

**TACIANA MARCO FERRAZ CANEPPELE**

**INFLUÊNCIA DO CLAREAMENTO DENTAL NA COR,  
TRANSLUCIDEZ E FLUORESCÊNCIA DO ESMALTE E  
DENTINA**



**2011**

**TACIANA MARCO FERRAZ CANEPPELE**

**INFLUÊNCIA DO CLAREAMENTO DENTAL NA COR,  
TRANSLUCIDEZ E FLUORESCÊNCIA DO ESMALTE E  
DENTINA**

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

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

São José dos Campos

2011

## **BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes (Orientador)**

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos  
UNESP - Univ Estadual Paulista

**Prof. Dra. Alessandra Bühler Borges**

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos  
UNESP - Univ Estadual Paulista

**Prof. Adj. Sergio Eduardo de Paiva Gonçalves**

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos  
UNESP - Univ Estadual Paulista

**Prof. Associado Glauco Fioranelli Vieira**

Faculdade de Odontologia  
Universidade de São Paulo – USP

**Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira**

Faculdade de Odontologia de Araraquara  
UNESP - Univ Estadual Paulista

São José dos Campos, 22 de junho de 2011

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

A meus filhos **Bianca** e **Heitor**, meus anjos queridos. A vocês dedico minha vida.

Ao meu marido **Leonardo**, por todo o amor, carinho, apoio e compreensão durante minha *presença ausente*, necessária para a realização deste trabalho.

Ao meu pai **José Lúcio** e minha mãe **Walderez**, que um dia sonharam e hoje compartilham este importante momento comigo.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao Professor Carlos Rocha Gomes Torres, que sempre demonstrou acreditar no meu potencial, pela oportunidade oferecida, pela orientação e principalmente pelo bom convívio nestes anos de trabalho. Com ele tive a oportunidade de enriquecer meu conhecimento, com suas argumentações científicas e sugestões.

Aos Professores Washington Steagall Jr e Alessandra Bühler Borges, que participaram da Banca Examinadora do meu Exame Geral de Qualificação. Suas sugestões foram muito úteis para o aperfeiçoamento do projeto da minha tese.

Ao Professor Glauco Fioranelli Vieira. Um grande mestre, que muito me ensina a cada dia. Hoje também, um grande amigo. Obrigada pela confiança e pela oportunidade de trabalhar ao seu lado.

Ao Professor Carlos Martins Agra. Obrigada por estar sempre disposto a ajudar e ser um amigo para todas as horas.

À Professora Andrea Trajano de Mello Ferreira. Uma pessoa especial, que sempre me acolheu tão bem. Obrigada por sua amizade e por todo o incentivo.

À minha colega e amiga Taciana Anfe. Obrigada pela nossa alegre e tranqüila convivência, pela energia positiva e pelo carinho.

Aos todos os meus colegas da pós-graduação, em especial, Eron, Graziela e Susana, pelos bons momentos que passamos durante o curso.

À aluna de Graduação desta Faculdade, Naiara Sumiye Floris Cardozo Morishita Santos pelo auxílio na preparação dos espécimes utilizados no experimento.

Às minhas ajudantes Claudete, e Maria José. Obrigada pela dedicação de vocês. Sem a ajuda de vocês, ficaria difícil fazer este curso.

## **AGRADECIMENTOS**

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP pela minha formação acadêmica.

Ao Profa Titular Marcia Carneiro Valera, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, por sua dedicação e prestatividade para fazer um curso de melhor qualidade.

À secretária do Departamento de Odontologia Restauradora Rosângela pela atenção dada em todos os momentos da realização do trabalho.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora Josiana e Fernanda, por estarem sempre dispostas a colaborar e pela ajuda na realização desta pesquisa.

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação, Rosemary, Erena e Bruno pela constante colaboração durante o curso.

Muito Obrigada !

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	08
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	12
<b>RESUMO</b> .....	14
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
<b>2.1. Agentes clareadores</b> .....	20
<b>2.2. Cor, translucidez e fluorescência</b> .....	26
<b>2.3. Uso de dentes bovinos</b> .....	39
<b>3. PROPOSIÇÃO</b> .....	42
<b>4. MATERIAL E MÉTODO</b> .....	43
<b>4.1. Preparo dos espécimes</b> .....	43
<b>4.2. Divisão dos grupos</b> .....	52
<b>4.3. Mensuração da cor</b> .....	56
<b>4.4 Planejamento estatístico</b> .....	62
<b>5. RESULTADOS</b> .....	63
<b>5.1 Cor</b> .....	63
<b>5.2 Translucidez</b> .....	75
<b>5.3 Fluorescência</b> .....	79
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	83
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	97
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	98
<b>ANEXO</b> .....	108

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da iluminação e detecção para espectrofotômetros com pequena janela de leitura.....	35
Figura 2 – Secção dos espécimes .....	44
Figura 3 – Secção dos espécimes .....	46
Figura 4 – Planificação do esmalte e corte dos discos .....	48
Figura 5 – Desgaste e polimento das superfícies de esmalte e dentina. ....	50
Figura 6 - Desgaste e polimento das superfícies de esmalte e dentina .....	51
Figura 7– Divisão dos grupos .....	54
Figura 8 – Sequência de leitura da cor, translucidez e fluorescência dos espécimes do Grupo Dentina. ....	55
Figura 9 – Sequência de leitura da cor, translucidez e fluorescência dos espécimes do Grupo Esmalte e Grupo Esmalte + Dentina. ....	55
Figura 10 – Mensuração da Cor. ....	58

Figura 11 – Mensuração da Cor. ....	59
Figura 12 – Mensuração da Cor. ....	59
Figura 13 – Clareamento. ....	61
Figura 14 – Diferenças de cor $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ para o Grupo Dentina.....	64
Figura 15 – Diferenças de cor $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ para o Grupo Esmalte.....	64
Figura 16 – Diferenças de cor $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ para o Grupo Esmalte + Dentina.....	65
Figura 17 – Valores de $\Delta L$ para todas as condições experimentais.....	67
Figura 18 – Valores de $\Delta a$ para todas as condições experimentais.....	67
Figura 19 – Valores de $\Delta b$ para todas as condições experimentais.....	68
Figura 20 – Gráfico de dispersão de $\Delta E_{ab}$ x $\Delta E_{00}$ de todos os grupos.....	71
Figura 21 - Curvas Espectrais médias do subgrupo PC 10% do Grupo Dentina .....	72
Figura 22 - Curvas Espectrais médias do subgrupo PH35% do Grupo Dentina .....	72
Figura 23 - Curvas Espectrais médias do Subgrupo PC10% do Grupo Esmalte .....	73

Figura 24 - Curvas Espectrais médias do Subgrupo PH35% do Grupo Esmalte .....	73
Figura 25 – Curvas Espectrais médias do Subgrupo PC10% do Grupo Esmalte + Dentina .....	74
Figura 26 - Curvas Espectrais médias do Subgrupo PH35% do Grupo Esmalte + Dentina .....	74
Figura 27 – Valores de parâmetro de Translucidez .....	76
Figura 28 – Curvas Espectrais médias do Grupo Dentina, subgrupo PC10% .....	76
Figura 29 – Curvas Espectrais médias do Grupo Dentina, subgrupo PH35% .....	77
Figura 30 – Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte, subgrupo PC10% .....	77
Figura 31 – Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte, subgrupo PH35% .....	78
Figura 32 – Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina, subgrupo PC10% .....	78
Figura 33 – Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina, subgrupo PH35% .....	79
Figura 34 – Valores de $\Delta E_{ab}$ para a avaliação da Fluorescência .....	80

Figura 35 – Curvas Espectrais médias do Grupo Dentina, subgrupo PH35% .....	81
Figura 36 – Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte, subgrupo PC10% .....	81
Figura 37 – Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina, subgrupo PH35% .....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de média e desvio-padrão da diferença de cor $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ para todas as condições experimentais .....	63
Tabela 2 - Valores de média de desvio-padrão (DP) de $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $\Delta L$ , $\Delta a$ e $\Delta b$ para todas as condições experimentais .....	66
Tabela 3 – Resultado da ANOVA a 1 fator.....	68
Tabela 4 – Média do $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ e resultado do Teste de Tukey para o Grupo Dentina .....	69
Tabela 5 – Média das diferenças de cor $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ e resultado do Teste de Tukey para o Grupo Esmalte .....	69
Tabela 6 – Média das diferenças de cor $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ e resultado do Teste de Tukey para o Grupo Esmalte + Dentina .....	69
Tabela 7 – Média e Resultado do Teste de Tukey de $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ para todos os grupos e subgrupos .....	70
Tabela 8 – Média, Desvio-padrão e resultado do Teste “t” para a comparação de $\Delta E_{ab}$ e $\Delta E_{00}$ .....	70
Tabela 9 – Média, desvio-padrão (D.P.) do parâmetro de Translucidez e resultados do Teste “t” pareado para cada condição experimental .....	75

Tabela 10 – Média, desvio-padrão (D.P.) das diferenças de cor ( $\Delta E_{ab}$ ) com e sem inclusão de UV antes e após cada tratamento e resultados do Teste “t” pareado para cada condição experimental .....80

..

Caneppele TMF. Influência do clareamento dental na cor, translucidez e fluorescência do esmalte e dentina. [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP – Univ. Estadual Paulista, 2011.

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar a cor, translucidez e fluorescência do esmalte e dentina bovinos submetidos a diferentes técnicas de clareamento. **Material e Método:** Foram utilizados 150 dentes bovinos, dos quais foram obtidos pares de discos de esmalte e dentina com 3mm de diâmetro. Em 75 pares, 1 dos espécimes teve o esmalte removido, sendo denominado Grupo Dentina. Os espécimes de dentina e esmalte obtidos do restante dos pares foram denominados Grupo Esmalte+dentina. E finalmente, 75 espécimes tiveram a dentina removida e foram denominados Grupo Esmalte. A medição da cor, translucidez e fluorescência foi realizada por um espectrofotômetro usando o CIE L \* a \* b\*. Cada grupo foi subdividido em 3 subgrupos: Controle, composto por espécimes que não foram clareados e 2 subgrupos experimentais, clareados com Peróxido de Carbamida 10% (PC10%) ou Peróxido de hidrogênio a 35% (PH 35%). O gel clareador foi aplicado 2h/dia sobre os espécimes para o clareamento com PC10% durante 14 dias e duas aplicações de 30 min com intervalo de uma semana entre as aplicações no clareamento com PH35%. Nos períodos intermediários, os espécimes foram imersos em saliva artificial. As avaliações de cor foram realizadas 7 dias após o término do tratamento. **Resultados:** Em relação a cor, foram encontradas diferenças significativas entre as técnicas de clareamento nos grupos Esmalte e Esmalte + Dentina, com maior diferença de cor para o PH 35%. O clareamento não alterou a translucidez dos tecidos dentais e a fluorescência diminuiu, apresentando diferenças significantes para o Grupo Dentina, subgrupo PH 35%, Grupo Esmalte, subgrupo PC10% e Grupo Esmalte+dentina, subgrupo PH35%. **Conclusão:** O clareamento dental alterou a cor e a fluorescência dos tecidos dentais, porém a translucidez não foi afetada.

Palavras-chave: Clareamento de dente. Fluorescência. Espectrofotometria.

Caneppele TMF. Influence of bleaching on color, translucency and fluorescence of enamel and dentin [thesis]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista, 2011.

## **ABSTRACT**

**Objective:** The objective of this study was to evaluate the color, translucency and fluorescence of bovine enamel and dentin submitted to different bleaching modalities. **Methods:** A total of 150 bovine teeth were used, which were obtained pairs of enamel and dentin discs 3mm in diameter. In 75 pairs, one of the specimens had the enamel removed (Group Dentin). Specimens of dentin and enamel obtained from the remaining pair were named Group Enamel+dentin. And finally, 75 specimens were removed from the dentin and enamel were named Group Enamel. The measurement of color, translucency and fluorescence was performed by a spectrophotometer using the CIE L \* a \* b. Each group was subdivided into three subgroups: Control, composed of specimens that were not bleached and two experimental subgroups, bleached with carbamide peroxide 10% (CP10%) or hydrogen peroxide 35% (HP 35%). The whitening gel was applied on specimens for 2h/day bleaching with CP10% for 14 days and two applications of 30 minutes with one week interval between applications in bleaching with HP35%. In interim periods, the specimens were immersed in artificial saliva. The color ratings were performed 7 days after the treatment. **Results:** Regarding the color, significant differences were found among bleaching techniques in the groups enamel and dentin + enamel, with a higher color difference for the 35% HP. Bleaching did not change the translucency of the dental tissues and the fluorescence showed significant differences for the 35% HP subgroups in Dentin and Enamel+dentin group, and for 10%CP subgroups in Enamel group. **Conclusion:** The dental bleaching changed the color and fluorescence of the dental tissues, however translucency was not affected.

**Keywords:** Dental Bleaching. Fluorescence. Spectrophotometry.

## 1 INTRODUÇÃO

O clareamento dental é uma modalidade de tratamento odontológico solicitada por um número cada vez maior de pacientes. Inicialmente idealizado para resolver problemas estéticos provenientes do escurecimento dental, por causas patológicas ou traumáticas, é também muito aplicado na atualidade para proporcionar meramente um sorriso mais branco, tão solicitado pelo senso estético moderno (Goldstein, Kiremidjian-Schumacher<sup>24</sup>, 1993). A aparência dos dentes é muito importante aos pacientes de todas as idades e está associada com a percepção de saúde e beleza. O clareamento oferece uma alternativa conservadora, simplificada e econômica para modificar a cor dos dentes. Dentre os candidatos a este tratamento incluem-se os pacientes com dentes escurecidos pelo envelhecimento, aqueles que fizeram ingestão constante de alimentos cromogênicos, os que foram usuários de cigarros ou outros subprodutos do tabaco, indivíduos que fizeram uso de tetraciclina durante a formação do dentes, dentre outros (Hattab et al.<sup>27</sup>, 1999; Kugel, Kastali<sup>40</sup>, 2000). Desta forma, ele é atualmente considerado como uma parte integrante da Odontologia Estética, podendo ou devendo muitas vezes preceder o tratamento restaurador (Li<sup>51</sup>, 2003).

Existem duas modalidades básicas de tratamento clareador. Uma delas é a técnica caseira, na qual o paciente utiliza uma moldeira contendo um gel à base de peróxido de carbamida, em baixas concentrações, por um período médio de duas a três semanas. Desde sua divulgação por Haywood e Hayman<sup>28</sup>, em 1989, esta técnica tem se tornado cada vez mais popular. Na literatura há diversas pesquisas comprovando a eficácia desta técnica de tratamento (Haywood; Hayman<sup>28</sup>, 1989; Jones et al.<sup>37</sup>, 1999; McCaslin et al.<sup>63</sup>, 1999; Mokhlis et

al.<sup>64</sup>, 2000; Wetter et al.<sup>68</sup>, 2004). Contudo, o tempo necessário para se alcançar os resultados almejados e o fato de depender da dedicação do paciente ao tratamento são algumas desvantagens desta modalidade de clareamento.

A outra possibilidade de clareamento de dentes vitais é a técnica realizada em consultório. Nesta modalidade, o Cirurgião-Dentista emprega um gel à base de peróxido de hidrogênio em alta concentração, cerca de 35%, o qual é aplicado sobre os dentes durante um período de 30 a 60 min. Embora esta técnica seja mais antiga do que a do clareamento caseiro, ela ficou por muitos anos delegada a segundo plano, devido às suas dificuldades inerentes, como o emprego da solução de peróxido de hidrogênio, que era difícil de aplicar e necessitava obrigatoriamente do isolamento absoluto. Contudo, com o aprimoramento da formulação dos géis clareadores, o surgimento das barreiras gengivais fotopolimerizáveis e as novas fontes de energia para a ativação, seu uso tornou-se mais difundido (Torres et al.<sup>82</sup>, 2007). Dentre as vantagens do clareamento em consultório podemos citar o fato de não requerer a intervenção do paciente durante o tratamento e os resultados poderem ser vistos imediatamente (Papathanasiou et al.<sup>66</sup>, 2002).

Independentemente da técnica utilizada, o agente clareador será direta ou indiretamente o peróxido de hidrogênio, o qual, ao se decompor em radicais livres, através da influência de diversos mecanismos, dará início à reação de clareamento dental propriamente dita. Os radicais liberados oxidam os pigmentos impregnados no tecido dental, quebrando grandes cadeias aromáticas, de coloração mais escurecida. Estas cadeias, ao serem quebradas, são transformadas em cadeias lineares insaturadas, um pouco mais claras, as quais, por sua vez, sofrerão uma segunda oxidação, que dará origem a cadeias lineares saturadas ainda mais claras (Dahl, Pallesen<sup>15</sup>, 2003; Leonard et al.<sup>50</sup>, 1997).

A aparência de um dente por um observador humano é um complexo processo psicofisiológico sensorial que é influenciado pelo iluminante e pelas características específicas do dente. Estas características incluem forma, tamanho, posição e cor do dente. A cor de um dente é determinada por uma combinação de suas propriedades ópticas. Quando a luz encontra um dente, quatro fenômenos associados com as interações do dente com o fluxo luminoso podem ser descritos: (1) transmissão especular do fluxo de luz através dele, (2) reflexão especular na superfície, (3) reflexão difusa da luz na superfície, e (4) absorção e espalhamento do fluxo no interior dos tecidos dentais (Ragain, Johnston<sup>70</sup>, 2001).

O fenômeno da cor é uma resposta psicofísica à interação física entre a energia luminosa e um objeto, associada à experiência subjetiva de um observador (Bridgeman<sup>6</sup>, 1987). Três fatores podem influenciar a percepção da cor, sendo eles a fonte de luz, o objeto que está sendo visto e o observador que está vendo o objeto (Joiner<sup>36</sup>, 2004). A fonte de luz pode emitir energia numa variedade de comprimentos de onda, sendo caracterizada pela quantidade relativa de energia para cada comprimento de onda no espectro visível. Desta forma, a luz que ilumina um objeto afeta a percepção de cor, visto que fontes diferentes contêm quantidades variadas de cada comprimento de onda visível da luz (Joiner<sup>36</sup>, 2004).

Com relação ao objeto, a sua reflexão espectral ou transmissão da luz caracteriza o aspecto de cor do referido objeto. Por exemplo, um objeto vermelho tem esta cor porque ele reflete os comprimentos de onda do vermelho mais do que o verde ou azul. A curva de reflexão ou transmissão espectral de um objeto pode ser representada graficamente, e possibilita um caminho para quantificar a cor numericamente. Com relação ao observador, o sistema visual e cerebral finalmente afeta a percepção geral da cor (Hill<sup>30</sup>, 1987).

Há aparelhos específicos para avaliação da cor de objetos, como os espectrofotômetros. Com estes aparelhos podemos obter informações importantes sobre as características ópticas dos dentes, que não só a cor. Através das medidas por reflexão, é possível também avaliar indiretamente a fluorescência e translucidez dos tecidos dentais.

A translucidez é a propriedade de uma substância de permitir a passagem parcial da luz e também a sua dispersão. Objetos translúcidos são descritos com um estado complexo entre a opacidade e a transparência. A translucidez de um material pode ser determinada pelo parâmetro de translucidez (PT). Este parâmetro refere-se à diferença de cor de um material de espessura uniforme, sobre um fundo preto e um fundo branco. Se um material é absolutamente opaco, o PT é zero (Paravina et al.<sup>67</sup>, 2002).

A fluorescência é a propriedade de uma substância que absorve luz e então espontaneamente emite em um comprimento de onda maior. Os dentes naturais emitem uma forte fluorescência azul sob a ação da luz ultra-violeta (Spitzer, ten Bosch<sup>74</sup>, 1976). A fluorescência pode ser determinada pela inclusão ou pela exclusão do componente UV da luz com um espectrofotômetro de reflexão (Lee et al.<sup>47</sup>, 2006).

Como o clareamento age alterando a cor dos dentes é possível que ele tenha alguma influência nas outras características ópticas também. Outro fator importante em relação ao clareamento é a profundidade com que ele age no esmalte e dentina. Não há um consenso na literatura sobre a ação dos agentes na profundidade dos tecidos dentais. Assim, torna-se importante avaliar o comportamento óptico do esmalte e dentina frente aos agentes clareadores.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para facilitar a compreensão dos assuntos abordados nesse estudo, a revisão bibliográfica foi dividida em 3 tópicos principais:

**Agentes clareadores:** onde são incluídos estudos sobre as técnicas de clareamento dental caseiro e em consultório;

**Cor, Translucidez e Fluorescência:** onde são apresentadas algumas definições sobre cor, translucidez e fluorescência, e diversas metodologias utilizadas para avaliação destas propriedades ópticas;

**Uso de dentes bovinos:** onde são apresentados diversos trabalhos sobre a utilização de dentes bovinos em estudos de clareamento;

### 2.1 Agentes clareadores

No clareamento de dentes vitalizados existem basicamente 2 modalidades de tratamento, o clareamento caseiro e o clareamento de consultório ou ambulatorial. As principais diferenças entre eles são a concentração e a frequência de uso dos agentes clareadores.

A técnica caseira foi amplamente difundida depois que Haywood e Heymann<sup>28</sup>, apresentaram um artigo em 1989 com o protocolo clínico de clareamento dental caseiro com peróxido de carbamida a 10%. Os autores relataram as vantagens desta modalidade de tratamento em relação ao clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 30%, como: menor custo ao paciente e mais segurança, pois não utiliza

produtos cáusticos. Os autores indicaram a utilização do peróxido de carbamida a 10%, oito horas por dia, em moldeiras, e utilização por seis semanas, período no qual encontraram ótimos resultados, embora em duas semanas, já tivessem sido observados efeitos iniciais do clareamento.

Desde então, diversos trabalhos sobre clareamento foram apresentados e variações na técnica foram sugeridas. Cardoso et al.<sup>11</sup> (2007) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar, *in vitro*, a influência do tempo de aplicação de um gel de peróxido de carbamida a 10% na cor dos dentes. Os autores concluíram que o tempo de aplicação de oito horas poderia ser substituído por uma ou duas horas, pela similaridade na mudança de cor apresentada com os diferentes tempos de uso do gel.

Em relação à concentração do produto, hoje há disponíveis no mercado várias concentrações de peróxido de carbamida (10 a 22%) e também de peróxido de hidrogênio (4,5% a 10%) para uso em moldeiras.

Mokhlis et al.<sup>64</sup> (2000) conduziram um estudo *in vivo* com o objetivo de avaliar a eficácia do peróxido de carbamida a 20% e peróxido de hidrogênio a 7,5% durante o uso diurno. Foram avaliadas mudança de cor, regressão da cor após o tratamento e a sensibilidade dental e gengival. Os resultados mostraram que o uso de peróxido de carbamida 20% resultou em maior clareamento que o peróxido de hidrogênio 7,5% durante os primeiros 14 dias do estudo, mas ao final não foram observadas diferenças significativas entre os produtos em relação ao grau de clareamento. Não foram observadas diferenças significativas em relação à sensibilidade dental ou gengival. Os autores concluíram que ambos, peróxido de carbamida ou peróxido de hidrogênio, são efetivos como agentes de clareamento caseiro, quando adotados o regime de uso diurno.

Karpinia et al.<sup>38</sup> em 2002 avaliaram a efetividade de dois sistemas de clareamento para dentes vitais por meio de um estudo clínico. Sessenta e nove voluntários adultos foram aleatoriamente divididos em dois grupos. Um grupo utilizou tiras contendo peróxido de hidrogênio a 6% (Professional Crest Whitestrips) e outro grupo utilizou moldeiras com uma combinação de peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida, com uma concentração equivalente a 10% de peróxido de carbamida (Nite White Excel 2). A resposta do clareamento foi medida objetivamente em coordenadas de cor L\*, a\* e b\*, por meio de imagens digitais dos dentes anteriores superiores. Ambos tratamentos resultaram em melhora significativa do amarelamento ( $\Delta b$ ) e luminosidade ( $\Delta L$ ). Para a comparação entre grupos, os indivíduos submetidos ao clareamento com as tiras tiveram resposta mais significativa relativa comparada ao clareamento com moldeiras, nos tempos de leitura intermediários, enquanto que ao final do tratamento, o grupo das tiras teve um resultado altamente superior para todos os parâmetros de cor medidos. Ambos os tratamentos foram bem tolerados, com 35-40% dos indivíduos de cada grupo relatando pouca sensibilidade ou irritação gengival.

No clareamento realizado em consultório utiliza-se concentrações maiores de peróxido de hidrogênio, necessitando um cuidado especial em relação a proteção dos tecidos moles. Há na literatura muitos trabalhos que avaliam a efetividade dos agentes clareadores de uso ambulatorial (Papathanasiou et al.<sup>66</sup>, 2002; Marson et al.<sup>59</sup> 2005; Wetter et al.<sup>85</sup>, 2004; Luk et al.<sup>53</sup>, 2004; Auschill et al.<sup>2</sup>, 2005). São propostas muitas variações de aplicação, principalmente em relação à utilização de fontes de luz para ativação do gel e tempo de permanência de contato do gel com a superfície dental.

Papathanasiou et al.<sup>66</sup> realizaram uma pesquisa em 2002 com o objetivo de avaliar a efetividade da ativação por luz (geração de calor) do peróxido de hidrogênio a 35% no sistema de clareamento em consultório. Foram selecionados vinte pacientes saudáveis sem história

de sensibilidade dental, com escurecimento anterior em A3 (escala Vita) ou mais escuro. Somente os seis dentes anteriores superiores foram submetidos ao clareamento. Os pacientes receberam uma profilaxia e tiveram a cor dos dentes avaliada no início e após o clareamento por três avaliadores independentes, pré-calibrados com 85% de confiança em determinar a cor. Os avaliadores utilizaram a Escala Vita Classical organizada por ordem de luminosidade. Os participantes receberam o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra) por 20 min, utilizando barreira de resina para o isolamento gengival. Durante o clareamento, o peróxido de hidrogênio foi ativado com aparelho fotopolimerizador somente nos dentes do lado direito. Todos os pacientes retornaram após 24 h para avaliação da cor. Apesar de ter havido alguns exemplos isolados (7 de 20 pacientes) de maior grau de clareamento nos dentes que tiveram ativação do gel, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os autores concluíram que a utilização da luz é opcional na técnica do clareamento dental com peróxido de hidrogênio a 35%.

Marson et al.<sup>59</sup> (2005) também observaram que a utilização de fontes de luz não afetou o resultado do clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%. Neste trabalho as fontes utilizadas foram lâmpada halógena, LED e LED/laser. Porém outros trabalhos mostraram que a ativação com fontes de luz aumentou a eficácia do tratamento clareador. (Wetter et al.<sup>85</sup>, 2004; Luk et al.<sup>53</sup>, 2004; Auschill et al.<sup>2</sup>, 2005).

Alguns autores propuseram um maior tempo de permanência do gel de peróxido de hidrogênio a 35% com a superfície dental sem a necessidade de troca do gel durante a sessão de clareamento. Marson et al.<sup>58</sup> (2008) avaliaram o tempo de decomposição e o pH de agentes utilizados em clareamento de consultório. Observaram que determinados agentes (Opalescence Xtra Boost e White Gold Office) não sofreram alteração de pH ao longo de 45 min e mantiveram estável sua decomposição. Assim, os autores sugeriram que estes agentes não

precisariam ser trocados durante a sessão de clareamento. Já Matis et al.<sup>61</sup> (2009) ao realizarem um estudo *in vivo* observaram efetividade maior do peróxido de hidrogênio a 35% quando ele foi trocado 3 vezes a cada 15 min em comparação a utilização de única aplicação de 40 min.

Algumas pesquisas objetivaram comparar o tratamento caseiro com o de consultório. Zekonis et al.<sup>90</sup>, em 2003 realizaram uma avaliação clínica dos tratamentos de clareamento dental caseiro e em consultório. Participaram da pesquisa dezenove indivíduos que realizaram os dois tratamentos, um em cada hemi-arco superior. Para o tratamento caseiro, foi utilizado gel de peróxido de carbamida a 10% em moldeira de silicone por 14 dias. No tratamento em consultório, foi aplicado peróxido de hidrogênio a 35% por 10 min, repetindo-se por três vezes em cada sessão. Foram realizadas duas sessões com intervalo de uma semana. Foram avaliados o grau de sensibilidade das gengivas e dentes e as alterações na cor. O tratamento caseiro promoveu clareamento significativamente maior que o tratamento em consultório. A reincidência do escurecimento dental estabilizou-se após seis semanas e o tratamento caseiro resultou em maior sensibilidade gengival com significância estatística. Para a sensibilidade dental não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os autores concluíram que o clareamento dental caseiro é mais efetivo, mais aceitável para os pacientes e requerem menor tempo clínico comparado ao tratamento realizado em consultório.

Giachetti et al.<sup>22</sup> (2010) realizaram um estudo clínico de 9 meses de acompanhamento para comparar os efeitos do clareamento com peróxido de carbamida a 10% e peróxido de hidrogênio a 38%. Ao final do acompanhamento, os autores observaram que não houve diferença entre os tipos de clareamento.

Já Garber et al.<sup>21</sup> (1991) propuseram a combinação dos dois tratamentos (caseiro e consultório) relatando ser a melhor opção. O paciente realiza uma sessão de clareamento em consultório e depois continua com o clareamento caseiro. Dentre as vantagens desta

modalidade estão o menor custo ao paciente comparado ao tratamento estritamente de consultório e a possibilidade de um resultado positivo imediato, motivando-o a continuar o tratamento com a moldeira em casa. Os autores relataram as desvantagens sobre o uso de produtos de venda livre e motivam os clínicos a terem um papel educativo importante em divulgar para seus pacientes os problemas desta modalidade de tratamento.

Da Costa et al.<sup>14</sup> (2010) ao realizarem estudo clínico comparando as modalidades de clareamento caseiro (peróxido de carbamida a 10%) com o clareamento em consultório (peróxido de hidrogênio a 25%), observaram que 5 sessões de clareamento caseiro equivalem a 1 sessão de clareamento em consultório.

Patel et al.<sup>68</sup> (2008) tiveram por objetivo comparar a mudança de cor imediata e a longo prazo de diferentes técnicas de clareamento dental. Os autores observaram uma melhor eficácia do clareamento com peróxido de carbamida (uso caseiro) em comparação ao peróxido de hidrogênio (uso em consultório).

Jones et al.<sup>37</sup> (1999), avaliaram *in vitro* as técnicas de clareamento de consultório utilizando laser e caseiro, por colorimetria. Os autores concluíram que o clareamento com peróxido de carbamida 20% produziu as mudanças mais perceptíveis na cor e que uma sessão de peróxido de hidrogênio a 35% ativado por laser de argônio não mostrou mudança de cor perceptível.

Em relação à segurança das diferentes técnicas de clareamento, Dahl e Pallesen<sup>15</sup> (2003) publicaram uma revisão crítica da literatura sobre os aspectos biológicos do clareamento dental. A eficiência do procedimento clareador, de acordo com a revisão, depende principalmente da concentração do agente clareador, a sua habilidade para alcançar as moléculas do pigmento, a duração e a frequência que o agente está em contato com o dente. Os autores levantaram uma série de efeitos adversos do peróxido de hidrogênio, e recomendaram que deve se

evitar o uso de concentrações maiores que 10% para o peróxido de carbamida quando se utilizar o clareamento caseiro e que a indicação do clareamento deve ser baseada em altos padrões éticos e de julgamento profissional.

Zimmerman et al.<sup>91</sup> (2010) avaliaram as alterações das propriedades mecânicas do esmalte e dentina devido ao clareamento dental, observando que as mudanças nas propriedades mecânicas foram relacionadas à alterações na concentração de proteínas dentro do dente.

Hegedus et al.<sup>29</sup>. (1999) estudaram o efeito dos agentes clareadores na superfície de esmalte através da microscopia de força atômica. Os autores observaram que os agentes de clareamento para uso caseiro foram capazes de causar alterações na superfície do esmalte. Foi especulado que os agentes clareadores afetam a fase orgânica do esmalte. Os peróxidos podem afetar não somente a superfície, mas também a estrutura interna do esmalte. Como resultado de seu baixo peso molecular, o peróxido de hidrogênio pode penetrar dentro do esmalte. Assim, os efeitos oxidativos mais internos são mais prováveis de ocorrer na subsuperfície do esmalte onde mais material orgânico está presente.

## **2.2 Cor, Translucidez e Fluorescência**

Três fatores podem influenciar a percepção da cor, sendo eles a fonte de luz, o objeto que está sendo visto e o observador que está vendo o objeto (Joiner<sup>36</sup>, 2004). A fonte de luz pode emitir energia numa variedade de comprimentos de onda, sendo caracterizada pela quantidade relativa de energia para cada comprimento de onda no espectro visível. Desta forma, a luz que ilumina um objeto afeta a

percepção de cor, visto que fontes diferentes contêm quantidades variadas de cada comprimento de onda visível da luz (Joiner<sup>36</sup>, 2004).

Com relação ao objeto, a sua reflexão espectral ou transmissão da luz caracteriza o aspecto de cor do referido objeto. Por exemplo, um objeto vermelho tem esta cor porque ele reflete os comprimentos de onda do vermelho mais do que o verde ou azul. A curva de reflexão ou transmissão espectral de um objeto pode ser representada graficamente, e possibilita um caminho para quantificar a cor numericamente. Com relação ao observador, o sistema visual e cerebral finalmente afeta a percepção geral da cor (Hill<sup>30</sup>, 1987).

A cor pode ser descrita de acordo com o espaço de cor proposto por Munsell em três dimensões. São elas o matiz, o croma ou saturação e a luminosidade. O matiz é o atributo da cor que possibilita distinguirmos entre diferentes famílias de cor, por exemplo, os vermelhos, os azuis e verdes. O croma é o grau de saturação da cor e descreve a força, intensidade ou vividez de uma cor. A luminosidade indica a claridade de uma cor, variando do preto puro ao branco puro (Joiner<sup>36</sup>, 2004).

Há também o modelo de cor denominado CIE  $L^*a^*b^*$ . Este modelo foi proposto pela Commission Internationale de L'Éclairage (CIE), uma organização destinada a padronização em áreas como cor e aparência, que definiram em 1931, a partir de uma fonte de luz padronizada, como o sistema visual humano respondia a uma dada cor. Em 1976, a CIE definiu um sistema matemático para descrever as três dimensões da cor dentro de um espaço de cor, denominado CIE  $L^*a^*b^*$ , que se baseia na teoria de percepção de cor a partir em três diferentes receptores de cor nos olhos (vermelho, verde e azul), sendo atualmente considerado um padrão internacional para mensurações de cor. O modelo CIE  $L^*a^*b^*$  representa um espaço de cor. Neste espaço tridimensional de cor existem três eixos ou coordenadas, o  $L^*$ , o  $a^*$  e o  $b^*$ . O valor de  $L^*$  é a medida de luminosidade 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 saturação. O eixo  $a^*$  é medido do avermelhado ( $a^*$  positivo) ao esverdeado ( $a^*$  negativo), variando respectivamente de +120 a -120. O eixo  $b^*$  é medido do amarelado ( $b^*$  positivo) ao azulado ( $b^*$  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 (Joiner<sup>36</sup>, 2004).

As vantagens do sistema CIE  $L^*a^*b^*$  é que as diferenças de cor podem ser expressas em unidades que podem ser relacionadas à percepção visual e significância clínica (O'Brien et al.<sup>65</sup>, 1997). A fórmula da diferença de cor propõe-se a fornecer uma representação quantitativa ( $\Delta E$ ) da diferença de cor percebida entre um par de amostras coloridas sob condições experimentais (Perez Mdel et al.<sup>69</sup>, 2007). O valor obtido é expresso em unidades de  $\Delta E_{ab}$ .

No entanto, o Sistema CIE  $L^*a^*b^*$  possui uma uniformidade pobre do espaço da cor, pelo menos quando pequenas diferenças de cor estão em questão. Com o objetivo de aperfeiçoar a correção entre a diferença de cor percebida e computada nas aplicações industriais, uma nova fórmula proposta pela CIE foi introduzida. Nela houve a incorporação de correções específicas para a não-uniformidade do espaço CIE  $L^*a^*b^*$  (as chamadas funções de pesagem  $S_L$ ,  $S_C$  e  $S_H$ ) e parâmetros que contabilizam a influência do iluminante e das condições de visualização na avaliação da diferença de cor (os chamados fatores paramétricos  $K_L$ ,  $K_C$  e  $K_H$ ) (Perez Mdel et al.<sup>69</sup>, 2007). A fórmula da diferença de cor CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) foi adotada como a nova equação de diferença da CIE (Luo et al.<sup>54</sup>, 2001). Nelas estão inclusas, não somente luminosidade, matiz e saturação, mas também um termo interativo entre

as diferenças de saturação e matiz para aperfeiçoamento do desempenho para cores azuis e um fator para o parâmetro  $a^*$  para aperfeiçoamento das cores cinza (Lee<sup>44</sup>, 2005). Assim, esta nova equação foi oficialmente adotada como a nova fórmula de diferença de cor da CIE, a CIEDE2000 (Luo et al.<sup>54</sup>, 2001).

Kim et al.<sup>39</sup> (2009) avaliaram a correlação entre as diferenças de cor baseadas em 3 fórmulas entre pares de paletas de duas escalas de cor (Vita e Chromascop). A cor das paletas foi medida e as diferenças entre as paletas foram calculadas utilizando-se as fórmulas de  $\Delta E_{ab}$ ,  $\Delta E_{00}$  e  $\Delta E_{99}$ . A fórmula do  $\Delta E_{99}$  é um aprimoramento com base no Sistema CIEL\*a\*b\* em que ela tem uma melhor correlação com a impressão visual de pequenas diferenças de cor. Foi utilizado test “t” pareado para determinar as diferenças entre as fórmulas para cada par e a análise de regressão foi utilizada para determinar a correlação entre as diferenças de cor. Os resultados mostraram que para ambas as escalas, houve diferença significativa entre as diferenças de cor como também uma forte correlação. Os autores concluíram que as 3 fórmulas de diferenças de cor podem ser utilizadas para avaliação de escalas de cor.

Luo et al.<sup>55</sup> (2005) propuseram a utilização de outros índices para avaliação do clareamento dental. Os autores compararam vários índices de clareamento (WIC, Z% e WI) e de amarelamento (E313, D1925) propostos pela CIE e compararam seus desempenhos na mensuração do clareamento dos dentes humanos. Um total de 9 observadores organizaram os 26 dentes da Escala Vita 3D em ordem de luminosidade. Para calcular os índices de clareamento e amarelamento, os valores dos tristímulos (X,Y,Z) dos dentes foi primeiramente obtido, utilizando-se um espectrofotômetro. Foi calculada a correlação entre os índices e os resultados das análises visuais. Os autores também estudaram a correlação da Coordenada  $b^*$  com os resultados visuais, pois afirmam que as mudanças nesta coordenada de cor são as que mais predizem o resultado do clareamento. Concluíram que o melhor

desempenho dos índices foi o do WIO, uma versão modificada do índice WIC.

Douglas et al.<sup>18</sup> (1998) também observaram que as correlações entre a avaliação instrumental e visual de cores diferentes não concorda em todas as dimensões de espaço de cor. Os resultados mostraram que o limite de aceitabilidade da diferença de cor foi de 1,1 unidades de  $\Delta E_{ab}$  para variações no tom de vermelho e 2.1 unidades de  $\Delta E_{ab}$  para variações no tom de amarelo. Isso indica que o matiz e a saturação influenciam a capacidade de percepção da diferença de cor, e os observadores humanos são mais sensíveis à diferenças de cor na direção do eixo  $a^*$  que na direção do eixo  $b^*$ .

Verificamos na literatura que há vários métodos para avaliação da cor dos dentes. Alguns métodos são considerados subjetivos, pois utilizam a avaliação humana. Existem também métodos objetivos, os quais utilizam imagens fotográficas e também aqueles que utilizam aparelhos específicos para a leitura da cor. Vários pesquisadores utilizam espectrofotômetros e colorímetros em suas pesquisas (Alves et al.<sup>1</sup>, 2006; Carvalho et al.<sup>16</sup>, 2002; Dietschi et al.<sup>17</sup>, 2006; Frysh et al.<sup>19</sup>, 1995; Gallagher et al.<sup>20</sup>, 2002; Horn et al.<sup>32</sup>, 1998; Jones et al.<sup>37</sup>, 1999; Lenhard<sup>49</sup>, 1996). A grande vantagem em relação ao uso de colorímetros ou espectrofotômetros é a objetividade da leitura. Horn et al.<sup>32</sup> (1998) ao realizarem um estudo em que compararam a avaliação de cor do dente utilizando um espectrofotômetro e a análise visual humana, verificou que a avaliação humana da cor do dente não é confiável e que o espectrofotômetro pode prover um método mais previsível e apurado da avaliação da cor do dente *in vitro*. Na literatura também são propostos outros métodos objetivos para avaliação da cor. Viscio et al.<sup>84</sup> (2000) estudaram sobre vários métodos para avaliação da cor e observaram que a utilização de análise de cor por fotografias tornou-se uma realidade devido à facilidade de obtenção de imagens digitais. O método oferece a

vantagem de ser objetivo, porém requer tempo depois da aquisição da imagem, para determinação da mudança de cor.

A maioria das pesquisas sobre avaliação de cor em clareamento dental avalia a cor da superfície do esmalte. Porém, alguns autores tiveram a preocupação de avaliar a cor em profundidade, avaliando a cor do esmalte e dentina. Observamos que há diferenças na metodologia utilizada por diferentes estudos.

McCaslin et al.<sup>63</sup> (1999) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a mudança de cor da dentina e determinar o quanto esta mudança foi uniforme ou ocorreu de fora (da junção amelo-dentinária) para dentro (dentina próxima à polpa), após o clareamento com peróxido de carbamida a 10%. Os autores seccionaram dez incisivos humanos extraídos no sentido inciso-gengival, separando as porções mesial e distal. Após, selaram a superfície seccionada sobre uma lâmina de vidro para microscópio. Os dentes foram clareados por 10 dias com peróxido de carbamida a 10%. Foram obtidas fotografias do lado do dente coberto pelo vidro. As fotografias foram digitalizadas e convertidas para escala de níveis de cinza. Foram medidas os níveis de cinza da dentina próxima à junção amelo-dentinária e próximo à parede pulpar. Os resultados mostraram que houve um aumento significativo em luminosidade para as duas áreas da dentina após o clareamento comparado ao controle. Não foram encontradas diferenças entre as duas áreas de leitura. Assim, os autores concluíram que o aumento da luminosidade da dentina confirma que ocorreu uma mudança de cor da mesma após o clareamento com peróxido de carbamida a 10%. Esta mudança ocorreu por toda a dentina em um grau uniforme, tanto na dentina mais superficial quanto na mais profunda.

Sulieman et al.<sup>78</sup> (2005) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a profundidade do clareamento de produtos à base de peróxido de hidrogênio a 35%. Foram utilizados incisivos superiores humanos, que foram inicialmente pigmentados. Doze dentes foram clareados por

peróxido de hidrogênio a 35% por 30 min e doze foram imersos em água por igual período. Após, seis dentes de cada grupo foram seccionados no sentido mesio-distal e seis no sentido vestibulo-lingual. As superfícies foram escaneadas e através do *software* Scion (Scion Corporation, Maryland, EUA), foi analisada a pigmentação e sua remoção pelo agente clareador na dentina. Os resultados mostraram que o grupo submetido à imersão em água exibiu quase completa cobertura da dentina pelos pigmentos. Já os dentes submetidos ao clareamento, apresentaram uma diminuição do pigmento dentinário. A mudança de cor ocorreu na dentina e não foi um efeito de mascaramento do esmalte superficial. Os autores concluíram que toda a extensão da dentina foi clareada de forma homogênea.

Dietschi et al.<sup>17</sup> (2006) avaliaram a habilidade de diferentes produtos para clareamento dental em clarear esmalte e dentina. Amostras da coroa de dentes bovinos com espessura padronizada ( $2,5 \text{ mm} \pm 0,025 \text{ mm}$ ), sendo metade esmalte e metade dentina foram preparadas e pigmentadas com sangue, antes de serem submetidas a 11 diferentes regimes de clareamento: clareamento caseiro utilizando peróxido de carbamida a 10%, 15%, 16% e 20%, clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 15%, 30% e peróxido de carbamida a 25%, com ou sem ativação por luz e tiras de clareamento de venda livre contendo peróxido de hidrogênio a 5,3%. As medidas de cor foram feitas em cada lado da amostra, de acordo com o sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , utilizando-se um colorímetro Minolta CR-21, antes e após pigmentação, bem como após cada série de 5 sessões de clareamento (número de aplicações variando de 5 a 20 vezes, de acordo com o protocolo de clareamento). Todos os produtos e protocolos produziram um efeito similar no esmalte enquanto que o regime de clareamento caseiro mostrou-se largamente superior em clarear a dentina. Os autores concluíram que as técnicas de clareamento em consultório foram menos

eficientes que o clareamento caseiro para remoção de pigmentos depositados na dentina.

Utilizando uma metodologia diferente, Wiegand et al.<sup>86</sup> (2005) conduziram um estudo para avaliar o efeito clareador de diferentes agentes de clareamento externo em amostras de esmalte e dentina bovinos e na subsuperfície dentinária. Dois espécimes de esmalte-dentina foram preparados a partir da face vestibular de incisivos bovinos. Em um dos espécimes, o esmalte foi removido, resultando em um disco de dentina de 1 mm de altura. O outro espécime foi desgastado e polido até que o esmalte e a dentina possuíssem 1 mm cada. O procedimento clareador foi realizado nos espécimes de esmalte-dentina. Os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  dos discos de esmalte-dentina pré e pós tratamento foram avaliados através de um colorímetro. Os valores iniciais de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  da dentina foram analisados pela mensuração dos discos de dentina. Finalmente, o esmalte dos espécimes de esmalte-dentina foi removido e a mudança de cor da dentina exposta foi mensurada. Segundo os resultados, os grupos compostos por esmalte e dentina e aqueles compostos somente por dentina apresentaram um aumento do valor de  $L^*$ , sendo que no último o aumento foi maior. Segundo os autores, a cor do dente clareado é mais influenciada pela mudança de cor da dentina.

Kugel et al.<sup>41</sup> (2007) avaliaram os efeitos do peróxido de carbamida a 10% no esmalte e dentina separadamente. Foram utilizados molares humanos extraídos, os quais foram seccionados na junção cimento-esmalte. A cor de cada espécime foi avaliada por espectrofotometria em 3 diferentes locais: na superfície vestibular da coroa, no ponto central do esmalte na superfície cortada e 1 mm na dentina também da superfície cortada. Então o clareamento foi realizado por 14 dias, 2 h por dia, na superfície vestibular. Foi utilizado um placebo como controle. A seguir foram feitas as leituras nos mesmos pontos citados. Os autores observaram que após 14 dias, a maior parte da mudança de cor observada na superfície vestibular das coroas dos dentes

expostos ao peróxido de carbamida 15% foi por causa da mudança de cor do esmalte. Em comparação ao esmalte, a dentina foi menos afetada após 14 dias de tratamento e exigiu exposição adicional ao clareamento para produzir uma significativa mudança de cor.

Uma dificuldade encontrada na realização de estudos envolvendo medição de cor dos dentes é o limitado tamanho dos espécimes em relação às aberturas de leitura dos aparelhos. Bolt et al.<sup>5</sup> (1994) publicaram um trabalho sobre a influência do tamanho da janela de leitura na mensuração de cor de dentes. Segundo os autores, a medição de cor com pequenas aberturas aplicadas a materiais túrbidos, como os dentes, geram valores incorretos para as coordenadas de cor. Em um material túrbido, a luz penetra no material, viaja através dele e é re-emitada ou absorvida. As características importantes para a aparência de cor de um material são o coeficiente de absorção e de espalhamento do corpo do material. A maioria dos fótons re-emitidos não irão emergir na posição que entraram, como serão espalhados enquanto penetram através do material. O esmalte e dentina apresentam este tipo de característica (Brodbelt et al.<sup>7</sup>, 1981; Steagall Jr<sup>76</sup>, 2005).

No trabalho de Bolt et al.<sup>5</sup> (1994) foi iluminada uma parte selecionada da superfície através de um diafragma de dimensões finitas, como ilustrada na Figura 1, extraída do trabalho. A Figura ilustra os vários caminhos que os fótons podem seguir depois que atingem a estrutura dental. Somente poucos fótons são re-emitidos na direção da área de leitura do aparelho (caminho “a”). O restante dos fótons são absorvidos (caminho “b”) ou re-emitidos para fora da janela de leitura (caminho “c”). Este último caminho gera o que chamamos de “edge loss” ou perda de borda, já que estes fótons não são detectados. A perda de borda é principalmente determinada pelo diâmetro da janela e as propriedades de absorção e espalhamento da amostra.

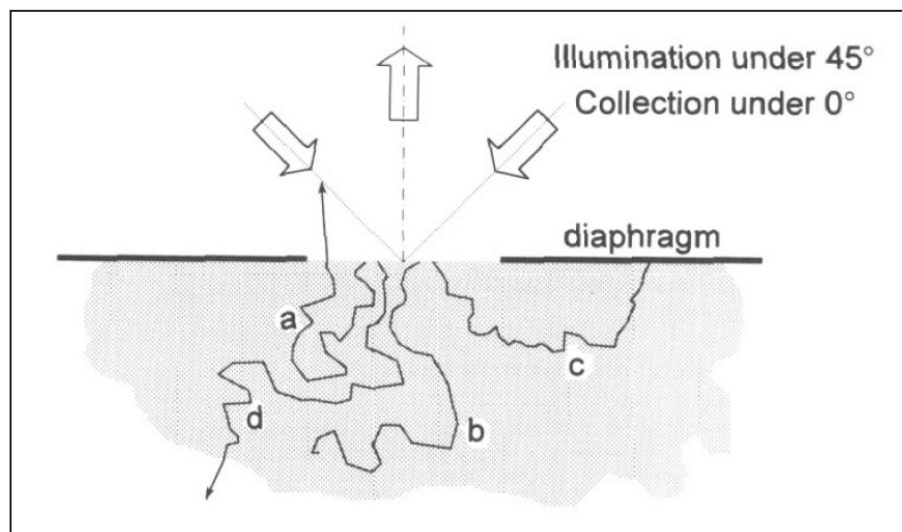


Figura 1 – Esquema da iluminação e detecção para espectrofotômetros com pequena janela de leitura. São mostrados os possíveis caminhos que os fótons podem percorrer (Bolt et al<sup>5</sup>, 1994).

Ten Bosch e Coops<sup>81</sup> (1995) estudaram a cor e a reflectância do esmalte e sua relação com o espalhamento da luz e dureza do esmalte. Foram utilizados incisivos centrais humanos extraídos. Os autores mediram o espalhamento da luz pelo esmalte e dentina. O espectro de reflexão foi medido com um espectralradiômetro com os iluminantes padrão A e D65. As medidas foram feitas sobre o esmalte e também na dentina, após a remoção do esmalte. Os resultados mostraram que as cores dos dentes antes e após a remoção do esmalte vestibular apresentaram uma correlação surpreendentemente boa: 0,79 para  $L^*$  e 0,82 para  $a^*$ . Para  $b^*$ , a correlação foi  $r = 0,56$ , indicando que, no eixo amarelo-azul, a influência do esmalte é o mais importante. Além disso, a remoção do esmalte provoca uma diminuição de  $a^*$ , ou seja, uma mudança para o verde, e um aumento de  $b^*$ , ou seja, uma mudança para o amarelo. O motivo predominante é a reflexão no esmalte, que é muito mais forte em comprimentos de onda na faixa azul do que em comprimentos de onda maiores (Spitzer e Ten Bosch<sup>75</sup>, 1975). Desde que a absorção do esmalte é pequena, os dados indicam que a cor do dente é quase totalmente determinada pelas propriedades da dentina. Ao medir a cor dos dentes com os iluminantes A e D65, os autores observaram

pequena diferença entre as coordenadas de cor comparando-se os dois iluminantes, concluindo que a fluorescência emitida pelo dente no ambiente da luz natural não representa papel importante na cor dos dentes.

Markovic et al.<sup>57</sup> (2010) realizaram um estudo para avaliar os efeitos dos agentes clareadores na reflexão da luz do esmalte humano. Os autores utilizaram discos de esmalte com diferentes estágios de maturação, provenientes de dentes totalmente impactados, de jovens entre 10 e 16 anos, de adultos entre 35 e 45 anos e de idosos com mais de 65 anos. Foi medida a reflectância antes e após o clareamento com peróxido de carbamida a 10%, 15% ou peróxido de hidrogênio a 35%. A análise estatística foi calculada para os comprimentos de onda de 450, 500 e 750 nm. Os resultados mostraram um aumento significativo da reflectância total após o clareamento para todos os estágios de maturação, independente da concentração do agente clareador para 450 nm (azul) e 500 nm (verde). Em 750 nm (vermelho) mudanças significativas somente ocorreram no esmalte proveniente de adultos e idosos. Os autores concluíram que a hipótese que o clareamento dental aja exclusivamente sobre pigmentos incorporados aos dentes não pode ser sustentada, porque o clareamento agiu sobre o esmalte em diferentes estágios de maturação.

Translucidez é a quantidade relativa de luz transmitida através de um material. Um método para medir a translucidez é pela determinação da transmissão total, incluindo o espalhamento, utilizando um espectrofotômetro com uma esfera de integração (Brodbelt et al.<sup>7</sup>, 1981). Através deste método Brodbelt et al.<sup>7</sup> (1981) determinaram a translucidez do esmalte humano. Os autores observaram que o esmalte é mais translúcido em comprimentos de onda maiores e que a desidratação diminui sensivelmente a translucidez.

Utilizando a mesma metodologia, Vieira et al.<sup>83</sup> (2008) apresentaram um estudo em que avaliaram as mudanças ocorridas na

translucidez do esmalte após o processo de clareamento dental. Foram utilizados 14 fragmentos de esmalte dental humano, obtidos pelo desgaste da dentina e acondicionados em meio úmido, constituídos por uma espessura média de 0,96 mm ( $\pm$  0,3 mm), os quais foram submetidos à aplicação de um agente clareador (peróxido de carbamida a 10%), de acordo com as recomendações do fabricante, oito horas por dia, por quatro semanas. A translucidez do esmalte foi medida antes e após o clareamento com espectrofotômetro Cintra 10 UV (GBG, Dandenong, VIC, Austrália). Os autores concluíram que o clareamento dental alterou significativamente a translucidez do esmalte, tornando-o mais opaco, afirmando que a cor do dente após o clareamento sofrerá menos influência da cor da dentina adjacente.

Outro método para avaliar a translucidez foi utilizado em algumas pesquisas (Woo et al.<sup>87</sup>, 2008; Johnston et al.<sup>35</sup>, 1995; Yu e Lee, 2008; Yu et al.<sup>88</sup>, 2009). Segundo Yu e Lee (2008) a translucidez pode ser descrita como o estado entre a opacidade e a transparência. As pesquisas utilizam o parâmetro de translucidez (PT) que se refere à diferença de cor entre um material de espessura uniforme sobre um fundo preto e um fundo branco, o que corresponde diretamente à avaliação visual de translucidez. Se um material for absolutamente opaco, o PT será zero. Este método permite a avaliação da translucidez por espectrofotômetros que medem por reflectância.

Em 2009, Yu e Lee<sup>88</sup> propuseram determinar a translucidez do esmalte e dentina humano e bovino, pelo método de reflectância, obtendo-se assim o Parâmetro de Translucidez dos tecidos dentais. Os autores relataram sobre a escassez de trabalhos sobre esta medida em dentes naturais. A falta de pesquisas pode estar relacionada à dificuldades técnicas que envolvem a medição de cor dos dentes naturais. Segundo os autores, espectrofotômetros e colorímetros são projetados para medir superfícies planas, porém geralmente espécimes de esmalte e dentina não são planos, podendo haver então dificuldades na medição

destes espécimes. Os autores observaram baixos valores de parâmetro de translucidez quando os espécimes côncavos foram posicionados sobre os fundos planos. Foi assumido que a razão para os baixos valores de parâmetro de translucidez foi porque parte da luz foi perdida na interface entre o espécime e os fundos, sem então ser absorvida. Para resolver este problema de espalhamento na interface, os autores propuseram o uso de massa de modelar como fundo padrão, pois a massa se adapta ao fundo e as laterais do dente, diminuindo o efeito de *edge-loss* e melhorando a interface espécime-fundo. Os autores observaram que a translucidez diminui conforme aumenta a espessura do substrato dental e que a translucidez da dentina bovina foi ligeiramente maior que a do esmalte. Também verificaram que o esmalte humano apresenta menores valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  que a dentina, para a mesma espessura.

Fluorescência é a propriedade de uma substância que absorve luz e então emite espontaneamente em um comprimento de onda maior. Em odontologia, a fluorescência tem sido assumida como absorção de luz ultra-violeta (UV) por uma substância e emissão de luz visível na região espectral do azul. Segundo Yu e Lee<sup>89</sup> (2008) o dente natural emite uma forte fluorescência azul sob ação da luz UV.

Matsumoto et al.<sup>62</sup>, em 1999, avaliaram a autofluorescência da dentina e observaram um aumento da fluorescência com a idade. Hoerman e Mancewicz<sup>31</sup> (1964) observaram que a intensidade de fluorescência da dentina é muito maior que a do esmalte.

Spitzer e Ten Bosch<sup>74</sup> (1976) estudaram sobre a fluorescência do esmalte bovino e humano. Os autores determinaram o espectro de emissão da fluorescência para o esmalte humano e bovino, como também para seu material orgânico separadamente, à temperatura ambiente e na temperatura do nitrogênio líquido, utilizando um espectrofotômetro de fluorescência. Em ambos substratos, três picos distintos de fluorescência foram encontrados na região de 350-360 nm, 405-410 nm, 440-450 nm. O grau de intensidade dos picos de

fluorescência no esmalte não diferiu substancialmente após a remoção do componente inorgânico. Assim, a conclusão foi de que o componente orgânico é o maior responsável pela fluorescência total do esmalte.

Gotz et al.<sup>25</sup> (2007) avaliaram o efeito do clareamento dental na superfície e subsuperfície do esmalte, incluindo o estudo da histomorfologia da subsuperfície, composição micro-química e alterações na fluorescência. Foi observada uma diminuição na fluorescência após o clareamento quando utilizada a espectroscopia Raman combinada com a técnica de microscopia de varredura confocal laser. Os autores relataram o fenômeno, mas não conseguiram explicar o porquê, sugerindo mais estudos para entender o fenômeno.

A fluorescência pode ser determinada pela inclusão ou exclusão do componente UV da luz utilizando-se um espectrofotômetro de reflectância. Encontramos na literatura vários trabalhos (Yu, Lee<sup>89</sup>, 2008; Lim, Lee<sup>52</sup>, 2007; Lee et al.<sup>47</sup>, 2006) que utilizaram esta metodologia na determinação da fluorescência de materiais odontológicos.

Também foram propostas outras metodologias para avaliação da fluorescência. Carvalho Filho et al.<sup>12</sup>, em 2006 propuseram uma metodologia para análise da fluorescência de resinas compostas por análise de imagens digitais e Takahashi et al.<sup>80</sup> em 2008 avaliaram a fluorescência de resinas compostas e tecidos dentais antes e após o envelhecimento acelerado através de espectrofotômetro de fluorescência.

### **2.3 Uso de dentes bovinos**

A utilização de dentes bovinos em pesquisas *in vitro* tem algumas vantagens como facilidade de obtenção, de padronização, pela grande quantidade de dentes utilizados e por motivos éticos. Há vários trabalhos na literatura que utilizaram dentes bovinos em estudos de

clareamento (Alves et al.<sup>1</sup>, 2006; Candido et al.<sup>9</sup>, 2007; Schiavoni et al.<sup>71</sup>, 2006).

Kwon et al.<sup>42</sup> (2002) estudaram o efeito do peróxido de hidrogênio a 30% na morfologia e na reflectância de luz do esmalte bovino, utilizando a microscopia eletrônica de varredura e espectrofotômetro. Os autores observaram um aumento gradual na reflectância nos comprimentos de onda de 400 a 500 nm. Os autores concluíram que o clareamento de dentes bovinos mostrou aparente diferença de cor com discretas alterações morfológicas após o clareamento.

Candido et al.<sup>9</sup> (2007) também utilizaram dentes bovinos para avaliar a permeabilidade do esmalte exposto a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (10% e 35%) e peróxido de carbamida (10%, 16% e 20%), observando que a exposição à saliva apresentou um papel importante na redução da permeabilidade do esmalte dentário durante o tratamento clareador, e que o emprego de agentes clareadores por tempos excessivos pode aumentar significativamente esta permeabilidade.

Em relação à similaridade dos dentes humanos e bovinos no tocante à microestrutura, Wiegand et al.<sup>86</sup> (2005) relataram que os dentes bovinos apresentam propriedades físicas e químicas muito similares as dos dentes humanos como composição, densidade, dureza Vickers, podendo, contudo, apresentar valores da coordenada L\* maiores que o dente humano, devido à diferença na reflectância superficial, explicada pelas diferenças na dieta humana e bovina.

Schiavoni et al.<sup>71</sup> (2006) também descreveram que o esmalte bovino representa uma alternativa viável ao esmalte humano em estudos de permeabilidade, ao realizarem uma pesquisa em que objetivaram comparar a permeabilidade do esmalte humano e bovino, através de um método de coloração histoquímica.

Spitzer e ten Bosch<sup>75</sup> (1975) estudaram a absorção e o espalhamento da luz no esmalte humano e bovino. Os autores observaram que o índice de refração não diferiu muito entre o esmalte humano e bovino e que os componentes orgânicos, provavelmente aminoácidos aromáticos, são os responsáveis pela maioria da absorção óptica observada.

Camargo et al.<sup>8</sup> (2007), ao compararem a penetração do peróxido de hidrogênio a 38% na câmara pulpar concluíram que os dentes humanos foram mais susceptíveis à penetração dos agentes clareadores na câmara pulpar que os dentes bovinos.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a cor, a translucidez e a fluorescência do esmalte e dentina bovinos submetidos às técnicas de clareamento com peróxido de carbamida a 10% e peróxido de hidrogênio a 35%, bem como validar a utilização da fórmula de diferença de cor  $\Delta E_{00}$  para avaliação do clareamento dental.

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP, tendo sido aprovada (anexo 1).

### **4.1 Preparo dos espécimes**

Foram utilizados 150 dentes incisivos bovinos, retirados de mandíbulas de animais recém-abatidos. Após a extração, os resíduos de ligamento periodontal foram removidos com uma lâmina de bisturi nº 15, sendo então armazenados em solução de timol a 0,1%, sob refrigeração, até o momento do uso (Wiegand et al.<sup>86</sup>, 2005) (Figura 2-A). Antes da utilização dos dentes para a preparação dos espécimes, eles foram examinados em estereomicroscópio para certificação da ausência de trincas ou outros defeitos de superfície (Jones et al.<sup>37</sup>, 1999).

Para se conseguir preparar espécimes com uma quantidade exata de esmalte e dentina, o limite amelodentinário foi exposto. Para tal, os dentes foram seccionados a 4 mm do bordo incisal, para remoção deste terço (Figura 2-B e 2-C). A seguir, foi feito outro corte, paralelo ao primeiro, 9 mm abaixo em direção ao limite amelo-cementário (Figura 2-D). Desta forma, obtivemos um corte do terço médio do incisivo bovino (Figura 2-E e 2-F).

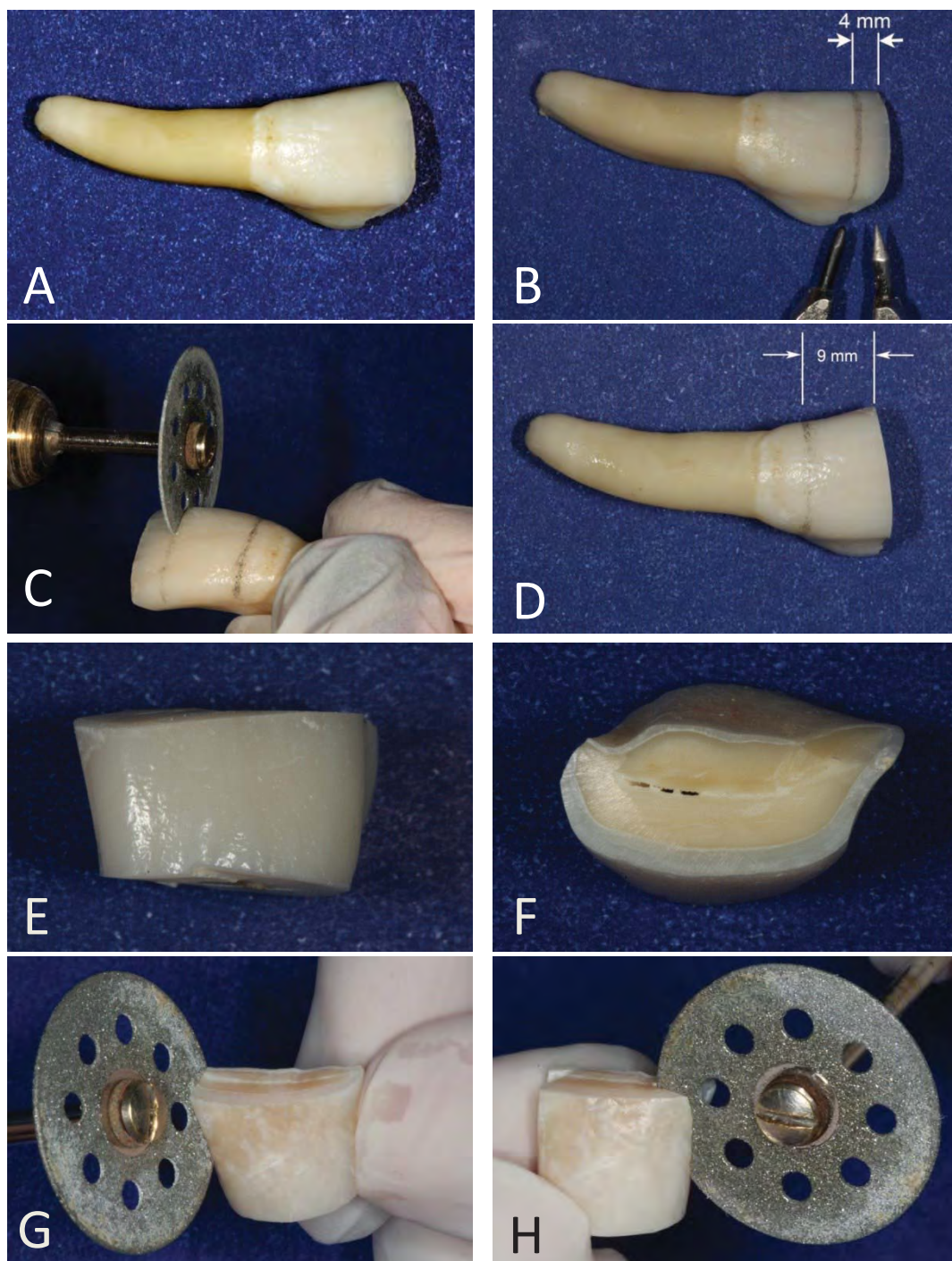


Figura 2 – Secção dos espécimes. A) Dente bovino após extração e limpeza; B) Marcação para o corte da borda incisal; C) Corte da Borda incisal; D) Marcação para o corte do terço médio; E) Fragmento a ser utilizado – vista vestibular; F) Vista incisal; G e H) Cortes para exposição do limite amelo-dentinário.

Após esta etapa, foram feitos dois cortes paralelos ao longo eixo do dente, no sentido vestibulo-lingual, próximos aos ângulos axiais vestibulares, (Figura 2-G e 2-H), tendo por objetivo expor o limite amelo-dentinário nas laterais dos fragmentos e separar a porção vestibular a ser utilizada (Figura 3-A), da lingual que foi descartada.

Posteriormente, foi feita uma secção inciso-cervical do segmento vestibular, separando-o em dois e resultando portanto em dois fragmentos (Figura 3-B e 3-C). Todas as secções descritas acima foram feitas em torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) com disco diamantado (Dremel, Breda, Holanda) montado em mandril. Os dois fragmentos obtidos foram armazenados conjuntamente, de maneira a se obter pares de espécimes de cada dente bovino.

Empregando-se uma ponta diamantada 1090 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) montada em caneta de alta-rotação, uma faixa de dentina das regiões correspondentes à borda incisal e margem cervical foram desgastadas, criando-se um degrau de 1 mm exatamente na região do limite amelo-dentinário (Figura 3-D e 3-E). A seguir o degrau foi desgastado lateralmente, sobrando apenas uma projeção de esmalte de 2 mm de largura (Figura 3-F, 3-G e 3-H).

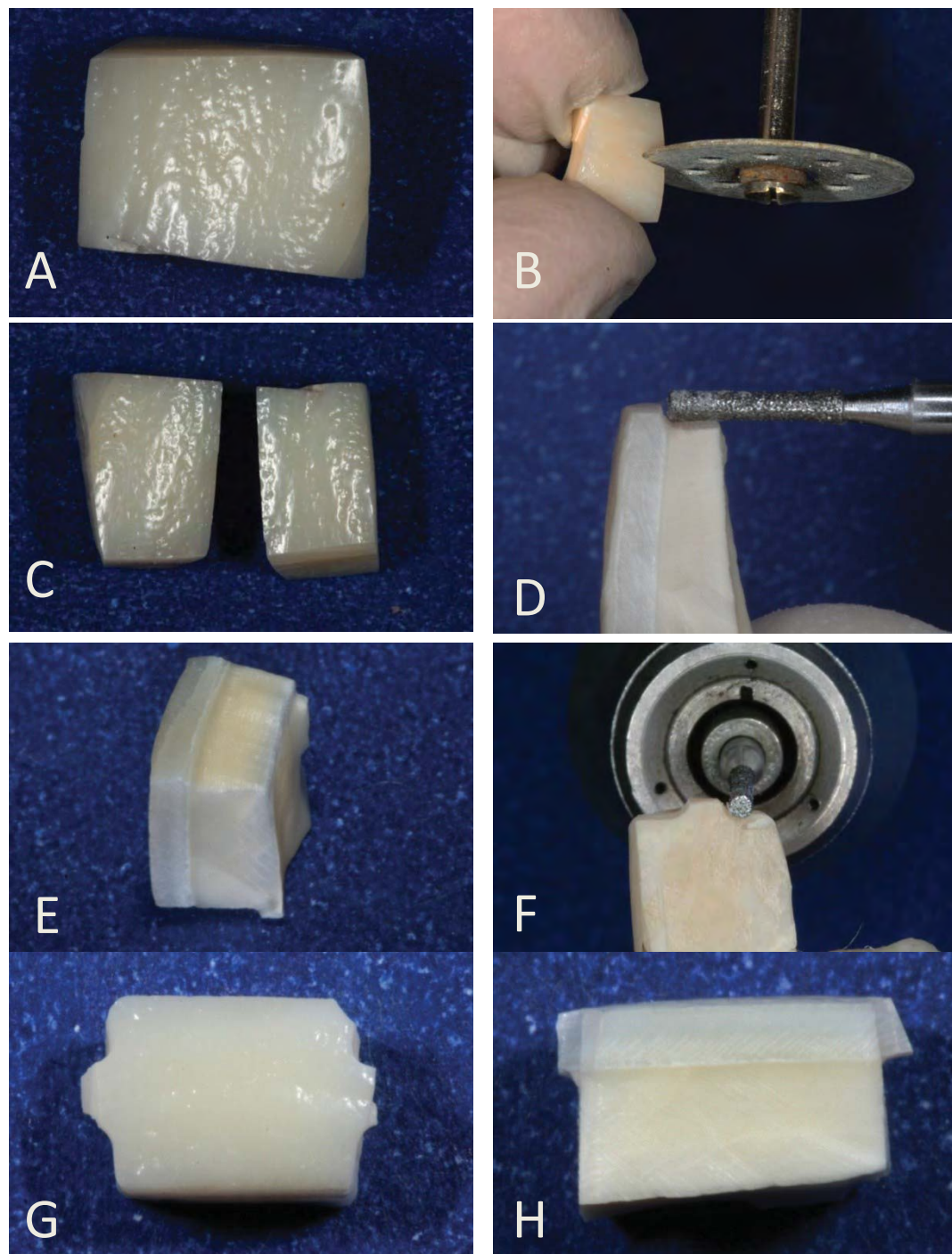


Figura 3 – Secção dos espécimes. A) Fragmento a ser utilizado no estudo; B) Secção incisivo-cervical do segmento vestibular; C) Fragmento Vestibular seccionado; D) Confeção do degrau no limite amelo-dentinário E) Vista lateral do degrau no limite amelo-dentinário; F) Desgaste para criação da projeção de esmalte; G) Vista vestibular do fragmento preparado; H) Vista lateral.

Posteriormente esses espécimes foram apoiados e fixados em uma morsa cuja superfície é exatamente paralela à base (Figura 4-A, 4-C e 4-D). Esta morsa foi levada à mesa de um delineador paralelômetro modelo B2 (Bio-art, São Carlos, SP, Brasil). Ao braço articulado do delineador foi fixada uma peça reta acoplada em micro-motor de baixa rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil) (Figura 4-B). Para efetuar a padronização da espessura de esmalte em exatamente 1,1 mm foi empregada uma ponta diamantada em forma de roda com 1,4 mm de diâmetro (PM57, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) conforme ilustrado nas Figuras 4-E e 4-F. Realizada a planificação da superfície de esmalte, foi utilizada uma broca trefina de 3 mm de diâmetro interno (Dentoflex, São Paulo, SP, Brasil), com a ponta revestida por diamante, adaptada na peça reta e esta movimentada no sentido vertical, obtendo-se assim discos de esmalte e dentina com 3 mm de diâmetro (Figura 4-G e 4-H).

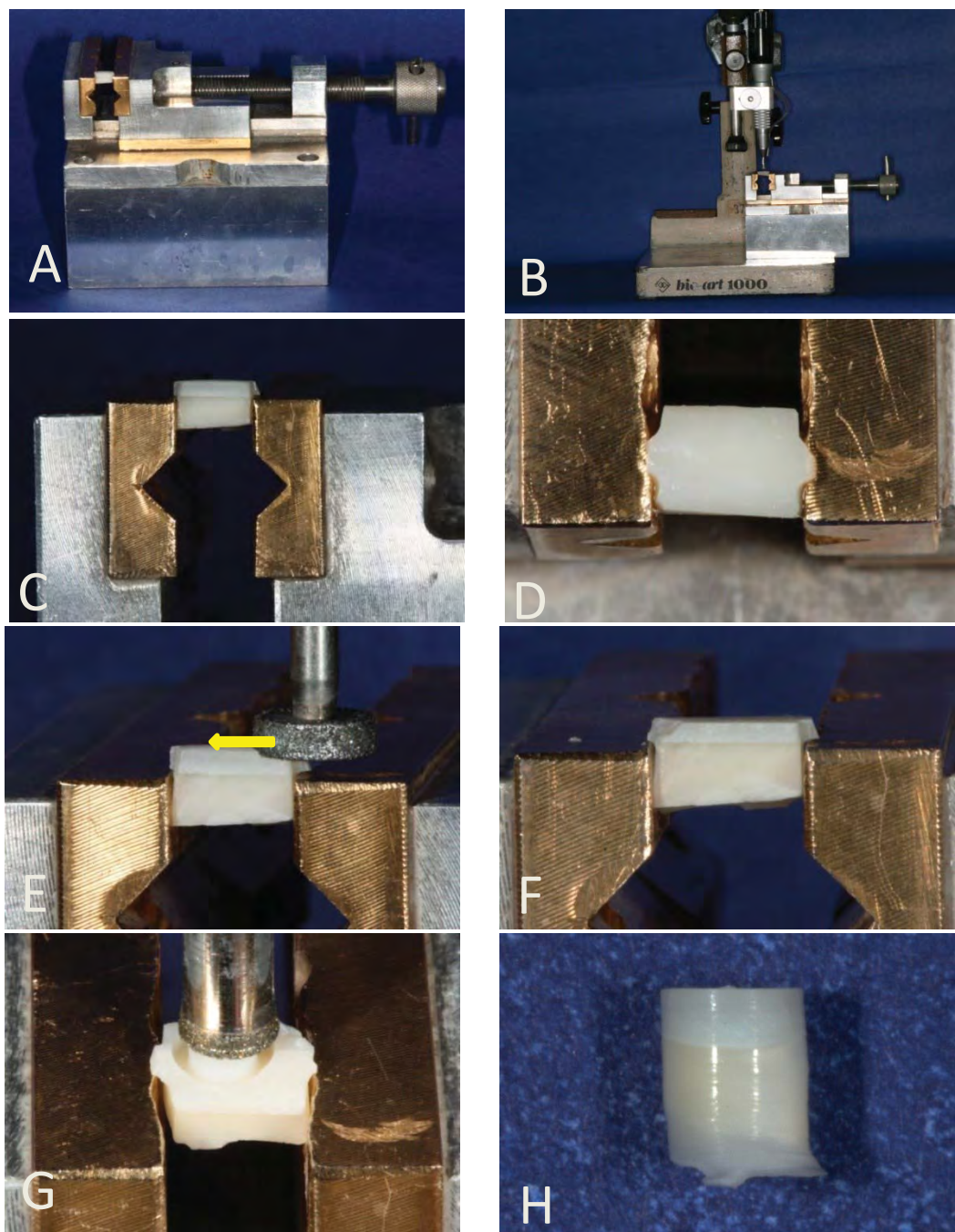


Figura 4 – Planificação do esmalte e corte dos discos. A) Morsa com superfície paralela à base; B) Conjunto delineador-peça reta-morsa; C) Fragmento posicionado na morsa – vista lateral; D) Vista superior; E) Planificação do esmalte a 1,1 mm do limite amelo-dentinário; F) Esmalte planificado; G) Utilização do trefina para confecção do disco de esmalte-dentina; H) Disco de esmalte-dentina obtido de fragmento de dente bovino.

Metade dos pares de discos foi constituída de um espécime de esmalte e dentina e o outro somente de dentina. E, a outra metade foi constituída de um espécime de esmalte e dentina e o outro somente de esmalte.

A espessura da dentina foi padronizada posicionando-se o espécime num dispositivo metálico para desgaste que possui uma perfuração de tamanho ligeiramente maior que o espécime, e um parafuso que permite o ajuste da profundidade do orifício, o qual foi ajustado em 2,1 mm (Figura 5-A e 5-B), utilizando-se um paquímetro digital (Starret, Itu, SP, Brasil).

Os espécimes foram posicionados neste dispositivo de tal forma que o esmalte ficasse voltado para baixo. Sendo assim, toda a dentina remanescente permaneceu fora do orifício (Figura 5-C) e foi desgastada em uma lixa d'água de granulação 1200 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), acoplada a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, BR) (Figura 5-D). Feito este desgaste, o dispositivo foi ajustado em 2mm e então os espécimes foram posicionados com a dentina voltada para a parte interna, deixando para fora o esmalte (Figura 5-E), o qual foi polido com lixa d'água de granulação 2500 e 4000 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), aplicadas por 20s (Figura 5-F), restando assim espécimes de esmalte e dentina com 1 mm de espessura de cada tecido (Figura 5-G e 5-H).

Os espécimes que tiveram a dentina desgastada foram posicionados no dispositivo com a dentina voltada para cima, ficando exposta até o limite amelo-dentinário (Figura 6-A). Então a dentina foi desgastada em uma lixa d'água de granulação 1200 acoplada a uma politriz. Após o desgaste restou o espécime de esmalte de 1mm de espessura (Figura 6-B e 6-E). Com uma lâmina de bisturi nº 15 foi feita uma marca na face interna (que estava voltada para o limite amelo-dentinário), para diferenciar da face externa, na qual será feita a leitura pelo espectrofotômetro.

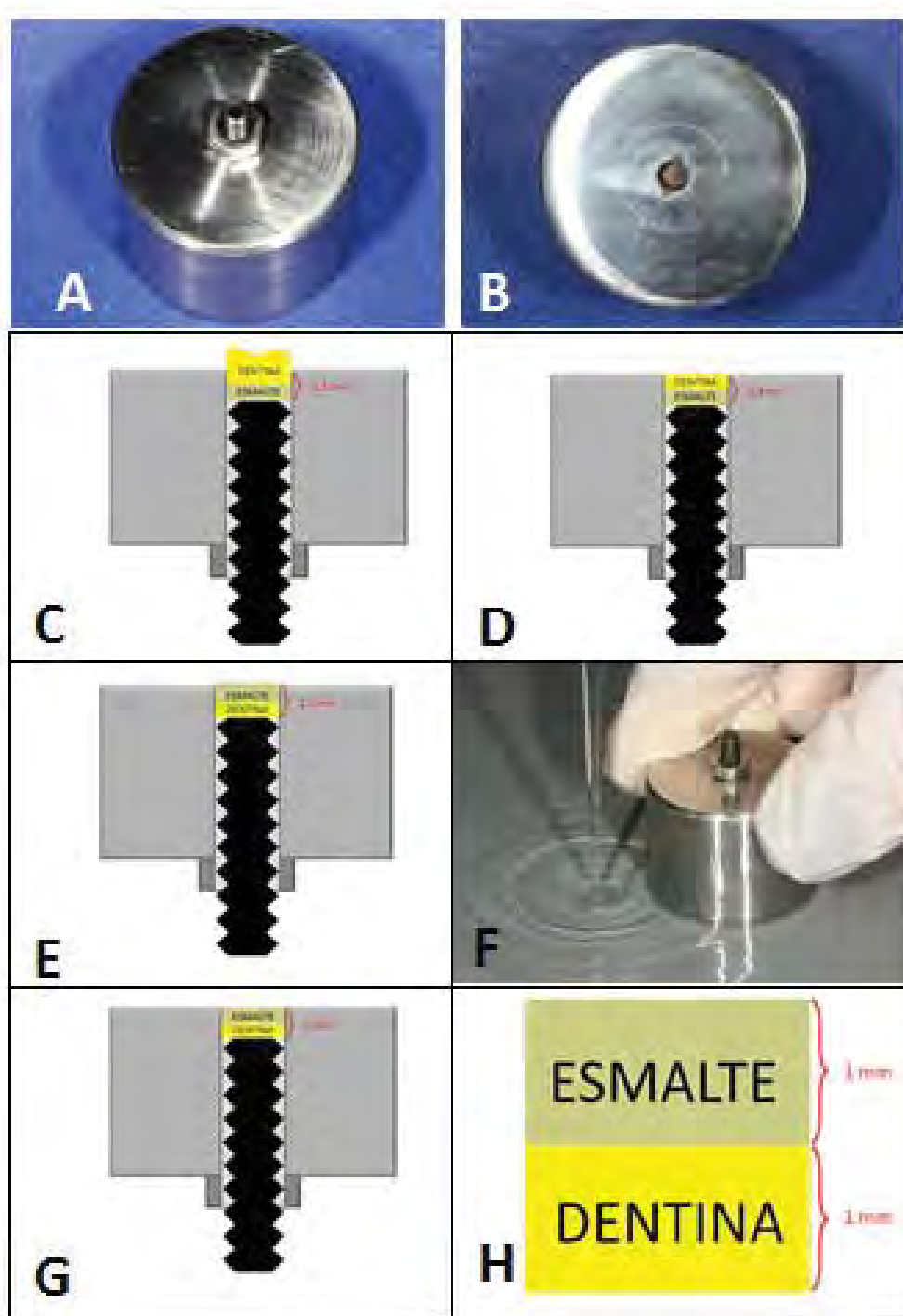


Figura 5 - Desgaste e polimento das superfícies de esmalte e dentina. A) Dispositivo utilizado (superfície); B) Dispositivo utilizado (base); C) Disco de esmalte e dentina logo após o corte pela trefina, posicionado no dispositivo de desgaste. D) Após a planificação da dentina; E) Disco posicionado com o esmalte voltado para cima, para o polimento; F) Uso da politriz para polimento dos discos; G) Após o polimento do esmalte; H) Dimensões do disco de esmalte-dentina após polimento.

Já os espécimes que tiveram o esmalte desgastado foram posicionados no dispositivo com o esmalte voltado para cima, ficando exposto até o limite amelo-dentinário (Figura 6-C). Então o esmalte foi desgastado em uma lixa d'água de granulação 1200 acoplada a uma politriz. Após o desgaste restou o espécime de dentina de 1 mm de espessura, que foi polida com a mesma sequencia de lixas utilizadas para o polimento do esmalte (Figura 6-E e 6-F). Do mesmo modo feito nos espécimes de esmalte, com uma lâmina de bisturi nº 15 foi feita uma marca na face interna (voltada para a câmara pulpar), para diferenciar da face próxima ao limite amelo-dentinário, na qual foi feita a leitura pelo espectrofotômetro.

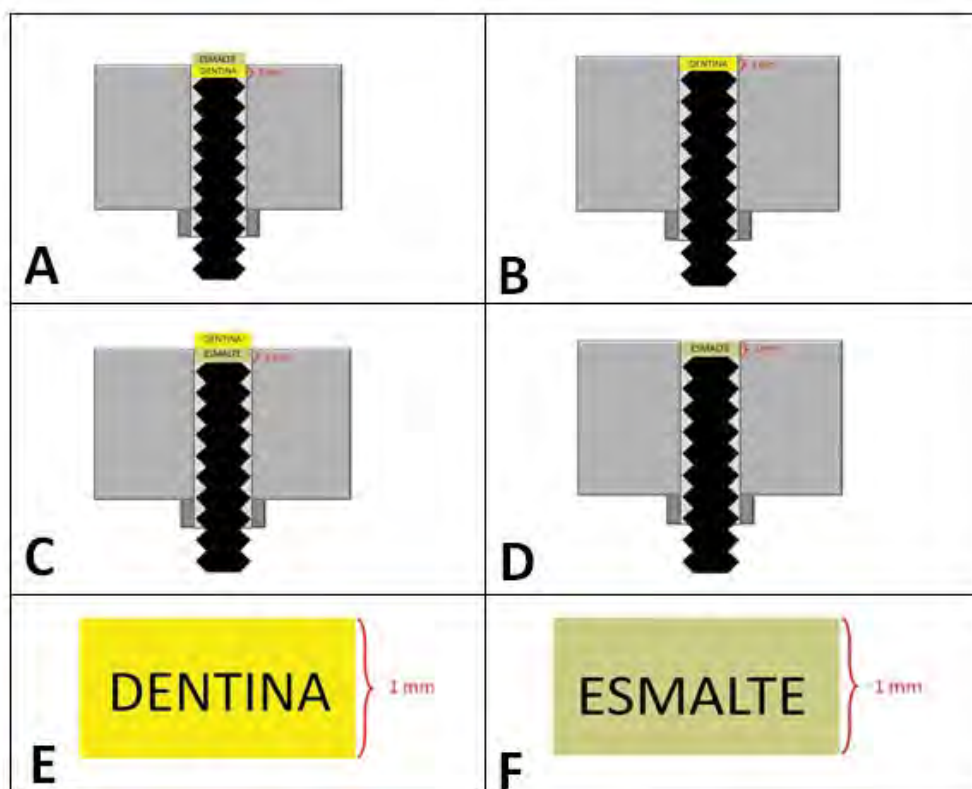


Figura 6 - Desgaste e polimento das superfícies de esmalte e dentina. A) Disco posicionado no dispositivo de desgaste, com exposição do esmalte; B) Após a retirada do esmalte; C) Disco posicionado no dispositivo de desgaste, com exposição da dentina; E) Dimensões do disco de dentina após polimento; F) Dimensões do disco de esmalte após polimento.

Os espécimes foram imersos em água deionizada e levados a um banho de ultra-som por 10 min (Ultrasonic cleaner, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) para a remoção de todos os resíduos, sendo então armazenados em solução de timol a 0,1% por 7 dias para rehidratação.

#### 4.2 Divisão dos grupos

Os pares de discos em que um dos espécimes era composto somente por dentina foi denominado de **Grupo Dentina**. Os espécimes de dentina e esmalte obtidos do restante dos pares foram denominados **Grupo Esmalte + Dentina**. E finalmente, os espécimes constituídos somente de esmalte foram denominados **Grupo Esmalte**. Após realizada a mensuração inicial da cor de cada espécime, o valor médio de  $L^*$  de cada espécime foi utilizado para a distribuição estratificada em 3 subgrupos. Cada subgrupo foi constituído de 25 espécimes para os grupos Esmalte + Dentina e Esmalte, e 25 pares para o Grupo Dentina.

Cada subgrupo foi submetido a diferentes tratamentos, descritos a seguir:

- **Subgrupo Controle (Controle):** Os discos foram mantidos em saliva artificial por 14 dias e as leituras foram realizadas no 1º e 15º dias.

- **Subgrupo Peróxido de hidrogênio 35% (PH 35%):** Foi utilizado um gel experimental de peróxido de hidrogênio a 35%. Este gel é composto por 2 partes. A primeira é uma solução de 50% de peróxido de hidrogênio associado a um espessante acrílico, o qual em um meio ácido

é uma solução branca (solução A - pH1,5). A segunda parte consiste de uma solução contendo uma substância alcalina aquosa (solução B- pH11.3). Para a obtenção do gel clareador final a 35% (pH 6.5) três partes da solução A e uma parte da solução B em volume foram misturadas. Para garantir a concentração correta de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na solução de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pura de 50% em peso (Dinâmica, Diadema, SP, Brasil) utilizada para preparar o gel, o método de titulação com permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) a 0,1N foi utilizado. Uma solução padrão de Oxalato de sódio foi utilizada para padronizar os 0.1N de KMnO<sub>4</sub> (Hardman et al.<sup>26</sup>,1985).

Quando misturado na proporção de 3 partes da solução de peróxido para 1 parte da solução alcalina, um gel de peróxido de hidrogênio a 35% é obtido. Foram realizadas 3 aplicações de 10 min cada em cada sessão. Foram realizadas 2 sessões com intervalo de 7 dias entre elas. Neste intervalo, os espécimes foram mantidos em saliva artificial (pH 6,53), utilizando a formulação proposta por Gohring et al.<sup>23</sup> (2004). As leituras foram realizadas 7 dias após a 2ª aplicação.

• **Subgrupo Peróxido de Carbamida a 10% (PC 10%):** O produto utilizado foi manipulado e continha basicamente Peróxido de Carbamida a 10%, agente espessante Carbopol, regulador de pH e água deionizada. Foram realizadas 14 aplicações de 2 h cada, com intervalo de 22 h entre as aplicações. Os discos foram mantidos em saliva artificial entre as aplicações. As leituras foram realizadas 7 dias após a realização da última aplicação de agente clareador.

A Figura 7 ilustra a divisão dos grupos.

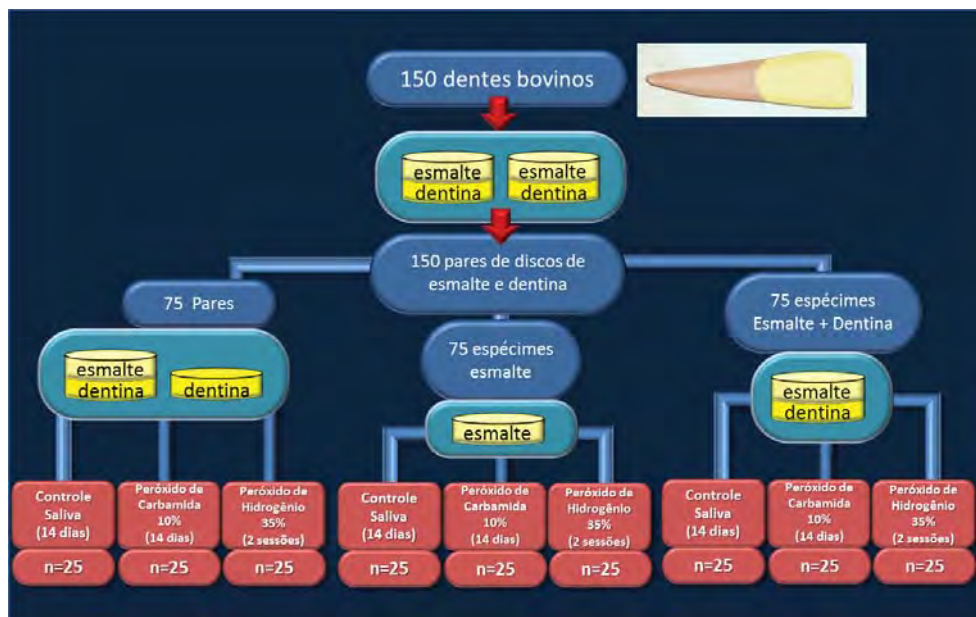


Figura 7 – Divisão dos grupos

Nos 75 pares de espécimes do Grupo Dentina, em que um dos discos do par era somente dentina, este disco funcionou como um controle da dentina. Este disco teve suas propriedades ópticas analisadas pelo espectrofotômetro e não foi submetido ao clareamento. Os outros discos dos pares, compostos por esmalte e dentina foram submetidos ao clareamento através do esmalte, sendo então removida a porção de esmalte, feito o polimento na dentina, para que a leitura final no espectrofotômetro fosse feita na dentina. Isto teve por objetivo, avaliar as alterações provocadas pelo clareamento na dentina (Figura 8).

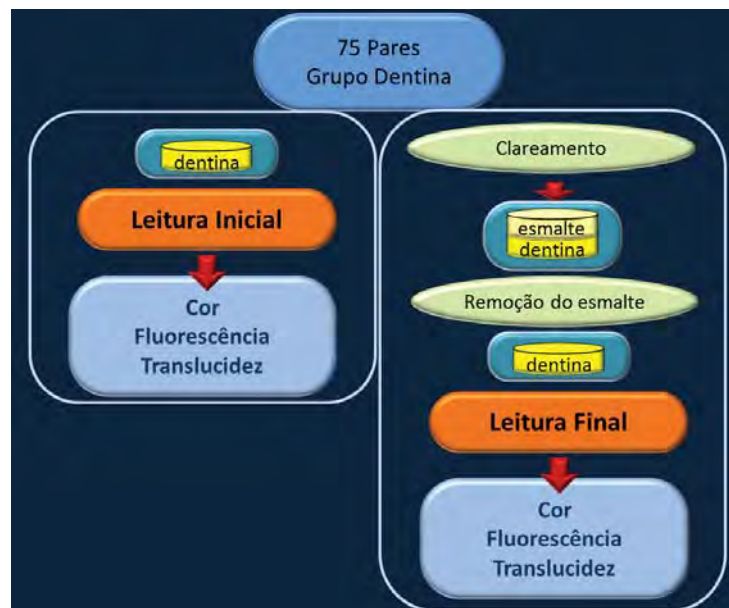


Figura 8 – Sequência de leitura da cor, translucidez e fluorescência dos espécimes do Grupo Dentina.

Nos grupos Esmalte e Esmalte + Dentina, os espécimes foram clareados ou mantidos em saliva artificial, conforme o subgrupo, sendo analisadas as propriedades ópticas nos momentos antes e após o clareamento (Figura 9).

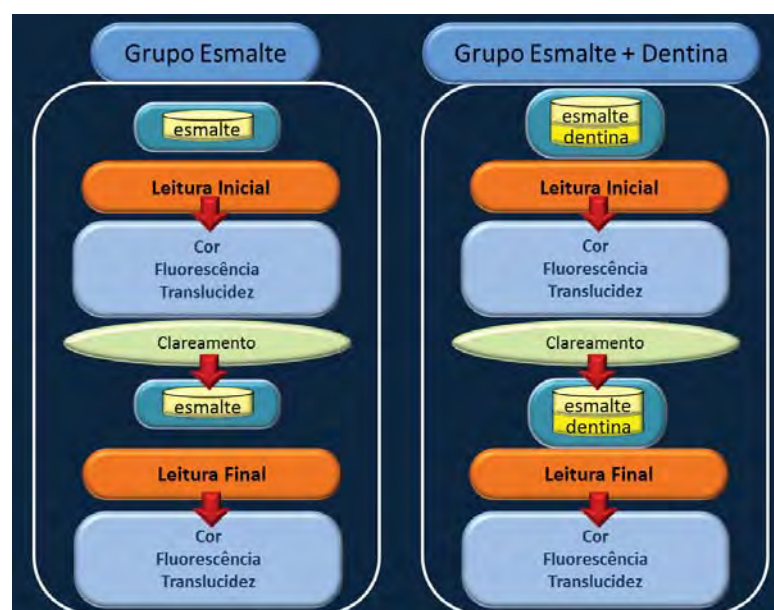


Figura 9 – Sequência de leitura da cor, translucidez e fluorescência dos espécimes do Grupo Esmalte e Grupo Esmalte + Dentina.

### 4.3 Mensuração da cor

Após obtenção dos espécimes foram realizados os procedimentos para tomada da cor, translucidez e fluorescência iniciais de cada um deles. Para tal foi utilizado o aparelho espectrofotômetro CM-2600d (Konica Minolta, Osaka, Japão), que possui uma esfera de integração (Figura 10-A). A cor e a distribuição espectral foram medidos de acordo com o Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , através do software SpectraMagic NX (Konica Minolta, Osaka, Japão) onde foi regulado o iluminante padrão D65 no modo de reflectância, com ou sem inclusão do ultra violeta (Lee; Powers<sup>46</sup>, 2006), ângulo do observador 2° e a reflexão especular incluída (SCI).

Este espectrofotômetro tem 2 tamanhos de área de leitura/iluminação: “MAV” – Medium Area View, na qual a área de leitura é de 8 mm e a iluminação é 11 mm; e “SAV” – Small Area View, na qual a área de leitura é de 3mm e a iluminação é 6mm. Para este trabalho, foi utilizada a SAV.

Antes da leitura o aparelho foi calibrado com os padrões branco e preto fornecidos pelo fabricante juntamente com o aparelho. Para permitir a reprodutibilidade do posicionamento do espécime em relação à janela de leitura do aparelho, foi confeccionada uma adaptação em alumínio que se encaixava aos engates na base do espectrofotômetro (Figura 10-B). Na área de leitura foi confeccionado um dispositivo que permite o posicionamento do fundo branco ou fundo preto de leitura. Fundos preto e branco de coloração padrão foram empregados (Ceram, Staffordshire, UK). As coordenadas de cor dos fundos são: branco (L:84.95; a:-0.38; b:2.93) e preto: (L:25.58; a:-0.15; b:-0.24) (Figura 10-C e 11-A). Sobre este foi posicionado um dispositivo posicionador em silicone branco (Abcol, Contagem, MG, Brasil) com um orifício central que permite

o posicionamento exato de espécimes de 3mm de diâmetro e 2 mm ou 1 mm de espessura, de forma que a superfície do esmalte fique plana à superfície do silicone (Figura 10-D). Isso permite que todo o espécime seja lido pelo aparelho e evite o fenômeno de “*edge loss*”, que ocorre quando uma máscara é usada para ler materiais túrbidos como a estrutura dental.

Foi utilizado um contato óptico entre o espécime e o fundo a ser utilizado. O produto utilizado foi o polietilenoglicol 400 (LabSynth, São Paulo, SP, Brasil) que tem índice de refração de 1,47, próximo ao tecido dental (Ragain, Johnston<sup>70</sup>, 2001).

Os espécimes foram removidos da solução de timol a 0,1%, e imediatamente posicionados no orifício do dispositivo de silicone, sendo sua superfície seca com papel absorvente (Figura 11-C). O aparelho foi ajustado para fazer 3 leituras consecutivas, calculando automaticamente os valores médios de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (Figura 12).

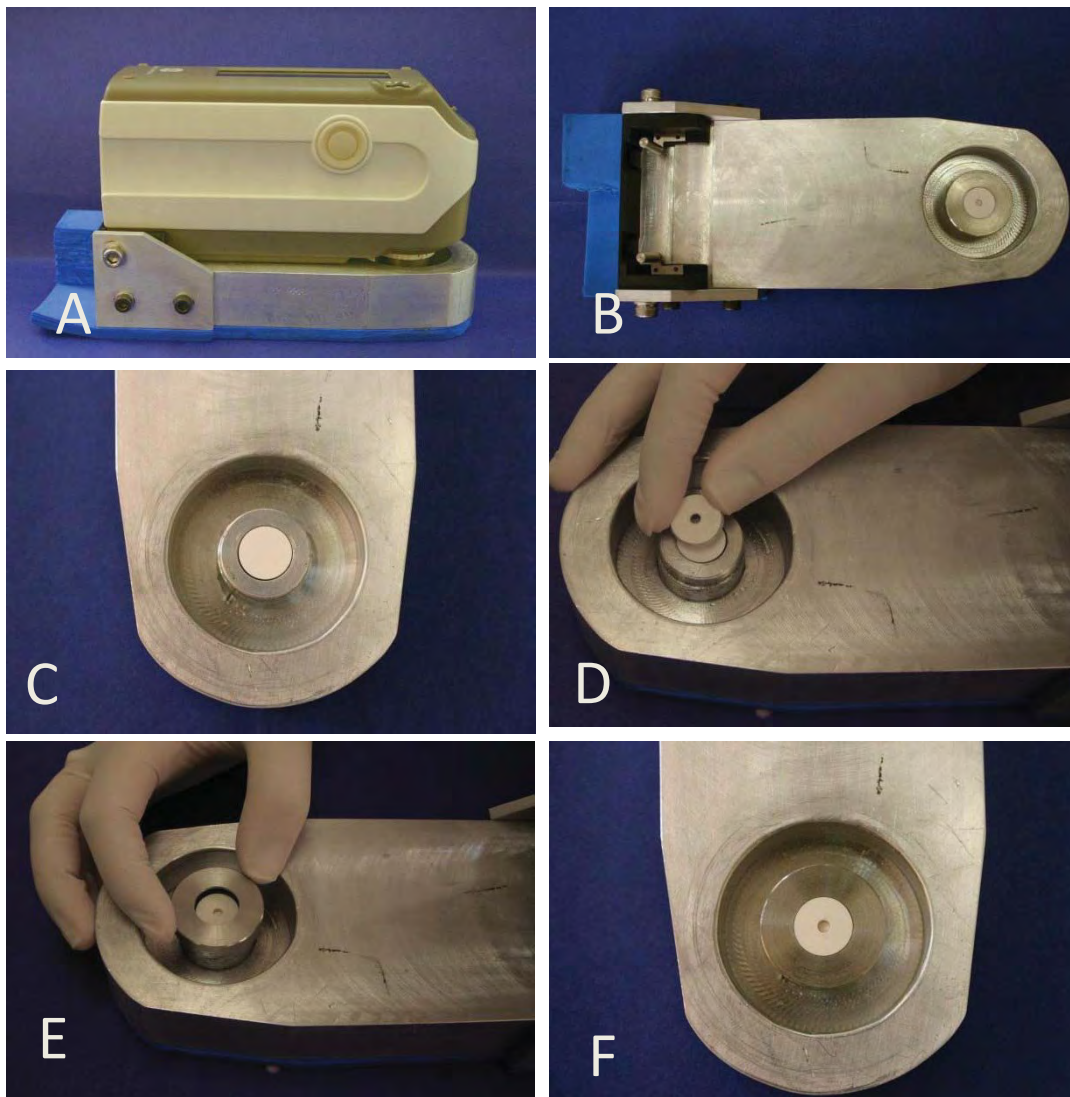


Figura 10 – Mensuração da Cor. A) Espectrofotômetro CM-2600d sobre a base de alumínio; B) Base em alumínio; C) Fundo branco padrão posicionado; D) Dispositivo de silicone sendo posicionado; E) Anel de alumínio sendo rosqueado..F) Dispositivo de silicone branco sobre o fundo branco e e mantida em posição através de anel de alumínio rosqueado à base.

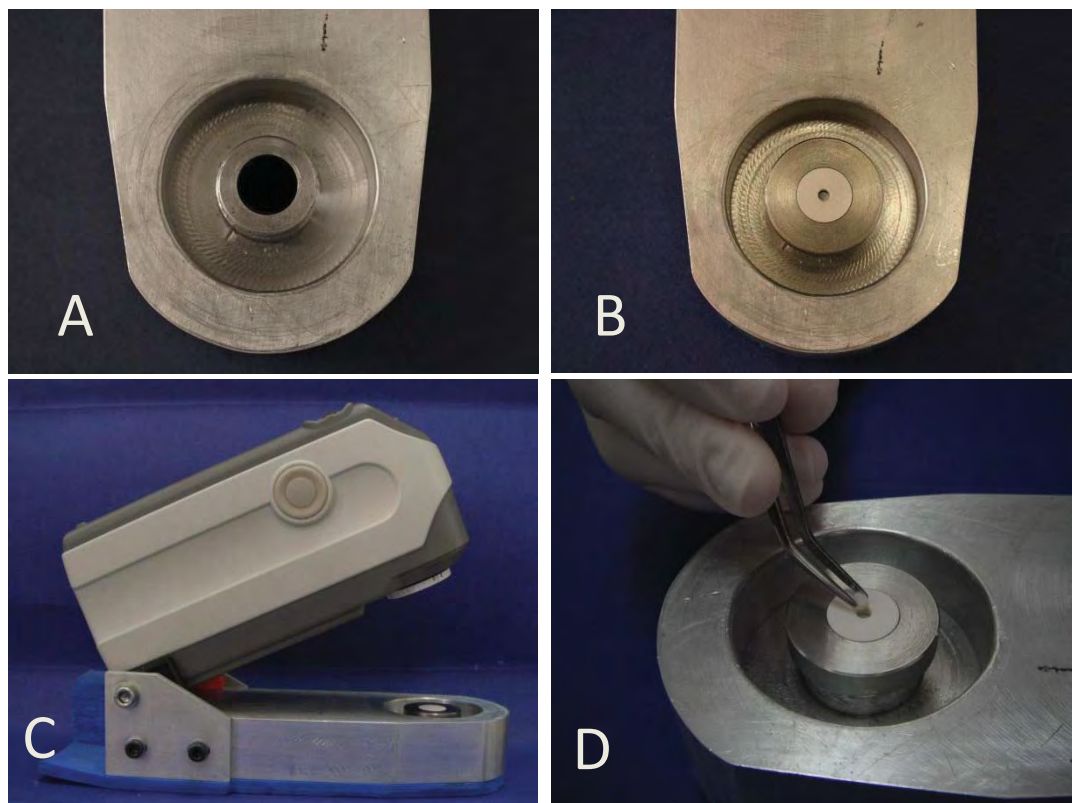


Figura 11 – Mensuração da Cor. A) Fundo preto padrão posicionado; B) Dispositivo de silicone branco sobre o fundo preto e mantida em posição através de anel de alumínio rosqueado à base; C) Aparelho encaixado sobre a base em alumínio (Vista Lateral); D) Posicionamento de espécime no orifício do silicone, para leitura pelo espectrofotômetro.

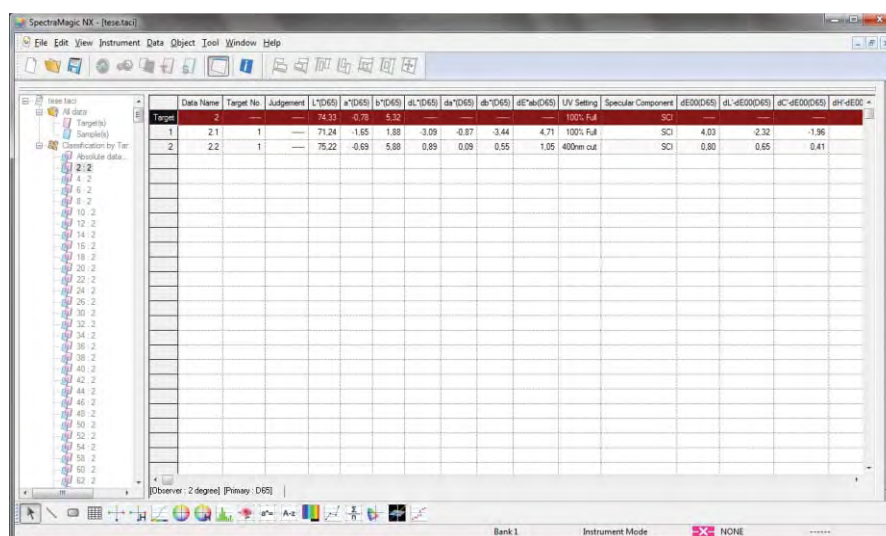


Figura 12 – Mensuração da cor. Software Spectra Magic NX.

Para a avaliação da cor dos espécimes, a leitura foi feita sobre o fundo branco, com componente UV incluído. O software forneceu os valores de Diferenças de Cor (antes e após o clareamento)  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ . Estas diferenças são mostradas pelas seguintes fórmulas (1, 2):

$$\Delta E_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta E_{00} = \{[\Delta L / (K_L S_L)]^2 + [\Delta C / (K_C S_C)]^2 + [\Delta h / (K_h S_h)]^2 + \Delta R\}^{1/2} \quad (2)$$

Onde  $\Delta L$ ,  $\Delta C$ ,  $\Delta h$  são as diferenças em luminosidade, saturação e matiz, respectivamente;  $\Delta R$  é um termo de interação entre as diferenças de saturação e matiz.

A **translucidez** foi avaliada de acordo com o parâmetro de translucidez (PT), que é a diferença de cor ( $\Delta E^*_{ab}$ ) entre a leitura sobre o fundo branco e o fundo preto. Esta diferença é calculada pela seguinte fórmula (3):

$$PT = [(L_p^* - L_b^*)^2 + (a_p^* - a_b^*)^2 + (b_p^* - b_b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

As letras subscritas  $_p$  referem-se às coordenadas de cor sobre o fundo preto e as letras subscritas  $_b$  referem-se àquelas sobre o fundo branco (Johnston et al.<sup>35</sup>, 1995).

Para avaliação da **fluorescência (FL)**, foi calculada a diferença de cor ( $\Delta E_{ab}$ ) pela inclusão ou exclusão do componente UV ao iluminante D65 (Lee et al.<sup>45</sup>, 2005; Lee, Powers<sup>46</sup>, 2005; Lee, Powers<sup>47</sup>, 2006). Estes valores indicam a quantidade de emissão de fluorescência na cor refletida. A cor sobre o fundo branco foi utilizada para o cálculo. Esta diferença é calculada pela seguinte fórmula (4):

$$\Delta E^*FL = [(L_{c/UV} - L_{s/UV})^2 + (a_{c/UV} - a_{s/UV})^2 + (b_{c/UV} - b_{s/UV})^2]^{1/2} \quad (4)$$

As letras subscritas  $c_{UV}$  referem-se às coordenadas de cor com inclusão do componente Ultra-violeta do iluminante e as letras subscritas  $s_{UV}$  referem-se àquelas sem inclusão do componente Ultra-violeta do iluminante.

Para o clareamento, os espécimes foram posicionados em bases confeccionadas em silicone (Rodhorsil, Clássico, São Paulo, SP, Brasil), com orifícios de 3mm de diâmetro e 2mm de profundidade, de modo que apenas a porção superficial do esmalte ficasse exposta, para que assim não exista contato do gel clareador com a porção dentinária (Figura 13-A e B) O gel foi levado à superfície do esmalte através de uma seringa acoplada com agulha hipodérmica, e foi depositada sobre a superfície do esmalte uma camada de 2 mm de gel clareador, o qual permaneceu em contato com os espécimes pelo tempo determinado para cada grupo. Decorrido este período, o gel foi removido por meio de uma cânula de sucção ligada a uma bomba a vácuo (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) e os espécimes foram lavados com leves jatos de água/ar, e imersos em solução de saliva artificial.

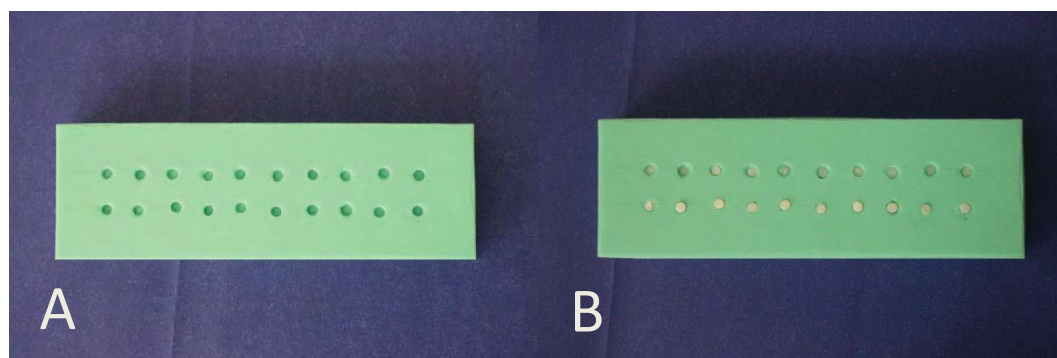


Figura 13– Clareamento. A) Base em silicone para posicionamento dos espécimes para o clareamento; B) Gel clareador sobre a superfície do esmalte.

#### 4.4 Planejamento Estatístico

Segundo a proposta deste estudo, as hipóteses de nulidade avaliadas foram:

- o clareamento dental não apresenta efeito significativo sobre a cor dos substratos dentais;
- o clareamento dental não apresenta efeito significativo sobre a translucidez dos substratos dentais;
- o clareamento dental não apresenta efeito significativo sobre a fluorescência dos substratos dentais;
- as diferentes técnicas de clareamento não resultam em clareamento significativamente diferente nos diferentes tecidos dentais;
- os valores das diferenças de cor  $\Delta E_{00}$  e  $\Delta E_{ab}$  não se correlacionam entre si, quando as diferenças de cor são calculadas antes e após o clareamento dental.

Os dados obtidos pelas leituras de cor foram submetidos à análise estatística para determinação da homogeneidade e normalidade da amostra. A partir desta análise foi selecionado o teste estatístico de análise de variância ANOVA a 1 fator e Teste de Tukey para análise da cor. Para análise da translucidez e fluorescência foi utilizado o Teste “t” pareado. Para a comparação do análise do  $\Delta E_{00}$  e  $\Delta E_{ab}$  foi utilizado o Teste “t” pareado e o Teste de Regressão Linear. O nível de significância adotado foi 5%.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Cor

Os dados obtidos por meio da leitura da cor dos espécimes antes e após o clareamento foram submetidos à Análise de variância (ANOVA) para cada grupo. A comparação entre os subgrupos para a avaliação das diferenças estatísticas foi realizada pelo Teste de Tukey. Todos os testes empregados admitiram como nível de significância estatística de 5%.

As médias e os respectivos desvios-padrão das diferenças de cor  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para os grupos experimentais e os subgrupos estudados estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de média e desvio-padrão das diferenças de cor ( $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ ) para todas as condições experimentais.

Grupo	Subgrupo	$\Delta E_{ab}$		$\Delta E_{00}$	
		Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
Dentina	Controle	2,51	1,27	1,71	0,77
	PC 10%	4,82	1,91	3,27	1,26
	PH 35%	5,84	2,40	3,98	1,55
Esmalte	Controle	0,98	0,36	0,80	0,29
	PC 10%	3,20	1,29	2,28	0,86
	PH 35%	6,13	1,54	4,52	1,03
Esmalte + dentina	Controle	0,80	0,36	0,64	0,28
	PC 10%	3,16	1,00	2,46	0,73
	PH 35%	6,40	1,31	5,21	0,97

Pela Tabela 1 observa-se que os valores de  $\Delta E_{ab}$  foram maiores que o  $\Delta E_{00}$  em todas as condições experimentais.

As Figuras 14 a 16 ilustram os resultados das diferenças de cor  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para os 3 grupos.

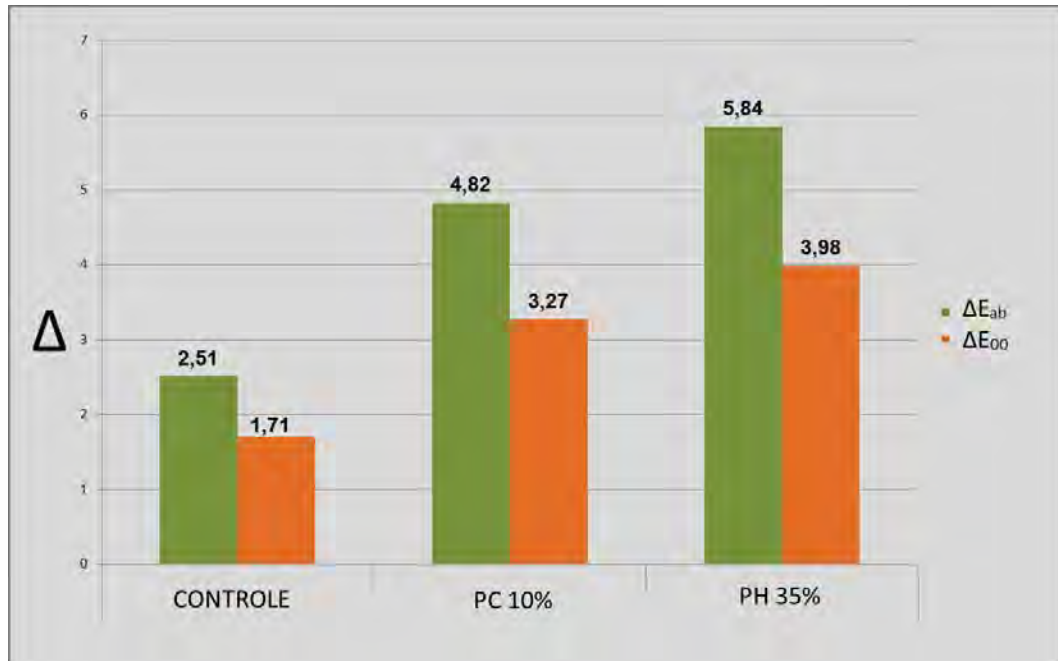


Figura 14 – Diferenças de cor  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para o Grupo Dentina

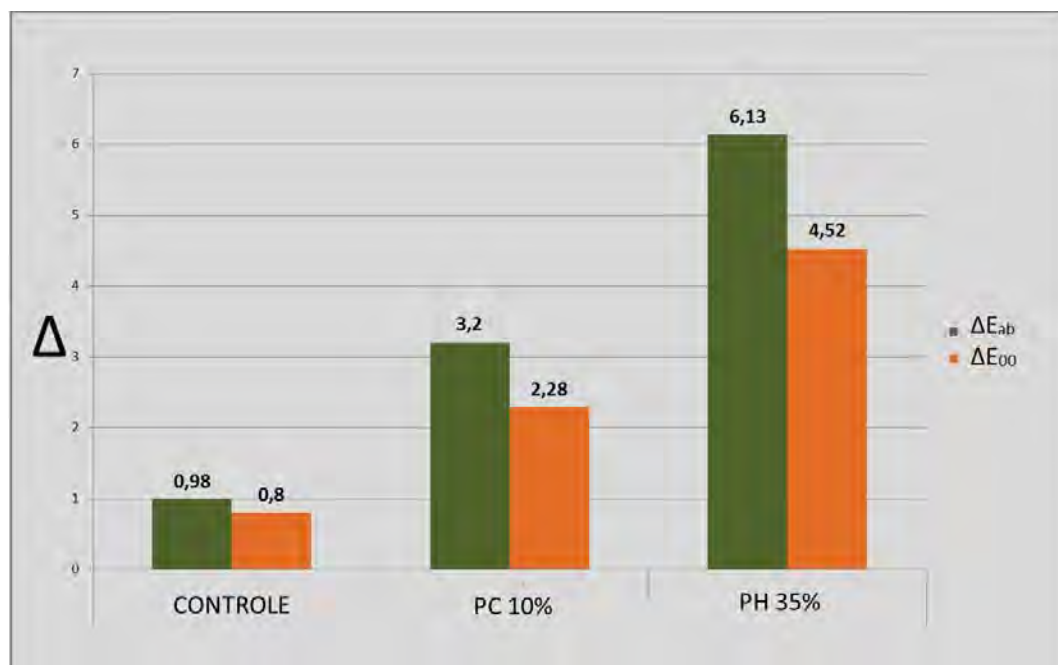


Figura 15 – Diferenças de cor  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para o Grupo Esmalte

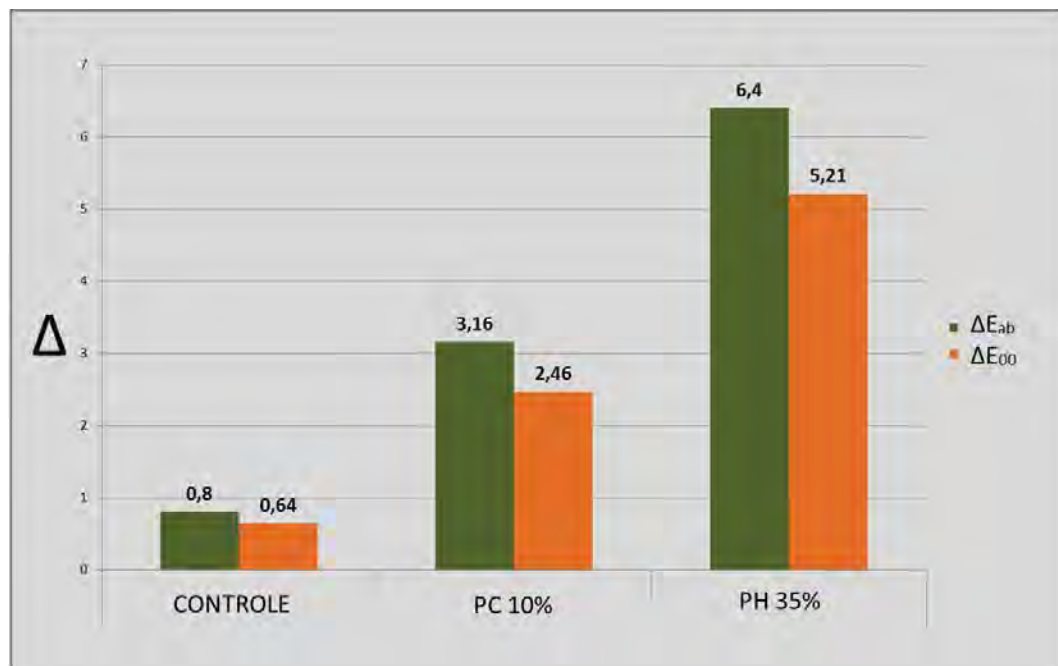


Figura 16 – Diferenças de cor  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para o Grupo Esmalte + dentina

A Tabela 2 apresenta os valores de média e desvio-padrão de dos valores iniciais de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  com também de  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  para todas as condições experimentais.

Tabela 2 - Valores de média de desvio-padrão (DP) de L\*, a\*, b\*,  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  para todas as condições experimentais

Grupo	Subgrupo	Coordenada	Valores iniciais		$\Delta$	
			Média	DP	Média	DP
Dentina	Controle	L	82,93	1,43	0,48	1,67
		a	-0,96	0,25	-0,45	0,32
		b	13,29	1,86	0,86	2,01
	PC 10%	L	83,30	1,30	3,75	2,20
		a	-0,94	0,33	-0,30	0,27
		b	13,39	2,19	-1,64	2,32
	PH 35%	L	83,39	1,33	2,44	1,85
		a	-1,06	0,23	-0,14	0,26
		b	12,88	2,13	-5,12	2,04
Esmalte	Controle	L	83,87	0,94	-0,57	0,43
		a	-1,13	0,30	-0,30	0,31
		b	9,85	1,41	0,26	0,36
	PC 10%	L	82,53	2,88	1,91	1,19
		a	-1,18	0,32	0,04	0,32
		b	9,53	1,97	-2,33	1,17
	PH 35%	L	83,09	2,23	2,92	1,58
		a	-1,13	0,39	0,22	0,46
		b	9,83	1,72	-5,22	1,24
Esmalte + dentina	Controle	L	75,46	1,94	0,19	0,66
		a	-1,07	0,47	0,00	0,18
		b	6,32	1,88	0,38	0,40
	PC 10%	L	75,29	1,90	2,33	1,13
		a	-1,09	0,30	0,49	0,21
		b	6,11	1,10	-1,78	0,93
	PH 35%	L	75,65	1,81	3,60	1,31
		a	-1,12	0,41	0,45	0,34
		b	6,24	1,43	-5,14	1,16

Pela Tabela 2 observamos que os valores iniciais das coordenadas L\* e a\* são similares para os substratos esmalte e dentina. Já para a coordenada b\* os valores para a dentina apresentaram-se maiores que o esmalte.

Observamos também que os valores de  $\Delta L$  foram positivos em todos os grupos que foram clareados. Isto significa que os valores da coordenada L\* aumentaram ao longo do experimento. Em

relação à coordenada  $b^*$ , observa-se valores de  $\Delta b$  negativos. Sendo assim, os valores de  $b^*$  tenderam para a esquerda do eixo ao longo do experimento.

As Figuras 17 a 19 ilustram as variações das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respectivamente.

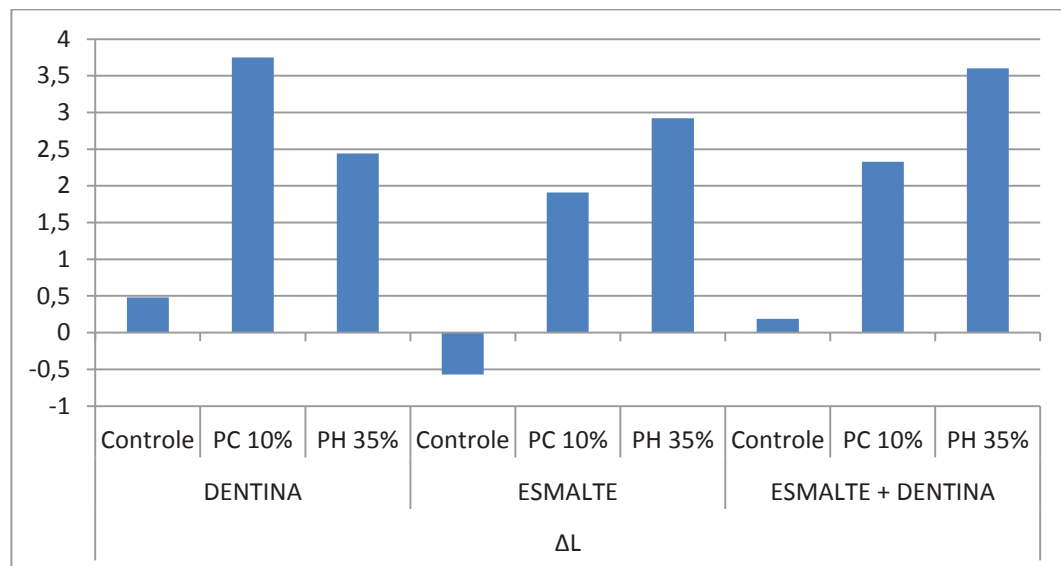


Figura 17 – Valores de  $\Delta L$  para todas as condições experimentais.

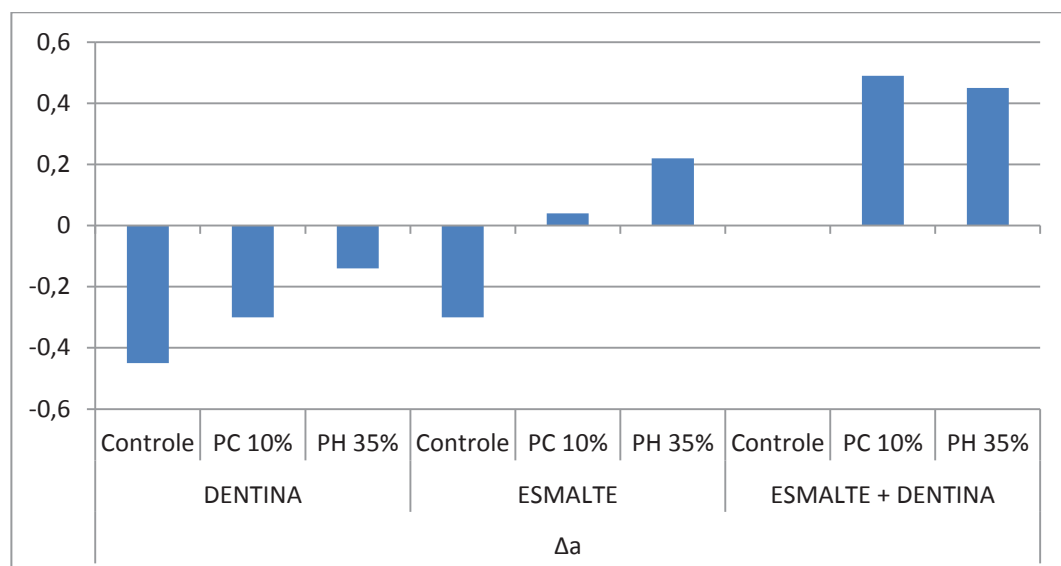


Figura 18 – Valores de  $\Delta a$  para todas as condições experimentais.

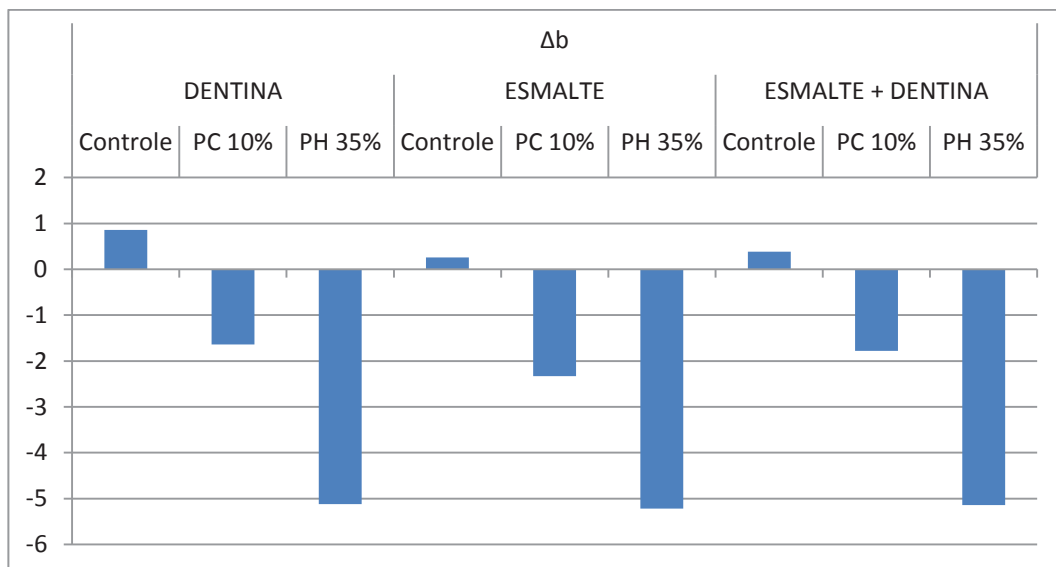


Figura 19 – Valores de  $\Delta b$  para todas as condições experimentais.

A Tabela 3 apresenta os resultados da ANOVA para cada grupo utilizando os valores de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ .

Tabela 3 – Resultado da ANOVA a 1 fator

Grupo	$\Delta E_{ab}$		$\Delta E_{00}$	
	F	p	F	p
Dentina	18,90	0,00000*	22,20	0,00000*
Esmalte	120,22	0,00000*	140,55	0,00000*
Dentina + Esmalte	208,2	0,00000*	257,84	0,00000*

\* Diferenças Significativas

Pela Tabela 3 observa-se que houve diferenças estatísticas significantes em todos os grupos tanto na análise pelo  $\Delta E_{ab}$  como pelo  $\Delta E_{00}$ . Foi aplicado o Teste de Tukey em cada grupo. As Tabelas 4 a 6 apresentam os resultados do Teste de Tukey.

Tabela 4 – Média do  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  e resultado do Teste de Tukey para o Grupo Dentina.

Subgrupo	$\Delta E_{ab}$		$\Delta E_{00}$	
	Média	Conjuntos Homogêneos*	Média	Conjuntos Homogêneos*
Controle	2,51	A	1,71	A
PC 10%	4,82	B	3,27	B
PH 35%	5,84	B	3,98	B

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Tabela 5 – Média do  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  e resultado do Teste de Tukey para o Grupo Esmalte.

Subgrupo	$\Delta E_{ab}$		$\Delta E_{00}$	
	Média	Conjuntos Homogêneos*	Média	Conjuntos Homogêneos*
Controle	0,98	A	0,80	A
PC 10%	3,20	B	2,28	B
PH 35%	6,13	C	4,52	C

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Tabela 6 – Média do  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  e resultado do Teste de Tukey para o Grupo Esmalte + Dentina.

Subgrupo	$\Delta E_{ab}$		$\Delta E_{00}$	
	Média	Conjuntos Homogêneos*	Média	Conjuntos Homogêneos*
Controle	0,80	A	0,64	A
PC 10%	3,16	B	2,46	B
PH 35%	6,40	C	5,21	C

\* Conjuntos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

A Tabela 7 mostra os resultados do Teste de Tukey para todos os grupos e subgrupos.

Tabela 7 – Média e resultados do Teste de Tukey de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para todos os grupos e subgrupos.

Grupo - subgrupo	$\Delta E_{ab}$		$\Delta E_{00}$	
	Média	Conjuntos Homogêneos*	Média	Conjuntos Homogêneos*
Esmalte+Dentina- Controle	0,80	A	0,64	A
Esmalte - Controle	0,98	A	0,80	A
Dentina – Controle	2,51	B	1,71	B
Esmalte + Dentina – PC 10%	3,16	B	2,46	B
Esmalte – PC 10%	3,2	B	2,28	B
Dentina – PC 10%	4,82	C	3,27	C
Dentina - PH 35%	5,84	C D	3,98	C D
Esmalte – PH 35%	6,13	D	4,52	D
Esmalte + Dentina – PH 35%	6,40	D	5,21	D

Observa-se pelas Tabelas 4 a 7 que os resultados das comparações entre os grupos é idêntico quando se utiliza o  $\Delta E_{ab}$  ou  $\Delta E_{00}$ .

Para a comparação entre os valores de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  para cada espécime avaliado foi utilizado o Teste “t” pareado. O resultado do teste “t” é mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Média, Desvio-padrão e resultado do Teste “t” para a comparação de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$

$\Delta$	Média	Desvio-padrão	t	p
$\Delta E_{ab}$	3,76	2,46		
$\Delta E_{00}$	2,76	1,78	19,8322	0,0000*

\* -  $p < 0,05$  – Diferenças Estatísticas

Baseado na Regressão Linear, o gráfico de dispersão de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$  de todos os grupos é mostrado na Figura 20.

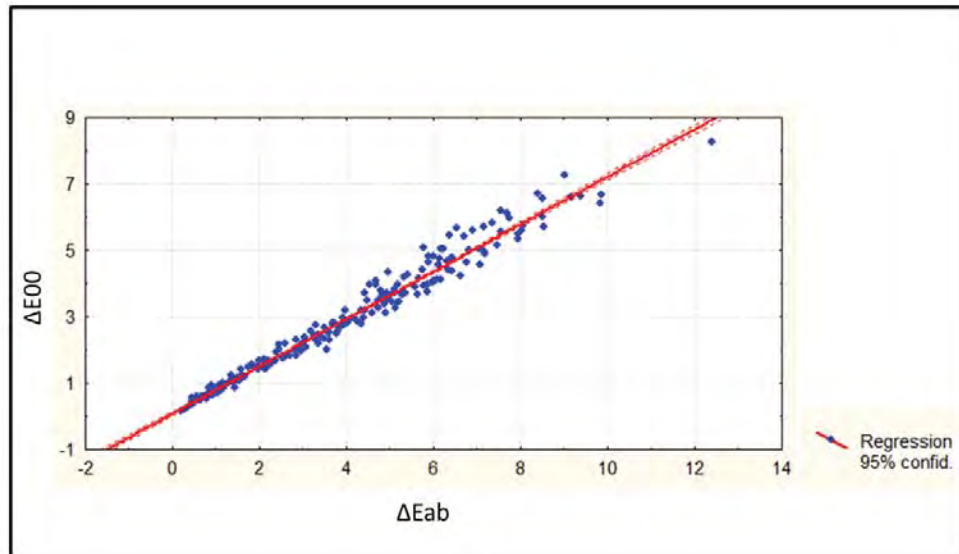


Figura 20 – Gráfico de dispersão de  $\Delta E_{ab}$  x  $\Delta E_{00}$  de todos os grupos.

A seguinte equação de regressão foi obtida:

$$\Delta E_{00} = 0,76 + 7,14 \Delta E_{ab}.$$

E o coeficiente de correlação foi  $r^2 = 0,988$ . Desta maneira, observa-se uma forte correlação entre os valores de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ .

As Figuras 21 e 22 apresentam as curvas espectrais médias dos subgrupos clareados do Grupo Dentina.

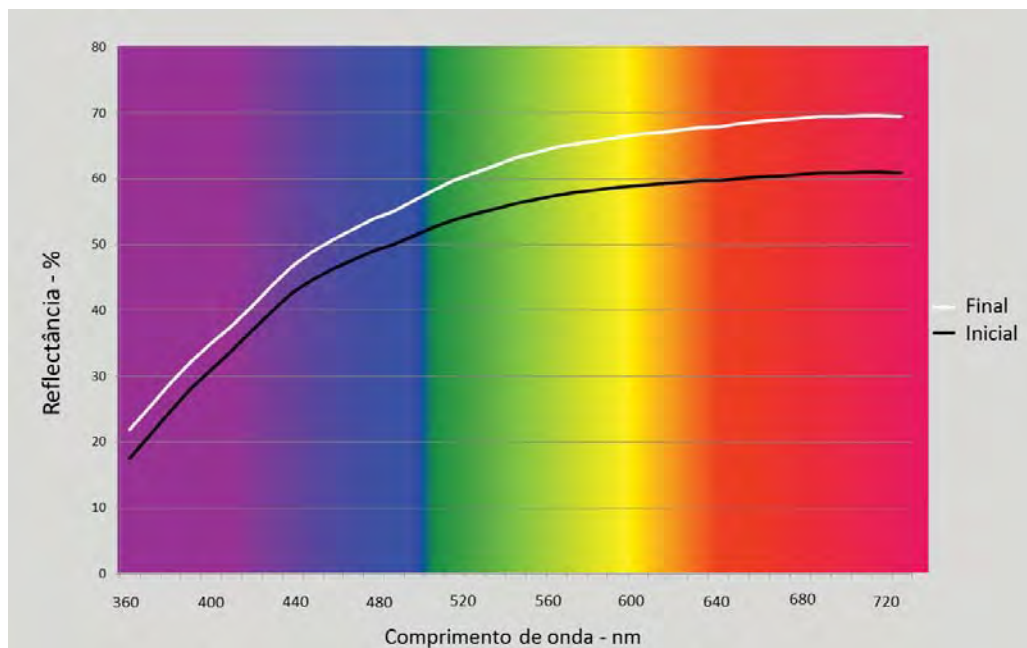


Figura 21 - Curvas Espectrais médias do subgrupo PC 10% do Grupo Dentina

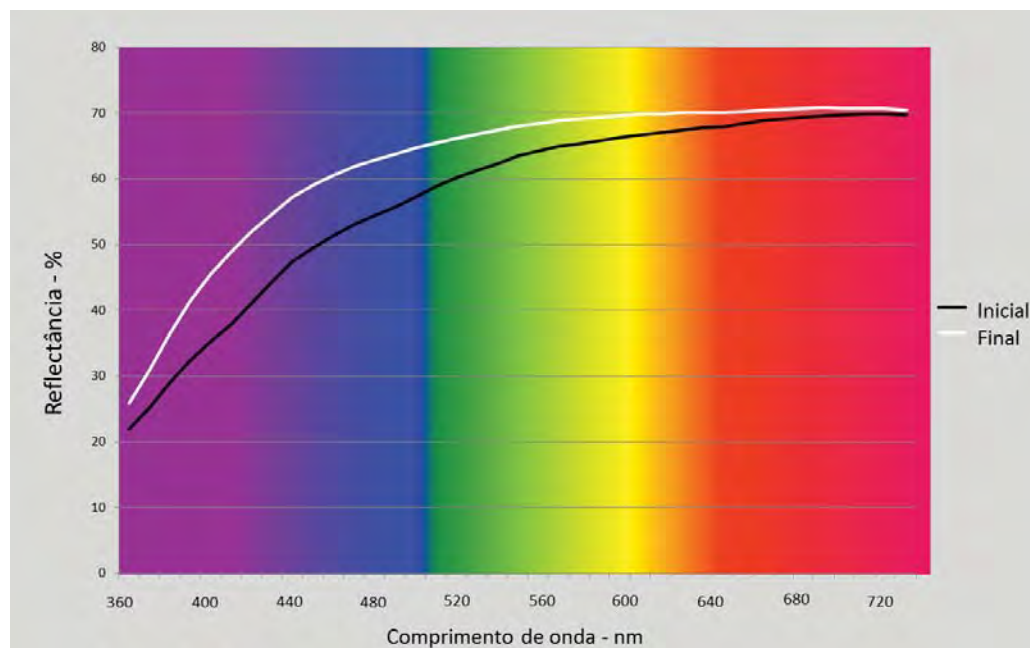


Figura 22 - Curvas Espectrais médias do subgrupo PH 35% do Grupo Dentina

As Figuras 23 e 24 apresentam as curvas espectrais médias dos subgrupos clareados do Grupo Esmalte.

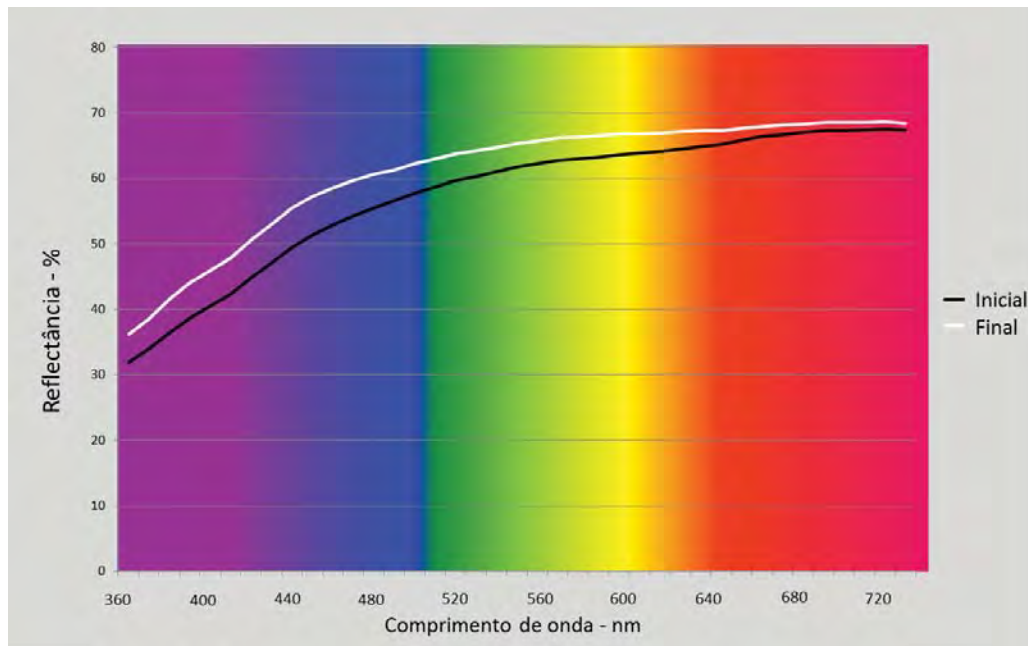


Figura 23 - Curvas Espectrais médias do subgrupo PC 10% do Grupo Esmalte

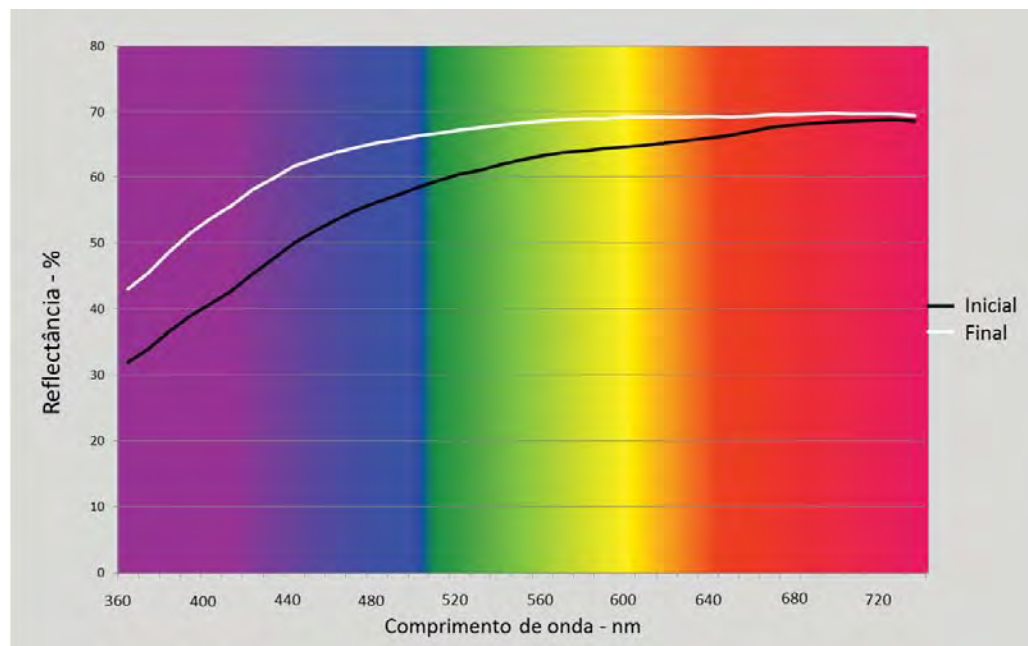


Figura 24- Curvas Espectrais médias do subgrupo PH 35% do Grupo Esmalte

As Figuras 25 e 26 apresentam as curvas espectrais médias dos subgrupos clareados do Grupo Esmalte + Dentina.

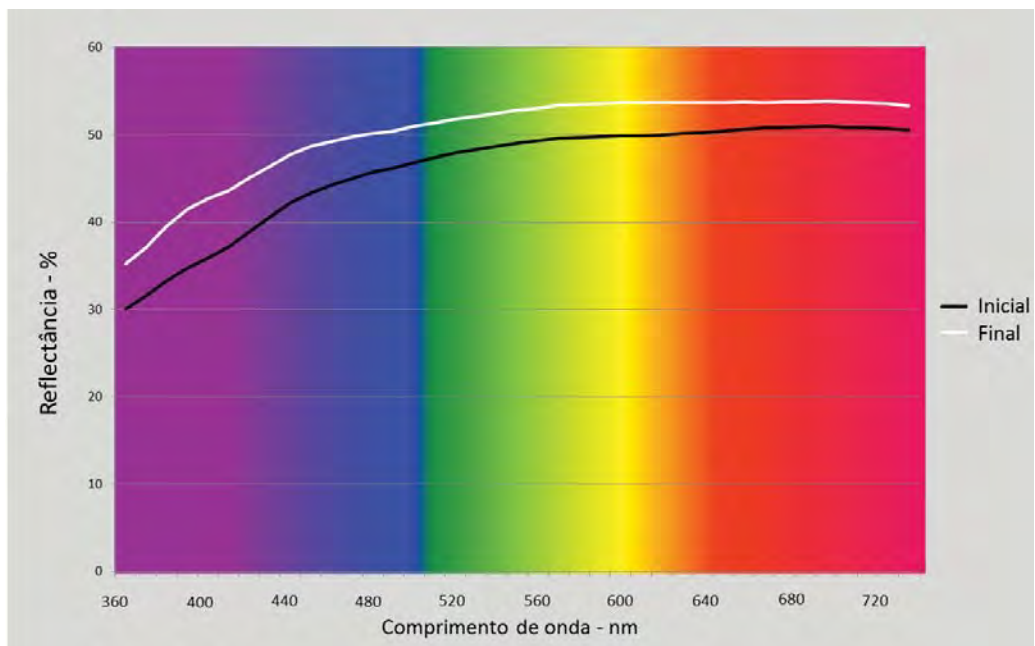


Figura 25 - Curvas Espectrais médias do subgrupo PC 10% do Grupo Esmalte + Dentina

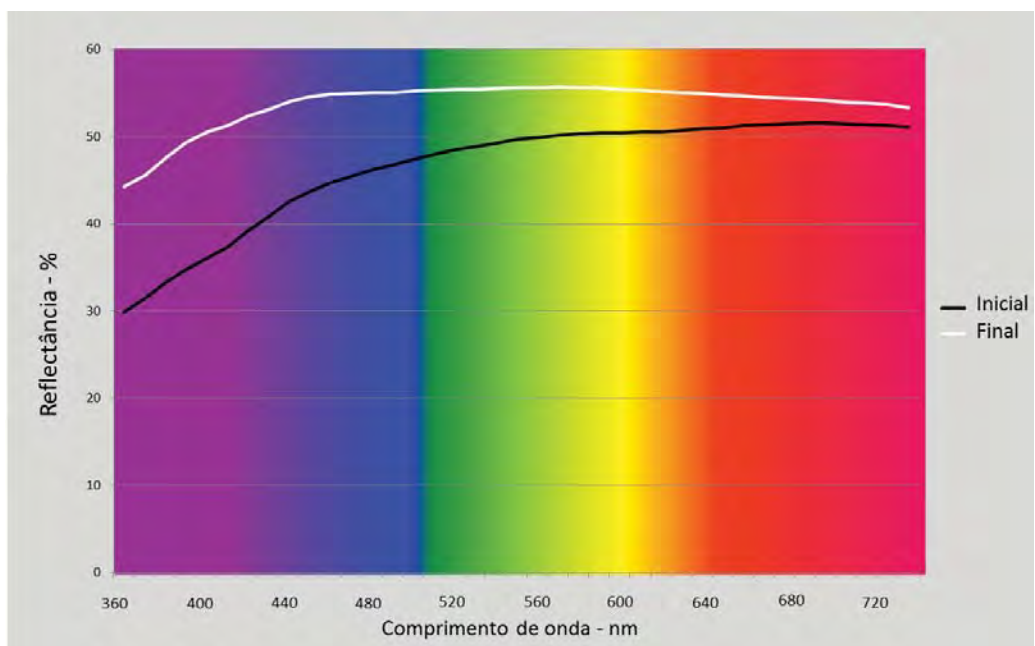


Figura 26- Curvas Espectrais médias do subgrupo PH 35% do Grupo Esmalte + Dentina

## 5.2 Translucidez

Para análise dos resultados da translucidez foi aplicado o Teste “t” pareado para cada condição experimental com o objetivo de comparar a translucidez antes e após cada tratamento.

A Tabela 9 apresenta os valores de média e desvio-padrão do parâmetro de Translucidez de cada subgrupo, bem como o resultado do Teste “t” pareado.

Tabela 9 – Média, desvio-padrão (D.P.) do parâmetro de Translucidez e resultados do Teste t pareado para cada condição experimental

Grupo	Subgrupo	Inicial		Final		t	p
		Média	DP	Média	DP		
Dentina	Controle	22,65	5,19	24,03	5,13	-1,0652	0,297355
	PC 10%	22,59	4,85	20,56	3,92	2,0093	0,055879
	PH 35%	21,62	4,56	23,69	6,42	-1,4385	0,163185
Esmalte	Controle	19,68	2,31	19,29	1,85	1,6093	0,120624
	PC 10%	19,11	5,31	19,85	5,88	-1,7915	0,085821
	PH 35%	18,91	4,32	19,00	4,47	-0,2325	0,818093
Esmalte + Dentina	Controle	4,15	1,62	3,80	1,79	1,8672	0,074135
	PC 10%	4,40	1,61	4,45	1,53	-0,1475	0,883919
	PH 35%	4,35	1,79	4,02	1,53	1,1954	0,243572

Observa-se pelos resultados da Tabela 9 que não houve diferença significativa no parâmetro de translucidez antes e após o clareamento em todos os grupos.

A Figura 27 ilustra os resultados do parâmetro de translucidez em todas as condições experimentais.

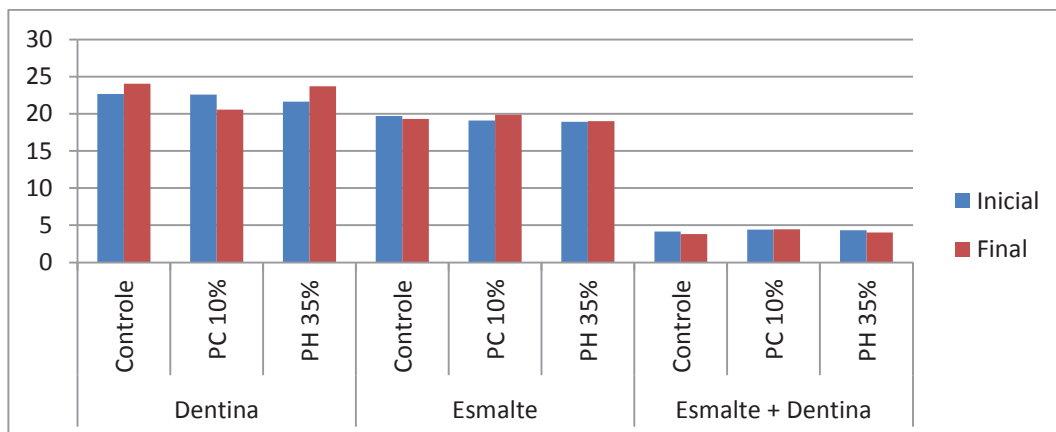


Figura 27 – Valores de parâmetro de Translucidez

As Figuras 28 e 29 apresentam as curvas espectrais médias do Grupo Dentina, originadas a partir das leituras sobre fundo branco e sobre o fundo preto, antes e após o clareamento.

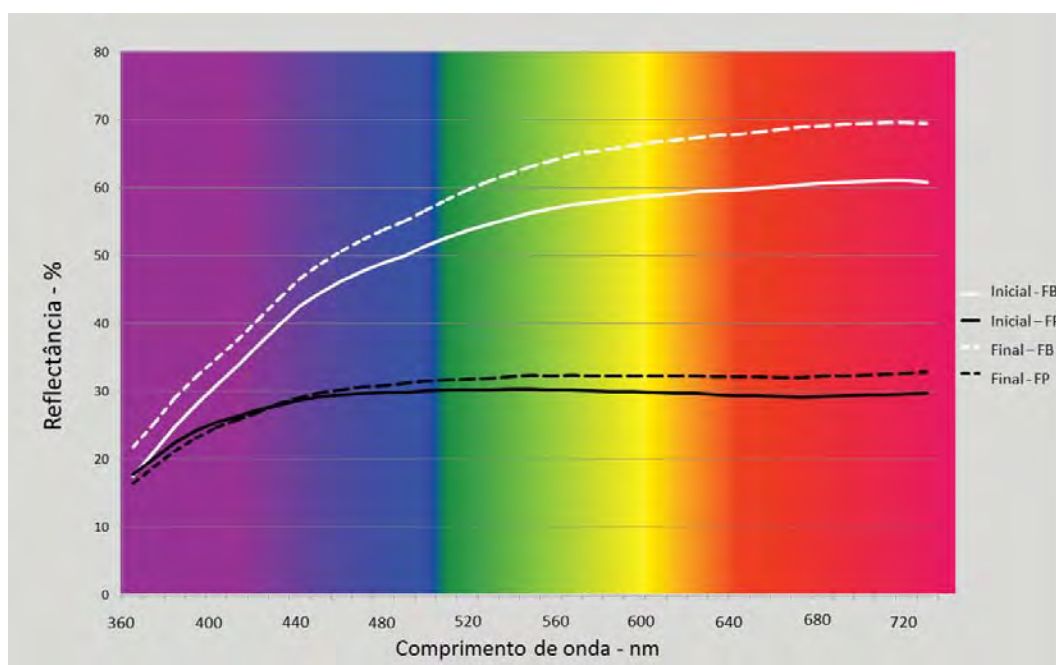


Figura 28 - Curvas Espectrais médias do Grupo Dentina subgrupo PC 10%. Leituras sobre os Fundos Branco (FB) e Preto (FP).

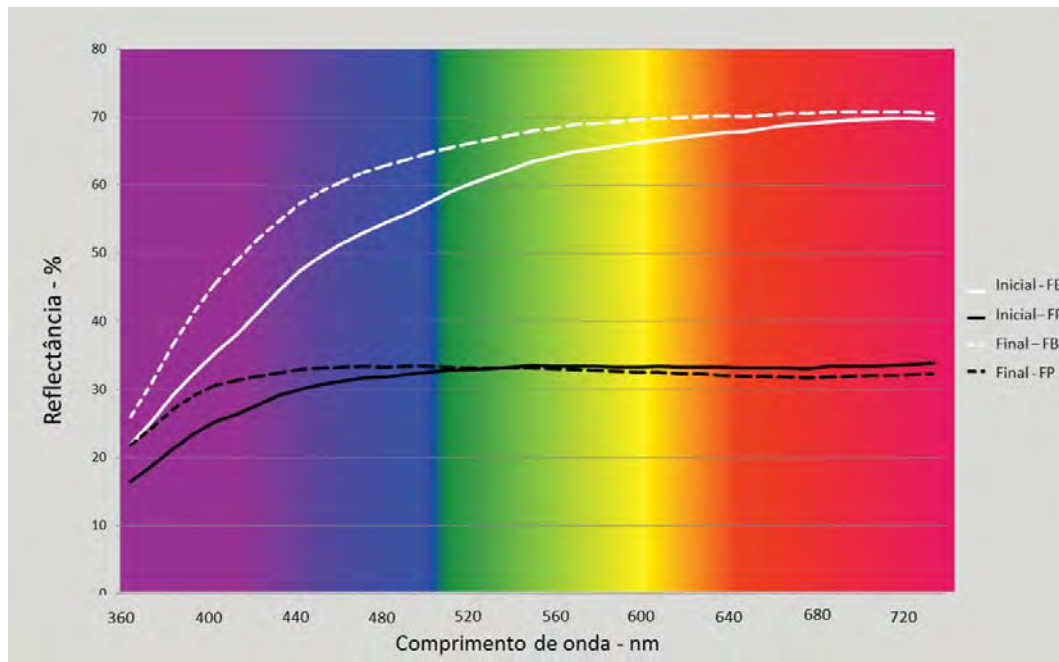


Figura 29 - Curvas Espectrais médias do Grupo Dentina sub grupo PH 35%. Leituras sobre os Fundos Branco (FB) e Preto (FP).

As Figuras 30 e 31 apresentam as curvas espectrais médias do Grupo Esmalte, originadas a partir das leituras sobre fundo branco e sobre o fundo preto, antes e após o clareamento.

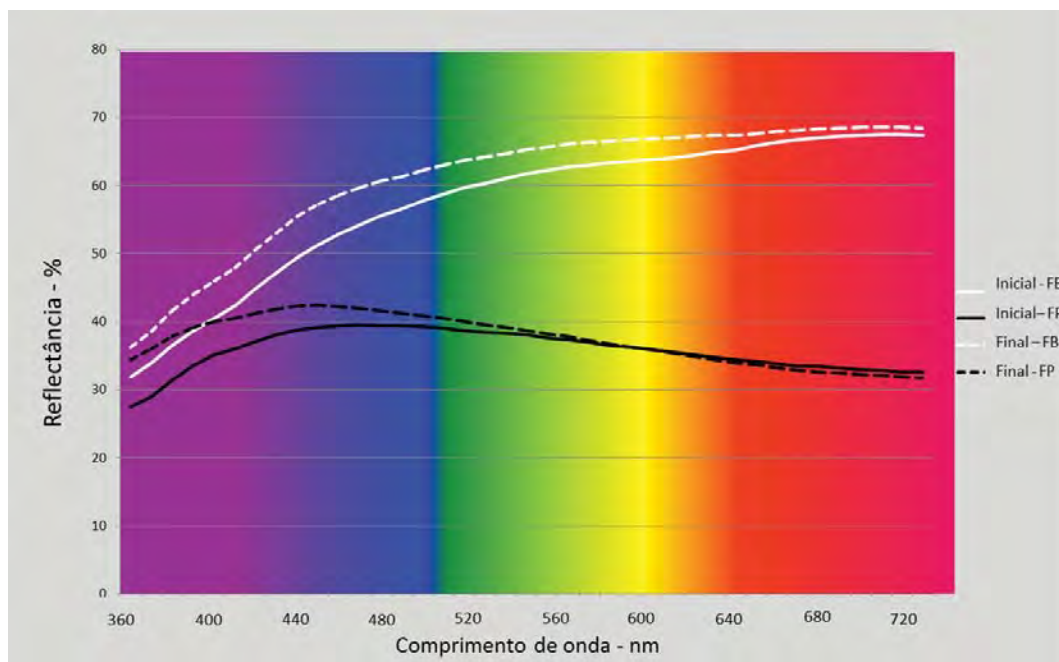


Figura 30 - Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte subgrupo PC 10%. Leituras sobre os Fundos Branco (FB) e Preto (FP).

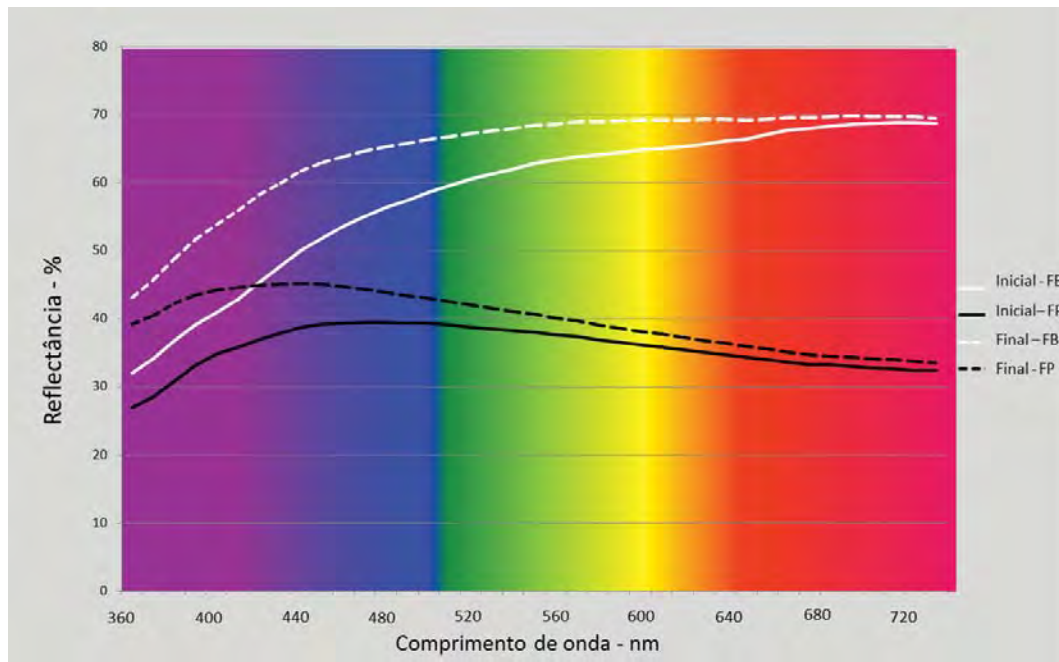


Figura 31 - Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte sub grupo PH 35%. Leituras sobre os Fundos Branco (FB) e Preto (FP).

As Figuras 32 e 33 apresentam as curvas espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina, originadas a partir das leituras sobre fundo branco e sobre o fundo preto, antes e após o clareamento.

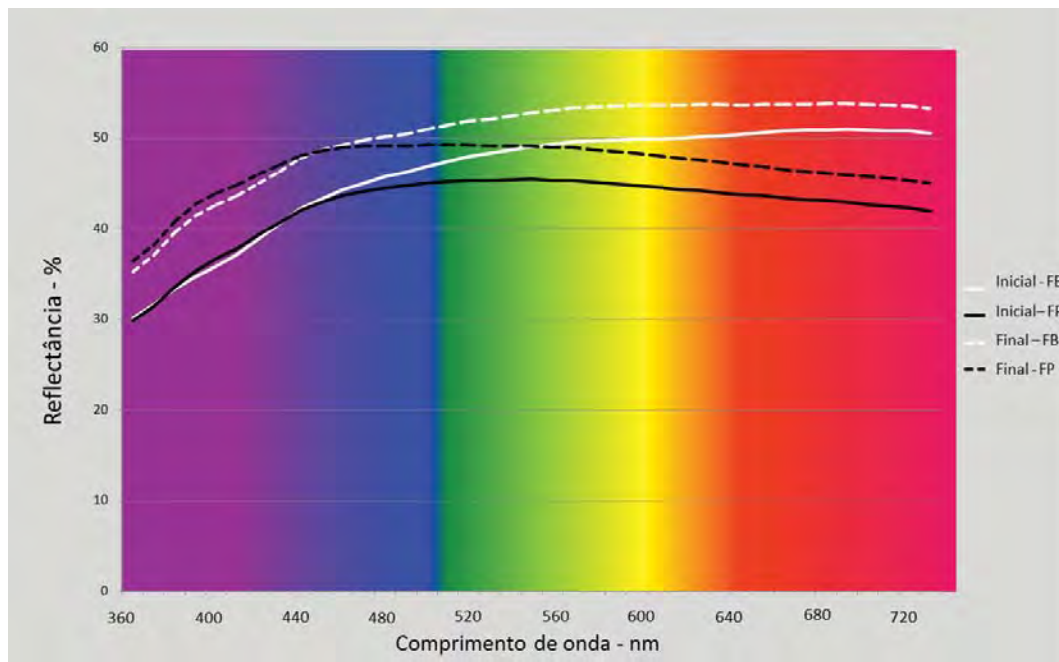


Figura 32 - Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina sub grupo PC 10%. Leituras sobre os Fundos Branco (FB) e Preto (FP).

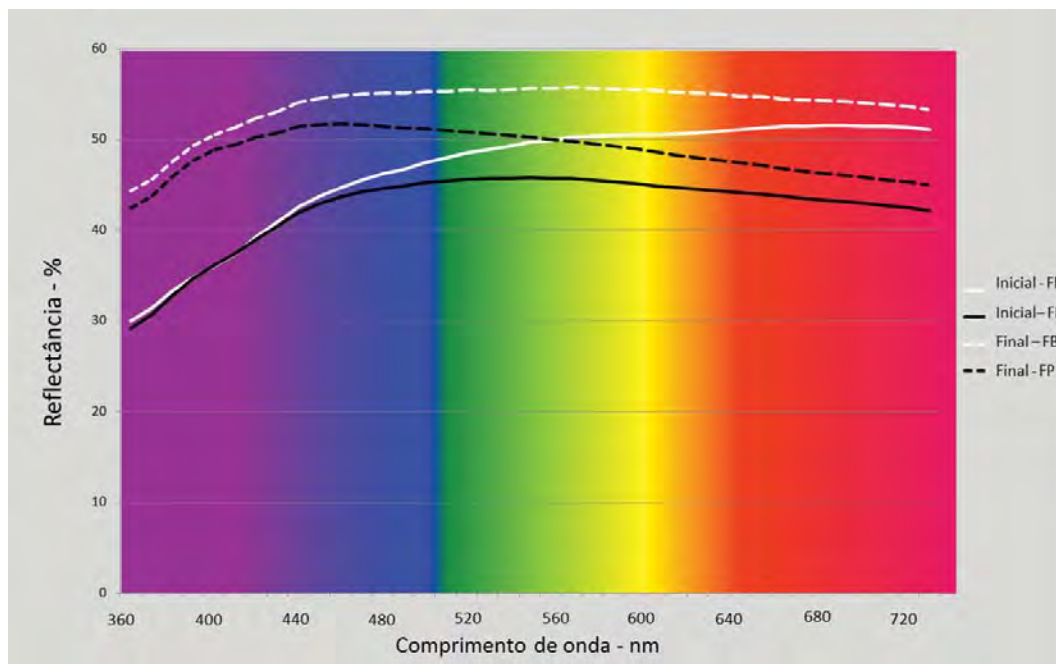


Figura 33 - Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina sub grupo PH 35%. Leituras sobre os Fundos Branco (FB) e Preto (FP).

### 5.3 Fluorescência

Para análise dos resultados da fluorescência foi aplicado o Teste “t” pareado para cada condição experimental com o objetivo de comparar a fluorescência dos espécimes antes e após cada tratamento.

A Tabela 10 apresenta os valores de média e desvio-padrão das diferenças de cor ( $\Delta E_{ab}$ ) com e sem inclusão de UV antes e após cada tratamento para cada subgrupo, bem como o resultado do Teste “t” pareado.

Tabela 10 – Média, desvio-padrão (D.P.) das diferenças de cor ( $\Delta E_{ab}$ ) com e sem inclusão de UV antes e após cada tratamento e resultados do Teste “t” pareado para cada condição experimental

Tecido	Tratamento	Inicial		Final		t	p
		Média	DP	Média	DP		
Dentina	Controle	2,37	1,17	1,90	0,90	1,767643	0,089834
	PC 10%	2,17	1,10	1,73	0,97	1,855780	0,075806
	PH 35%	2,97	1,51	1,50	0,71	4,242825	0,000285*
Esmalte	Controle	1,28	0,57	1,19	0,34	0,852509	0,402359
	PC 10%	1,53	0,57	0,68	0,37	6,050865	0,000003*
	PH 35%	1,63	0,60	1,44	0,87	0,905611	0,374144
Esmalte + Dentina	Controle	1,16	0,67	1,39	0,36	-1,59465	0,123876
	PC 10%	0,94	0,36	1,11	0,48	-1,71462	0,099301
	PH 35%	2,03	0,79	0,92	0,40	7,32078	0,000000*

\* Diferenças significativas

Pela Tabela 10 observa-se que a fluorescência dos espécimes diferiu entre os dois tempos de leitura no Grupo Dentina, subgrupo PH 35%, no Grupo Esmalte, subgrupo PC 10% e também no Grupo Esmalte + Dentina, subgrupo PH 35%. Em todos eles houve uma diminuição da fluorescência após o tratamento clareador.

A Figura 34 ilustra os resultados das diferenças de cor ( $\Delta E_{ab}$ ) para a avaliação da fluorescência em todas as condições experimentais.

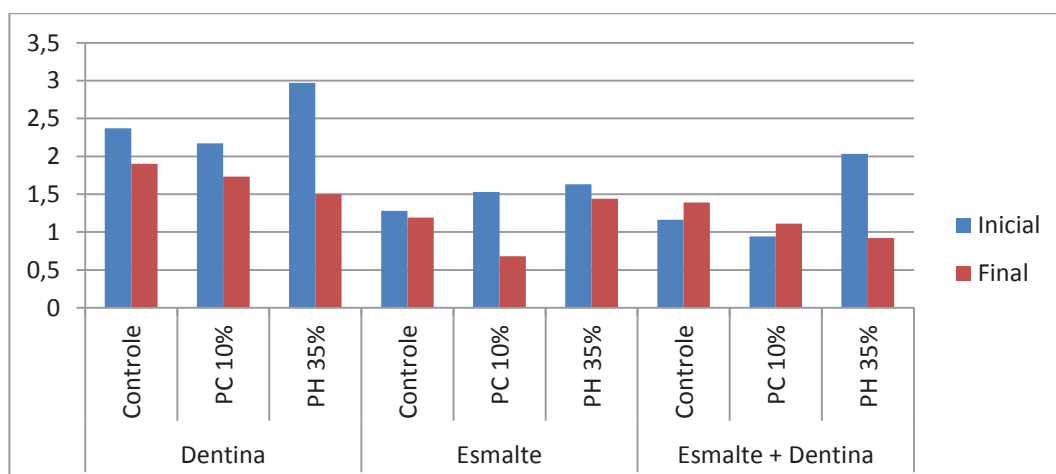


Figura 34 – Valores de  $\Delta E_{ab}$  para avaliação de Fluorescência

As Figuras 35 a 37 apresentam as curvas espectrais médias dos subgrupos que apresentaram alteração na fluorescência, originadas a partir das leituras sobre fundo branco com inclusão de UV e sem inclusão de UV no Iluminante D65.

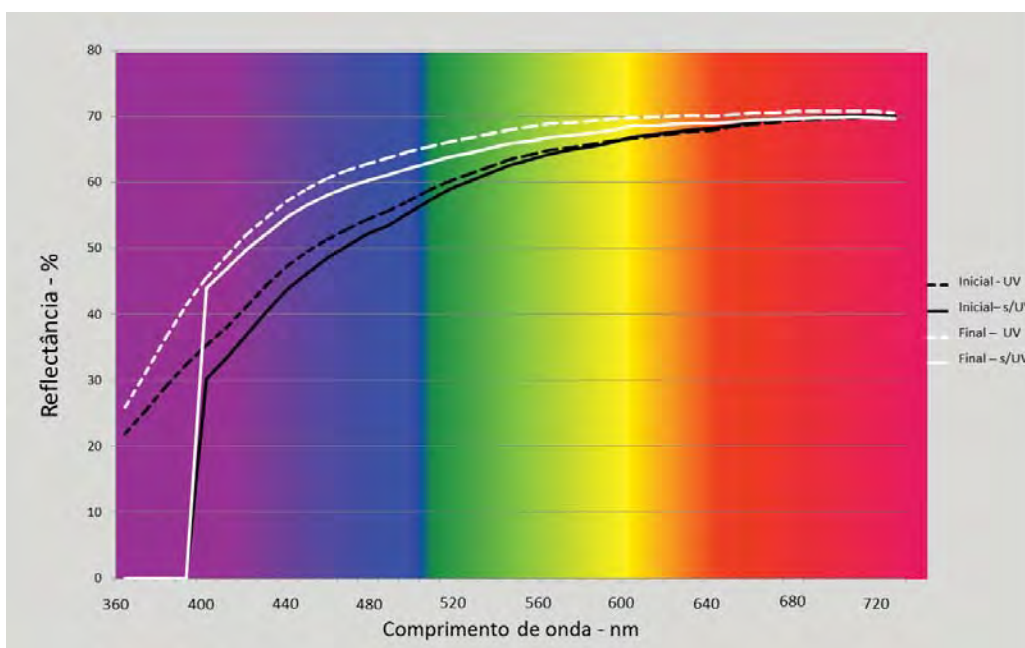


Figura 35 - Curvas Espectrais médias do Grupo Dentina subgrupo PH 35%. Leituras sobre Fundo Branco com e sem inclusão do componente UV no Iluminante D65.

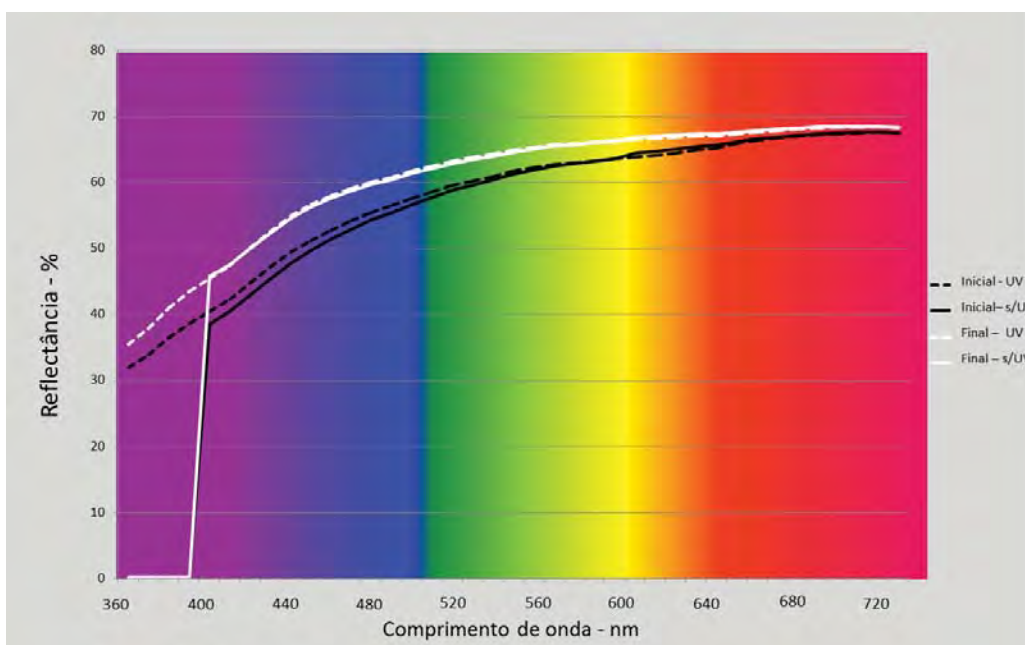


Figura 36 - Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte Subgrupo PC 10%. Leituras sobre Fundo Branco com e sem inclusão do componente UV no Iluminante D65.

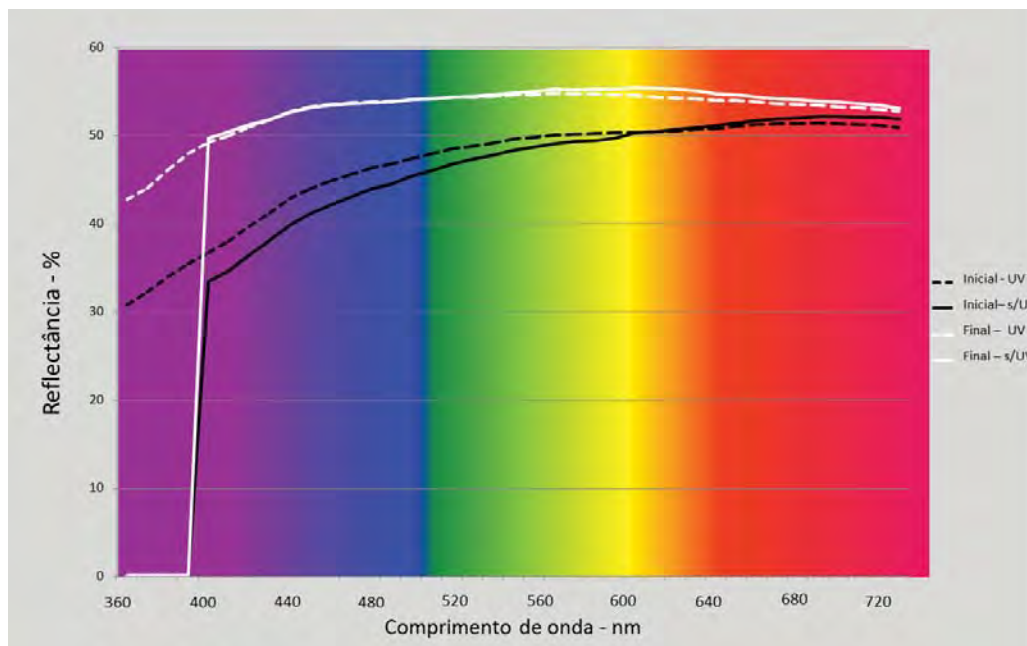


Figura 37 - Curvas Espectrais médias do Grupo Esmalte + Dentina subgrupo PH35%. Leituras sobre Fundo Branco com e sem inclusão do componente UV no Iluminante D65.

## 6 DISCUSSÃO

As hipóteses de nulidade rejeitadas neste estudo foram de que o clareamento dental não apresenta efeito significativo sobre a cor e fluorescência dos substratos dentais, que as diferentes técnicas de clareamento não resultam em clareamento significativamente diferente nos diferentes tecidos dentais e que não há correlação entre  $\Delta E_{00}$  e  $\Delta E_{ab}$  na avaliação do clareamento dental. Já as hipótese de que o clareamento dental não apresenta efeito significativo sobre a translucidez dos substratos foi aceita.

Neste estudo optamos por utilizar dentes bovinos pela facilidade de obtenção, de padronização, pela grande quantidade de dentes utilizados e por motivos éticos. Há vários trabalhos na literatura que utilizaram dentes bovinos em estudos de clareamento, como na permeabilidade ao peróxido (Candido et al.<sup>9</sup>, 2005) e no efeito do peróxido de hidrogênio na morfologia e na reflectância de luz do esmalte bovino (Kwon et al.<sup>42</sup>, 2002).

Em relação à similaridade dos dentes humanos e bovinos no tocante à microestrutura, os dentes bovinos apresentam propriedades físicas e químicas muito similares as dos dentes humanos como composição, densidade, dureza Vickers, podendo, contudo, apresentar valores da coordenada  $L^*$  maiores que o dente humano, devido à diferença na reflectância superficial, explicada pelas diferenças na dieta humana e bovina (Wiegand et al.<sup>86</sup>, 2005). São também uma alternativa viável ao esmalte humano em estudos de permeabilidade (Schiavoni et al.<sup>71</sup>, 2006).

A utilização de saliva artificial para armazenamento dos espécimes teve como objetivo promover uma condição experimental mais próxima de uma condição *in vivo*. Outros estudos também utilizaram saliva artificial para o armazenamento dos espécimes em seus estudos de clareamento (Alves et al.<sup>1</sup>, 2006; Candido et al.<sup>9</sup>, 2005). A exposição à saliva apresentou um papel importante na redução da permeabilidade do esmalte dentário durante o tratamento clareador (Candido et al.<sup>9</sup>, 2005). A saliva artificial utilizada em nosso estudo não continha Fluoreto de Sódio, de maneira a não interferir em alguma desmineralização do esmalte que pudesse acontecer durante o tratamento.

As leituras das coordenadas de cor foram feitas por um espectrofotômetro. Vários pesquisadores utilizaram espectrofotômetros e colorímetros em suas pesquisas (Alves et al.<sup>1</sup>, 2006; de Carvalho et al.<sup>16</sup>, 2002; Dietschi et al.<sup>17</sup>, 2006; Frysh et al.<sup>19</sup>, 1995; Gallagher et al.<sup>20</sup>, 2002). A grande vantagem em relação ao uso de colorímetros ou espectrofotômetros é a objetividade da leitura. Um estudo observou que a avaliação humana da cor do dente não é confiável e que o espectrofotômetro pode prover um método mais previsível e apurado da avaliação da cor do dente *in vitro* (Horn et al.<sup>32</sup>, 1998). Na literatura também são propostos outros métodos objetivos para avaliação da cor, como o uso de fotografias. Contudo, ele requer tempo depois da aquisição da imagem, para determinação da mudança de cor (Viscio et al.<sup>84</sup>, 2000).

Porém, mesmo trabalhando com um instrumento de precisão, alguns cuidados são fundamentais para o sucesso da metodologia empregada. Estudos prévios (Bolt et al.<sup>5</sup>, 1994; Ragain, Johnston<sup>70</sup>, 2001; Yu et al.<sup>88</sup>, 2009) observaram que, quando a cor é medida com um instrumento que tem uma janela de leitura relativamente pequena, de poucos milímetros, menor que o tamanho da amostra, uma considerável fração da luz que penetra no dente é perdida, porque é emergida para a superfície externa fora da janela de leitura. Esta perda é

chamada de *edge-loss*. Segundo Seghi et al.<sup>73</sup> (1989) as diferenças encontradas entre os vários equipamentos utilizados em colorimetria pode ser devido a esse fenômeno. Na literatura encontramos diferentes aparatos idealizados por autores para contornar este problema (Johnston et al., 1996<sup>34</sup>; Ragain, Johnston<sup>70</sup>, 2001; Yu et al.<sup>88</sup>, 2009). Neste estudo, utilizamos um dispositivo em silicone branco opaco com uma perfuração central do mesmo diâmetro dos espécimes (3 mm). Desta maneira, os espécimes foram posicionados neste dispositivo e toda a sua borda estava em contato óptico com a borda do posicionador, e toda a superfície do espécime era lida.

A maioria dos trabalhos de clareamento dental ainda utiliza a fórmula de  $\Delta E_{ab}$  para avaliação dos resultados. Contudo, não há uma concordância de qual dos parâmetros ( $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  ou  $\Delta E_{ab}$ ) seria o mais indicado para prever os resultados do clareamento. Inclusive, Li<sup>51</sup> (2003) relatou que o desafio mais crítico na avaliação da cor com espectrofotômetros e colorímetros é a falta de métodos para interpretar os dados dos aparelhos em relação às mudanças de cor em estudos que avaliam a eficácia de sistemas de clareamento. Bengel<sup>3</sup> (2003) observou que após o clareamento as maiores mudanças ocorrem nos valores das coordenadas  $L^*$  e  $b^*$ , sendo que a coordenada  $b^*$  seria a mais relevante na avaliação do tratamento clareador. Para o autor, os valores de  $\Delta E_{ab}$  não expressam a mudança total da cor. Observa-se um aumento nos valores de  $L^*$ , ou seja, os dentes tendem para o branco, bem como uma diminuição nos valores de  $b^*$ , tendendo os dentes a ficar menos amarelos.

Para Dietisch et al.<sup>17</sup> (2006), quando se analisa as 3 coordenadas de cor separadamente, os valores de  $L^*$ , os quais representam a luminosidade das amostras, parece ser o parâmetro mais significativo, enquanto os valores de  $a^*$  e  $b^*$  que representam a saturação, são menos úteis para fazer comparações entre produtos ou condições experimentais. Também para Carvalho et al.<sup>16</sup> (2002), os valores da

coordenada  $L^*$  são os mais importantes parâmetros para o clareamento dental. Lenhard<sup>49</sup> (1996) observou pouca alteração nos valores da coordenada  $a^*$ , uma alteração nos valores de  $b^*$  na direção do azul e também um aumento da luminosidade, com o aumento de  $L^*$ . Karpinia et al.<sup>38</sup> (2002) observaram, em seus estudos sobre clareamento, uma redução significativa do amarelamento ( $\Delta b$ ) e aumento da luminosidade ( $\Delta L$ ) após o procedimento clareador.

Neste estudo, observamos as maiores diferenças antes e após o clareamento, para as coordenadas  $b^*$  e  $L^*$ , com menores diferenças para a coordenada  $a^*$ . Estes resultados corroboram com vários estudos sobre clareamento dental (Jones et al.<sup>37</sup>, 1999; Lenhard et al.<sup>49</sup>, 1996; Dietschi et al.<sup>17</sup>, 2006).

No presente estudo, os dados das diferenças de cor antes e após o clareamento foram calculados e expressos utilizando-se 2 fórmulas distintas:  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ . Como já foi dito, a fórmula do  $\Delta E_{ab}$  tem sido utilizada na maioria dos estudos sobre avaliação de cor em clareamento, quando utilizados espectrofotômetros e colorímetros. Esta fórmula também é muito utilizada em estudos sobre materiais restauradores (Seghi et al.<sup>72</sup>, 1989; Douglas, Brewer<sup>18</sup>, 1998). Porém, novas fórmulas para análise da diferença de cor foram propostas pela CIE. Uma delas é a CIEDE2000. Na literatura, alguns autores propuseram-se a avaliar esta fórmula para utilização em Odontologia, validando seu uso para avaliação de resinas compostas (Pérez et al.<sup>69</sup>, 2006) e escalas de cor (Lee, Powers<sup>44</sup>, 2005; Kim et al.<sup>39</sup>, 2009). Não encontramos na literatura estudos de clareamento dental utilizando-se esta fórmula. Assim, nos propusemos a comparar os valores obtidos com as 2 fórmulas. Aplicando-se o teste “t” pareado (Tabela 5.8) observamos diferença significativa entre os valores de diferença de cor  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ . Pelas figuras 5.1 a 5.3 nota-se que todos os valores de  $\Delta E_{00}$  foram menores que os valores de  $\Delta E_{ab}$ . Isto se deve ao fato que na fórmula de  $\Delta E_{00}$  há uma correção para os parâmetros de matiz e saturação ( $a^*$  e  $b^*$ ).

Nos dados deste estudo os valores da coordenada  $b^*$  foram os que mais modificaram. Luo et al.<sup>55</sup> (2005) também observaram maior mudança na coordenada  $b^*$ , após o clareamento. Como na fórmula do  $\Delta E_{ab}$  há uma uniformidade no peso de cada coordenada, o seu valor em relação ao  $\Delta E_{00}$  foi maior. Kim et al.<sup>39</sup> também observaram valores significativamente maiores para  $\Delta E_{ab}$  em relação ao  $\Delta E_{00}$  na avaliação de escalas de cor.

Aplicando o teste de regressão linear observou-se uma forte correlação ( $r^2=0,988$ ) entre os valores de  $\Delta E_{ab}$  e  $\Delta E_{00}$ , sugerindo-se assim que a fórmula de  $\Delta E_{00}$  também pode ser utilizada para análise de clareamento dental. Também observa-se pelas Tabelas 5.4 a 5.7 que os resultados do Teste de Tukey foram iguais para as 2 fórmulas utilizadas.

Pelas curvas espectrais médias apresentadas para cada grupo experimental, antes e após o clareamento (Figuras 5.8 a 5.13) observa-se um aumento da reflexão na faixa de comprimentos de onda próximos ao azul, principalmente nos espécimes de esmalte. Estes dados confirmam os maiores valores da coordenada  $b^*$ . Markovic et al.<sup>57</sup> (2010) também encontraram aumento significativo da reflexão nos comprimentos de onda de 450 nm, após o clareamento dental. Os autores somente encontraram diminuição na reflexão na região do vermelho (750 nm) nos discos de esmalte provenientes de indivíduos idosos.

Os pigmentos coloridos dentro de um objeto absorvem vários comprimentos de onda da luz, permitindo que outros comprimentos de onda difundam para fora do objeto. Esta absorção e reflexão seletiva de comprimento de onda é a fonte da cor dos objetos. Desde que luzes azuis-verdes são absorvidas pelos cromógenos amarelados no interior do esmalte, como resultado da complementaridade da relação de cor, a reflectância nestes comprimentos de onda é inferior em dentes não clareados (Markovic et al.<sup>57</sup>, 2010). Kwon et al.<sup>42</sup> (2002) mostraram um aumento gradual na reflectância em comprimentos de onda de 400-500 nm para esmalte bovino após o processo de clareamento. Estes autores também observaram que as diferenças na dieta também podem criar uma

diferença nos valores absolutos da reflectância em dentes bovinos e humanos. O espectro da dieta bovina é muito mais simples que a dieta humana. E ainda, os espécimes bovinos não são tão velhos como os humanos na maioria dos estudos (Kwon et al.,<sup>42</sup> 2002).

Markovic et al.<sup>57</sup> (2010) observaram, após o clareamento, uma significativa diminuição da reflectância no comprimento de 750nm, que representa a faixa do vermelho visível, somente nos espécimes provenientes do esmalte de indivíduos idosos, onde uma considerável incorporação de cromógenos pode ser esperada. Por outro lado, mudanças significativas na reflectância da luz nos comprimentos de onda do azul foram evidentes em todos os grupos de dentes testados, incluindo os impactados. Por estes achados, os autores confirmaram que o clareamento dental não acontece somente por uma ação sobre os pigmentos incorporados ao esmalte, mas também por mudanças em outras propriedades ópticas do esmalte e não somente a cor. Isto pode ser confirmado por nosso estudo e também por Kwon et al.<sup>42</sup> (2002).

Essa avaliação torna-se importante também para discussão da metodologia de estudo de clareamento dental. Vários estudos *in vitro* utilizam métodos de escurecimento dental, antes de submeter os dentes a processos clareadores (Dietschi et al.<sup>17</sup>, 2006; Sulieman et al.<sup>79</sup>, 2003; Lee et al.<sup>43</sup>, 2003). Segundo Dietschi et al.<sup>17</sup> (2006), o escurecimento dos dentes antes do processo de clareamento se faz necessário, principalmente em dentes bovinos, para que se incorporem pigmentos à estrutura dentária e assim permitir uma maior comparação discriminativa dos diferentes métodos de clareamento e de produtos. Em estudo prévio Caneppele e Torres<sup>10</sup>, 2009 também realizaram o escurecimento dos espécimes de dentes bovinos para avaliar o clareamento. Porém, neste estudo optou-se por não escurecer, pois o objetivo era estudar os efeitos sobre as propriedades ópticas dos tecidos, independentemente da incorporação de pigmentos.

Não há um consenso na literatura sobre a questão do clareamento em esmalte e dentina. Estudos prévios (Wiegand et al.<sup>86</sup>, 2005; Sulieman et al.<sup>78</sup>, 2005), através de diferentes metodologias, comprovaram que o agente clareador age tanto em esmalte como em dentina. Porém, Dietschi et al.<sup>17</sup> (2006) observaram que as técnicas de clareamento em consultório foram menos eficientes que o clareamento caseiro para remoção de pigmentos depositados na dentina. Já Kugel et al.<sup>41</sup> (2007) observaram um maior clareamento do esmalte, em relação a dentina quando clareados com peróxido de carbamida a 15%. Em nosso estudo, avaliamos separadamente o efeito do clareamento em esmalte, dentina como também no conjunto esmalte-dentina. Observamos que tanto o esmalte, quanto a dentina e o conjunto apresentaram mudanças nas coordenadas de cor, compatíveis com o clareamento. Pela Tabela 5.7 podemos observar que o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% não apresentou diferenças estatísticas para os substratos estudados. Sendo assim, tanto a cor do esmalte como da dentina apresentam papel importante no resultado final da cor do dente como um todo. Estes achados descartam a possibilidade do efeito do clareamento ser devido também ao mascaramento superficial do esmalte, como reportado por Chiappinelli e Walton<sup>13</sup> (1992).

Sulieman et al.<sup>78</sup> (2005) também observaram clareamento da dentina sob o esmalte, mas salientaram que a profundidade do clareamento obtida no estudo laboratorial não pode ser diretamente relacionada à condição clínica, onde o fluxo positivo de fluido dentinário poderia causar resistência na penetração do peróxido de hidrogênio. Embora, em estudo realizado em nosso Departamento observou-se que a pressão pulpar simulada *in vitro* não influenciou nos resultados do clareamento dental (Comunicação pessoal).

Utilizamos a metodologia para obtenção dos espécimes semelhante ao estudo de Wiegand et al.<sup>86</sup> (2005), na qual para a avaliação da dentina, dois espécimes foram obtidos do mesmo dente,

sendo um utilizado para a medida inicial e outro para a medida final, após o clareamento ser feito a partir do esmalte. Pela análise dos valores obtidos para o substrato dentina (Tabela 5.1) podemos observar valores maiores de desvio-padrão neste grupo, bem como valor maior da diferença de cor no grupo controle. Acreditamos que isso deva ter sido causado pelo uso de dois espécimes diferentes e também pela falta de homogeneidade do tecido dentinário. Ragain e Johnston<sup>70</sup> (2001) ao estudarem sobre as propriedades ópticas do esmalte e dentina, observaram dificuldades para replicar a fabricação dos espécimes e as técnicas de leitura, observando que erros podem ser introduzidos em alguns passos. Os espécimes muito finos desidratam rapidamente. Sendo dentes naturais, os espécimes não são perfeitamente homogêneos e o grau de homogeneidade varia entre os espécimes. O esmalte parece ser relativamente mais homogêneo que a dentina. A dentina pode ser composta da dentina primária, reparativa ou terciária, esclerótica ou com túbulos maiores ou menores dependendo da idade. Isso pode levar a maiores erros observados em espécimes de dentina. Além disso, se o componente orgânico é responsável pela absorção, como concluído por Spitzer e ten Bosch<sup>75</sup> (1975), então as quantidades relativas destes componentes podem ter variado entre e dentro dos espécimes.

Os resultados do nosso estudo mostraram melhores resultados para o clareamento realizado com Peróxido de Hidrogênio a 35%, simulando a técnica de clareamento em consultório. Há atualmente no mercado uma grande variedade de produtos para clareamento, com diversas concentrações e regimes de uso. Com isso, as pesquisas também mostram uma grande variabilidade na utilização dos produtos, ficando difícil a comparação entre os estudos. Optamos por utilizar as concentrações de peróxido de hidrogênio a 35% e o peróxido de carbamida a 10% por serem as concentrações aparentemente mais utilizadas nos trabalhos. Porém, mesmo estas concentrações apresentam variações no regime de uso.

No clareamento com peróxido de carbamida, utilizamos o período de duas horas diárias, também utilizado por outros autores (Kugel et al.<sup>41</sup>, 2007; Patel et al.<sup>68</sup>, 2008). Cardoso et al.<sup>11</sup> (2007) ao avaliarem vários tempos de aplicação do peróxido e carbamida, concluíram que o tempo de oito horas diárias de uso deveria ser substituído por uma ou duas, já que houve uma similaridade nos resultados de mudança de cor neste períodos comparado ao regime de 8 h, proposto primeiramente por Haywood e Heymann<sup>28</sup> (1989) e também utilizados por outros autores (Leonard et al.<sup>50</sup>, 1997; Zekonis et al.<sup>90</sup>, 2003). E a utilização por duas semanas também é proposta em vários trabalhos (Garber et al.<sup>21</sup>, 1991; Jones et al.<sup>37</sup>, 1999; Mokhlis et al.<sup>64</sup>, 2000), por isso seguimos estes protocolos.

No clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% realizamos três aplicações do produto por 10 min, para cada sessão. Este esquema de aplicação também foi proposto por Gallagher et al.<sup>20</sup>(2002), Zekonis et al.<sup>90</sup> (2003), Sulieman et al.<sup>77</sup> (2004) e Sulieman et al.<sup>64</sup> (2005). Neste estudo, não foi utilizada a ativação do gel de peróxido de hidrogênio com qualquer fonte luminosa, evitando a inclusão de uma nova variável.

Não há um consenso na literatura sobre a técnica de clareamento ou a concentração mais eficaz. Alguns estudos encontraram resultados semelhantes para as duas técnicas (Giachetti et al.<sup>22</sup>, 2010; Patel et al.<sup>68</sup>, 2008), enquanto outros encontraram melhor eficácia nas técnicas de clareamento caseiro (Zekonis et al.<sup>90</sup>, 2003; da Costa et al.<sup>14</sup>, 2010).

Outra propriedade óptica avaliada neste estudo foi a translucidez. Ela é a propriedade de uma substância de permitir a passagem parcial da luz e também a sua dispersão.

A metodologia utilizada neste estudo para a avaliação da translucidez foi a medida do Parâmetro de Translucidez (PT). O PT pode ser definido como a diferença de cor de um corpo de espessura uniforme

entre um fundo branco e um fundo preto. Esta metodologia é utilizada para a avaliação de translucidez de materiais restauradores (Lee, Powers<sup>48</sup>, 2001) e também foi utilizada por Yu e Lee<sup>88</sup> (2009) para avaliação da translucidez de esmalte e dentina humanos e bovinos, e por Ma et al.<sup>56</sup> (2009) para avaliação da translucidez do esmalte após o clareamento dental.

Quanto maior a diferença de cor apresentada entre o fundo branco e o fundo preto, maior é a translucidez do corpo. Nossos resultados mostraram valores de PT para a dentina ligeiramente maiores que o esmalte, independentemente do clareamento dental (Tabela 5.9). Yu e Lee<sup>88</sup> (2009) também encontraram resultados semelhantes. Embora, para substratos humanos os autores encontraram que o PT do esmalte é ligeiramente maior que a dentina. Porém, na situação clínica, a espessura de dentina é bem maior que a do esmalte, e o efeito da translucidez da dentina não é evidente.

Pelas curvas espectrais médias do Grupo esmalte (Figuras 5.17) observa-se uma maior diferença entre as curvas sobre o fundo branco e preto em comprimentos de onda maiores. Isto também foi verificado por Brodbelt et al.<sup>7</sup> (1981), ao estudar a translucidez do esmalte pelo método de transmissão.

Na avaliação do conjunto esmalte + dentina encontramos valores de PT muito menores que para os substratos separados. Isso se deve ao fato de que os espécimes do conjunto tinham 2mm de espessura, o dobro da espessura dos espécimes separados. A influência da espessura dos espécimes foi verificada por Yu e Lee<sup>88</sup> (2009). Os autores observaram que o aumento do PT é inversamente proporcional ao aumento da espessura, isto é, quando maior a espessura do corpo, menos translúcido ele é.

Um detalhe muito importante na utilização da metodologia do PT é a relação da amostra com o fundo. Yu e Lee<sup>88</sup> (2009) tentaram medir o PT de amostras de esmalte e dentina com fundo côncavo.

Obtiveram baixos valores de PT, pois os espécimes não estavam diretamente em contato com os fundos. Foi assumido que a razão para os baixos valores de PT é que parte da luz foi perdida na interface entre os espécimes e o fundo sem ser então absorvida. Para resolver este problema de espalhamento na interface base do espécime e superfície do fundo, os autores utilizaram um fundo que se moldava à concavidade da amostra. Em nosso estudo, embora as superfícies dos espécimes fossem planas, uma fina camada de ar permaneceria entre os espécimes e os fundos de leitura. Como o índice de refração do ar é 1, um maior espalhamento da luz ocorreria na interface. Desta maneira, optamos por utilizar um contato óptico, isto é, um líquido de índice de refração semelhante ao dente foi colocado entre o fundo e o espécime, para diminuir o espalhamento da interface. Ragain e Jonhston<sup>70</sup> (2001) utilizaram uma solução de sacarose com índice de refração de aproximadamente 1,5 como contato óptico. Encontramos na literatura que o índice de refração do esmalte dental é de aproximadamente 1,655 (Houwink<sup>33</sup>, 1974). Fizemos algumas experiências para determinar qual substância seria utilizada como contato óptico. O óleo de imersão para microscopia óptica tem índice de refração 1,63. Porém, não é hidrossolúvel e poderia alterar a superfície dos espécimes. Medimos o índice de refração de algumas substâncias hidrossolúveis existentes em nosso laboratório e optamos por utilizar como contato óptico o Polietilenoglicol 400 que apresentou índice de refração de 1,47. Para a medição do índice de refração foi utilizado um refratômetro (Mettler-Toledo RI 40D, Barueri, SP, Brasil).

Os resultados deste estudo mostraram, conforme a Tabela 5.9, que a translucidez dos substratos dentais não foi afetada pelo clareamento dental, independentemente do gel utilizado.

Ma et al.<sup>56</sup> (2009) observaram uma diminuição do PT do esmalte humano após o clareamento dental com peróxido de Carbamida, diferindo então dos resultados encontrados em nosso estudo. Embora, os

autores tenham utilizado a metodologia do PT, houve algumas diferenças em relação à metodologia por nós utilizada. Os autores realizaram a leitura imediatamente após a última aplicação do agente clareador. Matis et al.<sup>60</sup> (1998) observaram uma desidratação do esmalte logo após o clareamento. Essa desidratação temporária pode diminuir a translucidez do esmalte. Brodbelt et al.<sup>7</sup> (1981) observaram que a desidratação do esmalte por 10 s de jatos de ar fez com que houvesse uma diminuição de 18% da translucidez em relação ao esmalte úmido. Sendo assim, a translucidez do esmalte dental mostrou ser influenciada pelo grau de desidratação. Isto pode ser resultado da substituição da água em volta dos prismas pelo ar. O efeito do espalhamento em um sistema heterogêneo, como os prismas rodeados por um meio fluido, é uma função da diferença do índice de refração dos dois componentes. O índice de refração do esmalte dental é de aproximadamente 1,65. Desde que o índice de refração da água é de 1,33 e do ar é 1,00, uma maior diferença e maior espalhamento são produzidos na interface esmalte-ar. Assim, o esmalte desidratado mostra uma menor translucidez. (Brodbelt et al.<sup>7</sup>, 1981).

Como realizamos a leitura final dos espécimes 7 dias após o término dos processos de clareamento, o efeito da desidratação das amostras foi eliminado. Assim, com a observação do clareamento do esmalte e da dentina e também pela observação de que a translucidez dos tecidos não varia com o clareamento, podemos inferir que o resultado final da cor do dente após o processo de clareamento dependem tanto do esmalte como da dentina.

Neste estudo avaliamos a fluorescência dos tecidos dentais antes e após o clareamento através da leitura da cor com a inclusão e a exclusão do componente UV do iluminante D65. O uso deste método foi possível, pois em nosso laboratório o espectrofotômetro disponível permite a inclusão ou exclusão de UV do iluminante. Deste modo, a fluorescência foi avaliada por sua influência na cor do substrato.

Esta metodologia é utilizada para estudos de resinas compostas (Yu, Lee<sup>89</sup>, 2008; Lim, Lee<sup>52</sup>, 2007; Lee et al.<sup>47</sup>, 2006). Porém, para substratos dentais não encontramos trabalhos na literatura que utilizaram esta metodologia. Os estudos sobre fluorescência em substratos dentais normalmente utilizam espectrofotômetros de fluorescência (Spitzer, Bosch<sup>74</sup>, 1976; Hoerman, Mancewicz<sup>31</sup>, 1964), que permitem avaliar diretamente os picos de emissão de fluorescência.

Observando-se a Tabela 5.10 notamos valores iniciais de fluorescência maiores para a dentina, quando comparada ao esmalte. Isto também foi observado por Hoerman e Mancewicz<sup>31</sup> (1964).

Os resultados encontrados neste trabalho mostraram que após o clareamento houve diminuição da fluorescência, com diferenças significativas para o Grupo Dentina, subgrupo PH 35%, Grupo Esmalte, subgrupo PC10%, Grupo Esmalte + Dentina, subgrupo PH35%.

Gotz et al.<sup>25</sup> (2007) também observaram uma diminuição na fluorescência após o clareamento quando utilizada a espectroscopia Raman combinada com a técnica de microscopia de varredura confocal laser. Os autores relataram o fenômeno, mas não conseguiram explicar o porquê, sugerindo mais estudos para entendê-lo.

Spitzer e Bosch<sup>74</sup> (1976) observaram que a matéria orgânica do esmalte e dentina é a responsável pela fluorescência. E alguns trabalhos encontraram alterações no conteúdo orgânico dos tecidos dentais (Gotz et al.<sup>25</sup>, 2007; Berger et al.<sup>4</sup>, 2011). Assim, podemos especular que as alterações encontradas na fluorescência dos tecidos após o clareamento possam estar ligadas à alterações no conteúdo orgânico do esmalte e dentina.

Como foi dito, em nosso estudo avaliamos a fluorescência pela inclusão ou exclusão do componente UV do iluminante D65. Desta maneira, o que encontramos de fluorescência é o que seria observado na luz natural. Não houve uma excitação maior nos comprimentos de onda na região do UV como se faz quando se usa uma lâmpada UV ou "luz

negra”. Bosch e Coops<sup>81</sup> (1995) relataram que a fluorescência emitida pelo dente no ambiente da luz natural não representa papel importante na cor dos dentes. Assim, essa diminuição da fluorescência observada neste estudo também pode ter pouca ou nenhuma significância clínica. De qualquer modo, mais estudos precisam ser feitos para se entender o papel da fluorescência no clareamento dental.

## 7. CONCLUSÃO

Baseados na metodologia empregada e de acordo com a análise estatística dos resultados, concluiu-se que:

- a) O clareamento dental apresentou efeito significativo sobre a cor do esmalte e dentina;
- b) O clareamento dental com peróxido de Hidrogênio a 35% foi mais eficaz que o Peróxido de Carbamida a 10% em esmalte e no conjunto esmalte+dentina;
- c) O clareamento dental não afetou a translucidez dos tecidos dentais, independentemente dos produtos utilizados;
- d) O Clareamento dental com Peróxido de hidrogênio a 35% diminuiu a fluorescência da dentina e do conjunto esmalte + Dentina, e o peróxido de carbamida diminuiu a fluorescência do esmalte;
- e) A fórmula de diferença de cor  $\Delta E_{00}$  pode ser utilizada para avaliação do resultado do clareamento dental.

## 8 REFERÊNCIAS

1. Alves G, Cesar I, Rego M, Liporoni P. Análise da efetividade clareadora dos peróxidos de hidrogênio e carbamida no esmalte dental através da fotorreflectância. *Braz Oral Res.* [abstract Pa 256]. 2006; 20 suppl:183.
2. Auschill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent.* 2005 Mar-Apr;30(2):156-63.
3. Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15 Suppl 1:S21-32; discussion S.
4. Berger SB, Pavan S, Vidal CD, Santos PH, Giannini M, Bedran-Russo AK. Changes in the stiffness of demineralized dentin following application of tooth whitening agents. *Acta Odontol Scand.* 2011 Apr 15.[Epub ahead of print]
5. Bolt RA, Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Phys Med Biol.* 1994 Jul;39(7):1133-42.
6. Bridgeman I. The nature of light and its interactions with matter. In: McDonald R. *Colour physics for industry.* Huddersfield:Charlesworth. 1987:1-34.

---

\* Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago citado em 25 ago.] Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

7. Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL, Frazer-Dib JG, Yu R. Translucency of human dental enamel. *J Dent Res.* 1981 Oct;60(10):1749-53.
8. Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, Gasparoto Mancini MN, Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod.* 2007 Sep;33(9):1074-7.
9. Candido A, Araujo J, Silva C, Souza F, Guimarães R. Avaliação da permeabilidade do esmalte exposto a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida. *Odontol Clin Cient.* 2005;4(3):207-11.
10. Caneppele TM, Torres CR. Influence of surfactants on the effectiveness of bleaching gels. *Clin Oral Investig.* 2011 Feb;15(1):57-64.
11. Cardoso PC, Godoy FS, Oliveira MT, Baratieri LN. Influência do tempo de aplicação de um gel clareador a base de peróxido de carbamida a 10% na cor dos dentes – um estudo in vitro. *Cienc Odontol Bras.* 2007;10(1):78-83.
12. Carvalho Filho E, Florez FLE, Figueiredo ACR, Lizarelli RFZ, Bagnato V, editors. Avaliação da fluorescência de resinas compostas odontológicas através do uso de técnicas digitais. Apresentado ao XI Congresso Brasileiro de Física Médica; 2006 Jun, 14-17; Ribeirão Preto; 2006.
13. Chiappinelli JA, Walton RE. Tooth discoloration resulting from long-term tetracycline therapy: a case report. *Quintessence Int.* 1992 Aug;23(8):539-41.
14. da Costa JB, McPharlin R, Paravina RD, Ferracane JL. Comparison of at-home and in-office tooth whitening using a novel shade guide. *Oper Dent.* 2010 Jul-Aug;35(4):381-8.
15. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003;14(4):292-304.

16. de Carvalho EM, Robazza CR, Lage-Marques JL. [Spectrophotometric and visual analysis of internal dental bleaching utilizing laser and heat as catalyzing sources]. *Pesqui Odontol Bras*. 2002 Oct-Dec;16(4):337-42.
17. Dietschi D, Rossier S, Krejci I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int*. 2006 Jul-Aug;37(7):515-26.
18. Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1998 Mar;79(3):254-60.
19. Frysh H, Bowles WH, Baker F, Rivera-Hidalgo F, Guillen G. Effect of pH on hydrogen peroxide bleaching agents. *J Esthet Dent*. 1995;7(3):130-3.
20. Gallagher A, Maggio B, Bowman J, Borden L, Mason S, Felix H. Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Clin Dent*. 2002;13(6):219-24.
21. Garber DA, Goldstein RE, Goldstein GE, Schwartz CG. Dentist monitored bleaching: a combined approach. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1991 Mar;3(2):22-6.
22. Giachetti L, Bertini F, Bambi C, Nieri M, Russo DS. A randomized clinical trial comparing at-home and in-office tooth whitening techniques: A nine-month follow-up. *J Am Dent Assoc*. 2010 Nov;141(11):1357-64.
23. Gohring TN, Zehnder M, Sener B, Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radioisotope analysis. *J Dent*. 2004 Mar;32(3):235-40.
24. Goldstein GR, Kiremidjian-Schumacher L. Bleaching: is it safe and effective? *J Prosthet Dent*. 1993 Mar;69(3):325-8.
25. Gotz H, Duschner H, White DJ, Klukowska MA. Effects of elevated hydrogen peroxide 'strip' bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes. *J Dent*. 2007 Jun;35(6):457-66.

26. Hardman PK, Moore DL, Petteway GH. Stability of hydrogen peroxide as a bleaching agent. *Gen Dent*. 1985 Mar-Apr;33(2):121-2.
27. Hattab FN, Qudeimat MA, al-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent*. 1999;11(6):291-310.
28. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*. 1989 Mar;20(3):173-6.
29. Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent*. 1999 Sep;27(7):509-15.
30. Hill AR. How we see colour. In: McDonald R. *Colour physics for industry*. Huddersfield: Charlesworth; 1987.
31. Hoerman KC, Mancewicz SA. Fluorometric Demonstration of Tryptophan in Dentin and Bone Protein. *J Dent Res*. 1964 Mar-Apr;43:276-80.
32. Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod*. 1998 Dec;24(12):786-90.
33. Houwink B. The index of refraction of dental enamel apatite. *Br Dent J*. 1974 Dec 17;137(12):472-5.
34. Johnston WM, Hesse NS, Davis BK, Seghi RR. Analysis of edge-losses in reflectance measurements of pigmented maxillofacial elastomer. *J Dent Res*. 1996 Feb;75(2):752-60.
35. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont*. 1995 Jan-Feb;8(1):79-86.
36. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004;32 Suppl 1:3-12.

37. 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.
38. Karpinia KA, Magnusson I, Sagel PA, Zhou X, Gerlach RW. Vital bleaching with two at-home professional systems. *Am J Dent*. 2002 Sep;15 Spec No:13A-8A.
39. Kim JG, Yu B, Lee YK. Correlations between color differences based on three color-difference formulas using dental shade guide tabs. *J Prosthodont*. 2009 Feb;18(2):135-40.
40. Kugel G, Kastali S. Tooth-whitening efficacy and safety: a randomized and controlled clinical trial. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 2000 Jun(29):S16-21; quiz S42.
41. Kugel G, Petkevis J, Gurgan S, Doherty E. Separate whitening effects on enamel and dentin after fourteen days. *J Endod*. 2007 Jan;33(1):34-7.
42. Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehabil*. 2002 May;29(5):473-7.
43. Lee BS, Huang SH, Chiang YC, Chien 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*. 2008 Jan;24(1):57-66.
44. Lee YK. Comparison of CIELAB DeltaE(\*) and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater*. 2005 Jul;21(7):678-82.
45. Lee YK, Lu H, Powers JM. Fluorescence of layered resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(2):93-100; discussion 1.
46. Lee YK, Lu H, Powers JM. Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater*. 2006 Jul;22(7):653-60.

47. Lee YK, Lu H, Powers JM. Influence of fluorescent and opalescent properties of resin composites on the masking effect. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006 Jan;76(1):26-32.
48. Lee YK, Powers JM. Color and optical properties of resin-based composites for bleached teeth after polymerization and accelerated aging. *Am J Dent.* 2001 Dec;14(6):349-54.
49. Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc.* 1996 Nov;127(11):1618-24; quiz 65.
50. Leonard RH, Jr., Haywood VB, Phillips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1997 Aug;28(8):527-34.
51. Li Y. Tooth color measurement using Chroma Meter: techniques, advantages, and disadvantages. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15 Suppl 1:S33-41.
52. Lim YK, Lee YK. Fluorescent emission of varied shades of resin composites. *Dent Mater.* 2007 Oct;23(10):1262-8.
53. 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 28-9.
54. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 Colour-Difference Formula: CIEDE2000. *Color Research & Application.* 2001;26(5):340-50.
55. Luo W, Westland S, Ellwood R, Pretty I, editors. Evaluation of whiteness formulae for teeth. 10th Congress of the International Color Association; 2005 May, 8-13; Granada, Spain; 2005.
56. Ma X, Jiang T, Sun L, Wang Z, Zhou Y, Wang Y. Effects of tooth bleaching on the color and translucency properties of enamel. *Am J Dent.* 2009 Dec;22(6):324-8.

57. Markovic L, Fotouhi K, Lorenz H, Jordan RA, Gaengler P, Zimmer S. Effects of bleaching agents on human enamel light reflectance. *Oper Dent*. 2010 Jul-Aug;35(4):405-11.
58. Marson FC, Sensi LG, Reis R. Novo conceito na clareação dentária pela técnica no consultório. *Rev Dental Press Estética* 2008;5:55-66.
59. Marson FC, Sensi LG, Vieira LC, Araujo E. Clinical evaluation of in-office dental bleaching treatments with and without the use of light-activation sources. *Oper Dent*. 2008 Jan-Feb;33(1):15-22.
60. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int*. 1998 Sep;29(9):555-63.
61. Matis BA, Cochran MA, Wang G, Eckert GJ. A clinical evaluation of two in-office bleaching regimens with and without tray bleaching. *Oper Dent*. 2009 Mar-Apr;34(2):142-9.
62. Matsumoto H, Kitamura S, Araki T. Autofluorescence in human dentine in relation to age, tooth type and temperature measured by nanosecond time-resolved fluorescence microscopy. *Arch Oral Biol*. 1999 Apr;44(4):309-18.
63. McCaslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russell CM. Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc*. 1999 Oct;130(10):1485-90.
64. 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.
65. O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater*. 1997 May;13(3):179-85.
66. Papathanasiou A, Kastali S, Perry RD, Kugel G. Clinical evaluation of a 35% hydrogen peroxide in-office whitening system. *Compend Contin Educ Dent*. 2002 Apr;23(4):335-8, 40, 43-4 passim; quiz 48.

67. Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Curing-dependent changes in color and translucency parameter of composite bleach shades. *J Esthet Restor Dent.* 2002;14(3):158-66.
68. Patel A, Louca C, Millar BJ. An in vitro comparison of tooth whitening techniques on natural tooth colour. *Br Dent J.* 2008 May 10;204(9):E15; discussion 516-7.
69. Perez Mdel M, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB delta E\* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J.* 2007 Jan;26(1):21-8.
70. Ragain Jr. JC, Johnston WM. Accuracy of Kubelka-Munk reflectance theory applied to human dentin and enamel. *J Dent Res.* 2001 Feb;80(2):449-52.
71. Schiavoni R, Tursi C, Carrasco L, Pécora J, Serra M, Froner I. Estudo comparativo da permeabilidade do esmalte humano e bovino [Abstract Pa 085]. *Braz Oral Res* 2006; 20 Suppl:161.
72. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res.* 1989 Dec;68(12):1760-4.
73. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Performance assessment of colorimetric devices on dental porcelains. *J Dent Res.* 1989 Dec;68(12):1755-9.
74. Spitzer D, Bosch JJ. The total luminescence of bovine and human dental enamel. *Calcif Tissue Res.* 1976 Apr; 20(2):201-8.
75. Spitzer D, Bosch JT. The absorption and scattering of light in bovine and human dental enamel. *Calcif Tissue Res.* 1975;17(2):129-37.
76. Steagall Jr W. Contribuição para o estudo da propagação da luz através do esmalte e dentina humanos. [Dissertação] São Paulo: Universidade de São Paulo; 2005.

77. 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 May;32(4):295-9.
78. 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.
79. Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method in vitro to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent*. 2003 Aug;31(6):415-22.
80. Takahashi MK, Vieira S, Rached RN, de Almeida JB, Aguiar M, de Souza EM. Fluorescence intensity of resin composites and dental tissues before and after accelerated aging: a comparative study. *Oper Dent*. 2008 Mar-Apr;33(2):189-95.
81. ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res*. 1995 Jan;74(1):374-80.
82. Torres CRG, Borges AB, Kubo CH, Gonçalves SEP, Celaschi S, Giordano, CES, et al. Clareamento dental com fontes híbridas LED/LASER. São Paulo: Ed. Santos; 2007.
83. Vieira GF, Arakaki Y, Caneppele TMF. Spectrophotometric assessment of the effects of 10% carbamide peroxide on enamel translucency. *Braz Oral Res*. 2008;22(1):90-5.
84. Viscio D, Gaffar A, Fakhry-Smith S, Xu T. Present and future technologies of tooth whitening. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 2000 Jun(28):S36-43; quiz S9.
85. Wetter NU, Barroso MC, Pelino JE. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an in vitro study. *Lasers Surg Med*. 2004;35(4):254-8.
86. 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.

87. Woo ST, Yu B, Ahn JS, Lee YK. Comparison of translucency between indirect and direct resin composites. *J Dent.* 2008 Aug;36(8):637-42.

88. Yu B, Ahn JS, Lee YK. Measurement of translucency of tooth enamel and dentin. *Acta Odontol Scand.* 2009 Feb;67(1):57-64.

89. Yu B, Lee YK. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent.* 2008 Oct;36(10):840-6.

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

91. Zimmerman B, Datko L, Cupelli M, Alapati S, Dean D, Kennedy M. Alteration of dentin-enamel mechanical properties due to dental whitening treatments. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2010 May;3(4):339-46.

**ANEXO A - Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa**

**unesp**  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – Jd. São Dimas  
CEP 12201-970 – F. (12) 3947-9028 / 9037  
Fax (12) 3947-9010 / [aigottii@fosjc.unesp.br](mailto:aigottii@fosjc.unesp.br) / [Guedes@fosjc.unesp.br](mailto:Guedes@fosjc.unesp.br)

---




**CERTIFICADO**  
**Comitê de Ética em Pesquisa**  
**Envolvendo Animais**

---

**CERTIFICAMOS**, que o protocolo nº **034/2009-PA/CEP**, sobre **“Influência do clareamento nas propriedades óticas do esmalte e dentina”** sob responsabilidade de **CARLOS ROCHA GOMES TORRES**, tendo como orientada a aluna Taciana Marco Ferraz Caneppele, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 21 de outubro de 2009



---

**Profa.Titular YASMIN RODARTE CARVALHO**  
**Coordenadora**