

**RODRIGO MAXIMO DE ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA EFICÁCIA DA FOTOATIVAÇÃO NO  
CLAREAMENTO DENTAL UTILIZANDO UMA TÉCNICA PARA  
CONSULTÓRIO**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, especialidade em Dentística.

**RODRIGO MAXIMO DE ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA EFICÁCIA DA FOTOATIVAÇÃO NO  
CLAREAMENTO DENTAL UTILIZANDO A TÉCNICA EM  
CONSULTÓRIO**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, especialidade em Dentística.

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres**

São José dos Campos

2008

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:  
Bellini AB. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP; 2006.

A15a Araújo, Rodrigo Máximo.  
Avaliação *in vitro* da eficácia da fotoativação no clareamento dental utilizando a técnica em consultório / Rodrigo Máximo de Araújo. \_\_ São José dos Campos : [s.n.]; 2008  
116.f. : il.

Tese (Doutorado em Odontologia Restauradora) - Faculdade de Odontologia de São Jose dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2008.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

1. Clareamento dental. 2. Fotoativação. 3. Diodos emissores de luz I. Torres, Carlos Rocha Gomes. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos. III. Título

tD25

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da  
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 9 de setembro de 2008 .

Assinatura :

E-mail: romaximo\_25@hotmail.com

### **Folha de Aprovação**

Araújo, R.M. Avaliação da eficácia da fotoativação no clareamento dental utilizando a técnica de consultório [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São José dos Campos, 2008.

São José dos Campos, 12 de junho de 2008

### **Banca Examinadora**

- 1- Prof. Dr Carlos Rocha Gomes Torres  
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista - UNESP
  
- 2- Prof. Dr. Henrique Duque de Miranda Chaves Filho  
Faculdade de Odontologia de Juiz de Fora - Universidade Federal de Juiz de Fora
  
- 3- Prof. Dr. Ricardo Amore  
Instituto de Ciências da Saúde – Universidade Bandeirante
  
- 4- Prof. Dr. Carlos Augusto Pavanelli  
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista - UNESP
  
- 5- Prof. Dr. César Rogério Pucci  
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista – UNESP

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Prof. Tit. Maria Amélia Máximo de Araújo, a qual tenho o privilégio de chamar de mãe, e que muito me orgulha pela sua capacidade inegável no trabalho, pelo incentivo à seus alunos, discípulos e colegas; sempre pronta a ajudar e transferir seus conhecimentos, visando apenas o amadurecimento e desenvolvimento pessoal e profissional daqueles que com ela convivem, pude presenciar e reforçar este seu perfil durante todo curso de Pós – Graduação. Agradeço ainda por me cobrar nos deveres deste curso não como filho mas como aluno, ainda que nos finais de semana, isso me fez amadurecer e ser uma pessoa melhor.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

A minha esposa Juliana Januário ao meu irmão Eduardo, meu pai José Eduardo e minha mãe Maria Amélia por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos, me apoiando e ajudando prontamente, vocês são meus alicerces, me dando paz e harmonia.

“Paz e harmonia: eis a verdadeira riqueza de uma família.” (Benjamin Franklin).

Ao Prof. Dr. Carlos Rocha, agradeço pela liberdade e confiança com as quais deixou-me conduzir este trabalho, assim como a prontidão em sanar as dúvidas ao longo de todo curso de Pós – Graduação, mestrado e doutorado.

## AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos UNESP, na pessoa do Diretor, Prof. Dr. José Roberto Rodrigues.
- Ao Coordenador do Programa de Pós – Graduação, Prof. Adj. Clovis Pagani.
- Ao Prof. Dr. Ivan Balducci, pela paciência nas “aulas particulares” de estatística, de grande valia, assim como a elaboração da estatística deste trabalho.
- À Prof. Tit. Sheila Zambelo Pinho, pela ajuda na revisão da estatística.
- Ao Departamento de Odontologia Restauradora.
- Aos amigos do Departamento de Prótese Parcial Removível, Prof. Dr. Pavanelli, Prof. Dr. Lafayette, Prof. Dr. Maekawa, e Prof. Dr. Eduardo.
- Ao amigo Caio Zanet, parceiro inseparável ao longo deste curso.
- À Prof. Adj. Rebeca Di Nicoló pela preocupação e carinho já demonstrados durante o mestrado e mais ainda nesta nova etapa, me ajudando a qualquer hora sem medir esforços.
- À Joseane Maria Alves Carneiro que muito me ajudou durante o curso.
- As funcionárias da Secretaria de Pós – Graduação.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	06
<b>LISTA DE QUADROS E TABELAS</b> .....	07
<b>RESUMO</b> .....	08
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
2.1 Considerações gerais sobre clareamento dental.....	13
2.2 Técnicas e produtos de escurecimento de dentes.....	27
2.3 Equipamentos e técnicas para mensuração da cor dos dentes.	32
2.4 Fontes de luz empregadas em técnicas de clareamento dental	52
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	63
<b>4 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	64
4.1 Adequação dos dentes e obtenção dos corpos de prova. ....	64
4.2 Escurecimento dos dentes. ....	65
4.3 Impermeabilização da dentina.....	65
4.4 Avaliação inicial da cor.....	67
4.5 Aplicação e Ativação do Agente Clareador.....	69
4.6 Avaliação final da cor.....	73
4.7 Planejamento Estatístico.....	74
<b>5 RESULTADOS</b> .....	76
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	86
6.1 Da metodologia	86
6.2 Dos resultados	95
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	100
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	101
<b>ABSTRACT</b> .....	116



## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1-</b> Desenho esquemático da preparação dos dentes bovinos para a experimentação .....	66
<b>FIGURA 2-</b> Modelo $L^*a^*b^*$ : $L^* = 100$ (branco); $L^* = 0$ (preto); $a^*$ = eixo vermelho ao verde; $b^*$ = eixo amarelo ao azul.....	68
<b>FIGURA 3-</b> Desenho esquemático da seqüência de clareamento do G1.....	70
<b>FIGURA 4-</b> Seqüência do. procedimento clareador dos grupos G2,G3,G4 e G5.....	72
<b>FIGURA 5-</b> Delineamento experimental da distribuição dos grupos.....	73
<b>FIGURA 6-</b> Média e desvio padrão de $\Delta E$ em cada grupo de estudo.....	77
<b>FIGURA 7-</b> Média e desvio padrão de $\Delta a^*$ em cada grupo de estudo.....	79
<b>FIGURA 8-</b> Média e desvio padrão de $\Delta b^*$ em cada grupo de estudo.....	81
<b>FIGURA 9-</b> Média e desvio padrão de $\Delta L^*$ em cada grupo de estudo.....	82
<b>FIGURA 10-</b> Gráfico tipo Box-Plot do comportamento dos escores nos diferentes grupos.....	85

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro1</b> – Ordem da escala Vita na sequência de luminosidade, do mais claro para o mais escuro.....	74
<b>Tabela 1</b> - Análise de variância para os valores de $\Delta E$ .....	76
<b>Tabela 2</b> - Média, desvio padrão, coeficiente de variação e resultado do teste de Tukey, referentes a $\Delta E$ do CIEL*a*b*, nos diferentes grupos de estudo.....	76
<b>Tabela 3</b> - Análise de variância para os valores de $\Delta a^*$ .....	78
<b>Tabela 4</b> - Média, desvio padrão, coeficiente de variação e resultado do teste de Tukey, referentes a $\Delta a^*$ do CIEL*a*b*, nos diferentes grupos de estudo.....	78
<b>Tabela 5</b> – Análise de variância para os valores de $\Delta b^*$ .....	79
<b>Tabela 6</b> - Média, desvio padrão, coeficiente de variação e resultado do teste de Tukey, referentes a $\Delta b^*$ do CIEL*a*b*, nos diferentes grupos de estudo.....	80
<b>Tabela 7</b> - Análise de variância para os valores de $\Delta L^*$ .....	81
<b>Tabela 8</b> - Média, desvio padrão, coeficiente de variação, referentes a $\Delta L$ do CIEL*a*b*, nos diferentes grupos de estudo.....	82
<b>Tabela 9</b> – Valores médios obtidos para $\Delta E$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ e $\Delta L^*$ com os respectivos grupos homogêneos dos grupos estudados.....	83
<b>Tabela 10</b> – Escores referentes a variação de cor, obtidos nos grupos.....	84
<b>Tabela 11</b> – Resultados do teste de Dunn (5%).....	84

Araújo, RM. Avaliação in vitro da eficácia da fotoativação no clareamento dental, utilizando a técnica de consultório [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São José dos Campos, 2008.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar se fontes de luz aumentam a eficácia do peróxido de hidrogênio na técnica de clareamento profissional. Para tal, 60 dentes incisivos bovinos foram extraídos e limpos com lâminas de bisturi. As dimensões coronárias e radiculares foram padronizadas a partir do limite amelo-cementário, procedendo-se os devidos cortes perpendiculares na região incisal e apical. A porção lingual foi removida por corte longitudinal, recebendo a superfície vestibular uma profilaxia com jato de bicarbonato de sódio, sendo a porção dentinária exposta, condicionada com  $H_3PO_4$  a 38% por 15s. Os corpos-de-prova foram levados a um banho de água em ultra-som por 20 min e a seguir imersos em solução de café solúvel a 25%, por duas semanas. A seguir, a porção dentinária foi impermeabilizada com esmalte para unhas incolor e a face vestibular polida com pasta de óxido de alumínio e disco de feltro. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 5 grupos, sendo a cor inicial mensurada através do espectrofotômetro-EasyShade (VITA-Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemanha). Todos os corpos-de-prova receberam três aplicações por 15 min do gel clareador Opalescence Xtra-Boost (Ultradent South Jordan, UT, USA). O **grupo 1** não recebeu fotoativação, sendo considerado controle, **grupo 2** foi ativado com um fotopolimerizador de luz halógena, **grupo 3** ativado com aparelho híbrido de LED azul /LASER, **grupo 4** ativado com aparelho de LED verde /LASER e **grupo 5** ativação com LED vermelho. Após o clareamento foi novamente mensurada a cor. Os dados de variação de cor  $\Delta E$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  e  $\Delta L^*$  e os referentes a escala de cor Vita Clássico, foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey e Dunn ( $p = 5\%$ ). Concluímos que: o desempenho do peróxido de hidrogênio a 38 %, teve seu efeito intensificado conforme a fonte de luz utilizada; a diferença geral da cor foi superior quando se empregou o LED Azul e a Luz Halógena; e que a avaliação quantitativa da cor por espectrofotômetro e pelos dados obtidos pelo mesmo aparelho, referentes a escala de cor Vita Clássico, identificaram resultados semelhantes nos grupos de estudo.

**Palavras-chave:** Clareamento Dental; fotoativação; diodos emissores de luz.

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Estética é uma ciência que valoriza e restaura a harmonia facial e beleza, sendo que atualmente é muito valorizada pela sociedade. O sorriso é considerado imprescindível para a comunicação e o anseio por dentes claros, tem conduzido os cirurgiões-dentistas a empenhar-se para encontrar soluções que atendam as expectativas dos pacientes, quanto a estética do sorriso. Dentre as possibilidades de tratamentos para melhoria da estética, destaca-se o clareamento dental que mediante procedimento pouco invasivo, de simples e fácil realização e ainda com custo baixo, pode levar a resultados que satisfazem as expectativas tanto dos profissionais, como dos pacientes (Spyrides et al.<sup>88</sup>, 1998; Garone Neto<sup>36</sup>, 2002; Poloniato<sup>75</sup>, 2002; Araújo et al.<sup>5</sup>, 2005). O clareamento melhora a auto-imagem e a confiança, projetando uma aura de saúde para as outras pessoas, com melhorias para a vida pessoal e profissional (Spyrides et al.<sup>88</sup>, 1998).

Atualmente com a evolução das técnicas de clareamento, observa-se que equipamentos auxiliares para ativação dos agentes clareadores, vêm sendo disponibilizados no comércio, com a promessa de tornar mais eficiente a técnica de clareamento. Entretanto, existem dúvidas entre os profissionais sobre a necessidade e finalidade do uso destes equipamentos.

Para dificultar ainda mais a escolha do cirurgião-dentista, surgem com freqüência no mercado novos aparelhos, com a finalidade de ativar produtos clareadores, diminuir o tempo de aplicação e aumentar a

eficiência do processo. (Sun<sup>92</sup>, 2000; Torres et al.<sup>95</sup>, 2007), contudo, persistindo riscos de injúrias ao dente, periodonto e a polpa.

Os riscos aos dentes vêm sendo avaliados na literatura, e referem-se a: **alterações na rugosidade superficial** (McGuckin et al.<sup>65</sup>, 1992), **diminuição na microdureza** (Shannon et al.<sup>85</sup>, 1993; Pinheiro Junior et al.<sup>74</sup>, 1996; Rodrigues et al.<sup>81</sup>, 2001) **alterações na composição química** (McCracken; Haywood<sup>64</sup>, 1996; Oltu; Gurgan<sup>71</sup>, 2000; Potocnik et al.<sup>76</sup>, 2000) **e na morfologia superficial** (Shannon et al.<sup>85</sup>, 1993; Türkün et al.<sup>99</sup>, 2002; Lopes et al.<sup>58</sup>, 2002 e Araújo et al.<sup>7</sup>, 2006) além de **sensibilidade dentária** (Matis et al.<sup>61</sup>, 1998, Mokhlis et al.<sup>67</sup>, 2000) e **aumento da temperatura pulpar** (Attin et al.<sup>11</sup>, 2006; Buchalla e Attin<sup>16</sup>, 2007 e Zhang et al.<sup>109</sup>, 2007). Apesar de presentes, os riscos não contra indicam o emprego destas técnicas, desde que o clareamento seja perfeitamente executado por profissionais aptos e conscientes do seu emprego, minimizando os danos (McCracken; Haywood<sup>64</sup>, 1996; Potocnik et al.<sup>76</sup>, 2000 e Luk et al.<sup>59</sup>, 2004) ou mesmo fazendo-os regredir após o uso (Freitas et al.<sup>35</sup>, 2002; Türkün et al.<sup>99</sup>, 2002).

Estes meios auxiliares são empregados como catalizadores da reação química de liberação dos radicais livres, os quais serão responsáveis pelo processo de oxidação das cadeias carbônicas mais complexas (mais escuras), para cadeias carbônicas com ligações simples (mais claras) e diretamente relacionados com a emissão calórica para tal fim. Com os meios auxiliares atuais, a liberação de calor é baixa e, portanto, com menores riscos para os tecidos envolvidos, ao contrário da técnica termo - catalítica, usada antigamente, que empregava espátulas aquecidas diretamente sobre o dente, gerando elevações de temperatura muito superiores aos 5° C, e prejudicial a polpa.

Estes meios empregados atualmente funcionam a partir da emissão de luz, sendo ela a de um fotopolimerizador de lampada halógena (QTH), de diodos emissores de luz (LED) ou ainda de Lasers. Porém, mesmo nos meios modernos são encontradas diferenças no

aumento de temperatura do dente, durante sua aplicação, dependendo da fonte de luz utilizada. Eldeniz et al.<sup>31</sup>, 2005, comparando o aumento de temperatura entre as fontes, demonstraram que o Diodo Laser aumenta a temperatura em 11,7° C e o LED em 6° C, sendo estes os valores extremos encontrados no estudo, entretanto não encontraram diferença estatisticamente significativa entre os equipamentos.

Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004, concluíram que a associação entre o Whiteness HP e Laser mostram-se significativamente mais efetivos em relação a associação com LED e Whiteness HP, assim como ao agente clareador empregado isoladamente. Em 2004, Wetter et al.<sup>104</sup>, 2004, concluíram que o método mais seguro em relação ao aumento de temperatura seria obtido com lâmpadas de arco de Xenônio. Dostalova et al.<sup>28</sup>, 2004, em seu estudo encontrou uma diminuição significativa do tempo de clareamento com o uso de Diodo Laser e com LED, sendo esta em torno de 5 min, com uma vantagem para o LED, por empregar uma energia muito menor para tal fim.

Luk et al.<sup>59</sup>, em 2004, concluíram haver diferenças significantes no que diz respeito a cor e alterações de temperatura na interação do uso do gel clareador e variações de aplicação de luz, sendo que estas aumentam a eficácia do clareamento de alguns materiais, porém causam aumento de temperatura no interior e na superfície do dente. O infravermelho e o Laser de CO<sub>2</sub> são as fontes de luz que mais aumentam a temperatura, portanto o dentista ao executar uma técnica de clareamento em consultório, com uma fonte de luz adicional para acelerar o processo, deverá considerar o agente clareador e a fonte ideal para reduzir o potencial de danos causados pelo calor.

Para tornar a ativação mais proveitosa, corantes como o beta caroteno, urucum e outros, foram acrescentados aos produtos clareadores para que absorvam o comprimento de onda específico emitido pelo aparelho e com isso possibilitem a redução na quantidade de

energia não absorvida, aumentando a eficiência do processo (Torres et al.<sup>95</sup>, 2007).

As dúvidas ainda presentes na literatura em relação a efetividade do uso de equipamentos para acelerar a ação dos agentes clareadores, nos motivaram a realizar esta pesquisa com o objetivo de avaliar a eficiência dos métodos de ativação do agente clareador peróxido de hidrogênio a 38%, na obtenção de dentes mais claros.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Com o objetivo de facilitar a compreensão do assunto abordado, este capítulo será dividido nos seguintes tópicos: **2.1. Considerações gerais sobre clareamento dental** onde podemos observar os produtos empregados, métodos de pesquisa e períodos de observação; **2.2. Técnicas e produtos de escurecimento de dentes** no qual verificamos diferentes produtos utilizados para este fim e a metodologia de algumas pesquisas que utilizaram este artifício; **2.3. Equipamentos e técnicas para mensuração da cor dos dentes** idealizados com o objetivo de aperfeiçoar os processos de avaliação, sobretudo nos procedimentos de clareamento, para comprovação da efetividade de produtos e técnicas; **2.4. Fontes de luz empregadas em técnicas de clareamento dental** neste tópico serão apresentados diferentes tipos de equipamentos que associados aos agentes clareadores terão por objetivo acelerar o procedimento clareador.

### 2.1. Considerações gerais sobre clareamento dental

Rosenstiel et al.<sup>82</sup>, em 1991, avaliaram os efeitos da repetição do tratamento clareador com relação às mudanças de cor em dentes extraídos em relação ao grupo controle, após a repetição do procedimento. Para isto, empregaram 24 dentes humanos livres de cáries estocados em água. Os dentes foram embutidos em gesso e as superfícies vestibulares submetidas aos diferentes tratamentos seguido pela avaliação da cor, empregando um colorímetro. O protocolo de clareamento foi o seguinte: **Grupo A-** condicionamento ácido e



clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%; **Grupo B**- corpos-de-prova tratados como no **Grupo A**, mas substituída a solução clareadora por água destilada e **Grupo C**- corpos-de-prova não receberam nenhum tratamento e ficaram estocadas em água. Os dados foram submetidos a análise estatística pelo teste ANOVA e os resultados mostraram que a diferença média de cor após uma sessão de tratamento foi de 3,33 para o **Grupo A**, 1,67 para o **Grupo B** e 0,48 para o **Grupo C**. Após seis repetições dos tratamentos a diferença total de cor foi de 3,82, 2,41 e 1,38 para os **Grupos A, B e C** respectivamente ( $p < 0,01$ ). A mudança de cor encontrada após as sessões adicionais ao primeiro tratamento e as repetições eram pequenas, sugerindo pouco benefício com a repetição do processo de clareamento.

Fasanaro<sup>32</sup>, em 1992 em seu artigo tece consideração sobre o histórico, química e métodos de uso dos agentes clareadores, afirmando que a primeira publicação sobre o assunto data de 1877 por Chapple`s, que empregou o ácido oxálico para clareamento e que após 113 anos de estudos sobre o assunto, não existe nenhuma ocorrência relatada sobre fratura ou necrose pulpar ocasionadas pelo emprego de agentes clareadores. As complicações pós-operatórias incluem a sensibilidade pós-operatória, desconforto durante bochecho e escovação, ulceração de tecidos moles, dissolução da matriz da resina composta, no caso de restaurações. Em algumas situações o paciente é aconselhado a interromper o tratamento por um ou dois dias e os sintomas regridem.

Haywood<sup>45</sup>, em 1992 fez uma revisão da literatura sobre o uso do peróxido de hidrogênio empregado na técnica de consultório, avaliando a segurança relativa e absoluta dos agentes clareadores. O peróxido de hidrogênio foi o primeiro material usado para clareamento, ele é fabricado e regulado pelo corpo, envolve processo de cicatrização, em altas concentrações, é bacteriostático e mutagênico provocando a

interrupção do DNA, entretanto, o corpo tem mecanismos para reparar imediatamente pequenos danos. Em baixas concentrações não causa sérios problemas, a capacidade carcinogênica é causada por derivados do peróxido e o corpo usa as peroxidases como mecanismo regulador do peróxido de hidrogênio e no clareamento dental é considerado como oxidação, através de processo não muito bem conhecido. Parece que a oxidação remove material orgânico não muito retido no dente, sem dissolver a matriz do esmalte, podendo mudar a porção descolorida para um estágio de menos coloração. Longos períodos de uso podem resultar na dissolução da matriz do esmalte, porém não existe suporte científico para esta hipótese. Manchas de tetraciclina são mais resistentes à oxidação porque a molécula é firmemente aderida na porção mineral do esmalte durante a formação e por isso, menos acessível à ação imediata. Dentes manchados com tetraciclina necessitam de prolongado tempo de tratamento. Geralmente o clareamento é considerado um processo eletivo, entretanto algumas situações podem fazer do clareamento uma necessidade. Quanto ao uso do peróxido de carbamida os estudos revelam que seus efeitos são mínimos sobre o esmalte, não havendo mudanças significantes na morfologia, apesar de algumas pesquisas mostrarem discretas alterações na dureza do esmalte, porém o potencial remineralizador da saliva poderia reverter o quadro. Pesquisas também demonstram que com este agente clareador o processo de oxidação seria controlado sobre a fase orgânica do esmalte, sem causar ou provocar graves alterações sobre a topografia do esmalte. O cirurgião dentista deve ficar atento as mudanças dos tratamentos estéticos conservadores, para oferecê-las como opção aos seus pacientes, sempre indicando-as corretamente e com segurança.

Haywood et al.<sup>43</sup>, em 1994, avaliaram a efetividade de agentes clareadores de uso caseiro e a estabilidade de cor ao longo do tempo. Participaram da pesquisa 38 pacientes adultos que apresentavam dentes

manchados. Após exame clínico, foram agrupados conforme o tipo de alteração de cor em: alteração de cor inerente e idade, trauma, fluorose e manchamento por tetraciclina. Foram feitas moldagens dos arcos superior e inferior, fotografias iniciais fixando distância, luz e constante abertura de diafragma da máquina e seleção da cor com escala Vita Lumin. Durante o estudo a arcada inferior não recebeu tratamento, servindo como referência de cor. Instruções foram dadas aos pacientes sobre o uso do agente clareador (Proxigel-Reed & Carnriek ou Gly-Oxide – Marion – Mevell Dow Lab) devendo utilizá-los à noite, por 6 a 8 h, ou durante o dia, trocando a solução a cada 2 h, perfazendo um total de 6 h. Após seis semanas, os pacientes retornavam para tomadas fotográficas e comparação da cor com a escala. Os resultados foram baseados na percepção de cor dos pacientes, comparando a cor dos dentes tratados e não tratados e pelas fotografias em computador. Após 1,5 e três anos do tratamento foram colhidas informações do paciente sobre a permanência ou regressão da cor obtida pelo preenchimento de um questionário. Os resultados demonstraram que após seis semanas de tratamento, os dentes escurecidos por idade ou manchas inerentes e fluorose ou trauma clarearam em 96,7% dos pacientes e nos casos de escurecimento por tetraciclina em 75% dos pacientes. Cerca de 66% dos pacientes relataram irritação gengival ou sensibilidade durante o tratamento, sem, contudo impossibilitar a continuidade do procedimento. Nenhum dos grupos relatou mudança de cor dos dentes após 15 ou 25 semanas do tratamento; nenhum dos dentes tratados retornou a coloração inicial e após três anos, 62% dos pacientes relataram que o clareamento não regrediu.

Haywood<sup>44</sup>, em 1997 num estudo sobre o desenvolvimento histórico dos agentes clareadores relata sobre a segurança e eficácia clínica destes agentes. Entre as possibilidades existentes, cita os agentes clareadores para uso em consultório, podendo ser a solução de peróxido

de hidrogênio a 35%, aplicada sob isolamento absoluto, por 30 ou 45 min, sem anestesia, podendo ser ativada ou não por calor ou luz. Outra possibilidade de clareamento é o emprego de agentes clareadores de uso caseiro, supervisionado pelo cirurgião dentista, sendo esta técnica introduzida por Haywood e Heymann em 1989. A composição de alguns destes agentes clareadores, determina o tempo de uso e freqüência das mudanças. O peróxido de carbamida é composto de aproximadamente 3% de peróxido de hidrogênio e 7% de uréia, sendo que o peróxido de hidrogênio se degrada em água e oxigênio, enquanto a uréia se degrada em amônia e dióxido de carbono. A diferença básica entre os dois agentes é que o peróxido de carbamida contem o carbopol para espessar o clareador, por ser pegajoso prolonga a liberação de oxigênio, favorecendo o uso noturno. Existe ainda clareadores caseiros vendidos em balcão, diretamente ao consumidor, também chamados de clareadores caseiros. Alguns destes produtos envolvem três etapas: 1. enxaguatório ácido; 2. peróxido de baixa concentração para aplicação em moldeira e 3. creme dental com dióxido de titânio. Os efeitos dos clareadores sobre os tecidos dentários e resinas compostas são considerados semelhantes àqueles causados por alguns alimentos. As pesquisas deveriam incluir os efeitos da profilaxia, creme dental, suco de laranja ou refrigerantes e considerar também o efeito da remineralização pela saliva. As mudanças na superfície dentária podem ocorrer mas não são significantes clinicamente. Portanto, se o procedimento de clareamento é prescrito e monitorado cuidadosamente por um profissional qualificado, seu dano é mínimo.

Leonard et al.<sup>56</sup>, em 1998 compararam a mudança de cor de dentes extraídos, clareados por duas semanas com peróxido de carbamida a 5%, 10% ou 16% (Nite-White-Classic-Discus Dental). Foram selecionados 110 dentes íntegros extraídos, na cor A<sub>3</sub> ou mais escuros, empregando uma escala de cores. Os dentes foram distribuídos em igual

número, por grupos. O grupo controle (11 dentes) foi tratado com solução salina a 0,9% e os grupos experimentais (33 dentes) foram tratados com peróxido de carbamida nas três concentrações acima citadas. Os dentes permaneceram nas soluções por 8 h e a seguir foram lavados com água por 2 min e reidratados em um umidificador por 16 h, com solução salina a 0,9%. A cor era mensurada e o processo repetido diariamente por duas semanas. Os dados foram submetidos a análise de variância que indicou diferença significativa nos valores de cor entre o grupo controle e os experimentais em oito e 15 dias de avaliação. A análise de Kaplan-Meier Survival indicou uma discreta mudança de cor nos grupos que empregaram PC a 10% e 16% em comparação ao PC a 5%, por duas semanas. Entretanto, continuando o tratamento por três semanas os resultados se aproximaram. Concluíram que baixas concentrações de peróxido de carbamida por períodos de tempo mais longos, levam a resultados semelhantes as altas concentrações e que as altas concentrações podem causar aumento de sensibilidade.

Matis et al.<sup>61</sup>, 1998 realizaram uma pesquisa para avaliar a eficácia e segurança do gel de peróxido de carbamida a 10%, empregado para clareamento caseiro. Para o estudo sessenta pacientes foram selecionados e divididos em dois subgrupos conforme idade, sexo e situação de saúde bucal. O matriz de cor foi determinado por uma escala de cores (Trubyte Bioform Color – Dentsply). Fotografias padronizadas foram tomadas no início e fim do tratamento e atribuídos escores para as mudanças de cor sendo: 0 = nenhuma, 1 = discreta, 2 = moderada ou pronunciada e 3 = grande ou dramática. Outra avaliação efetuada foi com o emprego do colorímetro (CR – 121. Minolta), que é considerado um equipamento padrão para medir a cor dos dentes, sendo realizada após uma, duas, três, seis, 12 e 24 semanas. Cada paciente tinha também um diário para registrar qualquer ocorrência anotando datas, horário e duração de uso durante o tratamento. A sensibilidade era observada em

três áreas: gengiva, dente e sistema gastro intestinal e também mensurada pelo emprego de escores. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste ANOVA e Tukey. Os resultados demonstraram que quando da utilização do gel clareador, após 24 semanas, os pacientes apresentaram uma diferença de ordem de 14,1 pontos da escala de cores. Foi observado ainda que 66% dos pacientes observaram mudança de cor clinicamente, como verificada em fotografias. Os pacientes apresentaram também mudança de cor nos dentes, estatisticamente significativa após seis meses, a cor dos dentes incisivos da maxila se estabilizou em seis semanas e dos caninos em 12 semanas, a média de mudança de cor no período de 12 a 24 semanas, foi de 45% e a sensibilidade foi verificada em alguns pacientes e solucionada após complementação do tratamento.

Spyrides et al.<sup>88</sup>, em 1998 relatam que o clareamento de dentes vitalizados vem predominando nos tratamentos estéticos, devido a grande variedade de materiais e equipamentos cada vez mais sofisticados e menos invasivos aos tecidos dentários. Recomendam que a indicação deste tipo de tratamento deve ser precedida de cuidadoso exame clínico, tanto dos dentes a serem clareados como das condições gengivais e pulpares dos demais dentes. A determinação da provável causa do manchamento também é importante no planejamento do tratamento. Consideram que os efeitos colaterais mais comuns do clareamento são a sensibilidade pós-operatória e a irritação gengival, sendo que estas cedem com a redução no tempo de aplicação, aplicação descontínua, interrupção temporária ou mesmo definitiva, caso persistam os sinais e sintomas. Apresentam casos clínicos com resultados satisfatórios e que possibilitaram a melhoria estética sem perda de estrutura dentária sadia, representando um grande avanço em direção a uma Odontologia mais conservadora, diminuindo consideravelmente a possibilidade de iatrogenia decorrente do tratamento invasivo. Além disto, o clareamento

melhora a auto-imagem e confiança, projetando uma aura de saúde para as outras pessoas, com melhorias para a vida pessoal e profissional.

Mokhlis et al.<sup>67</sup>, em 2000 realizaram um estudo duplo cego *in vivo* para avaliar a eficácia do PC a 20% e 7,5%, usados diariamente no mesmo paciente, quanto a mudança e recidiva de cor e sensibilidade dentária ou gengival. Participaram do estudo 24 pacientes, sendo os géis clareadores aplicados aleatoriamente nos dentes anteriores superiores do lado direito e esquerdo. Foi demonstrado aos pacientes como usar os agentes clareadores, simultaneamente, na moldeira individual por 1 h, duas vezes ao dia, durante duas semanas. Os pacientes retornaram em uma, duas, três, seis e 12 semanas para avaliação da cor com o colorímetro e com guias de tonalidade, sendo realizadas fotografias coloridas. A sensibilidade era registrada pelos pacientes diariamente, no decorrer de 21 dias; atribuindo os seguintes escores: 1. nenhuma, 2. leve, 3. moderada, 4. considerável e 5. severa. Os dados foram submetidos a análise estatística, empregando os testes ANOVA e Wilcoxon. Os resultados demonstraram que os dentes do grupo do peróxido de carbamida apresentavam-se significativamente mais claros do que os do grupo do peróxido de hidrogênio após uma ou duas semanas de aplicação. Não houve nenhuma diferença significativa no clareamento dentário ao final de 12 semanas. Não houve diferença estatisticamente significativa na sensibilidade dentária com qualquer dos agentes.

Garone Netto<sup>36</sup>, em 2002 considera o clareamento dental como a alternativa mais conservadora dentre os tratamentos estéticos, pois é realizada por produtos químicos oxidantes, sendo um procedimento simples e de baixo custo em comparação aos demais. O maior inconveniente das técnicas de clareamento e a imprevisibilidade dos resultados, além de não se poder garantir a durabilidade do procedimento. Afirma que apesar de não haver contra-indicações para a

técnica alguns efeitos indesejáveis poderão ocorrer e o paciente deve ser alertado. Estes efeitos podem ser: sensibilidade dos dentes a variação térmica, irritação do tecido gengival, diminuição da adesão de materiais restauradores ao dente e durabilidade do clareamento.

Matis et al.<sup>62</sup>, 2002 avaliaram o grau de mudança de cor e sensibilidade dentária associados ao uso de PC a 10%, 15% e 20%, (Opalescence - Ultradent) empregados todas as noites por seis meses em dentes escurecidos por tetraciclina. Foram avaliados 59 pacientes, os quais retornaram para avaliação após uma ou duas semanas, e após um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito e nove meses. Para avaliação do grau de alteração de cor, foram utilizadas escalas de cores, fotografias e um colorímetro (CR-321 Minolta). A sensibilidade de tecidos duros e moles também foi avaliada. Os dados foram submetidos a análise estatística (ANOVA) e os resultados demonstraram que após três a nove meses, 91% e 85% dos pacientes, respectivamente, demonstraram pouca satisfação com o clareamento. Na avaliação profissional, 90% dos dentes apresentavam resultados estéticos excelentes ou satisfatórios. Os autores concluíram que o uso de concentração mais alta de PC provoca mais rápida mudança de cor. Quanto a sensibilidade da gengiva, não houve diferença entre as três concentrações do agente clareador e os pacientes relataram menor sensibilidade com o gel a 10%. Concluíram que todas as concentrações avaliadas mostraram-se efetivas para remover manchamentos causados pela tetraciclina. A concentração de 10% traz mais vantagens do que desvantagens em relação as demais.

Miranda<sup>66</sup>, 2002 consideram que qualquer alteração na aparência estética pode provocar implicações psicológicas que variam desde uma simples forma de disfarçar o problema, até a introversão total, anulando a desenvoltura do paciente. A habilidade técnica do profissional, sua consideração, respeito e zelo pela boca do paciente vão constituir o



estímulo e a confiança necessários para que o paciente continue o tratamento e se sinta seguro. A tendência atual pela “Odontologia Estética” gera maior interesse sobre o clareamento, tendo em vista o restabelecimento e/ou homogeneização da cor dos dentes, contribuindo de forma significativa no planejamento e execução do tratamento. Assim, o clareamento dental assume um importante papel na odontologia cosmética, possibilitando o restabelecimento da cor e estética, sendo um tratamento de fácil acesso por parte dos pacientes e de técnicas relativamente simples. No entanto, consideram que ainda existem dúvidas a respeito do mecanismo de ação, possibilidades de danos a estrutura do esmalte, ao órgão pulpar e aos tecidos circunvizinhos, havendo necessidade de critério na escolha do tratamento, que como qualquer outro procedimento apresenta riscos e benefícios.

Poloniato<sup>75</sup>, em 2002 relata que o clareamento dental é um procedimento com mais de 130 anos de uso e que houve muita evolução até se chegar a segurança e eficiência praticada nos dias atuais. Isto se deve as transformações sócias culturais que estabelecem conceitos de estética, saúde, poder, ascensão e beleza, sendo que dentes “brancos” representam o sinônimo mais perfeito de “status” e um milhão de dólares são gastos pelos americanos para conseguir este padrão de beleza. O sucesso do clareamento dental depende do preparo do profissional que deve incluir o diagnóstico provável da alteração de cor e o mecanismo de ação dos agentes clareadores, além de seguir uma metodologia eficiente e segura de trabalho.

Nathoo et al.<sup>69</sup>, em 2003 realizaram uma investigação clínica a respeito da eficácia de dois géis clareadores, Colgate Simply White Night Clear com 25% de peróxido de carbamida ou 8,7 de peróxido de hidrogênio usado diariamente. Foram selecionados pacientes para receber tratamento com os dois agentes clareadores, sendo anotada a

cor inicial dos dentes, sexo e idade. No grupo 1 foi empregado o gel contendo 25% de peróxido de carbamida e no grupo 2 gel com 8,7% de peróxido de hidrogênio. Os pacientes foram instruídos a escovar os dentes por um min, duas vezes ao dia (manhã e noite) com dentífrico sem clareador e aplicar o gel de manhã e à noite conforme as instruções. A avaliação de cor dos dentes era repetida a cada duas semanas e novamente após três semanas de uso. Os resultados demonstraram que 59 pacientes completaram o protocolo do estudo e que todos mostraram após duas e três semanas diferença de cor estatisticamente significativa, sendo que a cor dos dentes apresentava-se mais clara que a cor inicial. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa em relação a mudança de cor para os dois produtos empregados. Concluíram que os dois produtos promovem o clareamento dos dentes a nível significativo estatisticamente e que não há diferença na eficiência dos produtos.

Sielski et al.<sup>86</sup>, em 2003 realizaram um estudo clínico para investigar a eficiência do produto Colgate Simply White Night Clear Whitening Gel comparado a um dentífrico comercial. Foram selecionados pacientes para receber os dois tratamentos, sendo estabelecida à cor inicial dos dentes a partir de uma escala de cores Vita e anotado sexo e idade dos pacientes. No grupo 1 foi usado o dentífrico comercial e no grupo 2 o gel clareador. Todos os pacientes foram instruídos para escovar seus dentes por 1 min duas vezes ao dia (manhã e noite) com dentífrico. O grupo 2 foi orientado para à aplicação do gel clareador diariamente, conforme instruções do fabricante. As avaliações eram realizadas após duas ou três semanas de uso do produto, sendo que estas persistiam por seis meses após o uso do produto. Setenta e cinco pacientes completaram o protocolo estabelecido no estudo. Os resultados demonstraram diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, quanto à mudança na cor inicial, sendo que o gel clareador foi mais eficiente e que após seis meses do uso houve manutenção da

cor obtida, indicando que após o uso por duas a três vezes por semana o gel clareia o dente com diferença estatisticamente significativa em relação ao dentífrico comercial.

Heyman<sup>46</sup>, em 2005 relata o interesse dos cirurgiões-dentistas para a técnica de clareamento e a dúvida mais freqüente refere-se a qual a melhor técnica de trabalho. Virtualmente o trabalho de clareamento é diário e progressivo, entretanto os clareadores de uso noturno têm somente 10% de peróxido de carbamida (3% peróxido de hidrogênio), as tiras têm 6% de peróxido de hidrogênio e os clareadores usados em consultórios 25 a 35% de peróxido de hidrogênio e os resultados finais podem potencialmente ser iguais. A similaridade dos resultados é possível devido ao mecanismo de ação ser o mesmo: oxidação do pigmento orgânico. Admite-se que alguns clareadores são mais efetivos que outros, devido a diferença de concentração e tempo de exposição. Portanto, considera importante destacar que o mais importante fator na eficácia de qualquer tratamento clareador é a concentração do agente e tempo de exposição.

Alonso e Balboa<sup>2</sup>, em 2006 compararam a eficiência e segurança de géis clareadores contendo peróxido de carbamida a 10% e peróxido de hidrogênio a 3,5% com 5% de nitrato de potássio. O grupo de teste constou de oito pacientes, todos empregando os dois produtos, sendo um para a maxila e o outro para a mandíbula. O tratamento consistiu na aplicação dos produtos por três horas diárias por quatro semanas. O grau de clareamento foi avaliado usando a escala Vita. A sensibilidade dental foi medida com escala de quatro pontos e a irritação gengival registrada pela presença ou ausência de lesões na margem da gengiva. Os resultados demonstraram que o grau de clareamento foi igual para ambos os produtos (4.8 tabela Vita), que o peróxido de hidrogênio com nitrato de potássio promove menor sensibilidade dentária, com

diferença significativa entre os dois produtos de  $p=0,063$ . Concluíram que não houve diferença estatística entre os produtos avaliados.

Lee et al.<sup>54</sup>, em 2006 investigaram o efeito do agente clareador peróxido de hidrogênio sobre esmalte bovino em relação a perda mineral. Cinco dentes bovinos foram imersos em 5 ml de solução de peróxido de hidrogênio por 120 h. O conteúdo dos elementos minerais dos dentes foi medido usando um microanalisador. O Ca/P no agente clareador era aproximadamente 1,99. A proporção de Zn do agente clareador estava abaixo do limite de detecção. O conteúdo total de elementos minerais do esmalte não clareado era  $90,75 \pm 1,58$  e ligeiramente maior que do esmalte clareado  $87,44 \pm 0,77$ . A proporção Ca/P do esmalte clareado era 2,06. A quantidade de Ca perdido do esmalte clareado após 120 h de exposição foi similar a quantidade de Ca perdido quando os dentes são expostos a bebidas e sucos por poucos min. Portanto, a perda mineral causada pelo processo de clareamento pode não ser um fator de ameaça para os dentes.

Tredwin et al.<sup>97</sup>, em 2006 relatam que o peróxido de hidrogênio na forma de peróxido de carbamida é amplamente usado para clareamento, tanto para uso profissional como para auto administração por pacientes. Os efeitos adversos têm sido evidentes, dentre eles a reabsorção cervical de raízes dentárias, como consequência, principalmente quando é empregada a técnica termo-catalítica. Também a sensibilidade dentária ocorre em cerca de 15 a 78% dos pacientes que utilizam o clareamento externo. Entretanto, estudos clínicos enfocam outros efeitos que carecem de mais esclarecimentos. Dentre estes, temos o efeito genotóxico em bactérias e culturas de células epiteliais, pelo contato direto com o peróxido de hidrogênio; redução ou abolição na presença de enzimas metabolizadas; efeito carcinogênico, detectado em cobaias experimentais onde o peróxido de hidrogênio atuaria como

promotor. Futuras pesquisas clínicas indicarão o possível efeito carcinogênico, sendo recomendado que: os produtos de clareamento devem ser usados com proteção das gengivas e tecidos moles e que os produtos para uso noturno devem ser de baixa concentração mesmo na forma de peróxido de carbamida, evitando-se terapias prolongadas e exposições concentradas.

Araújo et al.<sup>7</sup>, 2006 avaliaram os efeitos de agentes clareadores e uma bebida carbonatada, a base de cola sobre a microdureza do esmalte dental e das restaurações de resina composta, assim como os efeitos da saliva artificial sobre o esmalte tratado com estes agentes. Foram utilizados quarenta dentes incisivos bovinos recém extraídos, que após limpeza e remoção da porção radicular, foi estirpada a polpa e embutidos em resina acrílica, mantendo a superfície vestibular exposta. Preparos cavitários padronizados foram realizados, com as dimensões de 3,5 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade. As cavidades foram restauradas empregando o sistema adesivo (One Up Bond – Tokuyama), restaurados com resina composta (Palfique Estelite – Tokuyama). Os corpos-de-prova foram polidos em politriz circular com série de discos de granulação decrescente e a seguir as superfícies divididas em três regiões, para orientar a leitura no microdurômetro (Future Tech - FM 700) utilizando carga de 50g e tempo de permanência de 10 s. Procederam as leituras iniciais da microdureza de todos os corpos-de-prova e a seguir foi feita a divisão em quatro grupos para os tratamentos: **Grupo 1** – exposição ao gel de peróxido de carbamida a 10% (Whiteness Perfect – FGM) por 6h, seguido pela imersão em saliva artificial por 18 h a 37° C, repetindo-se o processo por sete dias, procedendo-se a leitura da microdureza, nova série de exposição e leitura ;**Grupo 2** – exposição ao refrigerante Coca-Cola por 2,5 min, armazenagem em saliva artificial a 37° C, por 23 h, 57 min e 30 s, repetição do procedimento por sete dias e leitura da microdureza, nova

série de exposição e leitura; **Grupo3** – exposição ao peróxido de carbamida a 37% (Whiteness Super - FGM), ativação com luz de fotopolimerizador por 30 s, luz do refletor por mais 10min, agitando-se o gel a cada 5 min, lavagem e repetição dos passos por mais três vezes, leitura da microdureza e armazenamento por sete dias em saliva artificial, repetição do clareamento, leitura da microdureza; **Grupo 4** – exposição ao peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP – FGM) aplicado por 5 min, ativação com fotopolimerizador por 30 s, aguardou-se 5 min e se procedeu nova ativação, lavagem e repetição do procedimento por mais duas vezes, permanência em saliva artificial por sete dias, leitura da microdureza repetição do clareamento e leitura. Após o ciclo de exposição aos agentes clareadores/Coca, todos os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial procedendo-se leitura da microdureza aos sete e 14 dias, perfazendo 1200 leituras. Os dados foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e Tukey e os resultados mostraram que os agentes clareadores não alteram significativamente a superfície do esmalte ao contrário da Coca-Cola que provocou alterações significativas, reversíveis pela exposição à saliva artificial. Concluíram que: os agentes clareadores não diminuíram a microdureza do esmalte; a Coca-Cola diminuiu a microdureza do esmalte; o tempo de exposição foi significativo para a Coca-Cola; o armazenamento em saliva aumentou a microdureza do esmalte exposto ao peróxido de carbamida a 37% e a Coca-Cola e a resina composta não alteraram sua microdureza, frente aos agentes clareadores/Coca-Cola.

## 2.2. Técnicas e produtos de escurecimento de dentes

Freccia e Peters<sup>34</sup>, em 1982 desenvolveram uma técnica para escurecimento de dentes extraídos, podendo ser utilizada em pesquisas

para avaliação de técnicas de clareamento dental ou por estudantes para prática da técnica de clareamento em laboratório. Dez dentes íntegros e extraídos foram limpos, polidos e fotografados com câmara de 35 mm SLR guia e lente de 100 mm, antes do escurecimento. Um guia de cor (*Myerson Standard Shade Guide*) foi usado para avaliar a cor antes e após o procedimento de escurecimento. Uma abertura de acesso lingual foi feita nos dentes, a polpa removida e os canais instrumentados. Os dentes foram colocados em solução de hipoclorito de sódio a 5,25%, por 24 h para abertura dos túbulos dentinários. A seguir foram colocados em tubos de ensaio contendo sangue sem soro. Para a hemólise das células vermelhas e obtenção de produto que penetrasse nos túbulos dentinários foi usada uma centrífuga de 10.000 rpm por 10 min a 37° C, diariamente por três dias consecutivos. Água destilada foi adicionada ao sangue e centrifugada a mistura (sangue + água). O hemolisado foi separado do precipitado, colocado nos tubos de ensaio com os dentes, que a seguir foram lavados com água por 2 min para remoção do excesso de pigmento sanguíneo e seco para procederem às fotografias. Este procedimento mostrou que todos os dentes foram pigmentados, tornando-se mais escuros, assim como os dentes mais escuros da escala de cor utilizada.

Pretty et al.<sup>77</sup>, em 2001 realizaram um estudo empregando o método quantitativo induzido por luz fluorescente (QLF) para avaliar o clareamento dental. Utilizaram 11 molares humanos extraídos, nos quais delimitaram uma superfície no esmalte para ficar exposta a escurecimento e o restante dos dentes foi coberta com verniz transparente. O esmalte exposto foi submetido a um regime de manchamento com clorexedine e chá, em saliva humana. Cada um dos dentes tinha um controle positivo (Bocasan) e um negativo (água) e o produto teste (Yotuel toothpaste). A cada 2 min de exposição, imagens na QLF eram tomadas, num total de cinco aplicações. Completando este ciclo os dentes eram clareados, repigmentados, repetindo-se o procedimento. As imagens do QLF eram

gravadas em computador e analisados por examinador cego. O valor delta Q de 5% era relatado. Os testes estatísticos ANOVA e teste *t* foram empregados e os resultados confirmam a habilidade do QLF para quantificar a redução de manchas no esmalte humano. A remoção de manchas pela água teve uma eficiência de  $p = 0,023$  e o clareador Youtel  $p = 0,046$ , demonstrando sua maior efetividade.

Attin et al.<sup>10</sup>, em 2003 avaliaram a influência da exposição ao chá preto por vários intervalos de tempo, após clareamento dental. Noventa corpos-de-prova de dentes bovinos foram distribuídos em seis grupos (A-F) de 15 dentes. Os grupos de A a D foram clareados com peróxido de carbamida a 10% com o gel Viva Style por 8h, seguido por armazenamento em saliva artificial pelo restante do período do dia, para simular as condições do ambiente bucal e os processos de desmineralização/ remineralização e padronizar as condições do estudo, sendo removidos em diferentes intervalos de tempo (**Grupo A** – 0 min; **Grupo B** – 60 min, **Grupo C** – 240 min) e imersos em chá fresco por 10 min. O grupo D não foi imerso no chá preto, o grupo E não foi clareado, mas imerso no chá. O grupo F não foi clareado nem exposto ao chá e serviu de controle. Estes procedimentos foram repetidos por oito dias. A cor era medida diariamente com o espectrofotômetro – Sistema CIELab em condições padronizadas. Os valores de cor (Delta) obtidos foram analisados estatisticamente com o teste de sinais de Wilcoxon e teste de Friedman ( $p < 0,05$ ). Os autores concluíram que aplicação de chá preto após clareamento não mostrou diferença estatisticamente significativa, independente do intervalo de tempo entre aplicação do clareador e contato com o chá.

Türkün et al.<sup>98</sup>, em 2004 empregaram o Nescafe Classic-Nestle SA ou chá-Earl Grey Lipton por sete dias para escurecimento de discos de resinas compostas, tendo como controle discos imersos em água. A mensuração da cor foi realizada por espectrofotômetro após um, três,



cinco e sete dias de escurecimento e após clareamento com peróxido de hidrogênio a 15% e repolimento com discos Sof-Lex-3M /ESPE, Enhance-Dentsply ou POGO- Dentsply. Os dados foram submetidos à análise de variância. Os resultados apontaram não haver diferença entre o potencial manchamento pelo chá ou café e que o clareamento e repolimento foram eficazes na remoção das manchas.

Suliaman et al.<sup>90</sup>, em 2004 avaliaram a eficiência do peróxido de hidrogênio em concentrações que variaram de cinco a 35% para o clareamento de dentes. Utilizaram 30 molares humanos extraídos, cujas raízes foram removidas e as coroas seccionadas ao meio. A dentina foi polida, condicionada com ácido fosfórico por 1 min, lavagem por 30 s, havendo assim, a exposição dos túbulos dentários, facilitando o processo de escurecimento. Para escurecimento dos dentes foi empregado o chá que após preparo foram imersos os dentes em 5 ml na temperatura ambiente em recipiente de plástico fechado. O chá era trocado diariamente até que os dentes atingissem a cor C4 da escala Vita. O clareador utilizado foi o peróxido de hidrogênio nas concentrações de cinco, 10, 15, 25 e 35%, com exposição ao produto por três vezes de 10 min. Conforme a concentração do produto clareador houve variação nas aplicações de uma a 12 vezes. Os resultados demonstraram que o número de aplicações é dependente da concentração para obtenção do clareamento pretendido, assim para chegar a cor B1 houve necessidade de variar o número de aplicações.

Dietschi et al.<sup>27</sup>, em 2006 realizaram um estudo *in vitro* da avaliação colorimétrica sobre a eficiência de vários métodos e produtos para clareamento dental. Utilizaram fatias de dentes bovinos de espessuras padronizadas em 2,5 mm, com semelhante espessura de esmalte e dentina. As fatias preparadas foram submetidas à escurecimento com sangue hidrolisado e a seguir a 11 diferentes agentes

clareadores como segue: peróxido de carbamida 10%, 15%, 16% e 20%, peróxido de hidrogênio 15% e 30%, peróxido de carbamida a 25% com e sem ativação por luz e tiras de clareamento com 5,3% de peróxido de hidrogênio. A mensuração do clareamento por colorímetro foi realizada na superfície de cada corpo-de-prova de acordo com o sistema CIE L\* a\* b\*, antes e após o escurecimento dos corpos-de-prova e após cada série de cinco sessões de clareamento, sendo que o número de aplicações variou de cinco a 20 vezes, de acordo com o protocolo de cada produto. Os resultados mostraram que todos os produtos e protocolos produziram um semelhante efeito clareador do esmalte e que o protocolo para clareamento caseiro é superior para clarear a dentina. Concluíram que a técnica de clareamento em consultório é menos eficiente que a caseira para a remoção de manchas de dentina.

Lee et al.<sup>55</sup>, 2007 apresentam um modelo de escurecimento de dentes para posterior clareamento com peróxido de hidrogênio. A proposta da pesquisa foi reproduzir um modelo de escurecimento dentaria simples e com pouca variação no grau de manchamento, simulando a escurecimento intrínseca de dentes humanos que possa comprovar a efetividade de agentes de clareamento. Utilizaram os corantes: Rhodamina B, Orange II, Fé (III) phthaloayanine e chá como controle de 4 a 72 h, seguido de clareamento também de 4 a 72 h. O resultado da escurecimento e do clareamento era fotografado com câmera digital acoplada a microscópio estereoscópico e as imagens transformadas em valores do sistema CIEL\*a\*b\* por software. Consideram que tanto o sangue como o chá, são substâncias que variam muito na composição, podendo exibir diferentes possibilidades de escurecimento dos dentes, numa mesma amostra *in vitro*, daí a proposta da pesquisa. Os resultados demonstraram que os corpos-de-prova pigmentados pela Rhodamina B podem não ser, suficientemente recuperados pelo peróxido de hidrogênio; sendo que o corante Orange II foi o mais apropriado para escurecimento

dos dentes e que a ativação por luz pode acelerar significativamente a eficiência do clareamento por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### **2.3. Equipamentos e técnicas para mensuração da cor dos dentes**

Goodkind e Schwabacher<sup>38</sup>, em 1987 avaliaram a cor dos dentes anteriores *in vivo*, comparando com resultados obtidos *in vitro*. Para a análise foi empregado um colorímetro – Chromascan, com apoio para padronizar a fixação de fibra óptica na face vestibular dos dentes. Participaram do estudo, 500 pacientes com dentes anteriores hígidos e documentaram as características: sexo, raça, idade, local de nascimento, cor de olhos e cabelos. Utilizaram no estudo quatro equipamentos Chromascan, fornecendo valores R, G e B. Cada um destes valores foi transformado em valores x, y e z através de equações de regressão, relacionadas às coordenadas de cromaticidade x, y e z para determinar o matiz, valor e saturação de cada dente. Observaram que os dentes não apresentam uniformidade de cor, sendo que o terço médio do dente é o que melhor representa a cor e que os terços incisal e cervical são influenciados pela cor das regiões vizinhas. Constataram ainda que as mulheres apresentam dentes mais claros, menos saturados e avermelhados e que com o avanço da idade os dentes apresentam-se mais escuros e avermelhados. Caninos são mais escuros que os incisivos e os incisivos centrais superiores, têm maior luminosidade.

Schwabacher e Goodkind<sup>84</sup>, em 1990 avaliaram as coordenadas de cor de 2.832 dentes humanos com três escalas de cor: Vita Lumin Vacuum Shade Guide – Vita Zahnfabrit; Trubyte Bioform Color Ordered Shade Guide – Dentsply Int e E.B. Clark – Sproull R.C. e

mensuração com o Diano Match Scan II Spectrophotometer – Milton Roy Co., que proporcionaram valores convertidos em matiz, valor e croma. Utilizaram para este fim o programa Basic para visualização da distribuição da cor de dentes naturais na configuração sólida tridimensional descrita pelas coordenadas de Munsell. As escalas de cor não se igualaram ao posicionamento no espaço de cor dos dentes naturais, com deficiências no matiz, valor e croma. O estudo sugeriu que as escalas de cor em relação aos dentes naturais são limitadas, uma vez que matiz, valor e croma não são variáveis independentes.

Van Der Burgt et al.<sup>101</sup>, em 1990 avaliaram a cor de dentes utilizando um colorímetro de fibras ópticas, método visual e um espectrofotômetro comercial. Foram avaliados 22 incisivos humanos extraídos e 16 dentes artificiais da escala Ivoclar – Schaan, Liechtenstein. Foram obtidos escores de matiz, valor e saturação com os três métodos de avaliação. Concluíram que como os instrumentos ópticos convencionais são adaptados a medidas de cor dos dentes pela redução do diâmetro da janela de observação do campo, a determinação da cor dos dentes estará sujeita a erros.

Douglas<sup>29</sup>, em 1997 realizou um estudo através de colorímetro tristímulus, equipado com posicionador intra-oral para avaliar a cor de dentes *in vivo*. Foram confeccionados posicionadores para padronizar a mensuração da cor de incisivos superiores de sete pacientes. Coeficientes de correlação e diferenças na repetição da cor foram determinados por medidas repetidas realizadas por um mesmo examinador, em três diferentes dias. A repetição das medidas foi comparada com as medidas do CIEL\* a\* b\* obtidas para o mesmo dente por dois examinadores, utilizando o mesmo dispositivo de posicionamento. Foram demonstrados altos coeficientes de correlação para a repetição com o mesmo examinador e entre os examinadores

foram encontrados  $\Delta E = 0,34$  unidades e entre os examinadores  $\Delta E = 0,13$  e  $0,61$ . Concluiu que o colorímetro Minolta CR – 321 equipado com posicionador apresenta precisão aceitável podendo ser usado para avaliar as mudanças de cor de dentes naturais; as medidas colorimétricas são confiáveis, sensíveis a variação de cor maior que  $0,3$  unidade de  $\Delta E$  e que um observador pode ser treinado, para avaliação colorimétrica de incisivos centrais superiores.

Horn et al.<sup>47</sup>, em 1998 compararam um método objetivo com um subjetivo para avaliar a cor de dentes usando o espectrofotômetro esférico SP78 e a análise visual humana. Vinte dentes humanos da maxila tiveram seus valores  $L^*$  capturados pelo SP78 um dia e 14 dias depois. Aplicando um método “cego”, cinco avaliadores escolheram a cor dos dentes empregando escala de cores experimental Vita, um dia e após 14 dias. Os valores do SP78 de cada dente foram avaliados comparativamente entre valores de um e quatorze dias. Os resultados da avaliação visual da cor dos dentes eram comparados entre os avaliadores nos diferentes períodos. Finalmente a habilidade humana para seleção de cor foi comparada com os resultados obtidos com o SP78. O SP78 reproduziu a leitura  $L^*$  sem erro da máquina ( $\leq 1,0$ ) em 16 dos 20 dentes (80%). Em contraste, entre os avaliadores a concordância foi de 50% em um dia e 65% aos 14 dias. A concordância entre os avaliadores no período experimental foi de 20 a 60%. Os resultados deste estudo confirmam que a avaliação humana da cor de dentes é incerta e que o SP780 pode fornecer resultado mais confiável. Estes achados abrem novos caminhos para investigações sobre a efetividade de materiais e técnicas de clareamento.

Kwon et al.<sup>53</sup>, em 2002 examinaram o efeito de um agente clareador com 30% de peróxido de hidrogênio sobre a superfície de esmalte bovino usando MEV e um espectrofotômetro UV–VIS–NIR. Cinco incisivos bovinos foram clareados por zero, um, dois e três dias e o

espectro de refletância foi medido por espectrofotômetro com modo de refletância difuso. Os valores de cor e diferença de cor entre os dentes foram avaliados pelo sistema de coordenadas CIEL\*a\*b\*. As alterações das superfícies clareadas e não clareadas dos dentes foi estudada em MEV. A mudança de refletância ocorreu com um dia de clareamento e este resultado foi confirmado com o sistema CIEL\*a\*b\*. A diferença de cor dos dentes clareados era significativamente percebida na observação visual. A comparação entre dentes clareados e não clareados revela que a superfície clareada mostra a não uniformidade e ligeira alteração morfológica, com vários graus de porosidade em MEV. Este estudo indica que o clareamento de dentes bovinos promove alteração de cor, assim como alterações morfológicas.

Amaechi e Higham<sup>3</sup>, em 2002 demonstraram um método quantitativo para avaliar o efeito de um agente clareador. Foram empregados 40 dentes humanos pigmentados com solução de chá e separados em dois grupos (A, B) que subsequentemente foram tratados com hipoclorito de sódio (NaOCl) ou água destilada deionizada (DDW) por imersões intermitentes de 60 s, numa diluição de 1:10 de Na OCl, grupo A e DDW grupo B. Antes da experimentação a cor dos dentes pigmentados era selecionada usando Shade Eye-Ex - Dental Chroma Meter e o QLF – método quantitativo de luz fluorescente induzida. Em todos os dentes foi delimitada uma janela de sete mm de diâmetro no centro da superfície vestibular dos dentes e o restante da coroa do dente foi coberta com verniz transparente ácido resistente, Após 24 h os dentes permaneceram 2 h em saliva humana para formação de película em equipamento de rotação (10 rpm). Para escurecimento os dentes foram imersos por 1 h em enxaguatório de gluconato de clorexidina (0,2%), seguido de estocagem por 4 h em solução estandarizada de chá. O procedimento foi repetido diariamente com estocagem em chá. Após, foi removido o verniz com acetona, permanecendo a área pigmentada

evidente e os dentes foram submetidos aos tratamentos A e B. Os dados obtidos foram analisados pelo teste estatístico ANOVA, para medidas repetidas. Concluíram que os resultados do presente estudo demonstram a habilidade do Shade Eye-Ex para monitorar a remoção de manchas do dente humano, por ação química de um agente clareador, ressaltando o potencial do equipamento de avaliar quantitativamente a mudança gradual de cor de dentes, durante o clareamento. A aplicação clínica desta metodologia necessita de futuras investigações.

Carvalho et al.<sup>20</sup>, em 2002 avaliaram *in vitro* a alteração cromática de coroas dentárias submetidas ao clareamento interno. As alterações foram avaliadas por análise espectrofotométrica e visual nas seguintes fases experimentais: inicial (LI); após escurecimento (LE); imediatamente após clareamento (LC); após 15 dias do clareamento (LC15) e após 30 dias (LC30). Após a obtenção dos valores de L\* (luminosidade), a\* e b\* (cor e saturação) foi possível quantificar as alterações cromáticas dos corpos-de-prova, diferença de cor (Delta E) através do sistema CIELab. A análise estatística dos resultados não revelou diferença estatisticamente significativa entre clareador convencional e clareador ativado por laser de Er: Yag. Nenhuma diferença estatística foi observada nos resultados após 15 e 30 dias do clareamento, para ambos os grupos experimentais.

Paul et al.<sup>73</sup>, em 2002 testaram a hipótese que o espectrofotômetro na avaliação de cor dos dentes é comparável a determinação pela visualização humana. A determinação da cor dos dentes por método visual é considerada altamente subjetiva, havendo muitas variáveis interferentes, como a condição de iluminação, experiência, idade e fadiga do olho humano e variáveis fisiológicas que podem levar a resultados incorretos. Apesar destas limitações, o olho humano é muito eficiente na detecção de pequenas diferenças de cor

entre dois objetos. Parâmetros baseados no CIELab com dados obtidos de colorímetro computadorizado ou espectrofotômetro para uma composição matemática, também estão sujeitos a erros. Observa-se também que as guias de cores oferecidas comercialmente não são idênticas, devido às dificuldades em controlar os parâmetros durante o processo de fabricação. No estudo foi usado o espectrofotômetro de reflectância – Lua 005 MHT – (Zurich Switzerland), com fonte de luz transformada em monocromática que incidia em dois locais do dente simultaneamente. Filtros de polinização foram usados para eliminar o brilho e as imagens resultantes tinham 300000 pixels. Os parâmetros CIELab eram calculados do espectro 17 de cada objeto, conforme fórmula matemática. Foram selecionadas 30 pacientes, sendo 14 homens e 16 mulheres com idade de 17 a 44 anos e a observação da cor era referente ao terço médio de incisivos centrais superiores livres de cáries e restaurações. Para a observação visual, três dentistas ( $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$ ) com história de dificuldade para diferenciar cores, foram selecionados e utilizaram uma escala Vita. Nesta avaliação o critério adotado foi de considerar a cor com maior número de indicação pelos avaliadores. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente empregando o método Mann-Whitney e os resultados mostraram que dos 30 pacientes, os três avaliadores apresentaram 26,6% de coincidência de todas as cores, 46,6% em duas cores e 26,6% diferença em todas as cores. Em contraste, 25 dos 30 pacientes (83,3%) as cores selecionadas pelo espectrofotômetro foram coincidentes. A análise estatística revelou diferença significativamente alta entre os dois tipos de observação (humano x espectrofotômetro). Concluíram que o espectrofotômetro é muito bom para determinar a cor de dentes naturais, apesar das dificuldades na determinação da translucidez, devido a informação ser obtida em duas dimensões.



Browning<sup>14</sup>, em 2003 realizou um estudo cujo objetivo foi discutir as vantagens e desvantagens do uso de escalas de cor na avaliação do tratamento clareador e avaliou a correlação obtida entre o uso de escalas de cores e dispositivos eletrônicos. Segundo os fabricantes as escalas Trubyte Bioform e Vita Classical podem ser dispostas por valores de cor. Entretanto, um estudo realizado (O'Brien et al 1989) demonstra que a ordem é falha e a variação na luminosidade ( $\Delta L$ ) de um dente para outro é muito grande. No caso da escala Vita Classical, as variações na luminosidade são compatíveis com as mensurações eletrônicas de cor. Segundo O'Brien são apropriados para uso como guias de cores, estando de acordo com os dados obtidos pelo espectrofotômetro de reflexão (Easyshade<sup>®</sup>, Vident, Brea, Ca, Usa). Apesar das limitações, as escalas de cores são úteis para avaliação da cor, durante os procedimentos de clareamento. Com a eliminação de cores que se apresentam repetidas na escala, sua utilização melhora. As escalas fornecem informações com significado para os dentistas e pacientes, já os instrumentos eletrônicos apesar de mais precisos, detectam nuances de cores sem importância clínica. Segundo o autor as escalas de cores continuam tendo papel importante na verificação das cores durante o clareamento dental.

Chu<sup>23</sup>, em 2003 elucida o uso de um instrumento de análise de cor, baseado no espectrofotômetro de reflectância (Spectro ShadeSystem<sup>®</sup>, MHT International, Geneva, Switzerland) na avaliação de clareadores de dentes, identificando as vantagens e limitações da técnica. A avaliação da cor dos dentes clareados era realizada por comparação visual, empregando as escalas de cores. Com o avanço da tecnologia foram surgindo equipamentos com a capacidade de medir as mudanças de cor por meio da captura e análise dos comprimentos da onda da luz refletida. Os espectrofotômetros medem os comprimentos de onda refletidos de um objeto em pontos localizados no espectro visível. O espectrofotômetro

difere do colorímetro que mede a reflectância de luz somente em três comprimentos (vermelho, verde e azul). Os instrumentos ópticos interpretam o comprimento de luz refletida com valores numéricos. Estes valores podem ser expressos como  $L^* a^* b^*$  ou  $L^* c^* h^*$  que são chamados de dados tristimulus. O espectrofotômetro para uso clínico emprega a geometria óptica: iluminação a  $45^\circ$  e observação a  $0^\circ$  (45/0), realizando-se três capturas de imagens, que levadas a um software sincronizado, permite a comparação das imagens de acordo com as diferenças de  $\Delta E$ . As diferenças de  $\Delta E$  são calculadas em  $L^* a^* b^*$  puro e valores de  $L^* c^* h^*$ . As limitações deste sistema são o custo elevado e dificuldade de uso em dentes anteriores, não podendo ser usado em dentes mal posicionados. Devido ao tamanho do equipamento há dificuldade de posicionamento nos dentes inferiores. Comparativamente na avaliação convencional por escalas de cores, a captura de imagens é precisa, correta e fácil com menor possibilidade de erros que o sistema visual humano. O espectrofotômetro permite a quantificação numérica das mudanças de cor dos dentes e conseqüentemente maior eficiência na detecção das mudanças de cor durante tratamento clareador.

Li<sup>57</sup>, em 2003 descreve o instrumento Minolta Chroma Meter CR-321, utilizado clinicamente para avaliação de cor dos dentes, descrevendo os procedimentos, vantagens e desvantagens e limitações de uso do equipamento. Este produz dados objetivos e quantitativos da cor do dente, porém seu uso é dificultado devido ao volume e peso. Os valores obtidos são inconsistentes dos obtidos com os instrumentos visuais comumente empregados, como o Vitapan Classical Shade Guide; outra dificuldade é a interpretação do Chroma Meter com relação a eficiência dos clareadores dentais, uma vez que os valores de  $\Delta E^*_{ab}$  que referem-se a diferença entre duas cores, variam significativamente entre um dente e outro da escala Vitapan Classical de 1,97 (C2 x D4) a 4,88 (D2 x A2), entre duas cores; o  $\Delta E^*_{ab}$  pode variar de 0,92 (B2 x A2) a

6,65 (A1 x D2). A pequena área medida pelo Chroma Meter (3 mm  $\Theta$ ) pode não representar a cor do dente inteiro. Outro desafio é a interpretação dos dados do Chroma Meter com relação à mudança de cor em procedimentos de clareamento. O uso isolado do Chroma Meter para determinação de mudanças de cor não é adequado, podendo ser usado como medida complementar.

Westland<sup>102</sup>, em 2003 apresenta uma revisão sobre o sistema CIELab de colorimetria, descrevendo a física da cor, o sistema visual e o espaço de cor CIELab. A CIE (Commission Internationale de l'Éclairage) desenvolveu um sistema de especificação visual de sinais de cores difundido em 1931. Trata-se de um método que permite a condição de igualdade das cores. A cromaticidade muda conforme a variação da iluminação, enquanto a aparência da superfície deve manter-se constante com a variação da intensidade da iluminação. É necessário para avaliação de espaços uniformes, que as distâncias neste espaço, correspondam a diferenças de percepções iguais. O sistema CIELab solucionou parcialmente problemas de aparência e diferença de cor, proporcionando um espaço tri-dimensional de cor, onde os eixos  $a^*$  e  $b^*$  formam um plano em que o eixo  $L^*$  é ortogonal. O sistema CIELab representa o estímulo da cor como sinal acromático ( $L^*$ ) e dois canais cromáticos representando amarelo-azul ( $b^*$ ) e vermelho-verde ( $a^*$ ). A diferença métrica da cor e o  $\Delta E^*_{ab}$  que utiliza estes valores ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ ) têm sido empregado para quantificação de cor nas indústrias. O CIELab também mostra a representação dos estímulos de cor nas dimensões de matiz, croma e luminosidade. O CIELab não consegue perceber uniformemente as diferenças de cor num espaço e fixar mudanças de  $a^*$  e  $b^*$ , sendo estes mais visíveis num espaço do que em outro. Em odontologia é necessário prever a luminosidade e croma dos dentes com precisão, daí a busca por métodos eficientes.

Cal et al.<sup>17</sup>, em 2004 investigaram a aplicabilidade de um software na quantificação da cor de dentes e a confiabilidade de escalas de cor. Iniciaram o estudo criando três imagens das cores vermelhas, verde, azul, amarela e branca, estabeleceram os valores de L de cada imagem, confirmando a confiabilidade e reprodutibilidade do método digital. A seguir fotografaram três escalas de cor produzidas pelo mesmo fabricante em condições de luz do dia e em ambiente apropriado, com câmara digital e as imagens foram salvas no formato TIFF. Para análise de cor de cada fotografia foi utilizado o programa gráfico Adobe Photoshop 4,0. A luminosidade e os valores vermelho, verde e azul (L e RGB) de cada dente da escala foram submetidos ao teste estatístico ANOVA. Os resultados demonstraram que os valores L e RGB das imagens obtidas na luz do dia foram estatisticamente diferentes dos valores obtidos em estúdio ( $p < 0,05$ ). Os valores de luminosidade e vermelho das escalas na luz do dia e estúdio foram estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Concluíram que se mantendo a mesma condição de ambiente a avaliação de cor pode ser realizada com o programa Adobe Photoshop 4,0 e que as escalas de cor de um mesmo fabricante não são idênticas umas as outras.

Dozic et al.<sup>30</sup>, em 2004 realizaram uma pesquisa com o objetivo de determinar a relação de cor entre os três segmentos dos dentes (cervical, média e incisal) em incisivos centrais superiores íntegros, utilizando fotografias digitais. Foi empregada câmara digital (CAMEDIA C-2040 Zoon – Olympus Tóquio-Japan), resolução 1024x768 pixels SHQ (alta qualidade) e intensidade de cor de 24 bit (escala RGB). Foram realizadas imagens digitais de 64 incisivos centrais superiores e os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  das três regiões e comparados com imagens digitais standardizadas, utilizando um software. Os dados foram submetidos a análise estatística pelo teste ANOVA de medidas repetidas. Os resultados mostraram que

existe diferença estatisticamente significativa na correlação linear de  $L^*$  e  $b^*$  entre os três segmentos dos dentes ( $p < 0,001$ ). O coeficiente de correlação para  $a^*$  foi baixo comparado com os valores de  $L^*$  e  $b^*$ . Os valores de  $L^*$  e  $b^*$  dos segmentos cervical e incisal dos dentes pode ser calculado dos valores de  $L^*$  e  $b^*$  do segmento médio. Estes resultados mostram o potencial para mapeamento de cor da superfície de um dente por extrapolação de valores de cor de somente uma parte da superfície. O desenvolvimento deste método por câmara digital é simples e de baixo custo, com grandes possibilidades de trabalho. Diferentes tecnologias utilizadas por diferentes sistemas digitais podem produzir diferentes valores de RGB e  $L^* a^* b^*$ , sendo uma limitação do método.

Ishikawa-Nagai et al.<sup>48</sup>, em 2004 compararam a mudança de cor obtida com dois sistemas clareadores através de análise com espectrofotômetro. Os produtos empregados continham peróxido de carbamida a 10%, sendo o Opalescence PF – Ultradent Products Inc, e o Nite White Excel – Discus Dental. Para o primeiro produto, eram 24 pacientes e para o segundo produto 25 pacientes, ambos com duração de 14 dias. A cor dos dentes foi obtida do terço médio de incisivos centrais e caninos superiores com um espectrofotômetro antes de iniciar o clareamento e após os 14 dias. A diferença de cor ( $\Delta E$ ) e da coordenada  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (avermelhado) e  $b^*$  (amarelado) do sistema CIELAB, eram calculadas. Os dados obtidos foram analisados pelo teste t e os resultados apontaram valores médios de  $\Delta E$  para o Opalescence de 5,03 a 8,92 e de 5,84 a 9,61 para o Nite White. O fator mais significativo da mudança de cor era  $b^*$  seguido de  $L^*$  e  $a^*$ . Os valores de  $L^*$  foram aumentados após clareamento e os valores de  $a^*$  e  $b^*$  diminuídos. Não ocorreu diferença significativa entre os dois produtos avaliados ( $p < 0,05$ ). Concluíram que os dois produtos clareadores produziram significativa mudança de cor dos dentes, com valores de  $\Delta E > 3,6$ , aumento dos

valores de  $L^*$  e diminuição de  $a^*$  e  $b^*$ , sem significância para os produtos testados.

Joiner<sup>50</sup>, em 2004 realizou uma revisão literária sobre as atuais pesquisas relacionadas a cor de dentes e suas medidas. Para tanto, buscou dados de 1966 até a data desta revisão. Verificou que a cor e aparência dos dentes é um fenômeno complexo com muitos fatores de influência como condições de luminosidade, translucidez, opacidade, dispersão da luz, percepção do olho humano e interpretação do cérebro. A medição da cor dos dentes é possível por vários métodos incluindo o visual com escalas de cores, espectrofotômetro, colorímetro e análise computadorizada de imagens digitais. Cada método tem suas limitações, vantagens e desvantagens, entretanto são utilizados com sucesso para avaliar a mudança de cor dos dentes nos procedimentos de clareamento. O contínuo interesse dos pacientes pelo clareamento, métodos e técnicas para determinar as mudanças de cor, são desenvolvidos continuamente, com benefícios para a Odontologia Estética.

Kakar et al.<sup>52</sup>, em 2004 realizaram uma investigação clínica para verificar a eficiência de um novo dentífrico contendo peróxido de hidrogênio a 1,0%, fluoreto de sódio a 0,243% e tripolifosfato de sódio em base de sílica (Dentífrico de Teste) e um dentífrico controle contendo fluoreto de sódio a 0,243% em base de sílica. A cor inicial dos dentes foi obtida com o Vita Shade Guide, de um grupo de pacientes adultos do sexo masculino e feminino. Os pacientes foram instruídos a escovar os dentes por 1 min, diariamente de manhã e à noite, com escova de cerdas macias e somente com os dentífricos do experimento e nenhum outro produto de higiene oral, durante as quatro semanas de estudo. Não foi feita nenhuma restrição quanto à dieta e hábito de fumar. A avaliação da cor e dos tecidos moles era feita a cada duas ou quatro semanas de uso dos produtos. Os resultados demonstraram que 44 pacientes

completaram o protocolo proposto no estudo. O dentifrício de Teste apresentou mudança de cor estatisticamente significativa em relação ao controle, sendo que a redução de escore foi de 4,04 e 5,17 respectivamente e no controle 0,41 e 0,53. A média de redução de cor em duas e quatro semanas foi de 3,63 e 4,64 respectivamente e estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Concluíram que o novo dentifrício com 1% de peróxido de hidrogênio, 0,243% de fluoreto de sódio e tripolifosfato de sódio, têm significativa efetividade no clareamento de dentes.

Auschill et al.<sup>12</sup>, em 2005 avaliaram a eficiência, efeito na superfície e aceitação dos pacientes a diferentes técnicas de clareamento, através de estudo clínico. As mudanças de cor reconhecidas pelos pacientes eram determinadas por escala analógica de zero a 10 de pontuação; o efeito na superfície dental foi detectado em microscopia eletrônica de varredura a partir de reproduções (modelos) dos dentes em resina epóxica. Participaram do estudo 39 voluntários, divididos em grupos de três, para uso de diferentes técnicas de clareamento. Grupo A- foi usado Whitestrips com um ciclo de 30 min, Grupo B – Opalescence PF 10%, por ciclo de 8 h diárias e Grupo C - Opalescence Xtra Boost, em técnica de consultório com um ciclo de 15 min, até uma definição de seis graus de clareamento, empregando escala de cores Vita. Todas as técnicas empregadas apresentaram os seis graus de clareamento. O tempo médio de tratamento requerido para chegar ao nível definido de clareamento foi  $31,85 \pm 6,63$  ciclos no Grupo A;  $7,15 \pm 1,86$  ciclos no grupo B e  $3,15 \pm 0,55$  ciclos no Grupo C. Todos os produtos diferiram significativamente quanto aos ciclos e tempo de tratamento segundo os testes ANOVA e Mann- Whitney. Usando a escala Vita, o efeito local observado foi mínimo. A hipersensibilidade registrada foi de 2,62 (Whitestrips) para 3,38 (Opalescence PF), a irritação gengival de 0,23 (Opalescence Xtra Boot) e 0,85 (Whitestrips). O mais aceitável método foi

o da técnica caseira e nenhum dos dentes da pesquisa mostrou mudança na superfície do esmalte detectável na análise por MEV, usando aumento de 200 e 2000 X.

Browning et al.<sup>15</sup>, em 2005 compararam três métodos de avaliação de cor em grupos de pacientes num estudo de clareamento, utilizando escala de cor e métodos eletrônicos e o produto clareador foi o Ultradent. As mudanças de cor são reportadas por registros ou unidade De\* ab. Foram selecionados 20 pacientes, com consentimento registrado, nos quais foi usado um gel clareador placebo por duas semanas. A avaliação da cor foi verificada por escala de cor Vita Classical-Vident e por espectrofotômetro de reflectância EasyShade – Vident. Seis dentes da maxila foram mensurados antes do procedimento e uma, duas e quatro semanas após. Os valores de L\* a\* b\* foram observados e a mudança de cor calculada em CIE De\* ab. Após a conversão para L\* C\* H\*, CIE De\* 2000 foram calculadas. As cores foram numeradas de um (C4) para 16 (B1). Os resultados demonstraram que em uma, duas e quatro semanas as mudanças de cor foram de um, dois e zero respectivamente. CIE De\* ab e De 2000 demonstraram nenhuma significativa mudança ( $p = 0,38$  e  $p = 0,68$ ). Para os dados L\* C\* H\* não houve significância. Para L\* a\* b\*, Db\* houve significância para quatro semanas e Da\* para duas e quatro semanas ( $p < 0,05$ ). Concluíram que para De\* ab e L\* a\* b\* as mudanças nos três componentes de cor não são consistentes como achados gerais; para De 2000 e L\* C\* H\* as mudanças nos componentes suportam os achados gerais; depois de cessado o clareamento as mudanças de cor regridem; os achados observados nas diferenças de cor durante o clareamento, não são condizentes com os processos biológicos e as escalas de cores refletem as mudanças, enquanto o espectrofotômetro não reflete.



Cronin et al.<sup>25</sup>, em 2005 consideram o clareamento de dentes como um dos mais aceitos procedimentos estéticos em Dentisteria, com as opções de tratamento caseiro, em consultório, dentifrícios e tiras de clareamento. Nesta pesquisa avaliaram e compararam gel clareador com peróxido de hidrogênio a 6%, colocado sobre filme de polietileno (HP) com um gel de peróxido de carbamida a 18% (CP). Um total de 60 indivíduos com mais de 18 anos de idade, foram avaliados aleatoriamente por duas semanas por examinadores “cegos”. Ambos os tratamentos foram aplicados duas vezes por dia, durante duas semanas conforme as instruções dos fabricantes. Foram utilizados para avaliação da cor o Shade Vision System e Vitapan Classical Shade Guide, havendo uma avaliação inicial da cor ( $A_2$  ou superior) e após duas semanas de uso dos produtos. Os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico ANCOVA. Baseados nas duas técnicas de avaliação empregadas, os autores observaram que a cor dos dentes melhorou significativamente. A melhoria da cor para HP foi de 2,64 ( $p < 0,001$ ) e 2,33 ( $p < 0,001$ ) para avaliação visual e pelo Shade Vision System respectivamente, comparando com a melhora na cor de 1,04 ( $p = 0,004$ ) e 0,42 ( $p = 0,029$ ), respectivamente. A diferença entre os tratamentos foi significativa em favor do HP avaliado por ambos, examinador ( $p = 0,005$ ) e Shade Vision ( $p = 0,001$ ). Os dados obtidos de Shade Vision System referentes aos valores  $L^*$   $a^*$   $b^*$  foram comparados com a avaliação da escala Vita com diferença significativa na mudança de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , a favor do uso do HP (0,001). Neste estudo o método do Shade Vision para análise de cor foi relativamente fácil e demonstrou significativa diferença entre os dois produtos clareadores. De uma forma geral os dois métodos empregados para avaliação são de fácil uso e demonstram significativa mudança de cor, com o uso dos dois clareadores. Concluíram que da análise com o Shade Vision Vitapan foi observada diferença em relação a magnitude de clareamento para os dois produtos empregados. O peróxido de hidrogênio 6% apresentou melhora de 2,5 a 5,5 vezes mais que o peróxido de

carbamida a 18%. Esta diferença deve-se a maior capacidade de mensuração do Shade Vision, que aproxima melhor a distribuição natural de cores dos dentes e capta uma maior extensão da superfície dos dentes. Neste estudo, apenas 11% da cor inicial e 22% após duas semanas de clareamento, analisados com o Shade Vision Vitapan, apresentaram uniformidade de cor. De forma geral, este estudo observou que os dois métodos empregados para avaliação são de fácil uso e demonstram significativa mudança de cor com o uso dos produtos de clareamento.

Guan et al.<sup>40</sup>, em 2005 realizaram um estudo com os seguintes objetivos: 1- desenvolver uma apropriada calibração alfanumérica para toda a extensão de cores dos dentes; 2- comparar dois sistemas de iluminação fotográfica para aplicação dental e 3- comparar resultados obtidos por câmeras digitais, espectrofotômetro e avaliação visual. A câmera digital empregada foi Kodak Nikon DCS410 – Kodak Company Rochester, N.Y., a iluminação era com lâmpada halôgena, fluorescente e ultravioleta. O software empregado foi o Adobe Photoshop 5.0. A mensuração colorimétrica usou o espectrofotômetro Minolta CM – 2600d e o software Spectra-Magic V.3.3. As coordenadas de cor foram medidas de acordo com o CIEL\* a\*b\* e outras escalas de cor com iluminação padronizada. Para o Vita Lumin ® Vacium, quatro medidas repetidas foram feitas usando o espectrofotômetro Minolta. Para o clareamento, foram utilizados 18 dentes anteriores extraídos e submetidos a solução de peróxido hidrogênio-uréia a 43%. Os dados obtidos nas mensurações foram submetidos aos testes: t e coeficiente de correlação de Spearman.

Suliman et al.<sup>89</sup>, em 2005 realizaram uma pesquisa com o objetivo de quantificar a penetração do peróxido de hidrogênio no esmalte e dentina e avaliar a mudança de cor resultante. Vinte e quatro incisivos foram selecionados e submetidos a escurecimento interna com solução

padronizada de chá. Doze corpos-de-prova foram expostos ao peróxido de hidrogênio a 35% associado a uma fonte de luz e 12 permaneceram em água. Ambas as exposições foram por 30 min. Três diferentes métodos de avaliação de cor foram empregados: Vita Shade Guide (SG), Shade Vision System (SVS) e com cromômetro. Estes equipamentos foram empregados antes e após o escurecimento por chá e após o clareamento ou exposição à água. Os corpos-de-prova foram seccionadas no sentido méseo distal e em adição 12 corpos-de-prova clareados e 12 corpos-de-prova controle, foram seccionadas no sentido vestibulo-lingual. As áreas pigmentadas de cada corpos-de-prova foram mensuradas por um software para análise de imagens. Os resultados mostraram que a média de mudança de cor com o SGV foi de 3,66 para 8,33; com o Sistema SVS 3,66 para nove unidades e o cromômetro L\* 3,8 para 6,7 em direção ao branco, a\* e b\* em direção ao vermelho 0,3 e amarelo 1,5 respectivamente. Corpos-de-prova clareados e seccionados méseo-distalmente mostraram cobertura de manchas de 28,6% - 39,4%, enquanto na secção V-L 58 - 72%. Corpos-de-prova controle seccionadas M-D ou VL mostraram manchas através da dentina em 97 a 100%. Concluíram que o gel peróxido de hidrogênio a 35% usado como agente clareador em consultório demonstra clarear a dentina em grau uniforme.

Wiegand et al.<sup>105</sup>, em 2005 avaliaram o efeito clareador de diferentes agentes clareadores externos, diretamente sobre esmalte-dentina e superfície de dentina. Noventa dentes bovinos foram distribuídos em seis grupos com os seguintes produtos: Grupo A - Opalescence 10%; Grupo B - Opalescence PF 15%; Grupo C - Opalescence Quick; Grupo D - Opalescence Extra Boost; Grupo E - Rapid White e Grupo F - Whitestrips). Dois corpos-de-prova (esmalte-dentina) foram preparados da superfície vestibular de cada dente. Em um dos corpos-de-prova o esmalte foi removido, resultando em um disco de

dentina (CD) de 1 mm de altura. A fatia vestibular e a lingual da segunda corpos-de-prova continha esmalte e dentina (ED) também com 1 mm de altura. O tratamento clareador dos corpos-de-prova ED seguiram as especificações dos fabricantes. O pré e pós tratamento da dentina foram analisados pela evolução dos corpos-de-prova CD. Finalmente, o esmalte dos corpos-de-prova ED foi removido e a mudança de cor da dentina exposta foi registrada. Com todos agentes clareadores houve mudança de cor significativa ( $\Delta E$ ) nos Grupos ED e CD. Os valores de clareamento dos grupos esmalte-dentina e superfície de dentina diferiram significativamente da cor inicial. Tratamento com clareador externo, resulta em mudança de cor no esmalte e dentina e subsuperfície da dentina. Os resultados indicam que a mudança de cor de dentes tratados é altamente influenciada pela mudança de cor da subsuperfície da dentina.

Adeyemi et al.<sup>1</sup>, em 2006 compararam o uso do QLF com imagens digitais na detecção e quantificação da remoção de manchas nos dentes. A pesquisa constou de duas fases experimentais: a escurecimento dos dentes e o clareamento. Dentes bovinos foram preparados com a delimitação de área para testes, sendo que o restante das superfícies dentárias foram isoladas com verniz. Para a escurecimento dos dentes foi utilizada saliva artificial, clorexedine e solução de chá num ciclo de 6 min, sendo 2 min de permanência em cada solução. Para remoção das manchas foi empregado o perborato de sódio monohidratado em ciclos de 2 min, monitorado ao final de cada ciclo com o QLF (Inspektor Research Systems, NL) e fotografias digitais. Os valores de manchamento foram qualificados como Delta Q derivado do QLF e Delta E da imagem digital. Aplicaram aos dados obtidos o coeficiente de correlação de Pearson e equação de regressão. Os resultados demonstraram correlação reversa estatisticamente significativa entre Delta Q ( $r = 0,924$ ,  $R (2) = 85,4\%$ ) e Delta E ( $r = 0,994$ ,  $R (2) = 98,8\%$ ). Concluíram que o QLF mostra alta correlação com as imagens digitais

como técnica de detecção e monitoramento de manchas dentárias e clareamento *in vitro*.

Joiner<sup>49</sup>, em 2006 realizou uma revisão de literatura sobre clareamento de dentes vitais, enfocando aspectos relacionados ao mecanismo do clareamento, evolução dos métodos e fatores que influenciam a eficiência do processo. Descreve que em geral o mecanismo de clareamento pelo peróxido de hidrogênio não é bem entendido e que diferentes espécies de oxigênio ativo podem se formar, dependendo das condições de reação, temperatura, pH, fonte de luz e presença de metais de transição. Quanto aos métodos de avaliação das mudanças de cor devido ao clareamento, considera que o mais comum é o de comparação dos dentes a uma escala de cores, sendo este um método subjetivo e com um número grande de fatores que podem influenciar os resultados, enumerando-os em: condição de iluminação, experiência e idade do operador, fadiga do olho humano, maquiagem e cor ambiente. Para controlar estes fatores os observadores podem ser calibrados por exercícios e treinamento com as escalas de cores. O colorímetro é um equipamento também para a avaliação de cor, que se baseia nos parâmetros da Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)  $L^*a^*b^*$  de cores no espaço. Reporta-se também a avaliação a partir de imagens digitalizadas e analisadas por programa de computador. Neste caso, há necessidade de controle da luz pela câmera digital e a cor dos dentes também se expressa em termos de valores CIEL $^*a^*b^*$ . O autor aborda também os modelos *in vitro* para clareamento, ressaltado a importância destes para a coleta de informações, cuidados, eficiência e mecanismos de produtos químicos empregados, assim como, as possibilidades de mensuração das cores e entendimento do processo de clareamento. Estes modelos utilizam dentes humanos ou bovinos, que podem ser pigmentados por substâncias corantes para simular manchamento por café, chá, sangue e outros corantes. As mensurações

podem ser realizadas por vários métodos incluindo o visual, colorímetro, espectrofotômetro, análise de imagens digitalizadas ou densitômetro de reflexão. Reporta-se também ao tipo de agente clareador, concentração e tempo de ação, assim como a aceleração do efeito pelo calor ou luz. Quanto ao calor este pode causar irreversível dano a polpa dental e quanto as luzes (halôgena, LED, LASER e plasma) existem controvérsias na literatura, havendo pesquisas que apontam a eficiência e outras não. Considerou que estudos que se baseiam em escurecimento artificial dos dentes por café, chá, tabaco ou vinho e que apontam para eficiência das fontes de luz na aceleração do clareamento, devem ser cuidadosamente avaliados, uma vez que os corantes agem de forma diferente quando incidem sobre os dentes naturais. Outros fatores que influem na eficiência do clareamento são: a tetraciclina, a idade dos pacientes, o consumo excessivo de café e chá e a presença de placas bacterianas reduzido a atividade dos peróxidos.

Derdilopoulou et al.<sup>26</sup>, em 2007 compararam a cor de 3758 dentes anteriores em três diferentes tempos, usando escala de cores e espectrofotômetro. Os resultados mostraram valores elevados (89,6%) para os dentes e concordância entre os examinadores em 49,7% das mensurações. A avaliação visual resultou em significativo índice de escurecimento em relação ao espectrofotômetro. A reprodutividade de cor é mais significativa com o espectrofotômetro.

Franchi et al.<sup>33</sup>, em 2007 realizaram um estudo clínico com 10 pacientes, avaliando a eficiência de um agente clareador por seis meses. No estudo foram avaliados os seis dentes anteriores de cada paciente empregando o espectrofotômetro-Spectro Shade, conforme as variáveis L (valor), c (croma) e h (cor), para as regiões cervical, incisal e mesial. O protocolo de tratamento consistiu de: profilaxia dos dentes análise com espectrofotômetro da cor inicial, colocação de barreira gengival, aplicação

do gel clareador Póla Office (Peróxido de Hidrogênio 35%) por 10min, ativação por luz, 60 s, remoção do gel e da barreira gengival, avaliação da cor e reavaliação após seis meses. Concluíram que o espectrofotômetro empregado forneceu valores de cor e croma conclusivos para os dentes examinados através da comparação da diferença de valores ( $\Delta E$ ) para cada corpos-de-prova, comprovando a confiabilidade do equipamento. Com base nas diferentes regiões dos dentes examinados, foi possível comprovar a eficiência do Pólo Office em uma única sessão e a análise por espectrofotômetro mostrou que o resultado estético obtido pelo clareamento se manteve após seis meses.

#### **2.4. Fontes de luz empregadas em técnicas de clareamento dental**

Reyto<sup>80</sup>, em 1998 relata que o efeito do clareamento com o uso do laser é conseguido por um processo de oxidação química. Após a aplicação do laser o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) transforma-se em água ( $H_2O$ ) e um oxigênio (O) livre, que se combina e ainda remove a molécula manchada. Experimentações têm sido realizadas e em 1996 ocorreu a aprovação oficial de uso pela ILT (*Ion Laser Technology*), dos lasers de argônio e  $CO_2$ . A energia do laser de argônio forma a luz azul com comprimento de onda de cerca de 480 nm, no espectro da luz visível, sendo absorvida pela cor escura. Tem sido considerado como o instrumento ideal para ser usado no clareamento de dentes, quando empregado conjuntamente com  $H_2O_2$ , como um patenteado catalizador. Sua afinidade pelas manchas escuras, assegura que a coloração amarelo-marrom pode ser facilmente removida. O laser de dióxido de carbono não tem nenhuma preferência de cor, não está relacionado com a cor do dente, a energia é emitida em forma de calor, é invisível com um

comprimento de onda de 10 a 600 nm e penetra somente 0,1 mm em água e  $H_2O_2$  quando é absorvido. Sua energia pode ressaltar o efeito do clareador, após a associação ao laser de argônio. Pesquisas mostram que os lasers em geral têm pouco efeito prejudicial sobre a estrutura dental, podendo inclusive ser benéfico ao esmalte ou na redução da sensibilidade. O passo mais importante no processo de clareamento com laser é o isolamento e proteção dos tecidos moles, da ação da  $H_2O_2$  e catalizador. Mais pesquisas são necessárias para simplificar e reduzir o tempo de clareamento e se conseguir mudanças nos matizes de cor dos dentes e restaurações.

Jones et al.<sup>51</sup>, em 1999 avaliaram *in vitro* as alterações de cor proporcionada por três técnicas de clareamento que incluíram ativação do peróxido de hidrogênio por laser e duas concentrações de peróxido de carbamida. Quarenta incisivos centrais humanos extraídos foram utilizados e divididos em quatro grupos experimentais: Grupo 1 – peróxido de hidrogênio a 35% associado ao laser de argônio; Grupo 2 – peróxido de carbamida a 10%; Grupo 3 – peróxido de carbamida a 20% e Grupo 4- controle. Para avaliação das alterações de cor foi empregado o sistema CIEL \*a\*b\* com mensuração antes e após o clareamento. A diferença de cor ( $\Delta E^*a^*b^*$ ) entre cor inicial e após clareamento foi calculada e os resultados mostraram que o grupo controle não apresentou diferença ao longo do tempo. O grupo do laser (Grupo 1) não mostrou diferença do grupo controle ( $p > 0,01$ ). Os grupos da carbamida 10 e 20% mostraram diferença estatisticamente significativa ao grupo controle ( $p < 0,01$ ). Concluíram que a exposição ao peróxido de carbamida produz grande mudança na cor; que a associação ao laser não demonstra alteração de cor perceptível e que os profissionais devem ser informados que aplicações por tempo mais longo, podem ser requeridas.



Sun<sup>92</sup>, em 2000 considera que o objetivo do laser no clareamento é acelerar o processo, usando a mais eficiente fonte de energia; sem os efeitos adversos. Empregando o laser de argônio com 488 nm como fonte de energia para excitar as moléculas de peróxido de hidrogênio, apresenta mais vantagens que outros equipamentos. O laser de argônio emite curto comprimento de onda (488 nm), com alta energia de fótons, entretanto a lâmpada de plasma, lâmpadas halógenas e outras, emitem também curto comprimento de onda, porém longo comprimento de onda infravermelha (750 nm por um nm) com baixa energia de photons e alta energia térmica, podendo levar a problemas pulpares. O laser de argônio rapidamente excita a instável e reativa molécula de peróxido de hidrogênio, sendo que a energia quando absorvida é tanto intra como intermolecular.

Papathanasiou et al.<sup>72</sup>, em 2002 avaliaram a efetividade da técnica de clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% ativado ou não por luz. Trinta pacientes sem histórico de sensibilidade foram selecionados seis dentes anteriores da maxila com descoloração e um dente com A<sub>3</sub> ou mais escuro, foram selecionados. Pacientes receberam completa profilaxia e avaliadas a cor inicial dos dentes por três examinadores independentes e pré-calibrados. O produto foi aplicado por 20 min e o isolamento gengival feito com barreira reflexiva de resina. Durante a aplicação do peróxido de hidrogênio 35%, este era ativado por luz halógena em um grupo de três dentes e no outro grupo o produto não era ativado por luz. Todos os pacientes retornaram 24 h após a aplicação do clareador para avaliação de cor. O teste estatístico aplicado foi Mann-Whitney U ( $p < 0,05$ ) que indicou não haver diferença estatisticamente significativa no grupo onde a luz halógena foi empregada para ativar o agente clareador. Concluíram que a ativação por luz é opcional para este produto de clareamento

Tavares et al.<sup>93</sup>, em 2003 testaram o efeito de peróxido de hidrogênio a 15% associado a uma fonte de luz, para compararem a eficiência do procedimento no clareamento de dentes. Empregaram 84 dentes humanos manchados, cuja cor inicial era maior que D4 na escala Vita. Os grupos de estudo eram: gel de peróxido, gel de peróxido mais fonte de luz e gel placebo mais fonte de luz, sendo que os grupos foram tratados por uma hora. A pesquisa avaliou tonalidade de cor dos dentes imediatamente após tratamento e três a seis meses após. Os resultados mostraram redução na tonalidade de cor após tratamento com peróxido e luz (8,4) comparado com apenas peróxido (5,9) e controle (4,9). Aproximadamente 88% destes efeitos persistiram após seis meses. A luminosidade aumentou e o amarelamento diminuiu significativamente em relação ao controle. Após uma semana do tratamento 20% dos pacientes relataram sensibilidade alta ou moderada, 21,7% no tratamento realizado apenas com o gel de peróxido e nenhum caso com o placebo (controle). Concluíram que a associação peróxido e luz aumentam significativamente a luminosidade da cor dos dentes, com baixa incidência de sensibilidade.

Dostalova et al.<sup>28</sup>, em 2004 descrevem uma investigação pré clínica com agentes clareadores ativados por laser para dentes descoloridos. Foram selecionados incisivos centrais humanos para o experimento. O clareador empregado foi o peróxido de hidrogênio a 38% e para ativação o laser diodo com comprimento de onda de 970 nm; o laser de infravermelho com comprimento de onda de 79 nm e um aparelho de diodo com oito emissoras da luz azul e comprimento de onda de 467 nm. O método de avaliação empregado de oxidação química resultou em duas a três mudanças de cor no tratamento por 15 min. Tempos de tratamento muito pequenos (5 min) não foram efetivos. O laser diodo com 970 nm associado ao agente clareador produziu algum efeito com pequeno tempo de tratamento (5 min – 1W, 2,5 min – 2W), as demais fontes de luz também a cor desejada foi obtida com pequeno

tempo de tratamento (5 min – 40 mw). Uma ligeira modificação da superfície foi detectada na avaliação com MEV. Concluíram que o laser proporciona forte valor de energia sobre o clareador com curtos períodos de aplicação no consultório.

Luk et al.<sup>59</sup>, em 2004 conduziram um estudo para comparar o efeito do clareamento e mudanças na temperatura dos dentes induzida por várias combinações de peróxido com fontes de luz. Utilizaram 125 dentes humanos extraídos seccionados, divididos em 25 grupos de 10 dentes e como agente clareador o peróxido de hidrogênio a 35% e o peróxido de carbamida a 10%. As fontes de luz foram: luz halôgena, infravermelho, laser de argônio e laser de CO<sub>2</sub>, como ativadores dos produtos clareadores. A cor foi avaliada imediatamente, um dia ou uma semana após o tratamento, usando um guia de cores e um analisador de cor eletrônico. A temperatura do dente era monitorada após cada 30 s de aplicação da luz usando um termopar. Os resultados indicaram que mudanças de cor e temperatura foram significativamente alteradas pela interação clareador e fonte de luz. A aplicação de luz melhora a eficiência de alguns produtos de clareamento, mas causa significativo aumento de temperatura na superfície externa e interna do dente. A luz infravermelha e o laser de CO<sub>2</sub> causaram aumento elevado de temperatura. Concluíram que os dentistas que preferem o clareamento em consultório com o uso de luz para acelerar o processo, devem selecionar o produto específico para esta técnica, assim como avaliar os riscos para o dente. Uma específica combinação de clareador e luz têm demonstrado eficiente mudança de cor e pequeno aumento de temperatura, podendo ser uma técnica selecionada para uso em consultório.

Wetter et al.<sup>103</sup>, em 2004 avaliaram a eficiência de agentes clareadores ativados por LED e laser. Foram empregados 60 incisivos bovinos divididos em seis grupos de 10 dentes. Os grupos se constituíram

de três para cada agente clareador, recebendo somente o clareador ou clareador ativado por LED ou por laser. A avaliação da cor foi feita pelo sistema Ciel\* a\* b\* e os resultados após análise estatística apontaram significativa diferença nos valores de croma para os dois agentes clareadores e para as diferentes fontes de luz. O teste estatístico empregado foi o de comparação múltipla de Fisher. Quanto a luminosidade, a associação do laser com o gel clareador Whiteness HP, mostrou significativa melhora nos resultados em comparação ao uso apenas do agente clareador ou em combinação com o LED. Concluíram que o melhor resultado foi obtido com o Whiteness HP associado ao laser.

Torres et al.<sup>95</sup>, em 2007 fazem um relato sobre o uso de fontes de energia no clareamento dental, esclarecendo que a decomposição do peróxido de hidrogênio e a liberação dos radicais livres responsáveis pelo clareamento, pode ser acelerada pelo fornecimento de energia eletromagnética através de uma fonte externa. Para tanto, pode ser utilizada fonte eletromagnética nas regiões do ultravioleta, do visível, ou do infravermelho próximo ou por fonte aquecida. Embora o papel exato da luz no processo de aceleração da decomposição do peróxido de hidrogênio seja complexo e ainda tema de pesquisas, supõe-se que ela atue por aquecimento controlado do gel clareador e por excitação eletrônica das moléculas.

César et al.<sup>21</sup>, em 2005 avaliaram *in vitro* o efeito de dois agentes clareadores desenvolvidos para uso com luz halôgena e laser de argônio. Foram utilizados 20 dentes humanos, cortados em fatias que resultaram em 75 corpos-de-prova divididos em cinco grupos de 15 fatias. Os grupos de estudo se constituíram em: peróxido carbamida 37% ativado por laser argônio (37L); peróxido de carbamida 37% ativado por luz halôgena (37H); peróxido de carbamida 35% ativado por laser argônio

(35L); peróxido de carbamida 35% ativado por luz halôgena (35H) e um grupo controle. Os corpos-de-prova foram analisados por dureza Vickers e por fotorelectância. Os resultados apontam que o grupo 37L clareou mais que o 37H, entretanto, o 35L e H apresentaram resultados semelhantes. Comparando os produtos a formulação de peróxido de carbamida a 35% foi mais efetiva no clareamento que a formulação a 37%. Nenhuma diferença significativa foi notada na dureza dos dentes com as duas concentrações do peróxido de carbamida.

Goodson et al.<sup>39</sup>, em 2005 examinaram o uso de mensuradores de cor para determinar a cor de dentes num estudo de clareadores com peróxido e luz, usados separadamente e em combinação. Dois protocolos de mensuração foram avaliados quanto a habilidade de revelar diferenças entre os tratamentos e confirmar a evolução das mudanças nos dentes. Foram empregados 43 dentes, cujas cores foram tomadas antes e após os tratamentos, usando uma guia de cores e um Chromameter. Dois procedimentos de medida foram usados, um medindo um simples local de cada dente e o outro medindo nove locais da superfície vestibular. Os valores dos dois procedimentos foram comparados e com a mensuração com a guia de cores. Os resultados permitiram analisar a cor dos dentes, assim como ambos os procedimentos, significativamente correlacionados com a evolução da cor. Diferenças estatisticamente significantes entre os grupos de tratamento foram encontradas e muitas vezes maiores, para o procedimento de múltiplos locais de avaliação (9). A graduação da cor de incisal para gengival foi diminuída como resultado do clareamento. A mensuração com o Chromameter mostrou que o procedimento de clareamento reduziu o amarelado dos dentes (b) e aumentou a luminosidade (L). Concluíram que quanto mais locais da superfície são medidos pelo Chromameter mais se aproxima do matiz de cor e menor a variabilidade e maior a possibilidade estatística. Os valores obtidos do

Chromameter podem ser usados para estimar os valores de cor com razoável nível de segurança.

Turssi et al.<sup>100</sup>, em 2006 realizaram um estudo para avaliar se uma técnica de clareamento aumentaria a permeabilidade do esmalte. Foram utilizados 90 dentes caninos humanos, nos quais uma área circular de 7,1 mm<sup>2</sup> foi demarcada e o restante da superfície dental isolada com um verniz ácido resistente. Os grupos de estudo foram: Grupo 1 – peróxido de hidrogênio a 35%, Grupo 2 – peróxido de hidrogênio a 35% ativado por laser diodo (LED/laser) por 30 s; Grupo 3 – peróxido de hidrogênio a 35% ativado por luz halôgena: de quartzo tungstênio (QTH) por 30 s ambos os grupos com aplicação do agente clareador em três sessões de 10 min, conduzido por uma semana e com intervalo de três semanas; Grupo 4 – grupo controle negativo era exposto a saliva artificial; Grupo 5 – grupo controle negativo exposto ao LED/laser e Grupo 6 – grupo controle negativo exposto ao QTH. Para cada grupo foram utilizados 15 dentes. Os corpos-de-prova foram submetidos ao método de coloração histoquímica que emprega sulfato de cobre e solução de oxamide ditrio. Três fatias de 300 micrômetros eram obtidas da área de teste dos dentes e avaliadas em microscópio óptico. A permeabilidade foi medida nas imagens digitalizadas, assim como a penetração de íons cobre no esmalte. Foi aplicado o teste estatístico de Friedman's que mostrou diferença significativa entre os grupos. A menor diferença significativa revelada no teste foi em comparação ao grupo do peróxido de hidrogênio a 35% somente não ocorreu aumento significativo na permeabilidade do esmalte quando os clareadores foram ativados por LED/laser ou QTH; todos os grupos submetidos ao clareado aumentaram a permeabilidade em comparação aos grupos não submetidos ao clareador e grupos não irradiados.

Zhang et al.<sup>109</sup>, 2007 em um estudo *in vitro* examinaram a eficiência do clareamento com um agente clareador a base de peróxido de hidrogênio(Hi-Lite) associado aos emissores de luz, para acelerar o processo: LED (diodo emissor de luz), diodo laser(980 nm a 0,8W) e o KTP laser (532 nm a 1W por 30 seg). A pesquisa teve por objetivo proceder a análise da mudança de cor proveniente do tratamento, o aumento de temperatura induzido na cavidade pulpar e a microdureza da superfície, após o clareamento, em 64 incisivos humanos extraídos. A mudança da cor foi avaliada usando o sistema espacial de mensuração CIEL \*a\*b\*, a microdureza Vickers e para análise da temperatura um termopar acoplado a computador. Os resultados apontaram para uma diferença média (AE) maior que 5.0, os emissores de luz não alteraram a microdureza do esmalte e o aumento da temperatura pulpar foi de 2,95°C para LED, 3,76°C para o KTP laser e 7,72°C para o laser de diodo. Concluíram que KTP laser é efetivo para o clareamento, porém induz ao aumento da temperatura pulpar.

Carrasco et al.<sup>19</sup>, em 2007 compararam a eficiência do peróxido de hidrogênio a 35% em clareamento intracoronário com ativação por LEDs, luz holôgena ou isoladamente. Empregaram 40 incisivos centrais humanos, cujas coroas foram seccionadas no limite amelo cementário e submetidos à escurecimento artificial com sangue hemolisado. A mensuração de cor foi realizada visualmente por 3 examinadores calibrados antes e após o clareamento. Os dados foram submetidos a análise pelo teste estatístico não paramétrico de Kruskal-Wallis e análise de variâncias de Dunn's. Concluíram que o peróxido de hidrogênio ativado ou não por LED e luz halôgena apresentou semelhante eficiência.

Buchalla et al.<sup>16</sup>, em 2007, realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de reunir e discutir informações referentes a eficiência e

efeitos dos procedimentos de clareamento. A literatura apresenta descrições de aplicações que obtiveram sucesso, casos clínicos, comparação de métodos e procedimentos caseiros. Abordam aspectos do processo de aceleração do agente clareador por calor (termocatalítico) e por fontes de luz (QTH, arco de plasma, lasers de diferentes comprimentos de onda e LEDs). A diferença fundamental nas fontes de luz é que os lasers emitem luz monocromática e bem definida de um único comprimento de onda, podendo haver algumas exceções quando 2 ou 3 comprimentos de onda são emitidos ao mesmo tempo. O mecanismo de ação do sistema a laser depende do comprimento de onda, poder de irradiação e aplicabilidade. Lasers específicos para aplicação em clareamento normalmente possuem peça de mão que expande o laser, não utilizando o foco, envolvendo mais de um dente e conseqüentemente algumas propriedades se perdem, mas o risco de danos a estrutura dental é reduzido. O potencial aumento da eficiência de géis clareadores por fontes de luz não é bem documentado, entretanto as mais recentes publicações indicam que o benefício é limitado. Quanto ao aumento de temperatura na câmara pulpar, relatam que o gel pode atuar como um isolante durante o procedimento com gel clareador e luz e que o tipo de pigmento existente no gel pode contribuir para o aumento da temperatura, podendo causar danos pulpares. Ressaltam ainda que a mudança de cor dos dentes é influenciada pela mudança de cor da dentina, comprovando que o agente clareador penetra em profundidade e que o aumento de temperatura contribui para esse processo e de forma mais rápida. Outro fator abordado pelos autores foi a sensibilidade pós-operatória que poderá ocorrer quando se associa ou não as fontes de luz ao gel clareador, não havendo evidências claras se a aceleração aumenta a freqüência e severidade da sensibilidade. No que diz respeito as mudanças micromorfológicas da superfície dos dentes, estudos mostram pequena redução na microdureza, após clareamento, porém sem evidências que as fontes de luz acentuem os efeitos. Ao final de revisão



os autores alertam para o fato que a ativação do agente clareador por luz pode potencialmente causar irritação pulpar, devendo-se limitar o tempo de exposição.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da ativação do gel clareador a base de peróxido de hidrogênio a 38%, associado as seguintes fontes de luz: Fotopolimerizador de luz halógena, aparelhos híbridos LED Azul\LASER infravermelho, LED Verde\Laser infravermelho e Laser vermelho, sobre a variação geral de cor de dentes bovinos, submetidos a escurecimento por solução de café, empregando a técnica de clareamento idealizada para uso em consultório.

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1 Adequação dos dentes e obtenção dos corpos de prova**

Foram utilizados 60 dentes incisivos bovinos recém extraídos, hígidos e irrompidos, obtidos de animais com idade média de três anos. As dimensões dos dentes foram padronizadas para facilitar a mensuração da cor e simular os dentes humanos. Para tal, duas secções transversais ao longo eixo do dente foram realizadas. A primeira ocorreu a uma distancia de 11 mm do limite amelo-cementário na região central da coroa, paralelamente à borda incisal, de forma a simular o comprimento da coroa de um incisivo central superior humano. A segunda secção foi realizada a 7 mm do limite amelo-cementário, no sentido apical, de forma a facilitar a manipulação do espécime (Figura 1 A).

A seguir foram realizadas duas secções longitudinais, no sentido mesio-distal, de forma a separar a porção vestibular, a ser avaliada, da porção lingual que foi descartada (Figura 1 B e C).. Este corte teve por objetivo expor os túbulos dentinários e facilitar o escurecimento artificial dos dentes. Foi realizada uma profilaxia da superfície do esmalte com um aparelho de jato de bicarbonato de sódio (Profi II-Daby-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) para remover todos os manchamentos extrínsecos.

## 4.2 Escurecimento dos dentes

A porção interna dos dentes, correspondente à dentina exposta, foi condicionada com ácido fosfórico em gel a 35% (3M/Espe St. Paul, USA) por 15 s (Figura 1D), seguida por lavagem com jatos de ar/água por 30 s (Figura 1E). Este procedimento teve por finalidade remover a *smear layer* e abrir os túbulos dentinários, facilitando a penetração do corante no interior da estrutura dental. Os dentes foram imersos em água destilada dentro de um aparelho de limpeza ultra-sônico (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 20 min para a remoção dos resíduos que poderiam ter permanecido. O método utilizado para escurecimento dos dentes consistiu numa adaptação daquele descrito por Suliemam et al. (2004). Para tal, os dentes foram imersos em 200 ml de uma solução recém preparada de café solúvel (Figura 1F e G) (Nescafé – Nestlé, Caçapava, Brasil) numa concentração de 25% (peso por volume) e mantidos a uma temperatura de 37°C em estufa bacteriológica por 15 dias. A solução era agitada diariamente e trocada após os primeiros sete dias. Após este período as superfícies de esmalte foram polidas com uma pasta de óxido de alumínio (SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália), empregando disco de feltro (Figura 1H).

## 4.3 Impermeabilização e padronização.

Os 60 corpos de prova receberam duas camadas de um esmalte para unha incolor (Colorama, Maybelline, São Paulo, SP, Brasil), na camada de dentina exposta, para impermeabilizar esta região (Figura. 1I) e garantir a penetração do agente clareador exclusivamente através

da superfície vestibular de esmalte. Também foi aplicado esmalte de unha incolor na superfície vestibular dos dentes, a fim de isolar uma área pré-selecionada do esmalte dental, padronizando o local de aferição da cor. Para isto, foi colado um disco de papel adesivo de forma circular, com diâmetro de 7 mm antes da aplicação do esmalte de unha e removido após sua secagem. A seguir os espécimes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos com 12 dentes cada.

Na Figura 1 apresentamos a seqüência de passos referentes a preparação dos dentes bovinos para a experimentação.

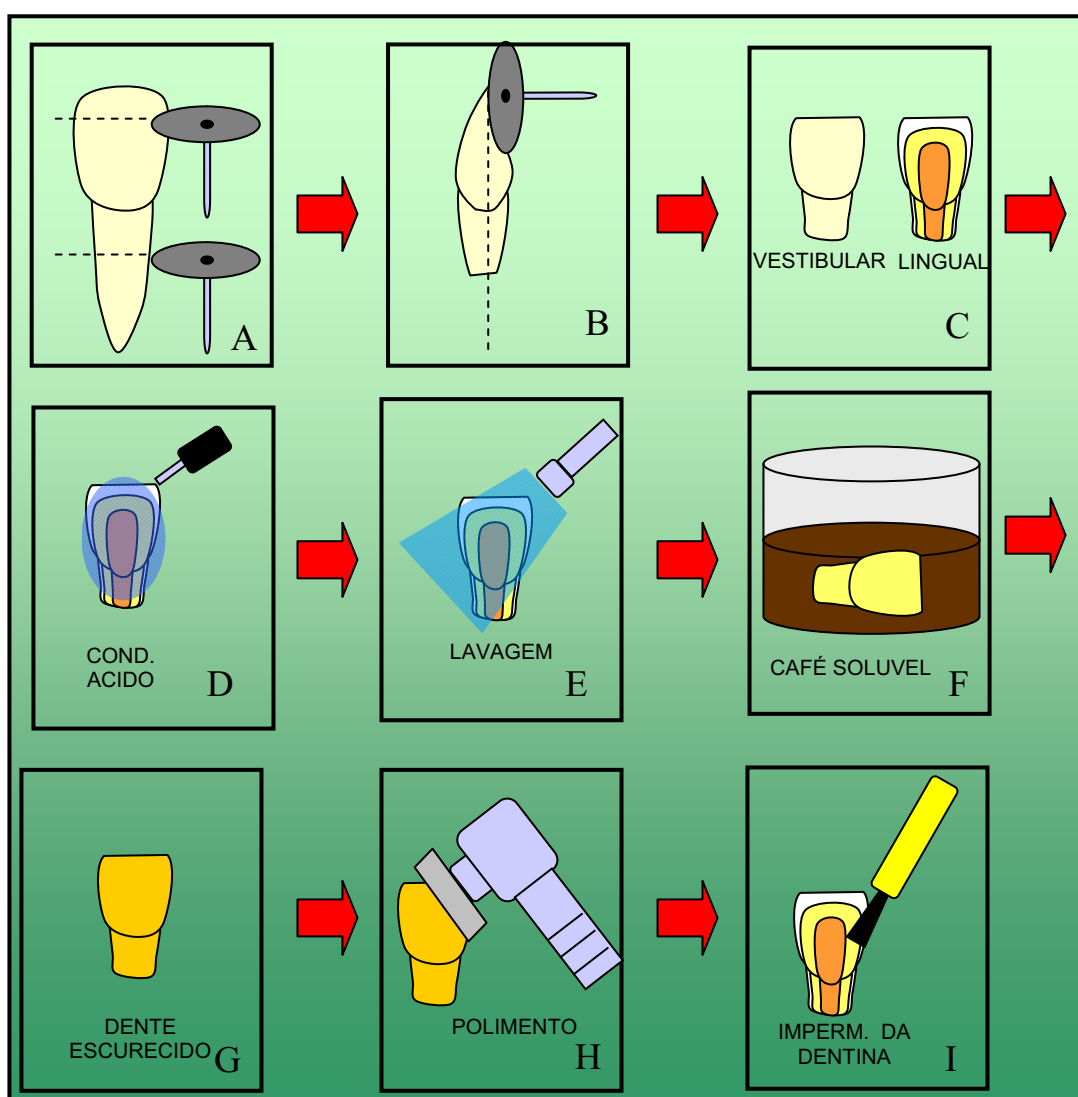


FIGURA 1- Desenho esquemático da preparação dos dentes bovinos para a experimentação.

#### 4.4 Avaliação inicial da cor.

A mensuração de cor utilizou o modelo denominado **CIE L\*a\*b\***; o qual se trata de um sistema matemático para descrever as três dimensões da cor, baseado na percepção de cor a partir de três diferentes receptores de cor dos olhos humanos (vermelho, verde e azul), considerado como um padrão internacional para mensurações de cor. O modelo **CIE L\*a\*b\*** representa um espaço de cor tridimensional com três eixos, **L**, **a** e **b** (Figura 2). O valor de **L\*** é a medida de luminosidade ou claridade de um objeto e é quantificado numa escala tal que o preto perfeito tem um valor de **L\*** igual a zero, enquanto que o branco total tem um valor de **L\*** igual a 100. Existem ainda dois componentes cromáticos que representam a variação de matiz e croma. O eixo **a** é medido do vermelho (**a\*** positivo) ao verde (**a\*** negativo), variando respectivamente de +120 a -120. O eixo **b\*** é medido do amarelo (**b\*** positivo) ao azul (**b\*** negativo), variando respectivamente de +120 a -120. As coordenadas **a\*** e **b\*** aproximam-se de zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas e intensas. Este sistema permite a definição numérica da cor e a diferenciação existente entre duas cores. As vantagens do sistema **CIE L\*a\*b\*** é que as diferenças de cor podem ser expressas em unidades relacionadas a percepção visual e significância clínica (O'Brien et al.<sup>70</sup>, 1997).

Na Figura 2 podemos observar uma representação gráfica deste modelo. Portanto, **L\*** expressará a claridade do dente; **b\*** croma e **a\*** matiz.

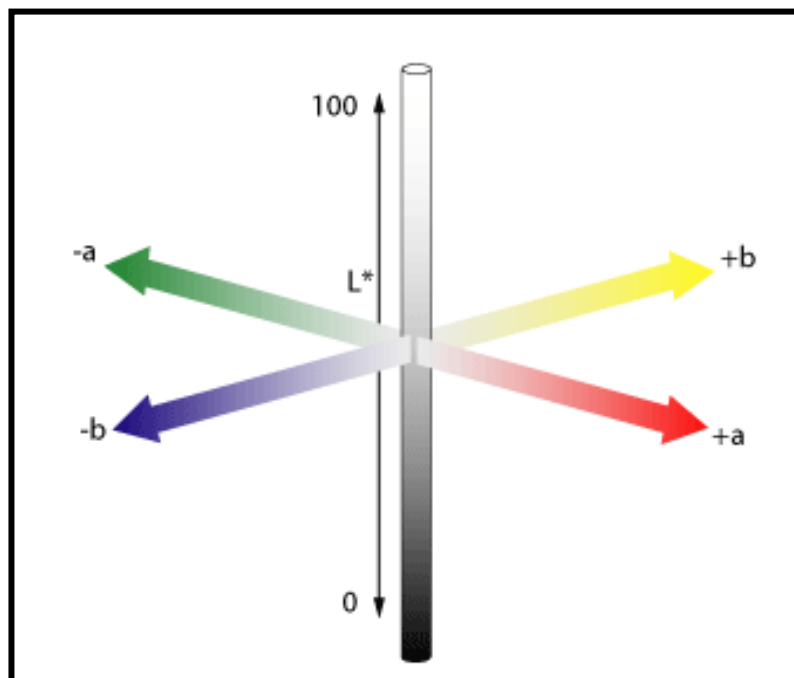


FIGURA 2 - Modelo  $L^*a^*b^*$ :  $L^* = 100$  (branco);  $L^* = 0$  (preto);  $a^*$  = eixo vermelho ao verde;  $b^*$  = eixo amarelo ao azul.

Para fazermos o registro da cor dos dentes escurecidos foi utilizado o espectrofotômetro dental intrabucal Vita EasyShade® (VITA-Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG, Bad Säckingen-Alemanha), que consiste de um módulo com uma peça de mão com três espectrômetros separados e 19 fibras ópticas de 1 mm de diâmetro, protegidas por aço inoxidável. As fibras externas transmitem a luz para o dente e as internas recebem a luz refletida e funcionam como sensores. O equipamento possui uma unidade central de processamento que analisa os dados do espectrofotômetro, determinando a cor em comparação a escala Vita Classical e a 3D- Máster, fornecendo os valores das coordenadas cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e  $L^* C^* h^*$ .

Para padronizar a leitura nas fases inicial e final, foi delimitada uma área de aproximadamente 7 mm de diâmetro, no terço médio da coroa de cada corpos-de-prova. Para a avaliação da alteração de cor dos dentes, foram obtidos os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e também os registros da

cor dos dentes em comparação com a escala Vita Classical, logo após o escurecimento dos dentes e após os procedimentos de clareamento.

#### **4.5 Aplicação e Ativação do Agente Clareador**

O gel empregado para todos os corpos-de-prova foi o peróxido de hidrogênio a 38%, Opalescence Xtra Boost (Ultradent, South Jordan, UT, USA), em uma camada com espessura de  $\pm 2$ mm. A seguir descrevemos os procedimentos de aplicação de cada grupo:

##### **Grupo 1- (grupo controle – sem ativação por luz)**

- a) Aplicação do gel clareador por 15 min, agitando a cada 3 min para deslocamento de bolhas (Figura 2 B);
- b) Remoção do gel com sugador;
- c) Secagem com ar;
- d) Repetição dos passos a, b e c, até totalizar três aplicações e
- e) Remoção do gel com spray água/ar. (Figura 2 C)

Durante todo o período de exposição, os corpos-de-prova foram cobertos por um gral de borracha, evitando que a luz ambiente os atingisse. Na Figura 3, apresentamos a seqüência de passos do G1.



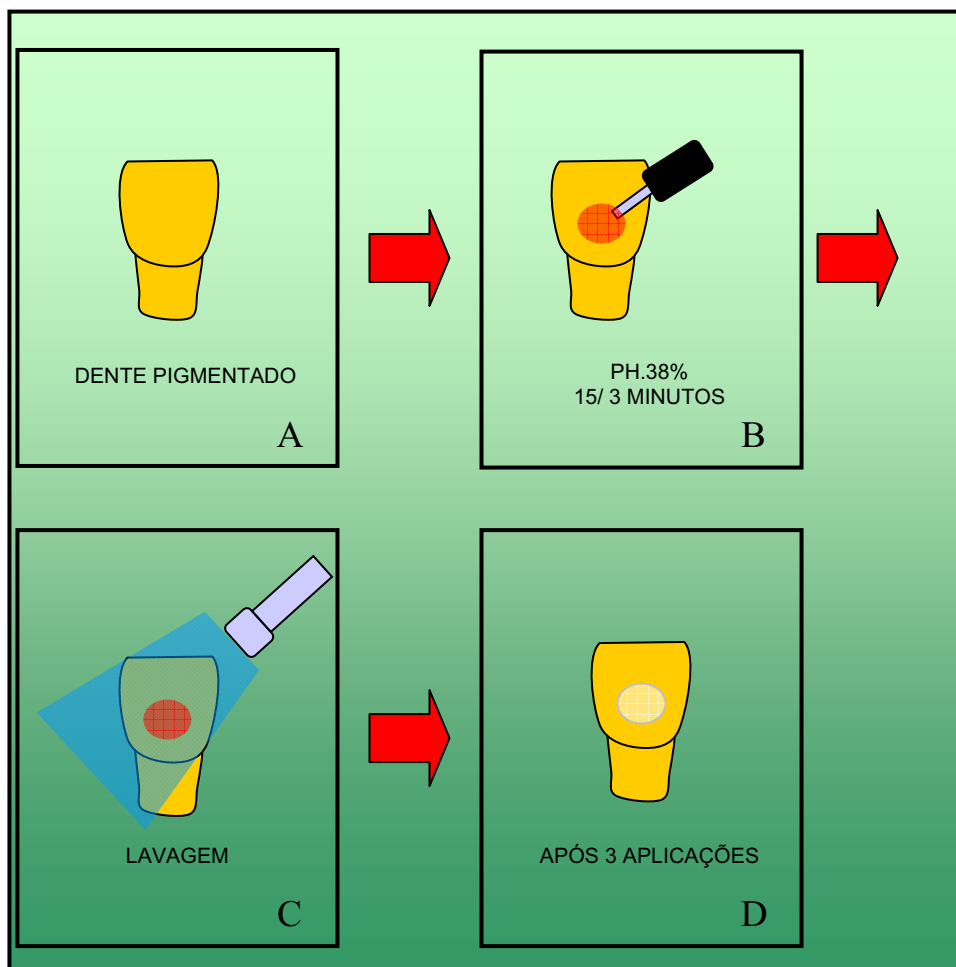


FIGURA 3 - Desenho esquemático da seqüência de clareamento do G1.

**Grupo 2- (Luz halógena)** Os procedimentos foram iguais aos do grupo controle, porém para cada aplicação foi acrescentado um esquema de fotoativação com o aparelho fotopolimerizador de lâmpada halógena XL 3000 (3M - ESPE, St. Paul, MN, USA) com uma intensidade de potência de  $600 \text{ mW/cm}^2$ , como descrito a seguir:

- Aplicação do clareador; (Figura 3 B);
- Ativação por 1 min (Figura 3 C);
- Agitação e espera por mais 1 min;

- d. Reativação por 1 min;
- e. Repetição dos passos a, b, c, d por mais sete vezes, totalizando 15 min. de aplicação;
- f. Remoção do clareador com sugador;
- g. Repetição dos passos a, b, c, d, e, f por mais duas vezes (Figura 3 B, C) e
- h. Remoção do clareador com spray água/ar (Figura 3 D).

**Grupo 3 – (LED azul/LASER)** Seguindo o esquema de aplicação e ativação do grupo 2, foi utilizado como fonte de luz um aparelho EASY BLEACH (CLEAN LINE, Taubaté, SP, Brasil) munido de dois LEDs de luz azul num comprimento de onda de 670nm e potência de 500mW e um laser infravermelho de baixa intensidade, que emite energia num comprimento de onda de 795nm com potência de 120 mJ.

**Grupo 4 – (LED verde/LASER)** Seguindo o esquema de aplicação e ativação do grupo 2, foi utilizado como fonte de luz um aparelho EASY GREEN (CLEAN LINE, Taubaté, SP, Brasil) munido de dois LEDs de luz verde num comprimento de onda de 530nm e potência de 500mW e um laser infravermelho de baixa intensidade, que emite energia num comprimento de onda de 795nm com potência de 120 mJ.

**Grupo 5 – (Laser Vermelho)** Foi utilizado o mesmo esquema de aplicação e ativação dos outros grupos, sendo empregado para ativação o (CLEAN LINE, Taubaté, SP, Brasil) munido de três diodos laser de 50mw, emitindo luz vermelha num comprimento de onda de 660nm.

Na Figura 4 Apresentamos a seqüência esquemática, correspondente aos grupos: G2,G3,G4 e G5.

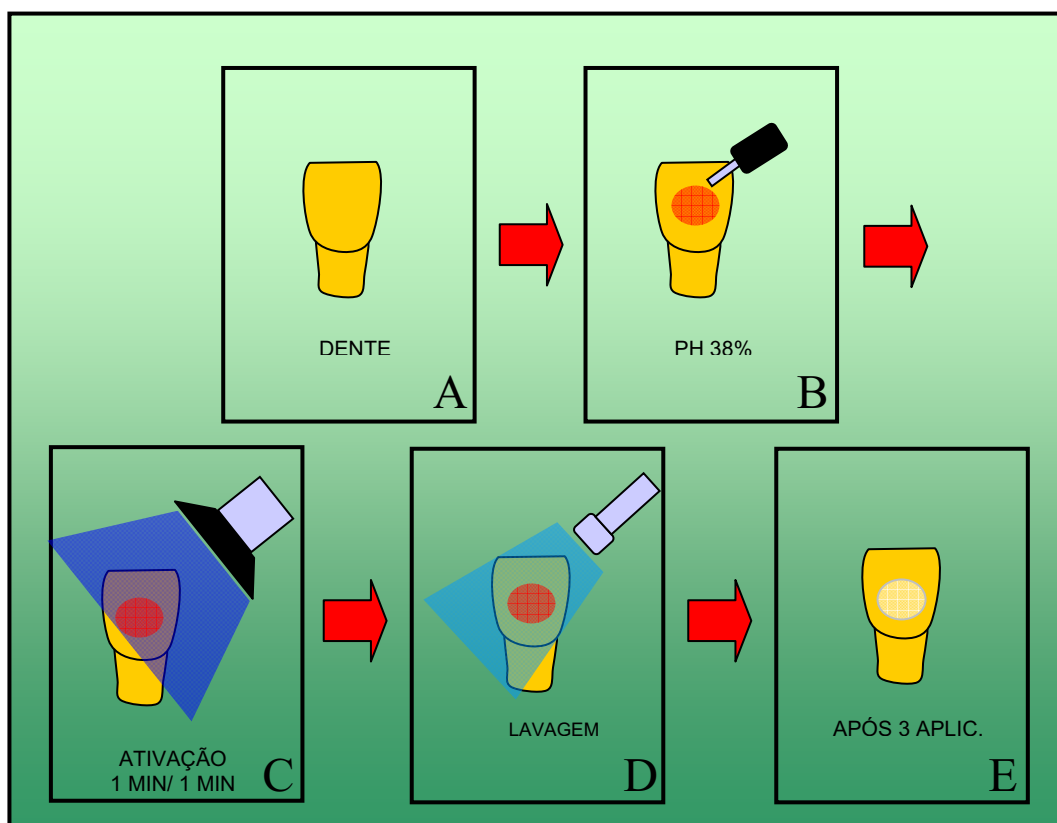


FIGURA 4 - Seqüência do procedimento clareador dos grupos G2,G3,G4 e G5

Na Figura 5 Podemos observar o esquema de distribuição dos grupos experimentais.

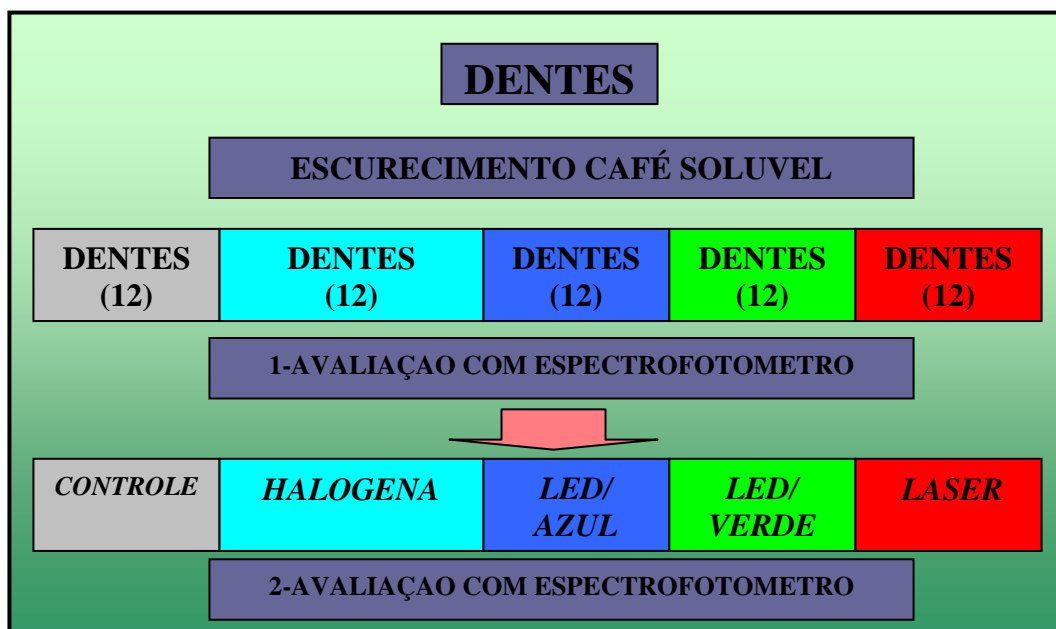


FIGURA 5 - Delineamento experimental da distribuição dos grupos.

#### 4.6 Avaliação final da cor

Após o término do clareamento dos diferentes grupos, a cor dos dentes clareados foi avaliada como descrito no item 4.4.

Para cada espécime foi calculada a variação dos valores ( $\Delta$ ) de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ; subtraindo o valor encontrado após o clareamento do valor mensurado no dente escuro. A seguir foi calculada a variação da composição da cor ou variação total da cor, designada pela sigla  $\Delta E^*_{ab}$ , empregando a seguinte fórmula:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5}$$

#### 4.7 Planejamento Estatístico

Foi realizado um experimento inteiramente casualizado constituído de 5 grupos, cada um com 12 dentes bovinos, que receberam o agente clareador peróxido de hidrogênio a 38%, sendo que em 4 dos grupos, houve aplicação de diferentes fontes de luz (LED Azul, Laser vermelho LED Verde e luz Halógena).

Para a determinação da cor foram obtidos os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  em espectrofotômetro e a diferença geral de cor ( $\Delta E$ ).

Para o cálculo da variação de cor dos corpos-de-prova segundo a escala Vita Classical, os valores obtidos foram ordenados em escores de 1 a 16, numa seqüência de luminosidade, do mais claro para o mais escuro, conforme se observa na Tabela 1.

Quadro1 – Ordem da escala Vita na seqüência de luminosidade, do mais claro para o mais escuro.

Escala	B1	A1	B2	D1	A2	D2	C2	D3	A3	D4	B3	A3,5	B4	C4	A4	C4
Esco re	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Para cada espécime, o escore obtido com o dente escurecido foi subtraído daquele após o clareamento. Dessa forma, determinamos a posição que a cor do dente atingiu na escala Vita Classical.

As seguintes hipóteses estatísticas foram avaliadas:

- Nenhuma das fontes de luz testadas foi capaz de promover uma variação de cor dos corpos-de-prova, substancialmente maior que a cor do grupo controle;
- Pelo menos uma das fontes de luz testadas foi capaz de promover uma variação de cor significativamente maior que o grupo controle.

Para análise dos dados foi empregado o teste de Análise de Variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey.

Para o cálculo da variação dos escores de cor, segundo a escala Vita Classical, foi empregado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Dunn. Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

### A-Comparação da cor no espectrofotômetro

Na Tabela 1 temos a análise de variância dos dados referentes a  $\Delta E$  do Sistema CIEL\*a\*b\*, que apresentou teste **F** significativo ao nível de 5% de confiança. Na Tabela 2 estão os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação para cada um dos grupos testados e o resultado da comparação de médias pelo teste de Tukey.

Tabela 1- Análise de variância para os valores de  $\Delta E$ .

Causa de variação	GL	QM	F	p
Fonte de luz	4	84,22	7,31	0.0001
Erro	55	11,52		
Total	59			

Tabela 2- Média, desvio padrão, coeficiente de variação e resultado do teste de Tukey, referentes a  $\Delta E$  do CIEL\*a\*b\*, nos diferentes grupos de estudo.

Fonte de Luz	N	Média	*	Desv. Pad.	Coef.Var(%)
Controle	12	5,39	<b>C</b>	2,40	44,61
LED Azul	12	10,71	<b>A</b>	4,29	40,05
Halôgena	12	10,08	<b>A B</b>	4,16	41,27
Laser vermelho	12	5,06	<b>C</b>	2,66	52,67
LED Verde	12	6,62	<b>B C</b>	3,01	45,48

\*Valor crítico para comparação pelo teste Tukey = 3,91  
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Podemos observar na Tabela 2 que o uso do LED Azul e do fotopolimerizador de luz halôgena apresentaram variação de cor dos dentes, significativamente maior que o grupo controle (sem ativação). O uso do LED Verde e do Laser Vermelho não apresentaram diferença em comparação ao grupo controle. Verifica-se também que os tratamentos apresentaram alta variabilidade, conforme se verifica nos valores obtidos no coeficiente de variação. Na Figura 6 apresentamos as médias e desvio padrão dos diferentes grupos.

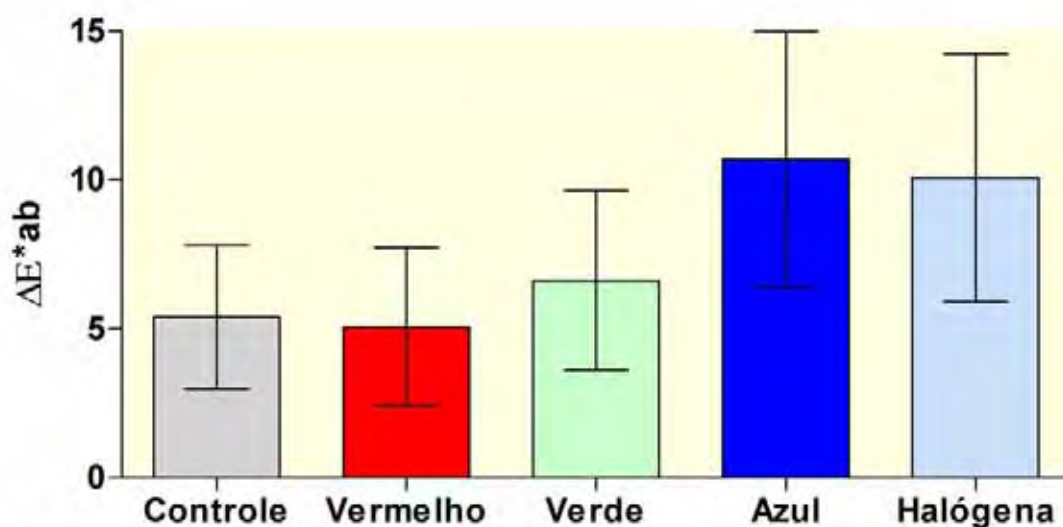


FIGURA 6 - Média e desvio padrão de  $\Delta E$  em cada grupo de estudo

A seguir os valores de  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  e  $\Delta L^*$  do CieLab foram submetidos a Anova separadamente, considerando-se que se constituem em importantes fatores para estimar as mudanças de cor, sendo que o  $\Delta L^*$  é responsável pela luminosidade, variando do preto ao branco e o  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  correspondem a diferença de cromaticidade dentro dos



respectivos eixos, e variando do vermelho ao verde e do amarelo ao azul, respectivamente.

Realizamos a análise de variância dos dados de  $\Delta a^*$  e na Tabela 3 verificamos que o teste **F** se apresentou significativo ao nível de 5% de confiança. Na Tabela 4 estão os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação para cada um dos grupos testados e o resultado da comparação de médias pelo teste de Tukey.

Tabela 3- Análise de variância para os valores de  $\Delta a^*$ .

<b>Causa de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Fonte de luz	4	5,24	<b>3,51</b>	0,0127
Erro	55	1,49		
Total	59			

Tabela 4 - Média, desvio padrão, coeficiente de variação e resultado do teste de Tukey, referentes a  $\Delta a^*$  do CIEL  $a^*b^*$ , nos diferentes grupos de estudo.

<b>Fonte de Luz</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>*</b>	<b>Desv. Pad.</b>	<b>Coef.Var(%)</b>
Controle	12	1,65	<b>A B</b>	1,04	63,11
LED Azul	12	2,93	<b>A</b>	1,65	56,21
Halôgena	12	2,04	<b>A B</b>	1,38	67,95
Laser vermelho	12	1,12	<b>B</b>	0,69	62,06
LED Verde	12	1,85	<b>A B</b>	1,11	60,26

\*Valor crítico para comparação pelo teste Tukey = 1,40  
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Na Tabela 4 observa-se que o grupo do LED Azul apresentou redução significativa de cromaticidade do vermelho ao verde, em relação ao grupo do LED Verde e semelhante aos demais grupos, inclusive ao controle. Nota-se que para  $\Delta a^*$  a variabilidade também foi alta e superior

aos valores encontrados em  $\Delta E$ . Na Figura 7 apresentamos a média e desvio padrão de  $\Delta a^*$ .

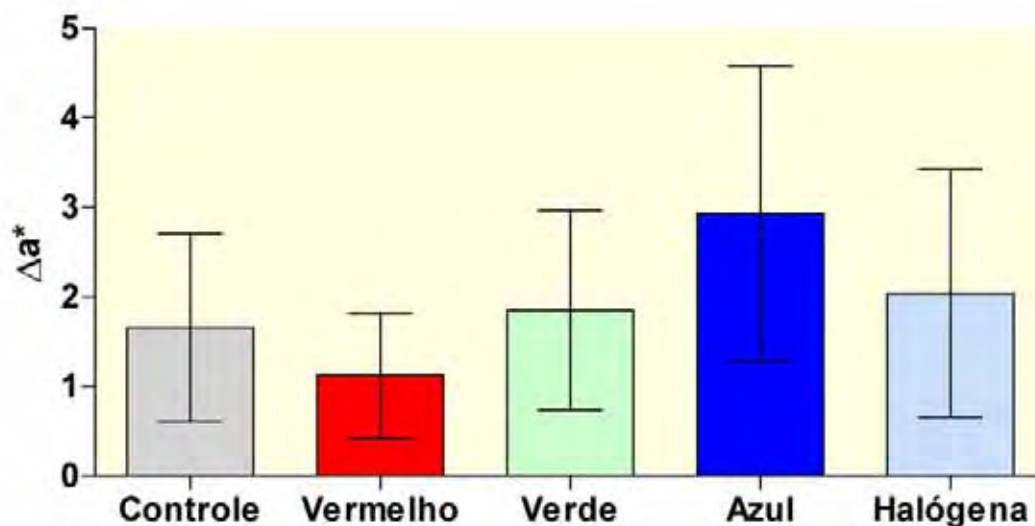


FIGURA 7- Média e desvio padrão de  $\Delta a^*$  em cada grupo de estudo

Para o cálculo do  $\Delta b^*$  também realizamos a análise de variância, ANOVA aos valores obtidos no espectrofotômetro e expressos na Tabela 5. Na Tabela 6 estão os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação para cada um dos grupos testados e o resultado da comparação de médias pelo teste de Tukey.

Tabela 5 – Análise de variância para os valores de  $\Delta b^*$ .

<b>Causa de variação</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Fonte de luz	4	68,46	13,4	0,0001
Erro	55	5,10		
Total	59			

Tabela 6- Média, desvio padrão, coeficiente de variação e resultado do teste de Tukey, referentes a  $\Delta b^*$  do CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>, nos diferentes grupos de estudo.

Fonte de Luz	N	Média	*	Desv. Pad.	Coef.Var(%)
Controle	12	3,40	<b>B</b>	2,54	74,72
LED Azul	12	6,94	<b>A</b>	2,81	40,56
Halôgena	12	7,51	<b>A</b>	2,15	26,85
Laser vermelho	12	1,86	<b>B</b>	1,74	93,19
LED Verde	12	4,24	<b>B</b>	1,85	43,75

\*Valor crítico para comparação pelo teste Tukey = 2,60  
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Observa-se que não foi constatada diferença entre os grupos em que se empregou a fonte de luz Halógena e o LED Azul. No entanto, estes dois grupos diferiram com redução significativa na cromaticidade dos dentes do amarelo ao azul, em relação a cor dos dentes dos demais grupos de estudo, não se constatando diferença entre estes. Na tabela 6 observa-se que houve alta variabilidade, sendo que no grupo do LED Vermelho a média foi baixa e a variabilidade alta. Na Figura 8 apresentamos a média e desvio padrão de  $\Delta b^*$ .

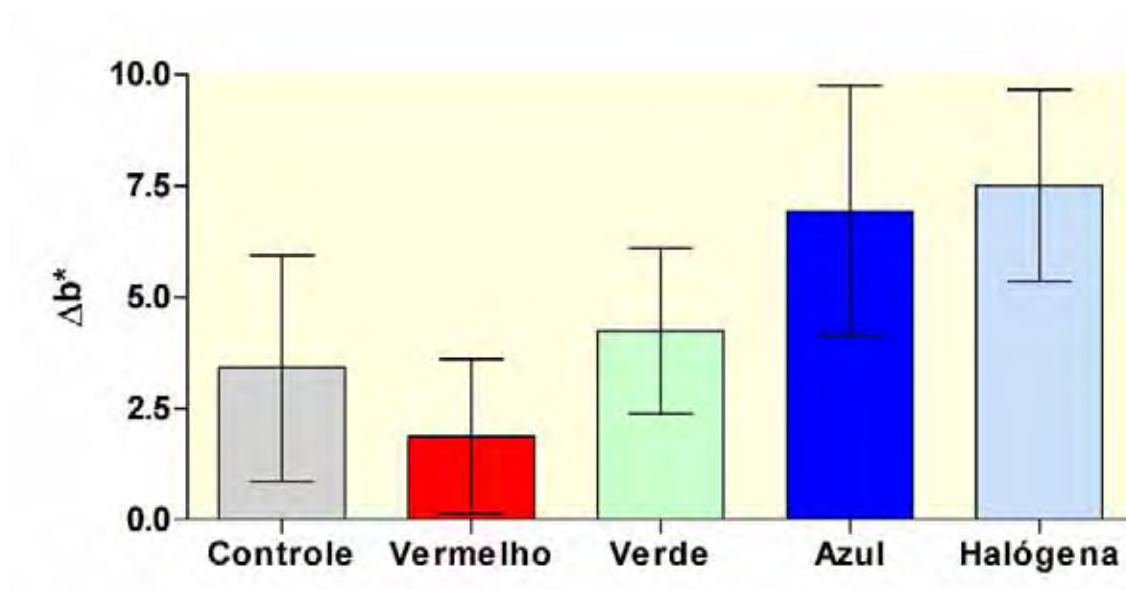


FIGURA 8 - Média e desvio padrão de  $\Delta b^*$  em cada grupo de estudo

Para o cálculo do  $\Delta L$ , correspondente a diferença de luminosidade dos dentes, também foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos no espectrofotômetro, apresentados na Tabela 7.

Na Tabela 8 estão os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação para cada um dos grupos testados e o resultado da comparação de médias será submetido ao teste de Tukey, no caso de diferença significativa.

Tabela 7- Análise de variância para os valores de  $\Delta L^*$ .

Causa de variação	GL	QM	F	p
Fonte de luz	4	19,92	1,68	0,17
Erro	55	11,88		
Total	59			

Tabela 8 - Média, desvio padrão, coeficiente de variação, referentes a  $\Delta L$  do CIEL\*a\*b\*, nos diferentes grupos de estudo.

Fonte de Luz	N	Média	Desv. Pad.	Coef.Var(%)
Controle	12	3,44	1,13	32,98
LED Azul	12	6,63	4,78	72,06
Halógena	12	5,73	4,42	77,21
Laser vermelho	12	4,22	2,61	61,94
LED Verde	12	4,28	2,98	69,63

Observa-se na Tabela 7 que não foi constatada diferença significativa entre os grupos quanto à luminosidade, apesar dos maiores valores médios também serem detectados no grupo do LED Azul. Novamente constatamos alta variabilidade entre os grupos, sendo esta mais baixa para o grupo controle.

Na Figura 9 - apresentamos a média e desvio padrão de  $\Delta L^*$  em cada grupo de estudo.

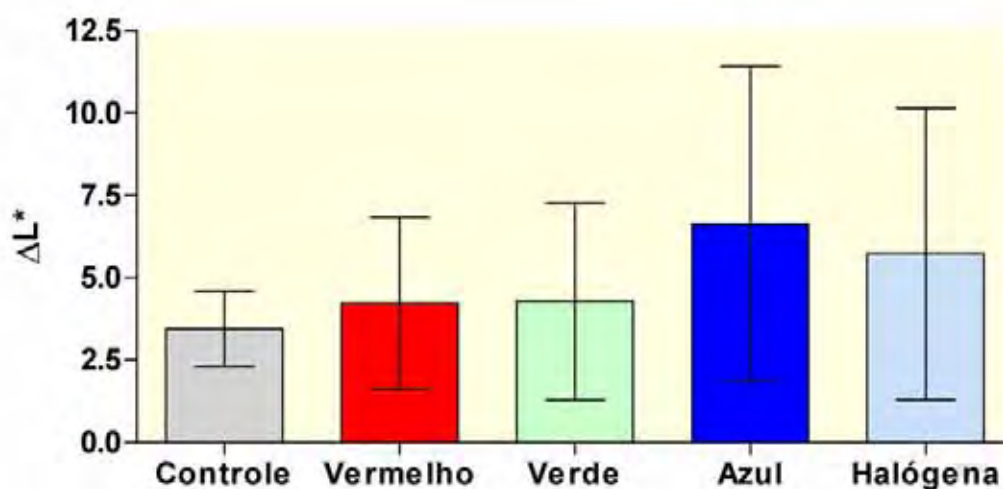


FIGURA 9 - Média e desvio padrão de  $\Delta L^*$  em cada grupo de estudo

Com o objetivo de visualizar de forma conjunta as médias e respectivos grupos homogêneos identificados pela análise estatística, apresentamos a Tabela 9.

Tabela 9 – Valores médios obtidos para  $\Delta E$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  e  $\Delta L^*$  com os respectivos grupos homogêneos dos grupos estudados.

Fonte de Luz	Média	*	Média	*	Média	*	Média
	$\Delta E$		$\Delta a^*$		$\Delta b^*$		$\Delta L^*$
Controle	5,39	C	1,65	A B	3,40	B	3,44
LED Azul	10,71	A	2,93	A	6,94	A	6,63
Halôgena	10,08	A B	2,04	A B	7,51	A	5,73
Laser Vermelho	5,06	C	1,12	A B	1,86	B	4,22
LED Verde	6,62	B C	1,85	B	4,24	B	4,28

\*Valor crítico para comparação pelo teste Tukey = 2,60  
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Nesta tabela podemos verificar que as médias mais altas sempre ocorreram com as fontes de luz LED Azul e Halógena, sem diferença entre elas, na comparação com os demais grupos de estudo.

## B- Comparação da cor na escala Vita Classical

Na Tabela 10 podemos observar a variação dos escores de cor para todos os grupos.

Tabela 10 – Escores referentes a variação de cor, obtidos nos grupos.

Controle	LED Azul	LED Verde	Laser Vermelho	Halógena
1	7	3	3	3
1	3	6	3	4
1	2	3	3	6
0	6	1	0	4
1	0	1	0	6
3	1	3	1	3
0	6	0	1	4
0	1	0	1	1
1	6	3	1	3
1	1	1	0	0
0	7	3	3	3
3	4	3	0	4

O teste de Kruskal-Wallis mostrou um valor de  $H = 16,3829$  para 4 graus de liberdade e um valor de  $p=0,0025$ , o que nos permite rejeitar a hipótese de nulidade, indicando que existem diferenças entre os grupos. Os resultados do Teste comparações múltiplas de Dunn podem ser observados na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados do teste de Dunn (5%).

Grupos	Média dos Ranks	Conjuntos homogêneos*
Controle	19,167	<b>A</b>
LED Vermelho	22,167	<b>A B</b>
LED Verde	30,458	<b>A B</b>
LED Azul	39,500	<b>B</b>
Halógena	41,208	<b>B</b>

\* Os conjuntos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Podemos observar nas Tabela 11 que os grupos que empregaram o fotopolimerizador com lâmpada halógena e o aparelho híbrido Led Azul/Laser não apresentaram diferenças significantes entre si, mas mostraram uma variação dos escores de cor significativamente maior que o grupo controle. Os demais aparelhos testados não mostraram diferenças de desempenho em relação ao controle. Na Figura 10 podemos observar o comportamento dos escores nos diferentes grupos.

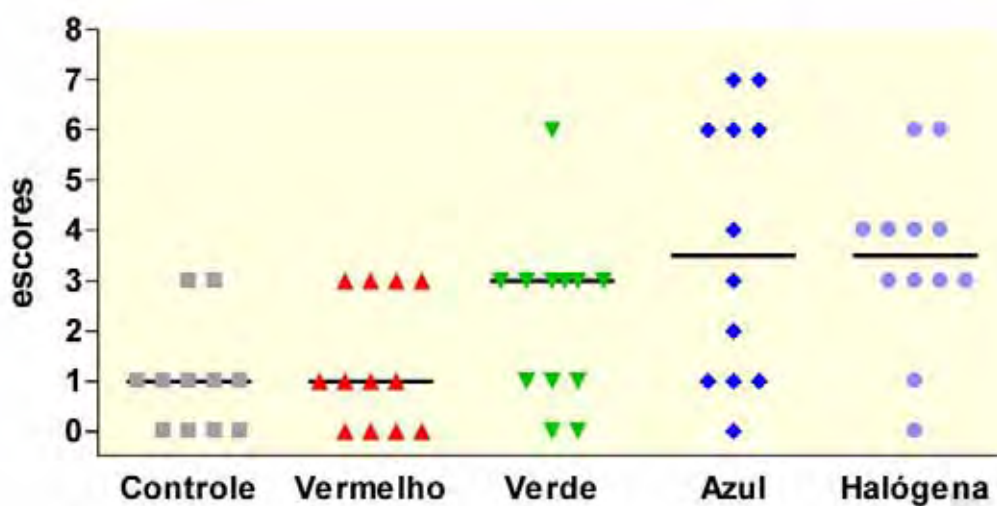


FIGURA 10 – Diagrama de dispersão (dot plot) referente as médias dos escores nos diferentes grupos.



## 6 DISCUSSÃO

### - Da metodologia

Na presente pesquisa o **substrato dentário** empregado foi de origem animal, no caso bovino, por ser na atualidade os mais utilizados, considerando-se a facilidade de obtenção em grandes quantidades em prazos curtos; e a possibilidade de padronização da idade dos animais para trabalharmos com corpos-de-prova semelhantes, sendo amplamente utilizados em pesquisas ( Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004; Joiner et al.<sup>49</sup>, 2006). A obtenção do substrato de uma só vez facilita o armazenamento em freezer com padronização do tempo, que conforme Camps et al.<sup>18</sup>, 1996 deveria ser por no máximo 28 dias.

Esta opção de substrato também leva em conta as dificuldades em se obter dentes humanos íntegros, por motivos éticos e pela própria preservação dos dentes humanos na atualidade, o que certamente é uma grande evolução nos conceitos e técnicas odontológicas .

Segundo Reeves<sup>79</sup>(1995) e Silva<sup>87</sup> (1996) os dentes bovinos apresentam características histológicas semelhantes aos dentes humanos apesar de Anido<sup>4</sup>, em 2001, ter verificado algumas diferenças morfológicas em relação aos resultados de testes de microinfiltração e de resistência adesiva, porém considerando que este substrato pode perfeitamente ser empregado para testes laboratoriais.

Assim, por motivos éticos, pela quantidade de dentes necessários para a realização da pesquisa, da obrigatoriedade de esmalte íntegro e do período de armazenamento exigido durante o processamento

dos cortes para obtenção de amostra padronizada, optamos pelo substrato bovino.

Os dentes bovinos foram submetidos a cortes no sentido transversal no terço incisal e apical, padronizando-se todos os corpos-de-prova em 10 mm e um corte longitudinal para descarte da porção lingual dos corpos-de-prova, ficando exposta a dentina da face vestibular, com o objetivo de permitir o escurecimento tanto do esmalte como da dentina. Esta metodologia baseou-se naquela realizada por Sulieman et al.<sup>90</sup> (2004) e Dietschi et al.<sup>27</sup> (2006).

A dentina exposta foi submetida a condicionamento com ácido fosfórico a 37° C, com o objetivo de expor os túbulos dentinários, removendo a *smear layer* e detritos para facilitar a penetração do pigmento ao qual foram submetidos os corpos-de-prova. Procedimento semelhante foi empregado por Freccia e Peters<sup>34</sup>, em 1982, que empregaram hipoclorito de sódio a 5,25% por 24 h e por Sulieman et al.<sup>90</sup>, em 2004 utilizando o ácido fosfórico a 37° C para abertura de túbulos dentinários.

Para o processo de **escurecimento** dos dentes, muitos são os produtos empregados nas pesquisas: **chá** (Sulieman et al.<sup>91</sup>, 2003; Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004; Lee et al.<sup>55</sup>, 2007); **sangue hidrolizado** (Freccia; Peters<sup>34</sup>, 1982); **café** (Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004; Sulieman et al.<sup>89,90</sup>, 2004, 2005), **café solúvel** (Türkün et al.<sup>98</sup>, 2004); **clorexedine** (Lee et al.<sup>55</sup>, 2007); **corantes: Rhodamina B, Orange II, Ferro III** (Lee et al.<sup>55</sup>, 2007), **tabaco, Coca-Cola, vinho** (Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004), sendo que em cada um deles observa-se aspectos favoráveis e desfavoráveis relacionados a eficiência, reprodutibilidade e facilidade de aquisição e uso.

Considerando-se também que o escurecimento dos dentes dependente do produto utilizado e da morfologia da estrutura dental, diferenças tendem a ocorrer entre os corpos-de-prova. Lee et al.<sup>55</sup>, em 2007, relatam que algumas substâncias como o sangue ou o chá, não são ideais para escurecimento dos dentes porque seus componentes não

podem ser determinados quantitativamente e que no caso do chá, as marcas comerciais resultam em produtos diferentes, dificultando as possibilidades de reprodução das pesquisas em todos os países.

Quanto a morfologia do esmalte, sabemos que ele é formado por cristais de hidroxiapatita firmemente unidos a nível macroscópico. Entretanto, cada cristal é separado por finos espaços interprismáticos preenchidos por água e material orgânico, conferindo diferenças entre os dentes de uma amostra (Thylstrup, Fejerskov<sup>94</sup>, 2001).

Neste estudo optou-se pelo café devido a sua efetiva capacidade de causar o manchamento das estruturas dentárias em períodos de tempo relativamente curtos. Numa adaptação da técnica de Sulieman et al.<sup>89.90</sup>, 2004, 2005, empregamos café solúvel-Nescafé, de uma marca bastante comum em vários países (Türkün et al.<sup>98</sup>, 2004), que nos permitiu padronizar a solução, mantendo todos os corpos-de-prova imersos em café com concentração semelhante e, portanto com possibilidades de menor variação no grau de escurecimento.

Após o escurecimento dos corpos-de-prova a **impermeabilização** da dentina foi realizada com esmalte de unhas incolor, para não haver influência de outros pigmentos que não o proveniente do café. Este procedimento permitiu que o agente clareador atuasse exclusivamente no esmalte dentário, sem contato com a dentina, uma vez que a proposta do trabalho era avaliar o grau de clareamento, simulando a técnica para dentes vitalizados. Pretty et al.<sup>77</sup>, em 2001, empregaram verniz transparente para a impermeabilização da dentina, deixando também exposto apenas o esmalte dentário.

A fim de promover a limpeza do esmalte, todos os corpos-de-prova foram submetidos a um polimento com jato de bicarbonato de sódio, que conforme Goldstein e Garber<sup>37</sup> (1995) é mais eficiente e de fácil utilização, removendo-se os detritos aderidos durante o armazenamento em solução de café, em estufa bacteriológica. Conforme Torres et al.<sup>95</sup>, em 2007 a permanência de resíduos de matéria orgânica

reagem com o agente clareador, sendo este consumido no processo, ao invés de estar agindo na oxidação dos pigmentos.

O **agente clareador** empregado foi o peróxido de Hidrogênio a 38%, simulando a técnica de clareamento clínico realizado por profissional em consultório e que segundo Mattos et al.<sup>63</sup> (2003) é a concentração mais eficiente para este tipo de técnica, possuindo no mínimo 16,5% de oxigênio ativo de peso. O peróxido de hidrogênio é o mais antigo e utilizado agente para clareamento (Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004; Araújo<sup>6</sup>, 2004, Araújo et al.<sup>7</sup>, 2006, Zhang et al.<sup>109</sup>, 2007, Lee et al.<sup>55</sup>, 2007, Carrasco et al.<sup>19</sup>, 2007, Yazici et al.<sup>107</sup>, 2007, Torres et al.<sup>95</sup>, 2007), que ao se decompor libera radicais livres, instáveis e reativos com um elétron desemparelhado, para se tornarem novamente estáveis, procuram buscar elétrons de outras moléculas que passem a ter contato. Passam assim, a promover a quebra das cadeias complexas dos pigmentos, tornando-os mais claros. O radical livre passa por processo de redução enquanto o pigmento sofre oxidação uma vez que perdeu elétrons para o radical livre (Torres et al.<sup>95</sup>, 2007).

O peróxido de hidrogênio e seus radicais livres têm a capacidade de se difundir com facilidade através do esmalte e dentina, devido a permeabilidade destas estruturas e do baixo peso molecular da substância, sendo que no esmalte esta penetração ocorre através da matriz orgânica, uma vez que a matriz inorgânica é muito compacta. Outro fator é a capacidade do peróxido de hidrogênio desnaturar proteínas de baixo peso molecular, peptídeos e aminoácidos, tornando-os mais solúveis em água, facilitando o movimento dos íons na estrutura dental e contribuindo para sua remoção (Torres et al.<sup>95</sup>, 2007; Aschheim, Dale<sup>8</sup>, 2001).

O produto em gel selecionado para esta pesquisa foi o Opalescence Xtra Boost., que apresenta-se em dois frascos onde um deles contém o peróxido de hidrogênio a 38%, estável em pH ácido e o outro contém o agente responsável pela elevação do pH e que quando

misturados resultam em gel neutro que segundo Touati et al.<sup>96</sup>, em 2000, tem pH entre 5 e 7, não promovendo a desmineralização da superfície do esmalte.

Com o objetivo de comparar a eficiência dos métodos de clareamento foi testado um gel clareador isoladamente ou associado a **emissores de luz** para acelerar o processo em questão, devido ao aumento na dissociação do peróxido de hidrogênio com o aumento da temperatura (Cohen<sup>24</sup>, 1979; Goldstein e Garber<sup>37</sup>, 1995) e segundo Dostalova et al.<sup>28</sup>, 2004 reduzindo o tempo de aplicação dos agentes clareadores. As fontes externas para fornecimento de energia eletromagnética podem utilizar a radiação do espectro de emissão nas regiões do ultravioleta, do visível ou do infravermelho (Torres et al.<sup>95</sup>, 2007).

O aparelho mais comum e idealizado para fotopolimerização das resinas compostas é o de quartzo-halogênio-tungstênio (QTH), que gera luz através do aquecimento elétrico de um filamento de tungstênio a temperaturas extremamente altas (Yap et al.<sup>106</sup>, 2004). Sua lâmpada produz um largo espectro de comprimento de ondas, variando de 400 a 500 nm, com filtro interno para remover as radiações fora do âmbito azul, isto é as radiações de vermelho e infravermelho, contribuindo para a redução do calor gerado ( Attin et al.<sup>11</sup>, 2006; Buchalla, Attin<sup>16</sup>, 2006, Rueggeberg<sup>83</sup>, 1999).

Segundo Torres et al.<sup>95</sup>, 2007, como a luz é empregada por longos períodos de tempo durante os procedimentos de clareamento, existe maior risco de ocorrência de danos pulpares em virtude da maior conversão da luz em calor, devido a presença de corantes nos géis clareadores. Um agravante ainda seria a repetição da técnica por várias sessões de atendimento, expondo o tecido pulpar ao somatório de agressões, com conseqüências desconhecidas.

Com o objetivo de solucionar alguns inconvenientes dos QTH, foram introduzidos os aparelhos a base de diodo emissor de luz (LED)

que inicialmente emitiam luz de comprimento de onda no espectro vermelho, amarelo e verde e que a partir da década de 90 passaram a emitir luz azul e recentemente atingiram intensidade luminosa suficiente para uso em odontologia ( Hammesfahr et al.<sup>41</sup>, 2002).

Uma grande vantagem dos LEDs é a menor geração de calor nas estruturas dentárias em comparação aos QTH. As pesquisas com estes equipamentos têm sido promissoras e equipamentos com combinações de LEDs foram desenvolvidos e produzidos com espectro de emissão de luz mais amplo e eficiente (Price et al.<sup>78</sup>, 2003). Segundo Hannig e Bott<sup>42</sup>, (1999) e Asmussen e Peutzfeldt<sup>9</sup>, (2005), os novos aparelhos são mais potentes, porém podem gerar mais calor, havendo a necessidade de pesquisas que comprovem este fato, considerando-se que aumentos na temperatura pulpar podem resultar em danos irreversíveis ao tecido pulpar. Zach e Cohen<sup>108</sup> (1965), em pesquisa realizada com macacos verificaram que 5,6°C de aumento de temperatura foi capaz de causar necrose em 15% dos dentes da amostra, sendo que Eldeniz et al.<sup>31</sup>, em 2005 e Zhang et al.<sup>109</sup>, em 2007, observaram aumentos de temperatura na câmara pulpar de 11,7° C e 7,72° C respectivamente, considerados valores de risco, quando equipamentos de Laser de Diodo foram empregados para acelerar o processo de clareamento. Pesquisa realizada por Mollica<sup>68</sup>, em 2007 avaliando a variação de temperatura na dentina bovina quando da polimerização de resina composta, mostrou que os LEDs de alta intensidade causaram maior aumento de temperatura que aparelhos QTH, exigindo maior atenção quando utilizados. Alguns profissionais utilizam também os refletores dos equipos para acelerar o processo de clareamento. Yazici et al.<sup>107</sup>, em 2007 utilizaram em laboratório o sistema de clareamento Zoom™, que consiste em lâmpada de mercúrio para emissão de luz com alcance de 350-400 nm e não encontraram aumento significativo de temperatura.

Os LEDs apresentam-se com espectro de emissão de luz azul, vermelho ou verde, sendo que os aparelhos para clareamento utilizam as cores azul e verde (Torres et al.<sup>95</sup>, 2007). Para aumentar a interação da luz visível com o gel clareador, os fabricantes incorporam em seus produtos corantes ou pigmentos que possuem cores capazes de promover absorção máxima e convertê-la em calor que promoverá maior difusão do peróxido de Hidrogênio nas estruturas dentárias (Attin et al.<sup>11</sup>, 2006; Buchalla, Attin<sup>16</sup>, 2007; Torres et al.<sup>95</sup>, 2007).

César et al.<sup>21</sup>, em 2005, avaliaram a mudança de cor dos dentes realizando clareamento associado ou não a irradiação de luz, com o propósito de avaliar a efetividade destes procedimentos. Observaram que os grupos irradiados com luz verde e azul apresentaram clareamento significativamente maior. Estudos também realizados por Dostalova et al.<sup>28</sup>, 2004, Luk et al.<sup>59</sup>, 2004; Wetter et al.<sup>103, 104</sup>, 2004, comprovam que as fontes de luz intensificam a efetividade do gel de peróxido de hidrogênio. Entretanto, existem controvérsias na literatura sobre a efetividade das fontes de luz para acelerar o processo, encontrando-se autores que não verificaram diferenças com o uso ou não das luzes (Carrasco et al.<sup>19</sup>, 2007; Yazici et al.<sup>107</sup>, 2007).

Outros equipamentos que podem ser empregados para ativação do gel clareador é o LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) e como exemplo temos os de **Argônio** (Jones et al.<sup>51</sup> 1999; Luk et al.<sup>59</sup>, 2004; Cesar et al.<sup>21</sup>, 2005; Turssi et al.<sup>100</sup>, 2006); **Er:Yag** (Carvalho et al.<sup>20</sup>, 2002); **CO<sub>2</sub>** (Luk et al.<sup>59</sup>, 2004). É de conhecimento também o uso do **Arco de Xenônio** (Wetter et al.<sup>104</sup>, 2004) e o **Arco de Plasma** ( Baik et al.<sup>13</sup>, 2001), como fontes ativadoras do gel clareador.

Para **mensuração da cor** dos dentes podemos empregar o método subjetivo de observação visual com escalas de cores, ou de forma mais objetiva empregando colorímetros, espectrofotômetros, imagens

digitalizadas e processadas por software ou ainda densitômetro de reflexão (Joiner<sup>49</sup>, 2006).

A avaliação visual é o método utilizado com maior frequência pelos cirurgiões dentistas, considerando que o olho humano tem habilidade para diferenciar cores de objetos com relativa facilidade. Entretanto, a fonte de luz, o metamerismo, a experiência profissional, a idade, a fadiga e a acuidade visual, podem interferir nos resultados (Joiner<sup>49</sup>, 2006; Lee et al.<sup>55</sup>, 2007, Carrasco et al.<sup>19</sup>, 2007, Derdilopoulou et al.<sup>26</sup>, 2007).

O colorímetro, instrumento específico para mensurar as diferenças de cor, permite confiável repetitividade de leitura *in vivo* e *in vitro*, para superfícies planas, o que não é muito comum no caso dos dentes. A excessiva sensibilidade destes aparelhos resulta em variações na mensuração em distâncias de apenas 1mm (Lee et al.<sup>55</sup>, 2007).

A tecnologia de computação também permite que se faça análise de imagens e quantificação da cor dos dentes. Nesta avaliação uma câmera digital poderá ser acoplada a um estereomicroscópio, os corpos-de-prova são fotografados e um programa de computador transforma as cores em valores numéricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) através de software ou ainda fotografias diretas dos pacientes, também para análise por software. Este método tem como vantagem a facilidade de execução, desde que se disponha dos equipamentos citados. Luo et al.<sup>60</sup>, em 2007, consideram este método reproduzível e confiável.

Outro aparelho de mensuração é o espectrofotômetro (Wetter et al.<sup>103</sup>, 2004; Franchi et al.<sup>33</sup>, 2007; Tkürkun et al.<sup>98</sup>, 2004), este equipamento possui alta precisão e reprodutividade semelhante ao colorímetro e ainda com desempenho superior aquele obtido pelo método visual que emprega escalas de cores, havendo o inconveniente do custo (Lee et al.<sup>55</sup>, 2007). Diante das vantagens oferecidas pelo espectrofotômetro, para mensuração dos resultados optamos pela sua versão de uso clínico ou laboratorial, o EASYSHADE – VITA,



considerando-se também que atualmente este é muito empregado pelos Cirurgiões-Dentistas.

Para interpretação das cores, Munsell em 1961 criou um modelo visual ou perceptivo, descrito como a forma racional de ver as cores. Este funciona como uma órbita ou esfera com todo o espectro luminoso possuindo um eixo vertical que estende-se do branco ao preto e horizontalmente progredindo do cinza neutro a saturação completa com milhares de cores. As três dimensões foram nomeadas como matiz, luminosidade e saturação. Matiz é a qualidade pela qual distinguimos uma cor como, por exemplo: amarelo, vermelho, azul ou verde. Luminosidade é a qualidade como distinguimos uma cor clara de uma escura, correspondendo a quantidade de branco ou preto existente no matiz e a Saturação refere-se a quantidade de pigmento numa cor (Araújo et al.<sup>5</sup>, 2005). Estas dimensões da cor são importantes quando se avalia, por exemplo, o grau de clareamento dos dentes e qual das dimensões foi mais influenciada durante o procedimento.

Para avaliação das cores obtidas utilizamos o sistema de valores CIEL\*a\*b\* que se baseia em receptores separados de cores (vermelho, verde e azul) consideradas nas três dimensões do espaço.

Para a avaliação da cor foi delimitada uma área no terço médio, que segundo Goodking e Schwabacher<sup>38</sup> (1987) corresponde a região mais representativa da cor. Neste local era posicionada a sonda do espectrofotômetro em todos os corpos-de-prova pigmentados fazendo-se a leitura inicial e após o término do clareamento, calculando-se a variação dos valores ( $\Delta$ ) de L\*, a\* e b\*; pela subtração do valor encontrado após o clareamento do valor mensurado no dente pigmentado, para o cálculo da variação da composição da cor ou variação total da cor.

## - Dos resultados

Os resultados desta pesquisa correspondem a avaliação quantitativa das alterações de cor pelo emprego do espectrofotômetro Easyshade e pela avaliação dos dados obtidos pelo mesmo aparelho referentes a escala de cor Vita Clássico . Este estudo demonstrou a capacidade do equipamento em detectar quantitativamente a alterações de cor dos dentes após clareamento e demonstrar a facilidade de uso, em procedimentos laboratoriais e principalmente clínicos, assegurando resultados mais objetivos em comparação aos métodos visuais de determinação de cor (Schwabacher, Goodkind<sup>84</sup>, 1990; Horn et al.<sup>47</sup>, 1998, Amaechi e Higham<sup>3</sup>, 2002; Browning<sup>14</sup>, 2005; Chu<sup>23</sup>, 2003; Cronin et al.<sup>25</sup>, 2005; Dedilopoulou et al.<sup>26</sup>, 2007 e Franchi et al.<sup>33</sup>, 2007. Entretanto, Browning et al.<sup>15</sup>, 2005 consideram que as mudanças de cor ocorridas nas coordenadas a\*, b\* e L\* não serem consistentes para determinação final da cor dos dentes após clareamento, sendo que as escalas de cores refletem melhor as mudanças ocorridas.

Nos dados obtidos pelo espectrofotômetro, quando os grupos experimentais foram comparados entre si, constatou-se que na avaliação geral da cor, representada pelo  $\Delta E$  os grupos experimentais apresentaram comportamentos diferentes, sendo que o grupo em que se utilizou o peróxido de Hidrogênio a 38% e LED Azul ou a luz Halôgena de um fotopolimerizador, as médias obtidas foram de 10,71 e 10,08 respectivamente, demonstrando melhor desempenho no clareamento (Tabelas 1e 2). Por outro lado, no grupo controle, onde não se utilizou fonte de luz sobre o agente clareador, e nos grupos do Laser Vermelho e Verde, as médias foram menores e o comportamento semelhante.

Reyto<sup>80</sup>, em 1998 faz considerações a respeito do uso dos lasers em associação aos agentes clareadores, afirmando serem estes ideais, com pouco efeito prejudicial sobre os dentes, vindo ao encontro dos resultados conseguidos com o LED /Laser Azul, porém em relação aos demais LED/Laseres utilizados, existe discordância dos trabalhos de Dostalova et al.<sup>28</sup> (2004), Luk et al.<sup>59</sup> (2004), Wetter et al.<sup>103</sup> (2004) e César et al.<sup>22</sup> (2006).

Sun<sup>92</sup>, em 2000 considerou que os Lasers aceleram o processo de clareamento, excitando rapidamente a molécula de peróxido de hidrogênio, entretanto, Papathanasion et al.<sup>72</sup>, em 2002 e Carrasco et al.<sup>19</sup>, 2007, não observaram diferenças entre grupos ativados ou não por fontes de luz.

Torres et al.<sup>95</sup>, 2007 consideram que as fontes de luz podem acelerar o processo de clareamento e que estas podem ser na região do infravermelho ou ultravioleta, porém o processo é ainda complexo com necessidade de mais pesquisas sobre o tema. Buchalla e Attin<sup>16</sup>, em 2007 consideram que o potencial aumento da eficácia dos agentes clareadores, quando as fontes de luz são empregadas é limitado, porque se por um lado aceleram o processo, por outro produzem aquecimento que pode aumentar a temperatura intrapulpar, como também aumentar a penetração do peróxido na polpa, levando ao estresse oxidativo, com efeito, negativo sobre o metabolismo celular.

A penetração do agente clareador através do esmalte é que influencia significativamente a mudança de cor dos dentes sendo constatada por Sulieman et al.<sup>89</sup>, em 2005 e Wiegand et al.<sup>105</sup>, em 2005, porém esta penetração na dentina pode constitui-se em fator causador de injúrias ao complexo dentina polpa (Torres et al.<sup>95</sup>, 2007; Buchalla; Attin<sup>16</sup>, 2007).

Buchalla e Attin<sup>16</sup> (2007) referem-se também a aumento de sensibilidade e mudanças micro-morfológicas que poderão ser intensificadas clinicamente quando as fontes de luz são empregadas, sem

contudo existirem evidências que garantam este fato. O aumento de temperatura é citado por Luk et al.<sup>59</sup> (2004); Eldeniz et al.<sup>31</sup> (2005); Sulieman et al.<sup>89</sup> (2005); Zhang et al.<sup>109</sup> (2007) e outros autores não constataram este aumento de temperatura (Yazici et al.<sup>107</sup>, 2007).

Com a finalidade de observarmos a diferença de cromaticidade nos eixos  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  referentes ao Sistema CIELAB, procedemos a uma avaliação dos valores numéricos de forma separada, o que nos permitiu verificar se com as diferentes formas de clareamento empregadas, houve modificação na luminosidade dos dentes ( $\Delta L^*$ ) ou alteração do vermelho para o verde ( $\Delta a^*$ ) ou do amarelo para o azul ( $\Delta b^*$ ).

Com estas análises observamos que o LED Azul se destacou dos demais grupos com valores numéricos mais elevados, reduzindo o croma avermelhado dos dentes (Tabela 4), sendo que este fato foi significativo em relação a fonte de luz LED Verde. Luo et al.<sup>60</sup>, em 2007 consideram que o componente  $b^*$  é o mais importante indicador de clareamento, apesar de não se poder considerar nenhum fator do CIELab isoladamente. Quanto a redução do croma amarelo também pudemos detectar que as maiores médias ocorreram com o LED Azul e também com a Luz Halôgena, com significância em relação aos grupos controle, Laser Vermelho e Verde os quais não apresentaram diferença entre si (Tabela 6). Tavares et al.<sup>93</sup>, 2003 também verificaram que com a ativação por luz o croma amarelado dos dentes reduziu.

Para o fator luminosidade dos dentes, ao analisar o ( $\Delta L^*$ ) o comportamento de todos grupos de estudo foi semelhante, sem indicação de significância entre eles. Assim, podemos considerar que a luminosidade dos dentes não foi dependente das fontes de luz empregadas, sendo que mesmo no grupo controle onde apenas o agente clareador foi empregado, o resultado manteve-se semelhante. Observa-se também, que apesar da não significância entre os grupos os maiores valores numéricos também foram encontrados no grupo do LED Azul seguido pelo grupo da Luz Halôgena.

Os resultados obtidos corroboram com achados de outros autores, que também constataram aumento de  $a^*$ ,  $b^*$  após clareamento dental (Cronin et al.<sup>25</sup>, 2005) e discordante de Ishikawa-Nagai et al.<sup>48</sup>, em 2004, que verificaram aumento de luminosidade  $L^*$ . A alteração da luminosidade representa quanto o dente se tornou mais claro ou “branco” já que esta dimensão da cor representa o quanto de branco ou preto está incorporado ao matiz (Araújo et al.<sup>5</sup>, 2005).

Alta variabilidade foi constatada em todos os tratamentos realizados, sendo que em  $\Delta E$  e  $\Delta a$  o comportamento dos grupos foi semelhante ( Tabela 2 e 4 - coeficiente de variação), entretanto em  $\Delta b$  houve muita discrepância entre o grupo da luz Halógena e o do LED Vermelho (Tabela 6) e em  $\Delta L$  o grupo controle apresentou a menor variabilidade. Estes resultados podem sugerir que as fontes de luz influem de forma diferente sobre os dentes.

A variabilidade também pode ser dependente do substrato empregado, uma vez que os dentes bovinos apresentam muitas irregularidades no esmalte, o que propicia escurecimento heterogêneo, dificultando o clareamento. A permanência de manchamentos após clareamento também foi constatada por Goodking e Schwabacher<sup>38</sup>, em 1987 e Knon et al.<sup>53</sup>, em 2002.

A alta variabilidade também pode ser justificada pela diferença de pigmentos incorporados nos espaços interprismáticos do esmalte dental, sendo que quanto mais fortes as ligações de carbono existentes nos pigmentos, mais escuros se tornam os dentes, havendo necessidade de um tratamento clareador por maiores períodos de tempo, para que as ligações de carbono sejam transformadas em ligações simples, através das hidroxilas livres, desprendidas do processo de decomposição do gel clareador, resultando em dentes mais claros. Esta reação de oxidação é intensificada pelo uso de catalizadores, no caso as fontes de luz.

Ao procedermos a avaliação dos dados obtidos pelo Easyshade na escala Vita Clássico, observamos que o LED Azul e a Luz

Halôgena mostraram aumento significativo em comparação ao grupo controle, isto é, mais efetivo clareamento dos dentes. Estes resultados foram concordes aos encontrados na análise quantitativa do  $\Delta E^*$  ab, demonstrando que o desempenho do LED Azul e a Luz Halôgena, certamente são mais efetivos na associação com o agente clareador empregado, que foi o Opalescence Xtra Boost. A concordância de resultados entre as duas avaliações são também citadas por Paul et al.<sup>73</sup>, em 2002 e Carvalho et al.<sup>20</sup>, 2002, que compararam o método visual com uso de espectrofotômetro e os resultados se confirmaram. A superioridade dos resultados obtidos com o LED Azul e a Luz Halôgena podem ter ocorrido devido a presença do corante existente no gel clareador empregado, isto porque a cor é determinada por um comprimento de onda específico e os objetos não possuem intensidade própria, sua cor depende da luz incidente, assim com sua textura e capacidade de absorção e reflexão da luz. A cor pode ser definida como aditiva (fonte de luz) ou subtrativa (pigmento), desta forma a incorporação de pigmentos no gel clareador irá funcionar como um seletor de um comprimento de onda específico, absorvendo mais energia da fonte de luz, e desta forma catalizando a reação química com mais eficácia. Observando-se o círculo cromático podemos identificar as cores complementares, tendo estas maior capacidade de absorver a energia desprendida de sua cor oposta.

Sendo a cor laranja complementar do azul, quando estivermos diante de um corante laranja apenas esta cor será refletida e as demais serão absorvidas em diferentes níveis e a mais absorvida será justamente a sua cor complementar, o azul. Assim, para intensificar a absorção da luz azul emitida pelos aparelhos de LED, os géis clareadores contendo caroteno como corante deveriam ser empregados. Considerando-se que o agente clareador Opalescence Xtra Boost utilizado possui este corante, justifica-se o efetivo desempenho tanto do LED Azul como da Luz Halógena cujo espectro de emissão da luz também se situa no azul.

Os resultados obtidos nos levam a deduzir que o agente clareador pode ter seu desempenho intensificado por fontes de luz, mas que isto depende do corante empregado em cada tipo de clareador. Verifica-se também que a indicação de determinada técnica deve ser cautelosa, uma vez que não só o efeito rápido de clareamento deve ser buscado, mas também a proteção do complexo dentino-pulpar.

## 7 CONCLUSÕES

- O desempenho do peróxido de hidrogênio a 38 %, foi intensificado dependendo da fonte de luz utilizada;
- A diferença geral da cor ( $\Delta E$ ) foi superior, quando se empregou o LED Azul e a Luz Halôgena;
- A avaliação quantitativa de cor por espectrofotômetro e pelos dados obtidos pelo mesmo aparelho referentes a escala de cor Vita Clássico, identificaram resultados semelhantes nos grupos de estudo.



## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Adeyemi AA, Jarad FD, Pender N., Higham SM. Comparison of quantitative light-induced fluorescence (QLF) and digital imaginf applied for the detection and quantification of staining and stain removal on teeth. J Dent. 2006 aug.;34(7):460-6.
2. Alonso de La Pena V, Balboa Cabrita O. Comparasion of the clinical efficacy and safety of carbamide peroxide and hydrogen peroxide in at-home bleaching gels. Quintessence Int. 2006; 37(7):551-6.
3. Amaechi BT, Higham SM. Development of a quantitative method to monitor the effect of a whitening agent. J Clin Dent. 2002; 13(3):100-3.
4. Anido,A.A. Dentina humana e bovina, estudo comparative da resistência adesiva em três profundidades: teste de cisalhamento. 2001.160f. [Dissertação] São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2001.
5. Araújo MAM, Pagani C, Valera MC, Rodrigues JR, Di Nicoló Estética para o clínico geral. São Paulo: Artes Médicas; 2005.
6. Araújo RM. Influência dos agentes clareadores e um refrigerante a base de cola na microdureza do esmalte dental e das restaurações

de resina composta e a ação da saliva na superfície tratada. [Dissertação]: São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2004.

7. Araújo R.M., Torres C.R.G., Araújo M.A.M. Influência dos agentes clareadores e um refrigerante à base de cola na microdureza do esmalte dental e a ação da saliva na superfície tratada. *Odonto Ciência*. 2006; 21(52):103-204.
8. Aschheim K.W., Dale B.G. *Esthetic dentistry: a clinical approach to techniques and materials*. 2.ed. St. Louis: Mosby; 2001. 606p.
9. Asmussen E, Peutzfeldt A. Temperature rise induced by some light emitting diode and quartz-tungsten-halogen curing units. *Eur J Oral Sci*. 2005 Feb;113(1):96-8.
10. Attin T, Manolakis A, Buchalla, Hanning C. Influence of tea on intrinsic colour of previously bleached enamel. *J Oral Rehabil*. 2003 may;30(5):488-94.
11. Attin T, Buchalla W, Wiegand A. clinical issues of tooth whitening therapies. *Academy of Dental Materials. Transactions*, 2006., 20: 129-42. Proceedings of conference on "Adhesion, ceramics and bleaching - a critical evaluation".
12. Auschill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler B. Efficacy, side-effects and patients acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent*. 2005 mar.-apr.; 30(2):156-63.

13. Baik JW, Rueggeberg FA, Liewehr FR. Effect of light-enhanced bleaching on in vitro surface and intrapulpal temperature rise. *J Esthet Restor Dent* 2001;13:370-8.
14. Browning WD. Use of shade guides for color measurement in tooth – bleaching. *J Esthet Restor Dent*. 2003,15(Suppl. 1):513-20.
15. Browning WD, Callan RS, Downey MC, Pohjola RM, Blalock JS. Comparing vita classical CIE De ab & CIE de 2005. Abstract 0285, IADR/AADR/CADR 83rd General Session & Exhibition (mar.2005).
16. Buchalla, W; Attin, T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser - A systematic review. *Dent Mater*. 2007 May; 23(5):586-96.
17. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil*. 2004 May;31(5):483-91.
18. Camps J, Baudry X, Bordes V, Dejou J, Pignoly C, Ladeque P. Influence of tooth cryopreservation and storage time on microleakage. *Dent Mater*, 1996 Mar;12:121-6.
19. Carrasco LD, Guerisoli OM, Rocha MJ, Pécora JD, Fröner IC. Efficacy of intracoronary bleaching techniques with different light activation sources. *Int Endod J*. 2007 Mar;40(3):204-8.
20. Carvalho EM, Robazza CR, Lage-Marques JL. Spectrophotometric and visual analysis of internal dental bleaching laser and heat as catalyzing sources. *Pesqui Odontol Bras*. 2002 oct.-dec.;16(4):337-42.

21. Cesar IC, Redigolo ML, Liporoni, PC, Munin E. Analyses by photoreflectance spectroscopy and Vickers hardness of conventional and laser-assisted tooth bleaching. *Am J Dent.* 2005 aug.;18(4):219-22.
22. César PD, Batista GR, Torres CRG, Borges AB, Oliveira LD, Mancini MNG et al. Influência da quantidade de corante nos géis clareadores ativados com aparelhos de LED/Laser sobre a eficiência clareadora. [Resumo 167] *Braz Oral Res.* 2006; 20(suppl):109.
23. Chu SJ. Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth-whitening products. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(suppl. 1):542-8.
24. Cohen SC Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endod.* 1979;5:134-8.
25. Cronin MJ, Charles CA, Zhao Q, Dembling WZ. Comparison of two over-the-counter tooth whitening products using a novel system. *Compend Contin Educ Dent.* 2005;26(2):140-7.
26. Derdilopoulou FV, Zantner C, Neumann K, Kielbassa AM. Evaluation of visual and spectrophotometric Shade analyses: a clinical comparison of 3758 teeth. *Int J Prosthodont.* 2007 jul-aug; 20(4):4/4-6.
27. Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation on the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int.* 2006 jul-aug.;37(7):515-26.

28. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemecek M, Miyagi M et al. Diode laser-activated bleaching. *Braz Dent J*. 2004;15 (Spec):S13-8.
29. Douglas RO. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent*. 1997 may;77(5):464-7.
30. Dozic A, Kleverlaan CJ, Aartman IH, Felizer AJ. Relation in color of three regions of vital human incisors. *Dent Mater*. 2004;20:832-8.
31. Eldeniz AU, Usumez A, Usumez S, Ozturk N. Pulpal temperature rise during light-activated bleaching. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2005 feb;72(2):254-9.
32. Fasanaro TS. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. *J Esthet Dent*. 1992 may/jun.;4(3):71-8.
33. Franchi I, Lolli A, Bianchi R, Bortoline U, Consolo U. Professional clinical bleaching With Póla Office: 6-month clinical results with spectrophotometric analysis *Mineira stomatol*. 2007;56:191-208.
34. Freccia WF, Peters, D. A technique for staining extracted teeth: a research and teaching aid for bleaching. *J Endodont*. 1982;8(2):67-9.
35. Freitas PM, Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC. Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Quintessence Int*. 2002 may;33(5):370-5.

36. Garone Neto N. Alternativas ao clareamento dental. In: Cardoso RJA; Gonçalves EAN. Estética. São Paulo: Artes Médicas: 2002. cap. 18, v.3, p.363-75 (Congresso Internacional de Odontologia de São Paulo, 20).
37. Goldstein RE, Garber DA Complete dental bleaching. Chicago: Quintessence Books; 1995,165p.
38. Goodking RJ, Schwabacher, WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. J Prosthet Dent. 1987 May;58(5):535-42.
39. Goodson JM, Tavares M, Sweeney M, Stultz J, Newman M, Smith V et al. Tooth whitening: tooth color changes following treatment by peroxide and light. J Clin Dent. 2005;16(3):78-82.
40. Guan YH, Lath DL, Lilley TH, Willmot DR, Marlow I, Brook AH. The measurement of tooth Whiteness by image analysis and spectrophotometry a comparison, J Oral Rehabil 2005;(32):7-15.
41. Hammesfahr PD, O Connor MT, Wang X. Light curing technology:sent and past, present and future. Compend Contin Educ Dent. 2002 Sep;23(9):18-24.
42. Hannig M, Bott B. In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. Dent Mater 1999 July;15(4):275-81.
43. Haywood VB. Historical development of whiteners: clinical safety and efficacy. Dent Update. 1997 apr.;24:98-104.

44. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of cument bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992;23(7):471-88.
45. Haywood VB, Leonard RH, Nelson CF, Brunson WD. Effectiveness, side effects and long-term status of nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1994 sept.;125:1219-26.
46. Heyman HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J* 2005;198(8):514.
47. Horn DJ, Bulan-Brad J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod.* 1998;24(12):786-90.
48. Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber HP, Ferguson M. Comparison of effectiveness of two 10% carbamide peroxide tooth-bleaching systems using spectrophotometric measurements. *J Esthet Restor Dent.* 2004;16(6):368-76.
49. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006;34:412-419.
50. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004;32(suppl 1):3-12.
51. Jones AH, Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Cobb, DS. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. *J Esthet Dent.* 1999;11(2):87-94.

52. Kakar A, Rustogi K, Zhang YP, Petrone ME, De Vizio W, Proskin HM. A clinical investigation of the tooth whitening efficacy a new hydrogen peroxide-containing dentifrice. *J Clin Dent*. 2004;15(2):41-5.
53. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *Oral Rehabil*. 2002 may;29(5):473-7.
54. Lee KH, Kim HI; Kwon YH. Mineral loss from bovine enamel by a 30% hydrogen peroxide solution. *J Oral Rehabil*. 2006 Mar; 33(3):229-33.
55. Lee BS, Huang SH; Chiang VC; Ihien YS, mou, CY; Lin, CP. Development of in vitro tooth staining model and usage of catalysts to elevate the effectiveness of tooth bleaching *Dent Mater*. 2007; 1103:1-10.
56. Leonard RH, Sharma A, Haywood VB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence Int*, 1998;29(8):503-7.
57. Li Y. Tooth color measurement using chroma meter: techniques, advantages, and disadvantages. *J Esthet Restor Dent*. 2003; 15(suppl. 1):533-41.
58. Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro S Jr. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(1):24-30.



59. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 2004 feb.;135(2):194-201, quiz 228-9.
60. Luo W, Westhand S, Brunton P, Ellwood R, Pretly IA, Mohan N. Comparison of the ability of different colour indices to assess changes in tooth whiteness. *J Dent.* 2007;35:109-16.
61. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int.* 1998;29(9):555-63.
62. Matis BA, Wang Y, Jiang T, Eckert GJ. Extended at-home bleaching of tetracycline – stained teeth with different concentrations of carbamide peroxide. *Quintessence Int.* 2002; 33(9):645-55.
63. Mattos IL, Shiraishi KA.; Braz AD, Fernandes JR. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. *Quim Nova.* 2003; 26(3):373-80.
64. McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10% carbamide peroxide. *J Dent.* 1996 nov;24(6):395-8.
65. McGuckin RS, Babin JF, Meyer BJ. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent.* 1992 nov;68(5):754-60.
66. Miranda CB. Avaliação da microdureza e tenacidade do esmalte dental humano submetido ao tratamento clareador. [dissertação]: São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2002 132f

67. Mokhlis GR, Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *J Am Dent Assoc.* 2000 Sep;131(9):1269-77.
68. Mollica FB Avaliação de LEDs de alta intensidade quanto à eficiência de polimerização de resinas compostas e variação de temperatura na dentina bovina (dissertação). São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2007.
69. Nathoo S, Stewart B., Petrone ME, Chaknis P, Zhang YP, DeVizio W et al. Comparative clinical investigation of the tooth whitening efficacy of two tooth whitening gels. *J Clin Dent* 2003;14(3): 64-9.
70. O'Brien WJ, Gunnar R. editors. An outline of dental materials and their selections. Philadelphia: Saunders; 1978
71. Oltu U.; Gurgan S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil*, 2000 apr;27(4):332-40.
72. Papathanasiou A, Kastali S, Perry RD, Kugel G. Clinical evaluation of a 35% hydrogen peroxide in office whitening system. *Compen Contin Educ Dent.* 2002 apr.;23(4):335-338, 340, 343-344, 348.
73. Paul S, Peter, A, Pietrobon, N. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002;81(8):578-82.

74. Pinheiro Junior EC, Fidel RA, Cruz Filho AM, Silva RG, Pécora JD. In vitro action of various carbamide peroxide gel bleaching agents on the microhardness of human enamel. *J Braz Dent*. 1996;7(2):75-9.
75. Poloniato M. Determinação de condutas para o clareamento caseiro. In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. *Estética*. São Paulo: Artes Médicas; 2002. v.3, cap. 19, p.377-95, (Congresso Internacional de Odontologia de São Paulo, 20).
76. Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure and mineral content. *J Endod*, 2000 apr;26(4):203-6.
77. Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. The use of QLF to quantify in vitro whitening in a product testing model. *Br Dent J*. 2001 nov.191(10):566-9.
78. Price RB, Felix CA, Andreou P. Evaluation of a second-generation LED curing light. *J Can Dent Assoc*. 2003 Nov;69(10):666.
79. Reeves GW Microleakage of new dentin bonding systems using human and bovine teeth, *Oper Dent*. 1995 Dec;20(6):230-5.
80. Reyto R. Laser tooth whitening. *J Esthet Dent*. 1998 oct.; 42(4):755-62.
81. Rodrigues JA, Basting RT, Serra MC, Rodrigues Junior AL. Effects of 10 % carbamide peroxide bleaching materials on enamel microhardness. *Am J Dent*, 2001 apr;14(2): 67-71.

82. Rosenstiel SF, Gegauff AG, McCafferty RJ, Johnston WM. In vitro tooth color change with repeated bleaching. *Quintessence Int.* 1991;22(1):7-12.
83. Rueggeberg FA. Contemporary issue in photocuring. *Compend Contin Educ Dent Suppl.* 1999 Nov;25: S4-15.
84. Schwabacher WB, Goodkind RI. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent.* 1990 oct.;64(4):425-31.
85. Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993, jan; 24(1):39-44.
86. Sielski C, Conforti N, Stewart B, Chaknis P, Petrone ME, DeVizio W, et al. A clinical investigation of the efficacy of a tooth-whitening gel. *Compend Contin Educ Dent.* 2003;24(8):612-4, 616-8.
87. Silva CM Shear bond strength of an adhesive system in human, bovine and swinish teeth. [abstract 3005] *J Dent Res.* 1996; (75), (sp.iss): 393,(Abstract 3005).
88. Spyrides GM, Naressi SCM, Rodrigues JR, Araújo MAM Clareamento de dentes vitalizados. *J Bras Odont Clin.* 1998;2(9):15-20.
89. Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS. The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro. *J Dent.* 2005 jan.;33(1):33-40.

90. Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an in vitro study. *J Dent*. 2004;32(4):295-9.
91. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent* 2003;31:415-22.
92. Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2000 oct.;44(4):831-49.
93. Tavares M, Stultz J, Newman M; Smith V, Kent R, Carpino E, et al. Light augments tooth whitening with peroxide. *J Am Dent Assoc*. 2003 feb.;134(2):167-75.
94. Thylstrup A, Fejerskov O. *Cariologia clínica*. São Paulo: Santos; 2001.
95. Torres CRG, Borges AB, Kubo CH, Gonçalves SEP, Araújo RM, Celaschi S et al. *Clareamento dental com fontes híbridas LED/Laser*. São Paulo: Santos; 2007.
96. Touati B, Miara P, Nathanson D. Tratamento da descoloração dental. In: *Odontologia estética e restaurações cerâmicas*. São Paulo: Santos; 2000.p.81-116.
97. Tredwin CJ, Naik S; Lewis NJ, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. *Br Dent J*. 2006 Apr;200(7):371-6.

98. Türkün LS, Türkün M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent.* 2004;16(5):290-302.
99. Turkun M, Sevgican F, Pehlivan Y, Aktener BO. Effects of 10 % carbamide peroxide on the enamelk surface morphology: a scanning electrón microscopy study. *J Esthet Restor Dent,* 2002;14(4):238-44.
100. Turssi CP, Schiavoni RJ, Serra MC, Froner IC. Permeability of enamel following light-activated power bleaching. *Gen Dent* 2006 sep.-oct.;54(5):323-6.
101. Van Der Burgt T.P, Ten Bosch JJ, Borsboom PC, Kortsmmit WJ.A comparision of new and conventional methods for qualification of tooth color. *J Prosthet Dent.* 1990 feb.;63(2):155-62.
102. Westland S. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *J Esthet Rest Dent.* 2003;15(suppl. 1):S5-S12.
103. Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: na in vitro study. *Lasers Surg Méd.* 2004;35(4)254-8.
104. Wetter NU, Walverde D, Kato IT, Eduardo C P. Bleaching efficacy of whitening agents activated by xenon lamp and 960-nm diode radiation. *Photomed Laser Surg.* 2004 dec;22(3):489-93.

105. Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig.* 2005 jun.;9(2):91-7.
106. Yap AU, Saw TY, Cao T, Nq MM. Composite cure and pulp-cell cytotoxicity associated with LED curing lights. *Oper Dent* 2004 Jan-Feb;29(1):92-99.
107. Yazici AR, Khanbodaghi A, Kugel G. Effects of an In-office Bleaching System (ZOOM) on Pulp Chamber Temperature In Vitro. *J Contemp Dent Pract*, 2007 May;8(4):1-7.
108. Zach L, Cohen G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1965 Apr;19(4):515-30.
109. Zhang C, Wang X, Kinoshita J, Zhao B, Toko T, Kimura Yet al. Effects of KTP laser irradiation, diode laser and LED on tooth bleaching: a comparative study. *Photomed Laser Surg.* 2007 apr;(2):91-5.

Araújo RM. *In vitro* evaluation of dental bleaching effectiveness using hybrid lights activation [Doctorate Thesis]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – São Paulo State University; 2008.

## **ABSTRACT**

The aim of this *in vitro* study was to evaluate of the Light Activations of in office bleaching agent technique increase the effectiveness of the procedure, measured by the change of teeth's color. In this study, 60 bovine incisor teeth were extracted, specimen's size was standardized and dentin portion was exposed by carborundum disks. All the surfaces received a sodium bicarbonate prophylaxis and then conditioned by 38% phosphoric acid during 15s. The samples were then brought to a water bath in ultrasound for 20 min and immersed in a 25% soluble coffee solution for two weeks period. Then, the portion dentin was polished with felt's disk and aluminium oxide paste, and finally sealed with colorless ink nail. The specimens were randomly divided into 5 groups, and the original color measured by spectrophotometer - EasyShade (VITA-Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany). All specimens received three applications of bleaching agent Opalescence Xtra-Boost (Ultradent South Jordan, UT, USA) during a period of 15 min each. Group 1 did not receive light activation and was considered as a Control Group, Group 2 was activated with a Halogen light (15 min), Group 3 was activated with hybrid of blue LED / Laser (15 min), Group 4 was activate with green LED / Laser (15min) and Group 5 activated with red Laser (15 min). The color was measured again after bleaching in all specimens. The data of changing color variation  $\Delta E$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  and  $\Delta L^*$  and those references on Vita Classic, were subjected to ANOVA, Tukey's test and Dunn ( $p = 5\%$ ). The performance of hydrogen peroxide 38% was affected by the source of light used. Significantly differences in reduction of color were observed with all light activators employed and particularly with the blue LED light and Halogen. Quantitative assessment obtained of color measured by spectrophotometer and from Vita Classic's Scale of color, identified similar results in all experimental Groups.

**Key words:** Bleaching; Light; LED.