador Laser Peroxide

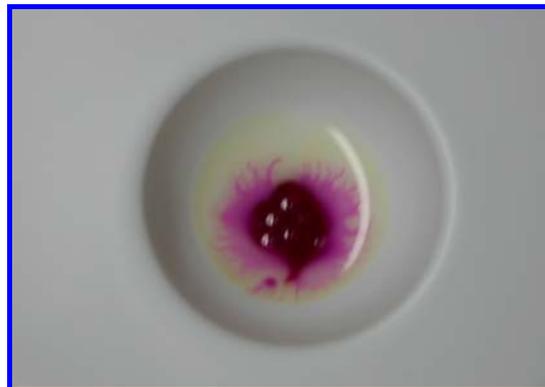


Figura 10 – Proporcionamento peróxido/espessante (3 gotas/1 gota)



Figura 11 – Manipulação com auxílio de um Microbrush



Figura 12 – Emissores de LED e Laser da peça de mão.



Figura 13 – Emissores de LED e Laser da peça de mão acionados.

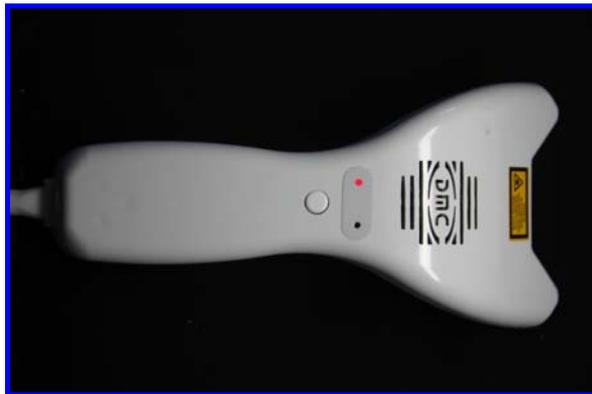


Figura 14 – Peça de mão do aparelho Whitening Lase Light Plus (modo LED)



Figura 15 – Peça de mão do aparelho Whitening Lase Light Plus (modo LED/Laser)



Figura 16 – Corpos-de-prova com a barreira de isolamento aplicada e polimerizada



Figura 17 – Corpos-de-prova com o gel clareador aplicado no lado B. Aspecto inicial do gel, vermelho intenso.



Figura 18 – Corpos-de-prova com o gel clareador aplicado no lado B. Aspecto final do gel, vermelho pouco intenso.



Figura 19 – Peça de mão posicionada sobre os corpos-de-prova para iniciar a irradiação.



Figura 20 – Irradiação dos corpos-de-prova, três por vez para coincidir com a área de irradiação na distância recomendada.



Figura 21 – Área de irradiação do aparelho na distância focal recomendada

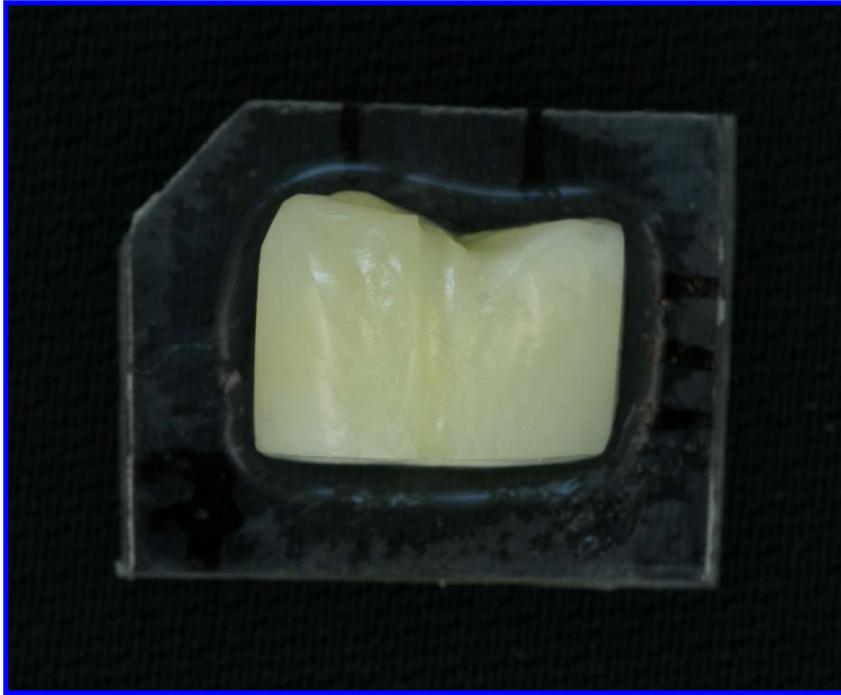


Figura 22 – Corpo-de-prova do grupo 4 antes do tratamento.

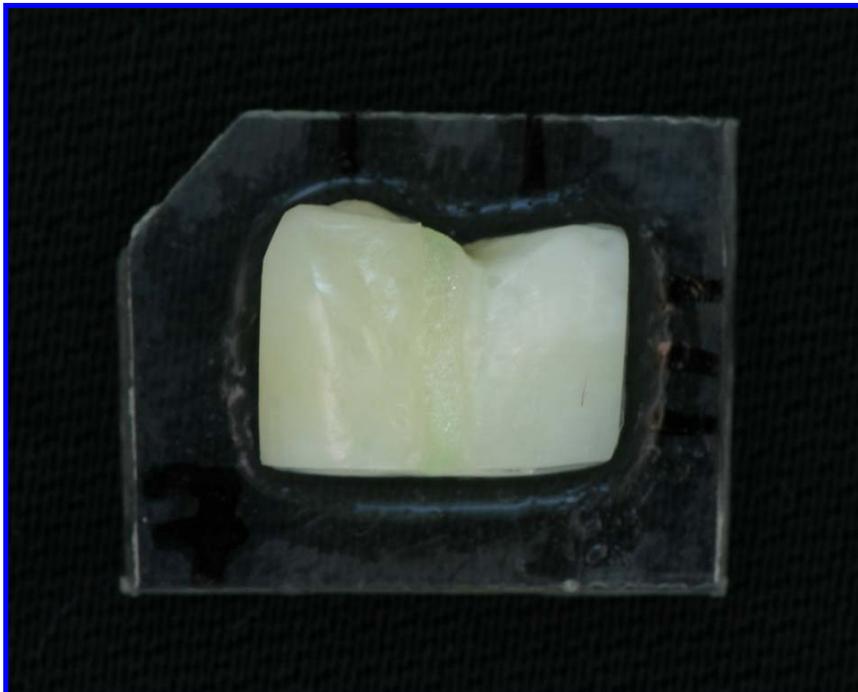


Figura 23 – Corpo-de-prova do grupo 4 cinco dias após o tratamento.



Figura 24 – Corpo-de-prova do grupo 5 antes do tratamento.

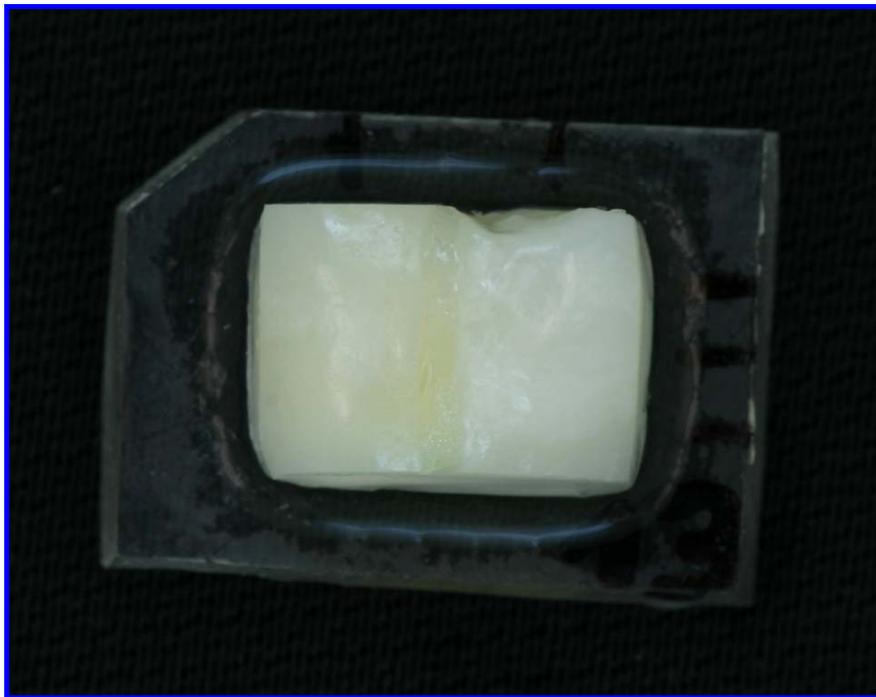


Figura 25 – Corpo-de-prova do grupo 5 cinco dias depois do tratamento.



Figura 26 – Corpo-de-prova do grupo 6 antes do tratamento.

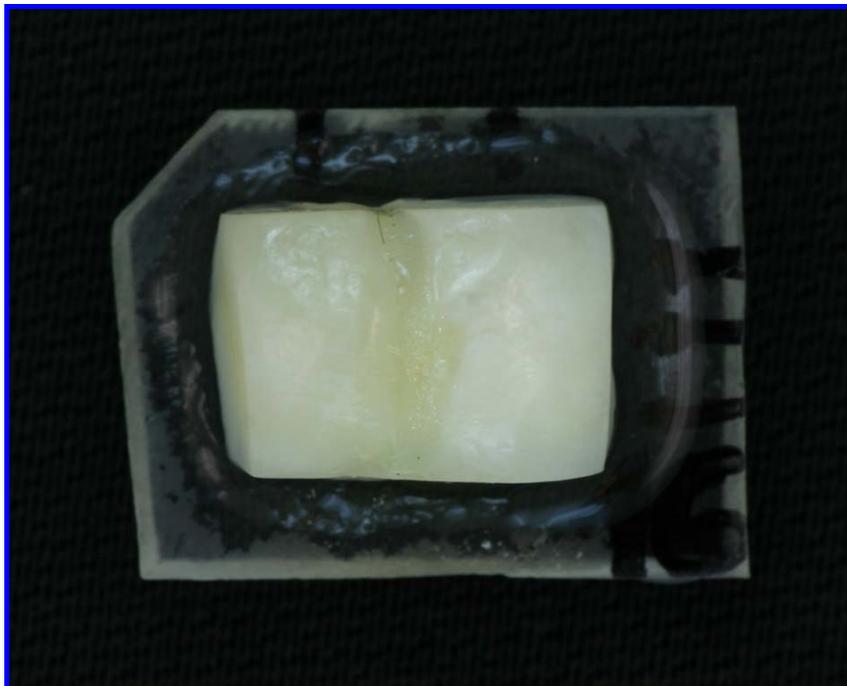


Figura 27 – Corpo-de-prova do grupo 6 cinco dias depois do tratamento.

**ANEXO B – Aprovação pelo Comitê de Ética**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**



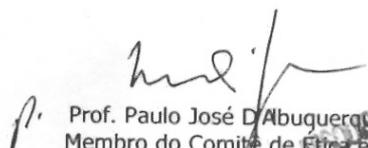
Rio de Janeiro, 03 de setembro de 2007

Do: Comitê de Ética em Pesquisa  
Prof. Paulo José D'Albuquerque Medeiros  
Para: Aut. Leandro Bortolotti Scarpato  
Orient. Prof. Hélio Rodrigues S. Filho

O Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, após avaliação, considerou o projeto (1833-CEP/HUPE) "ANÁLISE IN VITRO DA COR DE FRAGMENTOS DENTAIS HUMANOS SUBMETIDOS A TRATAMENTO CLAREADOR COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO A 35% ASSOCIADO OU NÃO A FOTOCATALISAÇÃO" aprovado, encontrando-se este dentro dos padrões éticos da pesquisa em seres humanos, conforme Resolução n.º196 sobre pesquisa envolvendo seres humanos de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, bem como o consentimento livre e esclarecido.

O pesquisador deverá informar ao Comitê de Ética qualquer acontecimento ocorrido no decorrer da pesquisa.

O Comitê de Ética solicita a V. Sa., que ao término da pesquisa encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto.

  
Prof. Paulo José D'Albuquerque Medeiros  
Membro do Comitê de Ética em Pesquisa  


CEP - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
AV. VINTE E OITO DE SETEMBRO, 77 TÉRREO - VILA ISABEL - CEP 20551-030  
TEL: 21 2587-6353 – FAX: 21 2264-0853 - E-mail: cep-hupe@uerj.br

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)