UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

DANIELA DE BIAGI FREITAS

**Alteração de cor e rugosidade superficial de resina
composta clareada após envelhecimento em função do
tempo**

Ribeirão Preto
2010

DANIELA DE BIAGI FREITAS

**Alteração de cor e rugosidade superficial de resina
composta clareada após envelhecimento em função do
tempo**

Tese apresentada a Faculdade de Odontologia de
Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, para a
obtenção do título de Doutor em Reabilitação Oral.

Área de Concentração: Reabilitação Oral

Orientadora: Profa. Dra. Alma Blásida Concepción
Elizaur Benitez Catirse

Ribeirão Preto
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELTRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE SITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Freitas, Daniela de Biagi

Alteração de cor e rugosidade superficial de resina composta clareada após envelhecimento em função do tempo. Ribeirão Preto, 2010.

89 p. : il. ; 30cm

Teses de Doutorado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP – Área de concentração: Reabilitação Oral.

Orientadora: Catirse, Alma Blasida Conception Elisaur Benitez.

1. Resina composta fotopolimerizável;
2. Rugosidade superficial;
3. Espectrofotometria;
4. Envelhecimento Artificial Acelerado.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: FREITAS, Daniela de Biagi

Título: Alteração de cor e rugosidade superficial de resina composta clareada após envelhecimento em função do tempo.

Tese apresentada a Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Doutor em Reabilitação Oral.

Aprovada em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese

À DEUS

Aos meus pais Sérgio e Maria Aparecida por todo sacrifício e apoio

Ao meu irmão Fabio pelo companheirismo e amizade

Ao meu namorado Christian pela paciência e pelo carinho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À **Prof^a. Dr^a. Alma Blásida Conception Elizaur Benitez Catirse**, minha orientadora, por sua atenção, paciência, pelo incentivo e pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis. Agradeço a Deus por tê-la conhecido e por fazer parte de minha vida. Meu muito obrigado.

À **Prof^a. Dr^a. Andréa Candido dos Reis**, pela co-orientação para a idealização deste trabalho, pelos ensinamentos, pelas palavras enriquecedoras transmitidas, pela paciência e ternura.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia da USP de Ribeirão Preto, representada pelo seu Diretor **Prof Dr. Osvaldo Luiz Bezzon**.

Ao curso de pós- graduação em Reabilitação Oral, na pessoa da **Profa. Dra. Iara Augusta Orsi** ex-coordenadora, por assegurar nossos direitos e deveres com a pós-graduação.

Aos **docentes e funcionários do Departamento de Materiais Dentários e Prótese na pessoa da Profa. Dra. Helena de Freitas Oliveira Paranhos**, chefe do departamento onde foi realizado este trabalho e que sempre viabilizaram nossas pesquisas.

Aos **professores do curso de pós-graduação em Reabilitação Oral** da FORP-USP, por seus ensinamentos e exemplos de dedicação.

À **CAPES**, pelo apoio financeiro concedido para a execução deste trabalho.

Aos Professores do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, pela expressiva contribuição para o meu desenvolvimento acadêmico- científico.

Ao **Prof. Dr. Heitor Panzeri**, do Departamento de Materiais Dentários da FORP-USP, por permitir a utilização do espectrofotômetro em seu laboratório.

Aos funcionários da FORP, que colaboraram diretamente no desenvolvimento desse trabalho.

As secretárias do Departamento de Materiais e Prótese: **Regiane Damasceno Tirado** e **Ana Paula Xavier**. As secretárias da Pós Graduação: **Regiane Cristina Moi Sacilotto** e **Isabel Cristina Galino**.

Aos engenheiros **Edson Volta** e **Ana Paula Macedo**, pela amizade e auxílio durante a elaboração deste projeto.

A **Profª Drª Silmara Aparecida Milori Corona**, pela atenção, ajuda e apoio e conhecimento compartilhado nas correções finais desta tese.

A eterna amiga **Profª Drª Rosa Vitória Pallamin Azevedo** pelo despertar da carreira acadêmica, pelos seus conhecimentos, por sua orientação.

À doutoranda **Ana Paula Terossi de Godoi** pela amizade, paciência, pelos conhecimentos compartilhados e pela colaboração na elaboração dos artigos.

À mestranda **Keico Graciela Sano Trauth** pela amizade, pelo companheirismo e pela colaboração na execução deste trabalho.

Aos estimados **Marcos Catirse** e **Marcos Daniel Catirse** e a querida **Domiciniana Benitez** pela receptividade, pelo carinho e paciência com que sempre me receberam.

À amiga, irmã, **Luciana Sanae**, pela colaboração infinita, pela lealdade, pela força e esperança que sempre me deu.

Ao meu irmão **Fábio de Biagi Freitas** pelo companheirismo, pelo incentivo, encorajamento e pelos momentos de alegria em meus dias de cansaço.

E a todas as pessoas que participaram de alguma forma deste trabalho.

*“De tudo ficaram três coisas:
A certeza que estamos sempre começando,
A certeza de que precisamos continuar,
A certeza que seremos interrompidos antes de terminar,
Portanto devemos:
Fazer da interrupção, um caminho novo,
Da queda, um passo de dança,
Do medo, uma escada,
Do sonho, uma ponte,
Da procura um encontro”*

Fernando Pessoa

RESUMO

FREITAS, D.B. **Alteração de cor e rugosidade superficial de resina composta clareada após envelhecimento em função do tempo**, 2010, 89 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

O presente trabalho teve como objetivo analisar “in vitro” a alteração de cor e a rugosidade superficial de uma resina composta (Charisma[®]) submetidas a tratamento clareador com agente clareador Lase Peroxide Sensy[®] (CC) e grupo controle sem tratamento clareador (SCL), após envelhecimento (EAA) em função do tempo, realizando-se avaliação superficial complementar por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e EDX. Os corpos-de-prova (n=15) foram confeccionados com o auxílio de uma matriz de Teflon nas dimensões de 11x2,0mm, polidos com discos Soft Lex[®], na seqüência de abrasividade decrescente e armazenados em saliva artificial a 37°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), até os momentos de serem submetidos aos tratamentos propostos e à realização das leituras de alteração de cor e rugosidade superficial, nos tempos: 24 horas após a confecção (T0), após envelhecimento artificial acelerado (T1), 24 horas após clareamento (T2), 7dias (T3) e 1 mês após clareamento (T4). As leituras de alteração de cor foram obtidas com o auxílio do aparelho Espectrofotômetro (PCB6807BYK GARDNER) e para as leituras de rugosidade superficial foi utilizado o Rugosímetro Mitutoyo SJ-201P. Os dados foram submetidos à Análise de Variância ANOVA ($p \leq 0,05$). Os resultados obtidos foram: a) o fator Tempo teve efeito estatisticamente significativo sobre as variáveis ΔE^* (T1=T2=T3; T1=T4), L^* (T0<T1=T2=T3=T4), a^* (T0>T1=T2; T1=T3=T4; T4>T2), b^* (T0>T1=T2=T3; T4=T3=T1; T2<T4) e rugosidade superficial (μm) (T0<T1,T2,T3,T4; T1=T2; T1<T3=T4; T2=T3=T4; b) para o fator tratamento com relação a ΔE^* e fator L^* (CC>SCL), para os fatores a^* e b^* (CC<SC), c) a interação Tratamento x Tempo não apresentou diferença estatisticamente significativa para as variáveis ΔE^* , L^* , a^* , b^* e rugosidade superficial, d) as superfícies após EAA apresentaram alterações d) não houve mudanças no EDX antes e após os tratamentos. Conclui-se que a resina Charisma[®], apresentou alteração de cor ($\Delta E^* > 3,3$) e uma estabilidade na rugosidade superficial a partir de T2.

Palavras-chave: Espectrofotometria, resina composta, rugosidade superficial, envelhecimento artificial acelerado.

ABSTRACT

FREITAS, D.B. **Color change and surface roughness of composite resin cleared after accelerated artificial aging as a function of time**, 2010, 89 f. Thesis (Doctoral – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010).

The current study *in vitro* evaluated the color change and surface roughness of the composite resin Charisma[®] cleared with Lase Peroxide Sensy[®] (CCL) and control without bleaching (SCL) after accelerated artificial aging (EAA) as a function of time, performing additional surface evaluation by scanning electron microscopy (MEV) and EDX. To obtain the color change and surface roughness a Spectrophotometer (PCB 6807 BYK GARDNER) and rugosimeter (Mitutoyo SJ- 201P) were employed respectively. Measurements were carried out at five times: 24 hours after preparation (T0), after artificial accelerated aging (T1), 24 hours after bleaching (T2), 7days (T3) and 1 month after bleaching (T4). The specimens (n=15) were prepared with aid of a Teflon (10-mm diameter and 2mm thick). The specimens were polished with discs Soft Lex[®], following abrasiveness decreased, being stored in artificial saliva at 37°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) until the time of undergoing the proposed treatments and the measurements. The data obtained were submitted to ANOVA parametric test ($p \leq 0.05$). The results were: a) time factor had a statistically significant effect on the variables ΔE^* ($T1 = T2 = T3, T1 = T4$), L^* ($T0 < T1 = T2 = T3 = T4$), a^* ($T0 > T1 = T2; T1 = T3 = T4, T4 > T2$), b^* ($T0 > T1 = T2 = T3, T4 = T3 = T1; T2 < T4$) and roughness (μm) ($T0 < T1, T2, T3, T4; T1 = T2; T1 < T3 = T4; T2 = T3 = T4$), b) for treatment factor ΔE^* and L^* (CC > SCL) for the factors a^* and b^* (CC < SC), c) Treatment x Time interaction showed no statistically significant difference for the variables ΔE^* , L^* , a^* , b^* and surface roughness, d) after EAA the surfaces change d) before and after EAA don't have changes. It is concluded that the resin Charisma[®], presented color change ($\Delta E^* > 3.3$) and surface roughness stability from T2.

Key words: Spectrophotometer, composite resin, surface roughness, accelerated artificial aging

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aspecto final do corpo-de-prova.....	38
Figura 2 - Espectrofômetro PCB 6807 BYK GARDNER.....	39
Figura 3 - Representação Gráfica do Sistema CIE L*a*b*.....	41
Figura 4 – Rugosímetro Mitutoyo SJ-210 P.....	42
Figura 5 - Máquina de Envelhecimento Artificial Acelerado.....	43
Figura 6 – Led - Laser e agente clareador utilizado.....	43
Figura 7 - Metalizador e Microscópio Eletrônico de Varredura	44
Figura 8 - Fotomicrografia da resina Charisma-T0 (Antes do envelhecimento 500x).....	56
Figura 9 Figura 9- Fotomicrografia da resina Charisma-T0 (Antes do envelhecimento, 1500x).....	56
Figura 10- Fotomicrografia da resina Charisma-T0 (Antes do envelhecimento, 20000X)	57
Figura 11 - Fotomicrografia da resina Charisma -T1 (Após Envelhecimento, 500X).....	57
Figura 12 - Fotomicrografia da resina Charisma -T1 (Após Envelhecimento, 1500X).....	57
Figura 13- Fotomicrografia da resina Charisma- T1 (Após Envelhecimento, 20000X).....	58
Figura 14 - Fotomicrografia da resina Charisma-T4 (30 dias após clareamento, 500X).....	58
Figura 15-Fotomicrografia da resina Charisma-T4 (30 dias após clareamento, 1500X).....	58
Figura 16 - Fotomicrografia da resina Charisma -T4 (30 dias após clareamento, 20000X).....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados do parâmetro ΔE^*	82
Tabela 2 – Dados do parâmetro L^*	83
Tabela 3 – Dados do parâmetro a^*	84
Tabela 4 – Dados do parâmetro b^*	85
Tabela 5 – Dados de rugosidade superficial (μm).....	86
Tabela 6 – Teste de aderência a curva normal: Valores originais de ΔE^*	87
Tabela 7 – Teste de aderência à curva normal: Valores de L^*	87
Tabela 8 – Teste de aderência à curva normal: Valores de a^*	87
Tabela 9 – Teste de aderência à curva normal: Valores de b^*	88
Tabela 10 – Teste de aderência à curva normal: Rugosidade superficial.....	88
Tabela 11– Análise de Variância: Delta E^*	88
Tabela 12 – Análise de Variância: Valores de L^*	89
Tabela 13 – Análise de Variância: Valores de a^*	89
Tabela 14 – Análise de Variância: Valores de b^*	89
Tabela 15 – Médias de Delta E^* , L^* , a^* e b^* para os fatores: Tempo e Tratamento.....	46
Tabela 16 – Médias de Delta E^* , L^* , a^* e b para a interação Tratamento x Tempo.....	47
Tabela 17 – Análise de Variância: Rugosidade superficial (μm).....	53
Tabela 18 - Médias de Rugosidade (μm) para o fator Tempo.....	54
Tabela 19 – Médias de Rugosidade (μm) para o fator Tratamento.....	55
Tabela 20 - Médias de Rugosidade (μm) para a interação Tratamento x Tempo.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Médias de alteração de cor ΔE^* para o fator Tempo.	48
Gráfico 2 - Médias de L^* para o fator Tempo.....	49
Gráfico 3 - Médias de a^* para o fator Tempo.....	49
Gráfico 4 - Médias de b^* para o fator Tempo.	50
Gráfico 5 - Médias de ΔE^* para o fator Tratamento.	50
Gráfico 6 - Médias de L^* para o fator Tratamento.	51
Gráfico 7 - Médias de a^* para o fator Tratamento.	51
Gráfico 8 - Médias de b^* para o fator Tratamento.	52
Gráfico 9 - Médias de ΔE^* para a interação Tratamento X Tempo.....	52
Gráfico 10 - Médias de L^* para a interação Tratamento X Tempo.	52
Gráfico 11 - Médias de a^* para a interação Tratamento X Tempo.	53
Gráfico 12 - Médias de b^* para a interação Tratamento X Tempo.	53
Gráfico 13- Médias de Rugosidade para o fator Tempo.....	54
Gráfico 14 - Médias de Rugosidade para o fator Tratamento.....	55
Gráfico 15 - Médias de Rugosidade para a interação Tratamento X Tempo.	56
Gráfico 16 - Análise superficial EDX – T0 (Antes do envelhecimento).	59
Gráfico 17 – Análise superficial EDX – T1 (Após envelhecimento).	60
Gráfico 18 – Análise superficial EDX – T4 (30 dias após envelhecimento)..	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Características da resina composta empregada.....	36
Quadro 2 - Agente clareador utilizado.	36
Quadro 3 - Características do material empregado.	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 CLAREAMENTO DENTAL	21
2.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL	23
2.3 ALTERAÇÃO DE COR E ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO ...	25
3. PROPOSIÇÃO	34
4. MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1. MATERIAIS	36
4.2. MÉTODO	36
4.2.1. Planejamento Experimental	36
4.2.2. Planejamento Estatístico	37
4.2.3. Obtenção dos corpos-de-prova	38
4.2.4. Armazenamento dos corpos-de-prova	39
4.2.5. Leituras de alteração de cor	39
4.2.6. Análise de Rugosidade Superficial (Ra)	41
4.2.7. Envelhecimento Artificial Acelerado (EAA)	42
4.2.8. Aplicação do agente clareador	43
4.2.9. Análise Superficial por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Fluorescência de Raios-X (EDX)	44
5. RESULTADOS	46
5.1 ALTERAÇÃO DE COR (ΔE^*) e PARAMETROS L^* , a^* e b^*	46
5.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL	53
5.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	56
5.4 ANÁLISE SUPERFICIAL POR FLUORECÊNCIA DE RAIOS-X (EDX)	59
6. DISCUSSÃO	62
6.1 ALTERAÇÃO DE COR	62
6.2 ALTERAÇÃO SUPERFICIAL	65
7. CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	82

1 Introdução

1. INTRODUÇÃO

A supervalorização e a exigência da beleza no mundo moderno têm exigido de todas as áreas que envolvem procedimentos ou tratamentos que a favoreçam, entre elas a Odontologia, a busca constante pelo aprimoramento, seja de materiais estéticos e/ou técnicas restauradoras inovadoras. Assim, pesquisas têm sido direcionadas em grande parte à estética (YAP, 2004 a, b) e novas técnicas e produtos têm surgido na busca do sorriso perfeito, entre os quais estão os agentes clareadores.

Associada a um aumento crescente do clareamento dental surge a preocupação com relação aos materiais restauradores já presentes na cavidade bucal por longo período, uma vez que estas restaurações nem sempre serão substituídas (ATTIN et al., 2007).

Sabe-se que a cor dos compósitos pode ser alterada por vários fatores, dentre eles, pela qualidade superficial (REIS et al., 2003) dependente da composição do material (CHUNG, 1994), técnica de polimento (CHUNG, 1994; ATTIN et al., 2004) e como resultado do envelhecimento do compósito sob várias condições físico-químicas, tais como a luz visível e irradiação UV, alterações de temperatura e umidade (FERRACANE, MOSER e GREENER, 1985; POWERS, BAKURAT e OGURA, 1985; REIS, 2003; ZANIN, 2005. SARAFIANOU et al., 2007; PIRES DE SOUZA, 2007), que induzem à degradação da superfície e sub-superfície dos compósitos e favorecem a penetração do agente clareador, pela formação de micro-fraturas na restauração (AMEYE, LAMBRECHTS e VANHERLE, 1981; MAIR, 1991; AGUINELLI, 2003; ATTIN et al., 2004)

Diferentes tipos de agentes clareadores (peróxido de carbamida ou peróxido de hidrogênio), associados a técnicas específicas de aplicação (caseira ou de consultório), têm permitido a realização do procedimento clareador com relativo sucesso, até mesmo quando o tratamento é realizado pelo próprio paciente (COSTA & HUCK, 2008).

Os agentes clareadores usados em consultório odontológico apresentam elevadas concentrações de peróxido de hidrogênio disponíveis na forma de solução, pasta ou gel. O peróxido de hidrogênio a 30 e 35% é geralmente empregado em solução, porém, atualmente, existe a tendência a se utilizar em consultório produtos na forma gel (BARATIERI et al., 1993; FASANARO, 1992; HANOSH & HANOSH,

1992; GOLDSTEIN, 1997; YAP & WATTANAPAYNGKUL, 2002; TAHER, 2005; MUJDECI & GOKAY, 2006; POLYDOROU, HELLWIG e AUSCHILL, 2006) devido ao seu alto poder cáustico.

Independentemente da técnica, caseira ou de consultório, e do produto, peróxido de carbamida ou hidrogênio utilizado, o mecanismo de ação desses agentes clareadores baseia-se em uma complexa reação de oxidação e redução (LI, 1996; KAWAMOTO & TSUJIMOTO, 2004) que possibilita o clareamento de regiões profundas, mesmo que cobertas por restaurações estéticas (BARATIERI, 1995; BARATIERI et al., 2001).

Os agentes clareadores proporcionam a liberação de oxigênio, podendo causar alterações morfológicas nas estruturas mineralizadas (BEM AMAR et al., 1995; ZALKIND et al., 1996; AMES et al., 1998; SPALDING, 2000; DAHL & PALLESEN, 2003; LEWINSTEIN et al., 2004), como no esmalte (ATTIN et al., 1997; POTOCHNIK et al., 2000; BURGMAIER et al., 2002; CHUNG, PALAMARA e MESSER, 2002; ATTIN et al., 2003 a,b; ATTIN, MULLER e PATYK, 2004; WIEGAND, OTTO e ATTIN, 2004) e na dentina (ROTSTEIN, LEHR e GEDALIA, 1996, KAWAMOTO e TSUJIMOTO, 2004), modificando assim suas propriedades físicas e mecânicas.

Na literatura, muitos trabalhos são relacionados à ação dos agentes clareadores e à interação com os tecidos da cavidade bucal (HAYWOOD & HEYMANN 1991; HAYWOOD, 1992; OLTU e GURGAN, 2000), mas, são escassos os trabalhos relacionados à interação dos clareadores, principalmente em altas concentrações, com os materiais restauradores presentes na cavidade bucal (HANNIG et al., 2007), pois muitas vezes, pacientes que procuram o clareamento dental apresentam restaurações com resinas compostas (ATTIN et al., 2007).

Com relação à ação dos agentes clareadores sobre os materiais restauradores estéticos existem controvérsias (ROBERTELLO et al., 1997; LANGSTEN et al., 2002; TURKEY & BISKIN, 2002; TURKEY & BISKIN, 2003; ATTIN et al., 2004; YALCIN & GURGAN, 2005), pois alguns estudos mostram que os estes materiais podem ter um efeito negativo nas propriedades químicas e físicas dos materiais restauradores estéticos (ATTIN et al., 2004). O que pode ser traduzido pelas alterações na morfologia superficial, pelo aumento da rugosidade, alterações de cor e da microdureza e aumento da microinfiltração marginal (BURGER & COOLEY, 1991; BAILEY & SWIFT, 1992; MORAES et al., 2006).

Considerando-se que a alteração de cor e a rugosidade superficial dos materiais estéticos restauradores são dois importantes fatores para a estética e que podem ser influenciados, dentre outros fatores pela presença dos agentes clareadores, tornam-se necessários estudos que avaliem seus efeitos em restaurações já presentes na cavidade bucal a longo tempo, com o intuito de direcionar as indicações clínicas de substituição ou não do material restaurador pelo cirurgião dentista e suas orientações para os pacientes, favorecendo a maior durabilidade da restauração.

2 Revisão da Literatura

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor organização deste capítulo foi decidido o agrupamento dos trabalhos de acordo com os itens considerados pertinentes para este estudo. A revisão realizada demonstra a falta de informações diretamente relacionadas ao tema. Assim, passou-se a organização nos seguintes itens:

- Clareamento dental
- Rugosidade superficial
- Envelhecimento e Alteração de cor

2.1 CLAREAMENTO DENTAL

Fischer (1910) preconizou a técnica de clareamento dental, mediante o uso de peróxido de hidrogênio a 30%, denominado de "peridrol", indicado para dentes despulpados. A técnica consistia na colocação de um chumaço de algodão embebido em peróxido de hidrogênio a 30% na câmara pulpar e de uma gaze, também embebida em peróxido colocada ao redor da coroa dental; o paciente com os olhos protegidos permanecia exposto à luz solar por uma hora e meia na primeira sessão e uma hora nas subseqüentes, com um intervalo mínimo de três dias entre elas, período em que o dente era restaurado provisoriamente, até a restauração definitiva com cimento de silicato.

Ames (1937) afirmou que manchas em esmalte mosqueado poderiam ser causadas pela ingestão de água e talvez de outros alimentos, com excessiva quantidade de fluoretos, durante o período de calcificação dentária, podendo ser removidas por um método por ele mesmo preconizado, que consistia no emprego de uma mistura de cinco partes de peróxido de hidrogênio a 100% com uma parte de éter, em volume, aplicada na estrutura dentária após a instalação do isolamento absoluto. Para a aceleração do processo clareador um instrumento aquecido era aplicado por um tempo que variava de trinta minutos à uma hora.

Haywood e Heymann (1991) observaram que as soluções de peróxidos possuíam a capacidade de se difundir livremente através do esmalte e da dentina, devido ao baixo peso molecular dessas substâncias, possibilitando o clareamento de regiões profundas.

Bailey e Swift (1992) demonstraram que altas concentrações de agente clareador podiam produzir mais radicais de peróxido para o clareamento, acelerando o processo clareador. O rápido processo de clareamento dental provocado pelas altas concentrações de peróxido de carbamida ou hidrogênio podia muitas vezes aumentar a frequência e a severidade dos efeitos negativos, tais como, a sensibilidade dental, irritação dos tecidos moles, náuseas e irritações acidentais.

Mondelli et al. (2002) baseados nas propriedades de penetração dos agentes clareadores enfatizaram que quando o clareamento dental é realizado através do esmalte vestibular, tanto para dentes com vitalidade quanto para aqueles sem vitalidade pulpar, o agente clareador possui a propriedade de penetrar através das porosidades dos prismas de esmalte devido ao seu baixo peso molecular, atingindo a dentina e alterando a cor dos pigmentos inorgânicos do esmalte e orgânicos da dentina. Esses pigmentos orgânicos são convertidos em dióxido de carbono e água, removendo os pigmentos da estrutura dental por difusão.

Riehl (2002) em sua dissertação descreveu o provável mecanismo de ação para as formas de clareamento mais utilizadas atualmente, denominadas de tratamentos clareadores “de consultório” e “caseiro”. Para o clareamento de consultório, se utilizava a solução de peróxido de hidrogênio em concentrações de 30-35%, ativadas por calor ou radiação luminosa (incluindo o LASER) ocorria à decomposição em água e oxigênio nascente. O oxigênio penetrava rapidamente através dos poros do esmalte atingindo a dentina. O oxigênio nascente reagia prontamente com os pigmentos, fazendo com que as fracas ligações entre as moléculas cromatógenas e a matriz orgânica fossem rompidas, as moléculas continuavam a ser oxidadas pelos íons de oxigênio nascente, tornando-se menores, menos complexas e incolores.

Miranda et al. (2005) avaliaram qualitativamente através de microscopia eletrônica de varredura o efeito do peróxido de carbamida a 35% e peróxido de hidrogênio a 35% sob a superfície de esmalte dental humano. Concluíram que o clareamento na morfologia do esmalte encontra-se distribuído por toda a superfície do esmalte com danos em diferentes intensidades.

Matis et al. (2007) avaliaram clinicamente o efeito de oito produtos contendo peróxido de hidrogênio nas concentrações de 15 a 35%, com períodos de tratamento variando de 15 a 60 minutos. Os pacientes foram avaliados antes do clareamento, imediatamente após, depois de 1, 4 e 6 semanas do tratamento

utilizando colorímetro e fotos. Concluíram que os oito produtos foram efetivos, que o valor de ΔE^* imediatamente após o tratamento foi de 6,77 e que ocorreu uma redução de ΔE^* de 51% na primeira semana e 65% na segunda.

Contente et al. (2008) avaliaram a efetividade inicial e após 15 dias de clareamento exógeno variando-se a técnica (clareamento caseiro e clareamento com luz LED) e os agentes clareadores (peróxido de carbamida 10 % e peróxido de hidrogênio 35%). Foram utilizados vinte pré-molares, submetidos à manchamento por meio de diferentes soluções por 30 dias, sendo feitas tomadas fotográficas, antes e após o manchamento e após o clareamento. Concluíram que as substancias corantes foram capazes de promover o manchamento dos dentes e somente a técnica do clareamento caseiro associada ao peróxido de carbamida a 10% foi capaz de promover o clareamento dos espécimes tanto inicialmente quanto após 15 dias.

2.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL

Langsten et al. (2002) avaliaram a rugosidade superficial de uma resina hibrida (Prodigy[®]) e uma de micropartículas (Silux PlusTM) depois da exposição do agente clareador, peróxido de carbamida, com concentração de 20 e 35%. Os valores da rugosidade superficial (Ra) foram medidos antes e após a exposição ao agente clareador, utilizando-se um rugosímetro. Concluíram que a rugosidade superficial não se alterou significativamente antes e após a aplicação dos dois agentes clareadores sobre as resinas estudadas.

Wattanapayung e Yap (2003) avaliaram os efeitos do peróxido de carbamida a 35% (Opalescence Quick[®]) e do peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra[®]) na rugosidade superficial de quatro materiais restauradores: TPH Spectrum[®], Dyract AP[®], Reactmer[®] e Fuji II LC[®]. Foi realizada perfilometria após cada sessão de clareamento. Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e os grupos submetidos ao tratamento para todos os materiais.

Kim et al. (2004) avaliaram o efeito de diferentes agentes clareadores (Night Effect[®] - perborato de sódio 19%, Simply White Night[®] - peróxido de carbamida 18%, Whitestrip Professional[®] - peróxido de hidrogênio 6,5%, Claren[®] - peróxido de hidrogênio 35%) na alteração de cor e rugosidade superficial de diferentes resinas

compostas (Filtek Supreme[®], Point 4[®], Spectrum TPH[®]). Concluíram que depois do clareamento a alteração de cor foi imperceptível ($\Delta E^* < 3,3$) e que os valores da rugosidade superficial (Ra) foram clinicamente não significantes para os tratamentos propostos.

Moraes et al. (2006) estudaram o efeito de um agente clareador caseiro (Opalescence 10%[®]) e de um agente clareador de consultório (Opalescence Quick 35%[®]) sobre a rugosidade superficial dos materiais restauradores: Filtek A-110[®] – resina de micropartículas; Filtek Z-250[®] – resina microhíbrida; Dulceram[®] – porcelana feldspática. Foi realizada análise de rugosidade após 24 horas, 7, 14 e 21 dias de exposição. Os dados foram submetidos à Anova e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). As amostras controle não apresentaram alteração significativa durante o período, enquanto que a exposição com peróxido de carbamida a 10% na porcelana feldspática levou a uma superfície mais áspera, após 21 dias ($p < 0,05$). Para o agente clareador Peróxido de carbamida a 35%, ocorreu um aumento após 21 dias na porcelana e na resina microhíbrida. As resinas de micropartículas não apresentaram nenhuma alteração significativa ao longo de 21 dias, independentemente do tratamento de superfície.

Polydorou, Hellwig e Auschill (2006) avaliaram *in vitro* o efeito do agente clareador caseiro peróxido de carbamida 15% e de consultório peróxido de hidrogênio 38% na rugosidade superficial de diferentes compósitos (Tetric Ceram[®] – híbrida, Tetric Flow[®] – flow, Enamel Plus HFO[®] – microhíbrida e Filtek Supreme[®] – nanohíbrida, Definite[®]) e de uma cerâmica (Vitablocks Mark II[®]). Para o peróxido de hidrogênio a 38%, a morfologia da superfície dos materiais restauradores foi avaliada após os seguintes períodos: antes de clareamento, após 15, 30 e 45 minutos do clareamento, 24 horas e 1 mês após o clareamento. Para peróxido de carbamida a 15%, os períodos foram: antes do clareamento, depois de 8 e 24 horas e 1 mês após o clareamento. Foi realizada microscopia eletrônica de varredura nas ampliações de 60x, 200x e 2000x. Os resultados mostraram que o efeito do branqueamento sobre a textura da superfície foi material e tempo-depende. Os autores concluíram que o clareamento com peróxido de hidrogênio 38% e peróxido de carbamida 15% não causou alterações importantes na textura da superfície sobre as superfícies polidas dos materiais restauradores.

Silva et al. (2006) avaliaram a rugosidade superficial de diferentes materiais restauradores (amálgama – Dispersalloy[®], cimento de ionômero de vidro – Ketac[®],

resina composta - Point 4[®], Filtek P60[®], porcelana - Vintage[®]) quando submetidos ao agente clareador peróxido de hidrogênio a 35 % (Simply White[®]). Foram realizadas leituras com o rugosímetro Shimadzu (Shimadzu Corp. Japan), antes e após o tratamento. Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa em qualquer um dos materiais restauradores quando submetidos a este tratamento.

De Moraes et al. (2008) avaliaram o efeito na rugosidade superficial e na dureza superficial/sub-superficial de 6 meses de envelhecimento em água de duas resinas compostas microhíbridas (Filtek Z250[®] e Charisma[®]). Espécimes cilíndricos foram obtidos e armazenados em água destilada por 24 horas e 6 meses, a 37⁰C. Foram realizados testes de dureza Knoop (HMV- 2, Shimadzu, Tokyo, Japan) e testes de rugosidade superficial através de um rugosímetro (Surfcorder SE1200, Kosaka Lab., Tokyo, Japan). Os autores concluíram que o período de 6 meses de armazenamento em água causou um efeito significativo na dureza superficial dos compósitos estudados ($p < 0,01$), embora nenhuma alteração significativa deletéria tenha sido detectada. Por outro lado, o período de armazenamento não teve efeito significativo sobre a rugosidade superficial dos materiais estudados.

Dutra et al. (2009) avaliaram a rugosidade superficial e a interface entre o esmalte e a restauração de resina composta após a aplicação de agente clareador a base de peróxido de hidrogênio a 35%. Foram confeccionadas cavidades classe V, em seis pré-molares extraídos por motivo ortodôntico com a resina composta Tetric Ceram[®], sendo posteriormente, aplicado o agente clareador Whiteness HP[®] por 30 minutos. Foi feita análise estatística e análise como microscopia eletrônica de varredura nos espécimes controle e submetidos ao clareamento. O tratamento com o agente clareador não causou alteração na interface entre o material e o esmalte. A resina sofreu alteração topográfica, predominando a presença de depressões após a aplicação do agente clareador.

2.3 ALTERAÇÃO DE COR E ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL ACELERADO

Powers et al. (1978) avaliaram a estabilidade de cor de sete resinas compostas, uma resina sem carga e três vernizes estudadas sob condições de envelhecimento acelerado através da espectrofotometria de reflexão e visualização com o diagrama de cores de Munsell. Concluíram que após dez horas de envelhecimento foram observadas mudanças visuais significantes na cor de quatro

resinas compostas e em dois vernizes. Após novecentas horas a maioria dos compósitos e a resina sem carga mostraram mudanças visuais na cor significativamente diferentes dos controles. Para algumas resinas, as mudanças na cor, observadas, não haviam ocorrido em períodos de tempos menores.

Ameye, Lambrechts e Vanherle (1981) avaliaram “in vivo” a estabilidade de cor e adaptação marginal de 455 restaurações confeccionadas com duas resinas convencionais e três de micropartículas (Adaptic® e Concise®, Estic Microfill®, Isoplast® e Silar®) num período de 18 meses. Observaram que a perda da estabilidade de cor foi diretamente proporcional à idade clínica da restauração. Essa alteração culminou nos primeiros 6 meses e estabilizou-se em 1 ano. Os compósitos de micropartículas renderam melhores resultados na maioria das restaurações estudadas. Das 455 restaurações, 56 tornaram-se opacas. A incidência da opacidade não dependeu do tipo de resina e o aumento da opacidade foi maior depois de 6 meses. As de micropartículas estabilizaram sua cor e até foram superiores, em 18 meses, às convencionais.

Ferracane et al. (1985) determinaram os efeitos da formulação do monômero, tipo de catalisador e ligações de carbono duplas não reagidas e sua influência na estabilidade de cor de materiais contendo BISGMA durante iluminação por luz UV. Foram estudadas 5 resinas compostas cujas formulações variaram com respeito à quantidade de concentração de diluente (TEGDMA), tipo de polimerização (amina/peróxido, luz visível), amina ativadora (DMPT, DMAPE). Um pouco de inibidor (BHT) foi adicionado. Todas as resinas amarelaram após o teste, as quimicamente ativadas apresentaram amarelamento maior e as fotopolimerizáveis amarelaram devido à canforoquinona. Houve uma redução da quantidade de ligações duplas de carbono não reagido nos espécimes irradiados por 14 dias. Segundo os autores existe uma tendência para as resinas contendo BISGMA amarelarem. Essa tendência pode ser acelerada pela exposição aos raios UV, adição de catalisadores, e calor. O amarelamento foi acompanhado por uma redução na quantidade de ligações duplas de carbono nas resinas, o que sugere que esse fenômeno está correlacionado.

Cook et al. (1985) utilizaram o método espectrofotométrico de medida de cor para avaliar a estabilidade de cor de resinas compostas à base de dimetacrilato, expostas ao envelhecimento térmico e fotoquímico. Estudaram a cinética do envelhecimento da cor em amostras de resina composta, expostas a uma fonte de

radiação de xenônio filtrada, geralmente usada em procedimentos padrões a fim de estabelecer se isso poderia estar relacionado às mudanças de cor termicamente induzidas. Também correlacionaram medidas subjetivas de diferenças de cor perceptíveis e aceitáveis para resina composta com ΔE^* medido espectrofotometricamente. Concluíram que uma correlação foi observada entre o método instrumental e a percepção visual e indicou que 50% dos observadores não puderam detectar mudança de cor quando a diferença de cor espectrofotométrica foi menor que 5,4, mas consideraram a mudança de cor inaceitável quando ΔE^* foi maior que 10,6. As medidas dos observadores não são muito reproduzíveis, sendo assim, o método espectrofotométrico é preferível. Verificaram a falta de correlação entre a mudança de cor produzida termicamente e fotoquimicamente e afirmaram a necessidade de mecanismos químicos diferentes para os dois métodos de envelhecimento.

Wozniak et al. (1985) compararam a estabilidade de cor de três tipos de resinas compostas: polimerizadas por luz ultravioleta, por luz visível e quimicamente, por um período de 15 dias. As mudanças de cor das amostras expostas e não expostas foram monitoradas e constataram que aquelas expostas à luz ultravioleta mostraram maiores mudanças na luminosidade (HVE) e na saturação (croma) com pequenas, mas significantes mudanças no valor. O tempo de exposição foi uma variável significativa para vinte quatro horas e oito dias. Em quinze dias as resinas compostas não apresentaram mudanças de cor adicionais.

Brauer (1988) avaliou resinas diferentes em composição e tipo de polimerização, em água ou ar, por diferentes intervalos de tempo, com exposição à radiação UV de acordo com as especificações da ANSI/ADA e de acordo com as especificações da ISO para a luz de xenônio, e armazenamento em elevadas temperaturas. Os espécimes foram curados e processados em um forno a 37°C, em seguida submetidos à fonte de luz de radiação solar, e a luz de xenônio sendo armazenados em água e no ar por 6 horas, 1 dia e 7 dias. Os autores concluíram que a irradiação dos materiais pela luz de radiação solar no ar produz descoloração similar àquela produzida pela exposição à luz de xenônio em água. Materiais fotopolimerizáveis são mais estáveis em relação à mudança de cor do que os quimicamente ativados que contêm como aceleradores, aminas aromáticas terciárias.

Burrow e Makinson (1991) realizaram trabalho *in vitro* que examinou o efeito da luz solar e da água separadamente e em conjunto sobre as alterações de cor de 16 resinas. A radiação natural (ultravioleta e visível) aplicada ao estudo (6 meses de radiação de luz solar: verão 10 horas/dia e inverno: 6 horas/dia) foi maior que a esperada no uso clínico das restaurações e as alterações de cor foram apenas leves na maioria das resinas. As alterações de cor foram maiores quando a luz solar e água foram aplicados em conjunto. Os autores concluíram que descolorações clínicas marcantes podem ser mais intensas pela absorção de corantes alimentares que pela ação da luz solar e água.

Reis et al. (2001) compararam a cor inicial e após uma semana de quatro resinas compostas (Alert Filtek[®], P60[®], Surefil[®] e TPH[®]). A cor foi avaliada em espectrofotômetro GBC Cintra através do sistema de coordenadas CIE L*a*b*. Concluíram que houve uma grande variação de luminosidade e croma entre as resinas compostas de diferentes marcas comerciais e mesma cor nominal e houve variação de cor após uma semana de armazenamento.

Reis (2003) realizou um estudo por espectrofotômetro de alteração de cor de três resinas compostas diretas (Z-100[®], P-60[®] e Charisma[®]) após serem submetidas ao envelhecimento artificial acelerado. Observou que todas as resinas apresentaram alterações de cor inaceitáveis após o envelhecimento de 382 horas ($\Delta E > 3,3$), a resina Z100[®] de cor C2 foi a que apresentou menor alteração de cor. Foram realizadas análises de microscopia eletrônica de varredura que ilustrou grande alteração superficial das resinas compostas após o envelhecimento com degradação da matriz resinosa.

Vichi et al. (2004) avaliaram a influência da exposição à água na estabilidade de cor de três resinas compostas estruturalmente diferentes por meio de espectrofotômetro (PSD1000, Ocean Optics, FL, USA). Foram selecionados para o estudo seis matizes da escala Vita de três resinas diferentes (TPH[®], Tetric-Ceram[®] e Z100[®]). Os autores observaram que a resina TPH apresentou alteração de cor inaceitável para todos os matizes ($\Delta E > 3,3$) após o experimento. A diferença de estabilidade de cor entre os produtos foi significativa, explicado pelos autores em função da natureza do matiz e da dimensão das partículas de carga. Com referência à opacidade, os resultados mostraram que esta também é influenciada pela água.

Yalcin e Gurgan (2005) avaliaram o efeito de dois agentes clareadores (Vivastyle[®]-10% e Crest Whitestrip[®]- 6,5%) sobre diferentes materiais restauradores (Filtek Flow[®], Filtek P60[®] e Definite[®]). Foram confeccionados 60 espécimes, divididos em dois grupos, o primeiro foi submetido ao peróxido de carbamida (10%) por 2 horas durante 14 dias, o segundo grupo foi submetido ao peróxido de hidrogênio (6,5%) por 30 minutos, 2 vezes ao dia durante 14 dias. Foram feitas leituras antes e após os tratamentos. Concluíram que os valores de brilho foram afetados pelos dois tratamentos para Filtek Flow[®] e Filtek P60[®], promovendo uma redução nos valores destas, enquanto que Definite[®] não apresentou nenhuma alteração.

Zanin (2005) realizou um estudo por espectrofotômetro de alteração de cor, de três resinas compostas indiretas de nova geração (Artglass[®], Solidex[®], Targis[®]) após serem submetidas ao envelhecimento artificial acelerado. Observou que todas as resinas apresentaram alteração de cor e aumento de rugosidade após envelhecimento artificial acelerado. A resina Solidex[®] apresentou a maior alteração de cor e a menor rugosidade após o envelhecimento acelerado.

Villalta et al. (2006) avaliaram o efeito do manchamento de duas soluções (café e vinho tinto) e três agentes clareadores (Crest Night Effects[®], Colgate White Night[®] e Opalescence[®]) sobre duas resinas compostas (Filtek Supreme[®] e Esthet X[®]). Confeccionaram 45 corpos-de-prova divididos em 3 grupos, imersos nas soluções de café, vinho tinto e água (controle), por três horas diariamente durante 40 dias. A leitura de alteração de cor foi feita através de espectrofotômetro (Color Eye 7000; Gretag Macbeth LLC, New Windsor, NY) na escala de cor CIE L*a*b* (inicial e após 40 dias). Os corpos-de-prova foram então, submetidos, aos agentes clareadores e, nova leitura foi realizada. Concluíram que a resina Filtek Supreme[®] apresentou maior alteração de cor que a resina Esthet X[®] quando submetidas às soluções de café e vinho tinto. Após o clareamento, a descoloração foi removida completamente das resinas testadas.

Yong e Powers (2007) avaliaram a alteração de cor e coordenadas de cor após envelhecimento artificial acelerado de sete resinas compostas (cor A2) em função do modo de reflexão e transmissão. Após a leitura da cor de base através do Espectrofotômetro (Color Eye 7000; Gretag Macbeth LLC, New Windsor, NY), as amostras foram envelhecidas com uma câmara de envelhecimento acelerado (Weather-Ometer Ci35A, Atlas Devices Electric Company, Chicago, IL, E.U.A. -

energia total de 150 kJ/m²), sendo feita nova leitura. Foi realizada análise de variância Anova ($p < 0,01$). Concluíram que o modo de medição foi influenciado para a alteração de cor (ΔE^*) e para os parâmetros ΔL^* e Δa^* , havendo correlação significativa entre a mudança de cor medida no modo de reflexão e transmissão ($r=0,91$), sendo que a mudança de cor no modo de transmissão pode ser aproximadamente calculada com base nas mudanças de cor refletidas.

Janda et al. (2007) avaliaram a influência da luz halógena sobre a estabilidade de cor das resinas compostas Charisma[®], Durafill[®], Definite[®] e Dyract[®] quando submetidas ao envelhecimento seco e com água por 180 dias. Concluíram que não ocorreram alterações significativas nos valores de cor para o modo de cura de cada material após o período analisado, observaram diferenças significativas para os valores de ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE^* dependendo do tempo de cura e da condição de envelhecimento utilizada.

Matis et al. (2007) avaliaram in vivo o efeito de oito agentes clareadores contendo peróxido de hidrogênio (Acr Brite[®], Brite Smile[®], One Hour Smile[®], Illumine[®], Zoom[®], Accelerated[®], Pola Office[®], Niveous[®]) nas concentrações de 15 a 35%. Os pacientes foram avaliados antes do clareamento, imediatamente após, 1, 2, 4 e 6 semanas após o clareamento, utilizando um colorímetro (Croma Meter, modelo 321, Minolta, Ramsey, NJ, USA), a escala de cor e fotos. Concluíram que todos os produtos foram efetivos no clareamento, com valores de $\Delta E^* = 6,77$ após o tratamento e com redução da alteração de cor de 51% na primeira semana e 65% na sexta semana.

Brandão et al. (2007) investigaram a mudança de cor e possíveis danos na superfície de diferentes resinas compostas dentais (Z100[®] - R1 e Charisma[®] - R2) expostas a altas temperaturas (200⁰C, 400⁰C, 600⁰C, 1000⁰C) durante diferentes intervalos de tempo (15, 30 e 45 min) para avaliação da aplicabilidade em análises forenses. As mudanças de cor (ΔE^*) e de brilho (ΔL^*) foram analisadas por espectrofotometria (Color Guide 45/0; BYK – Gardner PCB 6800, Gerestried, Germany) usando o sistema CIE L*a*b* e as mudanças superficiais foram avaliadas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os autores concluíram que a resina Z100[®] apresentou alteração de cor mais intensa após exposição ao calor do que a resina Charisma[®]; que os valores do parâmetro ΔL^* são melhores para avaliação da luz e da mudança de cor, que um padrão bifásico, após exposição térmica; que a análise superficial mostrou mais intensa alteração na resina

Charisma[®] do que na Z100[®], e por fim, concluíram que os resultados deste estudo indicam que os parâmetros observados nas duas resinas são úteis como guia em análise forense.

Pires De Souza et al. (2007) verificaram a estabilidade de cor de três compósitos (Tetric Ceram[®], Heliomar[®], Esthet-X[®]) nas cores A3 e C3, polimerizadas com dois tipos de unidades (luz halógena ou diodo emissor de luz- LED). A cor dos materiais foi verificada usando espectrofotômetro (Color Guide 45/0; BYK – Gardner PCB 6800, Gerestried, Germany) que utiliza o sistema CIE L*a*b* de cor, antes e após as amostras serem submetidas ao envelhecimento artificial acelerado (4h UV-B/ 4h de condensação de vapor). Os compósitos Esthet-X[®], nas duas cores demonstraram menor alteração de cor quando polimerizadas com a luz halógena (QTH), sendo estas alterações aceitáveis clinicamente ($\Delta E^* < 3,3$) enquanto que a resina Tetric Ceram[®] C3 apresentou a maior alteração de cor quando polimerizada por esta mesma fonte de luz.

Hubbezoglu et al. (2008) avaliaram o efeito de três agentes clareadores: Whiteness Perfect[®] (peróxido de carbamida 22%), Whiteness Super[®] (peróxido de carbamida 37%) e Whiteness HP[®] (peróxido de hidrogênio 35%) na alteração de cor e no índice de refração de três compósitos: Admira[®], Durafill VS[®] e Gradia Direct[®]. A mudança de cor foi avaliada pelo método CIE L*a*b* de cor e os índices de refração foram determinados espectroscopia. As diferenças de cor entre o grupo controle e os branqueados foram inferiores a 3,3 para todos os grupos. No entanto o clareamento com Whiteness HP[®] levou a uma mudança de cor perceptível para Admira[®] e Durafill[®]. Embora este agente não tenha efeito sobre os índices de refração destes compostos, os demais agentes contendo peróxido de carbamida aumentaram seus índices de refração. Os autores sugerem que a substituição de tais restaurações pode ser exigida.

Polydorou, Hellwig e Auschill (2008) avaliaram o efeito do clareamento na eluição de monômeros de dois materiais restauradores (Filtek Supreme TM XT[®] e Ceram XTM[®]), quando submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio 38% por 45 min (Opalescence Xtra[®]) e peróxido de carbamida a 15% por 56 h (Opalescence[®]). Após serem submetidas aos tratamentos as amostras foram analisadas por Cromatografia Líquida e Espectrometria de Massa (LC-MS/MS). Concluíram que nenhum dos produtos de clareamento teve um efeito sobre a quantidade de Bis-GMA e TEGDMA presente no compômero Ceram XTM[®]. A

quantidade de Bisfenol A liberados a partir de amostras branqueadas de Ceram XTM[®] foi significativamente menor em comparação com as amostras do controle. O clareamento reduziu significativamente a quantidade de Bis-GMA liberado pela resina Filtek Supreme TM XT[®]. A quantidade de TEGDMA liberada pela resina Filtek SupremeTM XT[®] não foi afetada pelo clareamento.

Celik et al. (2009), avaliaram o efeito do clareamento com peróxido de carbamida a 20% (Opalescence[®]) e o posterior manchamento com café e chá na alteração de cor sobre diferentes materiais restauradores (Filtek Supreme XT[®], Ceram-X Mono[®] e Aelite All Purpose Body[®]). Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa na alteração de cor para cada material após o clareamento e que as soluções não causaram alteração estatisticamente significativa entre os espécimes submetidos e não submetidos ao clareamento.

3 Proposição

3. PROPOSIÇÃO

Avaliar *in vitro* o efeito do agente clareador (Lase Peroxide Sensy® 35%) em uma resina composta microhíbrida submetida a envelhecimento artificial acelerado, após diferentes períodos de tempo: 24 horas, 7 dias e 1 mês, por meio de análise de alteração de cor e rugosidade superficial.

4 Material e Método

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

Os materiais que foram utilizados estão relacionados nos quadros 1 e 2, a seguir:

Quadro 1: Características da resina composta empregada.

Material	Cor	Composição	Tamanho de partícula	Tempo de fotopolimerização	Fabricante
Charisma [®]	A2	Bis-GMA TEGDMA, Vidro bário alumínio fluoretado Dióxido de silício	Microhíbrida 0,7µm-61% de carga em peso	20 seg	Heraeus kulzer

Quadro 2: Agente clareador utilizado.

Marca	Composição	Fabricante
Lase Peroxide Sensy [®]	Peróxido de hidrogênio 35%, misturado com pigmentos, glicol, espessante e água deionizante	DMC

Quadro 3: Características do material empregado.

Marca	Tipo	Fabricante
Saliva artificial	Solução mimetizante de saliva	Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Ribeirão Preto - USP

4.2. MÉTODO

4.2.1. Planejamento Experimental

Para avaliar o efeito do clareamento de consultório na alteração de cor e rugosidade superficial da resina composta microhíbrida submetida ao envelhecimento artificial acelerado foi realizada experimentação piloto para o adestramento da técnica e domínio da metodologia empregada. Foram determinados os fatores de variação com seus respectivos níveis que foram agrupados da seguinte maneira:

a) Fator Tratamento (TT):

SC – Sem tratamento clareador (controle)

CC – Com tratamento clareador

b) Fator Tempo (T)

T0- 24 horas após a confecção dos corpos-de-prova

T1 – após envelhecimento artificial acelerado (EAA)

T2 – 24 horas após clareamento

T3 – 7 dias após clareamento

T4 – 1 mês após clareamento

Com o objetivo de ilustrar as características topográficas da superfície dos corpos-de-prova de resina composta, antes do envelhecimento, antes do clareamento e 30 dias após o clareamento, os mesmos foram submetidos à observação por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Análise Superficial por Fluorescência de Raios – X (EDX).

4.2.2. Planejamento Estatístico

Para as duas variáveis de resposta, alteração de cor e a rugosidade superficial, o modelo fatorial foi de 2 x 4. A amostra do experimento foi composta por 30 corpos-de-prova de resina composta, que foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos com 15 repetições para análise da alteração de cor e 12 repetições para análise da rugosidade superficial, o delineamento adotado foi o de blocos completos e casualizados.

Para a variável de resposta alteração de cor foram realizadas 240 leituras e para a rugosidade superficial foram realizadas três leituras para cada corpo-de-prova totalizando 288 leituras, sendo utilizadas para a análise estatística 96 médias.

Como a alteração de cor é o resultado do efeito conjunto dos parâmetros L^* , a^* e b^* , além da análise estatística da variável Delta E (ΔE^*) realizou-se a análise destes parâmetros, separadamente, com o intuito de obter informações complementares, que pudessem auxiliar na melhor compreensão da alteração de cor.

4.2.3. Obtenção dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova (n=15) foram obtidos com auxílio de uma matriz de teflon (Oficina de Precisão da USP-RP) medindo 11,0mm de diâmetro por 2,0mm de espessura. A resina composta foi inserida pela técnica do incremento único com o auxílio de uma espátula de Titânio dupla (Millennium - Colgran, São Paulo - Brasil), nivelando-se a superfície com uma lâmina de vidro e um peso de 1Kg. O tempo de exposição à luz ativadora foi de 20 segundos, conforme indicação do fabricante, emitida pela ponta ativa do aparelho fotopolimerizador (Ultralux Eletrônico® – Dabi Atlante – Ribeirão Preto – São Paulo - Brasil) sobre a face superior da matriz. A intensidade da luz visível foi aferida por meio de um radiômetro (Demetron Research Corporation, Donbury, CT- EUA) entre a faixa de 750 – 900 W/cm². Após a polimerização total da resina composta os corpos-de-prova foram sacados da matriz e colocados em saliva artificial (Solução mimetizante de saliva – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto- USP) até o momento de receberem tratamento superficial de acabamento e polimento (após 24 horas de sua confecção) através da utilização do sistema de acabamento e polimento dental extrafino Sof-Lex TM Pop-On® (3M - Sumaré – São Paulo), montado em baixa rotação (Dabi Atlante– Ribeirão Preto - Brasil) na seqüência de decrescente de abrasividade, intercalados com o umedecimento em saliva artificial da superfície do corpo-de-prova com a finalidade de impedir o superaquecimento e conseqüente alteração de superfície (Figura 1). Uma das faces do corpo-de-prova foi devidamente identificada servindo como guia para o posicionamento do corpo-de-prova no rugosímetro (Mitutoyo SJ-201P - Tóquio - Japan) e no colorímetro espectrofotométrico (PCB 6807 BYK GARDNER). Os corpos-de-prova foram imersos em saliva artificial a 37°C±1°C (REIS, 2003), até serem submetidos aos tratamentos propostos.

Figura 1 – Aspecto final do corpo de prova.

4.2.4. Armazenamento dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram armazenados em recipientes plásticos devidamente identificados contendo saliva artificial, em estufa a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, até o momento de serem submetidos aos procedimentos propostos (polimento, envelhecimento artificial acelerado e clareamento), e à realização das leituras de alteração de cor, rugosidade superficial e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e a análise EDX.

4.2.5. Leituras de alteração de cor

Para verificar as alterações de cor sofridas pela resina composta foi utilizado o Espectrofotômetro PCB 6807 BYK GARDNER (Figura 2).

Figura 2 - Espectrofotômetro PCB 6807 BYK GARDNER.

Para a leitura dos valores de alteração de cor, cada corpo-de-prova foi cuidadosamente manipulado por meio de uma pinça clínica, evitando o contato manual do avaliador, que poderia depositar resíduos e/ou gordura e influenciar nos valores. Os corpos-de-prova foram cuidadosamente secos com papel absorvente para impedir interferências da umidade nos valores (POZZOBON, 1998).

As medidas de alteração de cor (ΔE^*) foram feitas através do aparelho colorímetro Espectrofotométrico modelo Color Guide 45/0, PCB 6807 BYK – GARDNER (Geretsried, Alemanha). A geometria óptica utilizada foi D65 de iluminação e ângulo de observação de 10^0 .

O aparelho emite uma fonte de luz com ondas na faixa de 400 a 700 nm sobre o objeto e mede a reflexão deste espectro. A geometria de medição utilizada foi de 45/0, ou seja, o processo se estabelece a uma iluminação circular de 45^0 e se observa a um ângulo de 0^0 . O aparelho utiliza dois eletrominescentes de grande duração para iluminar a amostra.

Para objetos translúcidos, o valor da cor do plano de fundo é adicionado ao valor da cor do objeto, sendo assim, os corpos-de-prova foram colocados sobre o bloco de fundo de cor branca e opaca (Standart For 45°, 0° Reflectance and Color Gardner Laboratory Inc. Bethesda, Maryland 20014). Em seguida os mesmos foram acoplados sob o Espectrofotômetro e seus valores foram registrados e calculados pelo próprio aparelho (REIS, 2003).

As medidas de cor foram obtidas no sistema de cor CIE L*a*b*. A diferença total entre dois estímulos de cor (ΔE^*) foi calculada automaticamente pela seguinte fórmula:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

O sistema CIE L*a*b* utiliza três parâmetros para definir cor: luminosidade, matiz e saturação (COMISSION INTERNATIONALE DE L' ECLARE, 1978). A luminosidade representa o grau de claro e escuro do objeto representado pelo valor L*, sendo L*= 100 para branco e L*= 0 para preto. Os parâmetros de a* e b*, chamados de escala cromática (matiz), representam o vermelho se +a* e verde se -a*, amarelo se +b* e azul se -b* (SCHULZE et al.,2003). A saturação é a intensidade do matiz e é dada pelo valor numérico de a* e b*. Os valores de ΔL^* , Δa^* , Δb^* , correspondem à diferença dos valores de L*, a*, b*, respectivamente, em comparação as amostras medidas na leitura anterior (Figura 3).

Este sistema consiste de dois eixos a* e b* que formam ângulos retos e representam a dimensão da tonalidade ou cor. O terceiro eixo é a luminosidade L*. Este é perpendicular ao plano a*b*. Com este sistema qualquer cor pode ser especificada com as coordenadas L*, a*, b*. A mudança de cor, ΔE^* , é comumente usada para representar uma diferença de cor (FREITAS, 2006).

Para cada corpo-de-prova foram feitas 5 leituras, sendo a primeira 24 horas após a confecção dos corpos-de-prova e antes do envelhecimento artificial acelerado (EAA), a segunda após o EAA, a terceira 24 horas após o clareamento, a quarta 7 dias e a quinta 1 mês após a aplicação do agente clareador. Ao final de cada leitura, o corpo-de-prova era levado a um recipiente de plástico, devidamente identificado, contendo saliva artificial, suficiente para recobri-lo totalmente e nessas condições, o conjunto levado à estufa em temperatura de $37 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 3 – Representação gráfica do sistema CIE $L^*a^*b^*$.

4.2.6. Análise de Rugosidade Superficial (R_a)

Para análise da rugosidade superficial foi utilizado o Rugosímetro Mitutoyo SJ-201P (Tóquio, Japan) (Figura 4), composto de duas partes principais:

1 - Unidade Programadora de Controle e Registro de Leitura – No controle, através de $\dot{\gamma}_c$ (meter CUT-off,) pode-se programar a distância a ser percorrida pelo pick-up, ajustando de acordo com a rugosidade lida previamente, seguindo a norma NBR;

2 - Unidade Transversal Motorizada Precursora de Leitura – compõe-se de um motor e uma agulha. Esta, quando movimentada, faz a sondagem da superfície selecionada de acordo com o programa pré-estabelecido.

Para a obtenção da leitura de rugosidade, a agulha de leitura do rugosímetro percorreu uma distância de 2,0mm (meter cut-off) em cada medida sobre o corpo de prova ($n=12$) com uma velocidade de 0,5mm/s.

O aparelho ao ser acionado fez com que a agulha fosse movimentada em uma única direção, detectando as irregularidades da superfície. Essas irregularidades correspondem aos picos, vales e ondas. Desta forma, obteve-se um valor que constituiu a rugosidade média (R_a) das superfícies. Este valor foi definido como a média dos afastamentos de *pick-up* tanto para cima como para baixo, em relação a uma linha central (LEITÃO & HEGDAHL, 1981)

Para cada corpo-de-prova foram realizadas três leituras em locais diferentes da superfície da amostra. Após as três leituras, os valores médios de rugosidade de superfície foram calculados.

As análises de rugosidade superficial foram realizadas nos mesmos períodos das análises de alteração de cor.

Figura 4 – Rugosímetro Mitutoyo SJ- 210P.

4.2.7. Envelhecimento Artificial Acelerado (EAA)

O sistema de envelhecimento artificial acelerado simula forças da natureza predizendo a durabilidade relativa dos materiais expostos a intempéries. Estes intempéries são simulados por processo de condensação de água destilada saturada e oxigênio auto gerado pelo sistema. Os efeitos da luz do sol, onde apenas 1% da radiação provoca degradação, são simulados por uma rede de oito fontes de luz UV-B composta por tubos fluorescentes de 40 watts com emissão concentrada na região ultravioleta B, com radiação concentrada em 280/32nm como na natureza. A temperatura de exposição é automaticamente controlada de acordo com os programas estabelecidos para ciclos UV/condensação (AGUILAR, 2008).

Para a utilização do sistema de envelhecimento artificial acelerado para não metálicos C-UV (Comexim Matérias Primas Ltda, São Paulo, Brasil), os corpos-de-prova foram aderidos às placas fixadoras do aparelho utilizando-se silicone e levados a câmara de condensação frente à fonte de luz UV, em uma distância de 50mm desta (AGUILAR, 2008) (Figura 5).

O programa de funcionamento foi de 4 horas de exposição à UV-B a 50°C e 4 horas de condensação de água saturada de ar a 50°C e o tempo máximo de envelhecimento de 384 horas (VICH et al., 2004).

Após o envelhecimento os corpos-de-prova foram submetidos ao processo de leitura de cor e rugosidade com o espectrofotômetro e o rugosímetro respectivamente.

Figura 5 – Máquina de Envelhecimento Artificial Acelerado.

4.2.8. Aplicação do agente clareador

Os corpos-de-prova foram submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% ativado com luz - LED (Led - laser – DMC) (Figura 6). Os 15 corpos-de-prova confeccionados para cada situação foram submetidos à técnica de clareamento seguindo as instruções do fabricante.

Figura 6 – Led - Laser e agente clareador utilizado.

Utilizando uma placa de mistura que acompanha o Kit, foi misturado a fase peróxido (fase 1) com a fase espessante (fase 2) na proporção de 3 gotas de peróxido para uma gota de espessante.

Como auxílio de um pincel (Benda® Brush CENTRIX Incorporated- EUA), a superfície da resina foi totalmente recoberta, com uma camada de gel de espessura aproximada entre 1,0 a 2,0mm. Os corpos-de-prova com o gel permaneceram em repouso por 1 minuto. Iniciou-se a aplicação de luz por 3 minutos, mantendo-se uma distância de cerca de 5,0mm da superfície do gel, após este período o gel permaneceu em repouso por mais 1 minuto, aplicando-se novamente a luz por mais 3 minutos. Como o auxílio de um pincel, movimentou-se o gel clareador sobre a superfície da resina quatro vezes para liberar as eventuais bolhas de oxigênio.

O procedimento anterior foi repetido novamente de acordo com as instruções do fabricante, totalizando 16 minutos. Após este período o gel clareador teve sua cor alterada de vermelho para amarelo. A superfície do corpo-de-prova foi lavada com água destilada.

O grupo que não recebeu o tratamento clareador (controle) permaneceu em saliva artificial até o momento de ser submetido às leituras de alteração de cor e rugosidade superficial.

4.2.9. Análise Superficial por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Fluorescência de Raios-X (EDX)

A observação microscópica teve como objetivo ilustrar as características topográficas da superfície da resina composta antes e após ser submetida ao processo de envelhecimento (EAA) e 30 dias após o clareamento.

A avaliação da superfície foi realizada no Microscópio Eletrônico de Varredura (Jeol JSM 7500 – SII, Sony, Tokyo, Japan). As amostras foram montadas em *stubs* de alumínio e cobertas com ouro (300A a 500A) em metalizador (Denton Vacuum, mod. Desk 11, Moorestown, NJ, EUA) no Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura, Departamento de Química da Faculdade de Filosofia de Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (Figura 7).

Em áreas representativas das amostras foram feitas fotomicrografias com aumento de 500, 1500 e 20000 vezes.

Com o objetivo de complementar a observação superficial da resina composta sob as condições experimentais propostas, as amostras também foram submetidas a teste de EDX, que analisa a composição química da amostra em estudo e a percentagem de cada espécie dentro dela, por meio de Espectrometria de Fluorescência de Raios-X, por energia dispersiva.

Figura 7 – Metalizador e Microscópio Eletrônico de Varredura

5 Resultados

5. RESULTADOS

Os dados obtidos das variáveis em estudo, alteração de cor (ΔE^*), parâmetros L^* , a^* e b^* e da rugosidade superficial estão agrupados nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 (Anexo).

Aplicou-se o teste de normalidade para os dados de cada uma das variáveis em estudo, que demonstrou que a distribuição amostral foi normal (Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10 em Anexo). Sendo assim, foi utilizado o teste paramétrico, análise de variância (ANOVA), para todas as variáveis estudadas, que demonstrou haver significância ($p \leq 0,05$): para os fatores: *Tempo* para ΔE^* , L^* , a^* , b^* e rugosidade superficial e, *Tratamento* para ΔE^* , L^* , b^* , isoladamente. A interação *Tratamento x Tempo* foi não significativa para todas as variáveis de resposta estudadas. (Tabelas 11, 12, 13 e 14 em Anexo).

Para identificação das diferenças entre as médias dos fatores *Tratamento* e *Tempo* para a alteração de cor (ΔE^*), os parâmetros L^* , a^* , b^* e rugosidade superficial foi aplicado o teste complementar de Tukey ($p \leq 0,05$).

5.1 ALTERAÇÃO DE COR (ΔE^*) e PARAMETROS L^* , a^* e b^*

A tabela 15 apresenta as médias dos fatores, isoladamente, para as variáveis de resposta alteração de cor (ΔE^*) parâmetros L^* , a^* e b^* e a Tabela 16 as médias da interação *Tratamento x Tempo*.

Tabela 15 – Médias de Delta E^* , L^* , a^* e b^* para os fatores: Tempo e Tratamento.

	Delta E^*	L^*	a^*	b^*
T0		69,76 [*]	5,05 [@]	17,60 [@]
T1	11,08 ^{*#}	75,21 [#]	3,70 ^{*#}	8,01 ^{*#}
T2	11,79 [#]	75,31 [#]	3,68 [*]	7,31 [*]
T3	10,43 ^{*#}	74,52 [#]	3,93 [#]	8,36 ^{*#}
T4	9,79 [*]	74,03 [#]	4,06 [#]	8,87 [#]
	Valor de Tukey:1,37 dp±0,36	Valor de Tukey:0,75 dp±0,18	Valor de Tukey:0,24 dp±0,06	Valor de Tukey:1,07 dp±0,27
SC	9,92	73,31	4,16	10,52
CC	11,65	74,22	4,02	9,54
	Valor de Tukey:0,96 dp±0,34	Valor de Tukey:0,39 dp±0,14	ns dp±0,05	Valor de Tukey:0,59 dp±0,22

dp – Desvio padrão

Tabela 16 – Medias de ΔE^* , L^* , a^* e b para a interação Tratamento x Tempo.

	Delta E*					L*					a*					b*				
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4
CC	-	11,68	12,95	11,71	10,25	69,75	75,64	76,06	75,29	74,41	5,0	3,64	3,64	3,80	4,01	17,65	7,59	6,41	7,43	8,62
SC	-	10,48	10,63	9,23	9,33	69,78	74,79	74,60	73,75	73,65	5,11	3,67	3,72	4,06	4,11	17,54	8,43	8,21	9,29	9,13
	Ns dp±0,68					ns dp±0,31					ns dp±0,11					ns dp±0,50				

Para análise dos níveis de significância dos fatores Tempo e Tratamento, além da interação Tratamento x Tempo, agruparam-se as variáveis em estudo, a seguir:

a) Fator Tempo

O fator Tempo teve efeito estatisticamente significativo sobre as variáveis de estudo alteração de cor (ΔE^*), parâmetros L^* , a^* e b^* . Isto significa que há diferença de médias nos diferentes tempos estudados.

- *Delta E** (ΔE^*)

Analisando a tabela 15 de médias verifica-se que a maior média de ΔE^* foi obtida em T2 – 24 horas após o clareamento, quando comparada com T4- 30 dias após clareamento. As médias em T1, T2 e T3 foram estatisticamente iguais entre si. Por outro lado, média em T1 foi estatisticamente igual a T3 e T4. Esta tendência pode ser mais bem visualizada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Médias de ΔE^* para o fator Tempo.

- *Parâmetro L**

As médias do parâmetro L^* , para o fator Tempo, na Tabela 15, mostram que a menor média foi em T0 quando comparada com as médias dos tempos T1, T2, T3 e T4, que por sua vez foram estatisticamente iguais entre si. Este comportamento permanece após o clareamento aos 7 e 30 dias subseqüentes, o que pode ser visualizado no Gráfico 2, abaixo.

Gráfico 2 - Médias de L* para o fator Tempo.

- Parâmetro a^*

Para o parâmetro a^* , a maior média foi obtida em T0 quando comparada com as médias dos tempos em estudo. Isto pode ser visualizado no Gráfico 3 abaixo, e representa que após o envelhecimento (T1) e após clareamento (T2) há igualdade de comportamento, de acordo com as médias de T1 igual a T2. As médias obtidas aos 7 dias (T3) e 30 dias (T4) após o clareamento foram estatisticamente iguais entre si e maiores que as médias obtidas em 24 horas após o tratamento clareador (T2), o que demonstra aumento e tendência de estabilização a partir de T3, até voltar aos níveis de T1, mas não aos níveis de T0.

Gráfico 3 - Médias de a^* para o fator Tempo.

- Parâmetro b^*

Para o parâmetro b^* , a maior média é obtida em T0 quando comparada com as dos tempos de observação (T1, T2, T3 e T4). A média em T2 é estatisticamente menor que T4 e igual a T1 e T3. Por outro lado, T1, T3 e T4 são iguais entre si. Isto pode ser visualizado no Gráfico 4 abaixo e representa que há uma tendência de estabilização a partir de T1, apesar de haver uma diminuição em T2, com relação a T4, para logo voltar aos níveis de T1.

Gráfico 4 - Médias de b^* para o fator Tempo.

b) Fator Tratamento

Fundamentados nas informações das respectivas tabelas de resumo da análise de Variância de Alteração de cor (ΔE^*), parâmetros L^* , a^* e b^* , que demonstrou a significância ($p \leq 0,05$) do fator Tratamento sobre ΔE^* , os parâmetros L^* e b^* , e foi não significativa para o parâmetro a^* .

Isto significa que para,

- *Delta E* (ΔE^*)

O fator Tratamento Clareador teve efeito significativo sobre a alteração de cor, quando analisado isoladamente. De acordo com as médias da Tabela 15 e Gráfico 5, o grupo submetido ao tratamento apresentou maior média de ΔE^* que o grupo não submetido ao tratamento.

Gráfico 5 - Médias de ΔE^* para o fator Tratamento.

- **Parâmetro L***

O fator Tratamento, para este parâmetro foi significativo, quando analisado isoladamente, isto é, a média obtida para o grupo submetido ao Tratamento clareador (CCL) foi maior que a sem tratamento (SCL). O pequeno aumento da luminosidade comprova o efeito do agente clareador sobre a resina.

Gráfico 6 - Médias de L* para o fator Tratamento

- **Parâmetro a***

O Tratamento, isoladamente, para este parâmetro não teve efeito estatisticamente significativo. Este fato sugere que o agente clareador não afetou o parâmetro a* e conseqüentemente, este não contribuiu na alteração de cor, isto do ponto de vista de que ΔE^* é o resultado da interação dos três parâmetros, L*, a* e b*. As médias constam na tabela 15 com as quais foi construído o Gráfico 7.

Gráfico 7 - Médias de a* para o fator Tratamento.

- **Parâmetro b***

A significância do fator Tratamento clareador sobre o parâmetro b* constata-se na diferença estatística entre as médias, ou seja, para a condição Tratamento com Clareamento (CCL), a média foi menor que a condição Sem Clareamento (SCL). Ver o Gráfico 8.

Gráfico 8 - Médias de b^* para o fator Tratamento.

c) Interação Tratamento x Tempo

A interação Tratamento x Tempo não teve efeito estatisticamente significativo sobre as variáveis ΔE^* , os Parâmetros L^* , a^* e b^* . A tabela 16 foi construída com as médias obtidas, para a interação das respectivas variáveis de resposta. Os Gráficos 9, 10, 11 e 12 foram confeccionados com as médias desta interação para as respectivas variáveis.

Gráfico 9 - Médias de ΔE^* para Interação Tratamento x Tempo. Gráfico 10 - Médias de L^* para a Interação Tratamento x Tempo.

Gráfico 11- Médias de a* para a Interação Tratamento x Tempo.

Gráfico 12 - Médias de b* para a interação Tratamento x Tempo.

5.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL

A análise de variância mostra que houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) do fator Tempo sobre a rugosidade superficial. Para o fator Tratamento e para a interação Tratamento x Tempo não houve efeito significativo (Tabela 17).

Tabela 17 – Análise de Variância: Rugosidade superficial (μm).

Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr.Médios	(F)	Prob.(H0)
TEMPO(T)	1.3968	4	0.3492	13.09	0.0005 %
Resíduo I	1.4672	55	0.0267		
TRATAMENTO(TR)	0.0418	1	0.0418	2.16	14.3623 %
Inter. T x TR	0.0798	4	0.0199	1.03	40.0665 %
Resíduo II	1.0646	55	0.0194		
Variação total	4.0502	119			

$p \leq 0,05$

Para identificar as diferenças estatísticas das médias obtidas para o fator Tempo foi aplicado o teste complementar de Tukey ($p \leq 0,05$).

– Fator Tempo

Analisando a tabela 18 e Gráfico13 de médias de rugosidade superficial (μm) para o fator Tempo, isoladamente, a menor média foi em T0, ou seja, antes do envelhecimento, quando comparada com os demais tempos subsequentes. Em T1 – após o envelhecimento, a média foi menor que T3 – 7dias e T4 – 30 dias após o clareamento, que por sua vez foram iguais entre si e igual a T2 – 24 horas após o clareamento, o que demonstra uma tendência de estabilidade na rugosidade superficial da resina a partir das 24 horas (T2).

Tabela 18 - Médias de Rugosidade (μm) para o fator Tempo.

T0	T1	T2	T3	T4
0,26@	0,40*	0,47*#	0,56#	0,54#
dp $\pm 0,03$		Valor Crítico de Tukey: 0,13

Gráfico 13- Médias de Rugosidade (μm) para o fator Tempo.

– Fator Tratamento

O fator Tratamento, isoladamente, não teve efeito estatisticamente significativo sobre a variável rugosidade superficial (μm), o que demonstra que a

ação do agente clareador não promoveu diferença na superfície entre os grupos experimentais estudados (Tabela 19 e gráfico 14)

Tabela 19 – Médias de Rugosidade (μm) para o fator Tratamento.

CCL	SCL
0,47	0,43

dp $\pm$ 0,01

Gráfico 14 - Médias de Rugosidade (μm) para o fator Tratamento.

– Interação Tratamento x Tempo

A interação Tratamento x Tempo não teve efeito estatisticamente significativo sobre a variável rugosidade superficial (μm). A Tabela 20 e o Gráfico 15 foram confeccionados com as médias da interação.

Tabela 20 - Médias de Rugosidade (μm) para a interação Tratamento x Tempo.

	T0	T1	T2	T3	T4
CCL	0,25	0,40	0,50	0,62	0,57
SCL	0,28	0,41	0,45	0,51	0,50

dp $\pm$ 0,04

Gráfico 15 - Médias de Rugosidade (μm) para a interação Tratamento x Tempo.

5.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A seguir são apresentadas algumas fotomicrografias ilustrando a qualidade superficial da amostra do controle e suas similares submetidas ao processo de envelhecimento artificial acelerado e ao agente clareador.

Figura 8- Fotomicrografia da resina Charisma-T0 (Antes do envelhecimento 500x).

Figura 9- Fotomicrografia da resina Charisma-T0 (Antes do envelhecimento, 1500x)

Figura 10- Fotomicrografia da resina Charisma-T0 (Antes do envelhecimento, 20000X)

Figura 11 - Fotomicrografia da resina Charisma -T1 (Após Envelhecimento, 500X)

Figura 12 - Fotomicrografia da resina Charisma -T1 (Após Envelhecimento, 1500X)

Figura 13- Fotomicrografia da resina Charisma- T1 (Após Envelhecimento, 20000X)

Nas imagens obtidas através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi possível observar alterações da superfície do material restaurador após o envelhecimento artificial acelerado, com quebra da matriz e exposição do componente de carga.

Figura 14 - Fotomicrografia da resina Charisma-T4 (30 dias após clareamento, 500X)

Figura 15-Fotomicrografia da resina Charisma-T4 (30 dias após clareamento, 1500x)

Figura 16 - Fotomicrografia da resina Charisma -T4 (30 dias após clareamento, 20000X).

Observa-se nesta fotomicrografia (Figura 16) a presença de pequenos orifícios em algumas regiões, indicando um efeito erosivo do agente clareador sobre a superfície da resina composta.

5.4 ANÁLISE SUPERFICIAL POR FLUORECÊNCIA DE RAIOS-X (EDX)

Foram também analisadas as amostras da resina Charisma® nas condições de T0 – antes do envelhecimento, T1 - após envelhecimento e T4 - 30 dias após clareamento. Observou-se que não ocorreu uma mudança na composição química do material.

Gráfico 16 - Análise superficial EDX – T0 (Antes do envelhecimento).

Gráfico 17 – Análise superficial EDX – T1 (Após envelhecimento).

Gráfico 18 – Análise superficial EDX – T4 (30 dias após envelhecimento).

6 Discussão

6. DISCUSSÃO

6.1 ALTERAÇÃO DE COR

Com o surgimento do clareamento dental e o aprimoramento de suas técnicas este passou a ser um dos tratamentos mais utilizados na odontologia para satisfazer a busca pela estética nos dias atuais, conseqüentemente, tem se tornado alvo de inúmeros estudos, permitindo assim a evolução dos agentes clareadores com relação à composição, concentração e técnica. Dentre os vários materiais atualmente utilizados, tem-se o peróxido de carbamida (LANGSTEN et al, 2002; POLYDOROU, HELLWIG e AUSCHILL, 2006) e o peróxido de hidrogênio nas técnicas caseiras ou de consultório, com concentrações variadas (TAHER, 2005; MUJDECI & GOKAY, 2006; POLYDOROU, HELLWIG e AUSCHILL, 2006) sendo objeto deste estudo o peróxido de hidrogênio a 35% ativado com luz – Led do mesmo fabricante.(Led – Laser – DMC).

Associado a utilização crescente dos clareamentos dentais surge a questão com relação aos materiais restauradores já presentes na cavidade bucal por longo período, visto que estas restaurações nem sempre serão substituídas (ATTIN, et al., 2007). Sendo que esta substituição deverá estar fundamentada no grau de alteração de cor e da rugosidade superficial da restauração de resina composta, dentre outros aspectos a serem considerados (VAN DIJKEN, 1986; KROETZE et al., 1990).

O material odontológico, quando em uso, é submetido a condições clínicas rigorosas, como alteração de pH, de fluxo salivar, de temperatura. Para simular essas condições, às quais as restaurações em resina composta são expostas na cavidade bucal, a literatura mostra a existência de diferentes métodos de verificação do comportamento desses materiais ao longo do tempo que simulam o seu envelhecimento. Dentre esses, destacam-se métodos de imersão em soluções (VICHI, FERRARI e DAVIDSON, 2004; LEE e POWERS, 2007); ciclos de imersão em água em diferentes temperaturas alternadas com irradiação de luz (SARAFIANOU et al., 2007); tendo-se também o método de envelhecimento artificial através da exposição à luz alternando-se com exposições em um ambiente com alta umidade (PARAVINA, ONTIVEROS e POWERS, 2004; SCHULZE et al., 2003; POWERS, FAN e RAPTIS, 1980; PIRES-DE-SOUZA et al., 2007; AGUILAR, 2008).

No presente estudo este foi o método utilizado, em que os materiais foram submetidos à ação de luz UV e de condensação de água, em ciclos de 4 horas, por 384 horas. Esse período de submissão foi escolhido, pois segundo Ruyter, Nilner, Moller (1987), qualquer alteração de cor em compósitos só ocorre a partir de 300 horas do processo de envelhecimento.

Isto permitiu constatar que a luminosidade (parâmetro L^*) aumentou após o envelhecimento, já que a média em T1 (após envelhecimento) foi maior que no tempo inicial – T0, provavelmente pela película esbranquiçada que se forma durante o processo de envelhecimento. Estes resultados estão de acordo com Yong e Power (2007) que para a resina de micropartículas após envelhecimento os valores de L^* aumentaram enquanto que para Yalcin e Gurgan (2005) estes valores diminuíram.

A mudança de tonalidade de branco (opacidade crescente) é um indicador do aumento de sorção água que influencia o índice de refração (AMEYE, LAMBRECHTS e VANHERLE, 1981; SÖDERHOLM, 1983). Este aumento da absorção de água pode ser causado por uma conversão incompleta da matriz da resina e pela presença de dimetacrilatos diluentes, tais como, TEGDMA (JANDA et al., 2005). A igualdade estatística das médias nos tempos T1, T2, T3 e T4 sugerem uma estabilização a partir de T1. Este comportamento permanece às 24 horas após o clareamento (T2), 7 e 30 dias subsequentes (T3 e T4).

Sabe-se que a alteração de cor também pode ser causada por diferentes fatores tais como: o ativador químico, iniciador e inibidor do processo ativador da resina, a qualidade do polímero, o BIS-GMA do monômero, tipo e quantidade de inibidor, tipo de carga, quantidade de matriz, a oxidação que não tenha reagido nas ligações duplas de carbono-carbono, a iluminação de luz ultravioleta, o calor e a água (HOSOYA & GOTO, 1992; DIETSCHI et al., 1994; INOKOSCHI et al., 1996; FRUITS, DUNCANSON e MIRANDA, 1997; HOSOYA, 1999; BUCHALLA et al., 2002; JANDA et al., 2004).

Dentre os componentes importantes dos sistemas fotoiniciadores tem-se as aminas terciárias aromáticas ou alifáticas, que atuam como sinérgicos ou aceleradores (JANDA et al., 2004). Todas as aminas são conhecidas por formarem subprodutos durante foto-reação, que tendem a causar a descoloração amarela marrom-avermelhada, sob a influência de luz ou calor (JANDA, 1987).

A mudança nos parâmetros de a^* foi influenciada pelo processo de envelhecimento, demonstrado pela diminuição das suas médias, devido

provavelmente ao efeito do meio seja na superfície (REIS, 2003; ZANIN, 2005, SARAFIANOU et al., 2007, PIRES DE SOUZA, 2007), ou mesmo na sua estrutura interna (AMEYE et al., 1981; MAIR, 1991; AGUINELLI, 2003; ATTIN et al., 2004), este fato também pode ser devido ao efeito da influência das aminas terciárias (HOSOYA & GOTO, 1992; JANDA, 1987; JANDA et al., 2004; JANDA et al., 2005).

Com relação ao parâmetro b^* , eixo azul-amarelo, que segundo Gerlach Barker e Sagel (2002), é a variável de maior importância nos estudos de clareamento, observou-se com o tempo e que o agente clareador influenciou os valores de b^* ($CCL < SCL$), tendo seus valores reduzidos dados que concordam com os obtidos por Janda et al., 2007. Os efeitos dos valores b^* foram resultado provavelmente de uma conversão adicional de canforoquinona (HOSOYA & GOTO, 1992; JANDA et al., 2005). Sendo estes valores corroborados com os resultados de Gerlach Gerlach, Barker e Sagel (2002) que confirmam que a cor amarela dos dentes, após o clareamento tendem para o azul, revelando que houve o clareamento.

Observando-se assim para os parâmetros a^* e b^* com relação ao tempo que após o envelhecimento (T1) e após clareamento (T2), não determinaram diferença de comportamento. Isto também se observou entre os 7 dias (T3) e 30 dias (T4) após o clareamento, porém, estas alterações foram maiores que a ocorrida nas 24 horas após o tratamento clareador (T2), o que demonstra tendência de estabilização a partir de T3, até voltar aos níveis de T1, mas não aos níveis iniciais de T0.

Com relação ao tratamento clareador, as mudanças dos valores de L^* para valores mais claros e valores menores de b^* (menos amarelo e mais azul) indicam uma luminosidade perceptível na coloração dos materiais (ATTIN et al., 2003), já o parâmetro a^* não foi afetado, sugerindo uma maior influência para os valores de ΔE^* . Destacando-se de acordo com a análise das médias pode-se verificar que essa diferença foi numericamente pequena, para L^* 0,66% e 0,10% para b^* .

A relevância da interação Tratamento x Tempo deve-se a sua não significância, o que sugere a não influência sobre nenhum dos parâmetros e na alteração de cor ΔE^* .

Com relação à alteração de cor ΔE^* obtida neste estudo, após o envelhecimento (T1), não foi diferente às 24 horas (T2) e 7 dias (T3) após o clareamento. Mas, aos 30 dias (T4) houve uma diminuição significativa de ΔE^* . Devendo-se destacar que a maior alteração de cor foi 24 horas após o clareamento,

e a menor aos 30 dias. Esta diferença pode ser devido a dois possíveis mecanismos que podem conduzir a mudança de cor, tais como a dissolução da superfície e alguma oxidação dos ingredientes (LI, YU e WANG, 2009). A respeito da alteração de cor das resinas os resultados também são controversos, tendo resultados favoráveis à alteração de cor com manchamento prévio (BAILEY e SWIFT, 1992; MOR et al., 1998) e sem manchamento (CANY e CEHRELI, 2003; WATTANAPAYNGKUL e YAP, 2003) enquanto que outros demonstraram que os agentes clareadores não alteram a cor das resinas (KIM et al., 2004; ANUSAVICE, 1996). Já Yalcin e Gurgan (2005), encontraram comportamentos diferentes para os materiais avaliados.

Analisando-se assim os resultados encontrados de alteração de cor, pode se aceitar a hipótese do presente estudo, pois ocorreu um branqueamento do material restaurador, dados que concordam com os obtidos por Monaghan, Lim e Lautenschlager em 1992 e Canay & Cehreli em 2003, com aplicações com peróxido de hidrogênio a 10% e 30% em materiais restauradores.

6.2 ALTERAÇÃO SUPERFICIAL

A rugosidade superficial é um importante critério clínico dos materiais restauradores. As evidências deste estudo mostram que a rugosidade superficial da resina composta mostrou-se tempo dependente. Pois o envelhecimento aumentou a rugosidade superficial, mantendo-se ao mesmo nível até 7 dias após o clareamento. Assim, pode-se dizer que a ação do agente clareador não promoveu alterações superficiais significantes na resina em estudo. Visualizou-se também que há tendência de estabilização da rugosidade a partir das 24 horas após o clareamento até os 30 dias, determinados para este experimento.

Sendo assim, os resultados obtidos, com relação ao tratamento clareador sobre a rugosidade superficial não foram estatisticamente significantes sendo este comportamento confirmados pelos achados de Langsten et al. (2002), Yap e Wattanapayngkul (2002), Wattanapayungkul e Yap (2003), Kim et al. (2004), Schemehorn, Gonzalez-Cabezas e Joiner (2004) e Silva et al (2006) que não encontram rugosidade superficial significativa. Tal fato pode ser explicado porque a aplicação de peróxido de hidrogênio em altas concentrações ocorre por curtos períodos de tempo (KIM et al., 2004). Porém Turkey e Biskin (2002); Cehreli, Yazici

e García-Godoy (2003) e Moraes et al. (2006) relataram alterações significativas nos materiais submetidos ao clareamento.

Além disto, os resultados demonstraram que a interação dos fatores, Tratamento e Tempo, não interferiram na rugosidade superficial de maneira significativa.

Com relação à microscopia eletrônica de varredura o envelhecimento artificial acelerado agiu como um fator degradante na superfície das amostras, o que pode ser visualizado nas imagens de microscopia após a aplicação de tal metodologia.

A análise das fotomicrografias (Figuras 8, 9 e 10) obtidas por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura mostrou a qualidade da superfície que ilustra os baixos valores de rugosidade inicial, isto é, antes do processo envelhecedor. Nas fotomicrografias (Figura 11, 12 e 13) obtidas após o envelhecimento, constata-se que a superfície do material tornou-se irregular, com exposição de partículas de carga (REIS, 2003). Enquanto que aos 30 dias observaram-se fendas e poros.

Já na análise por meio de Fluorescência de Raios-X da alteração dos componentes químicos superficiais da resina, verificou-se que não houve alteração. O que sugere que as condições experimentais aos quais foram expostos os corpos-de-prova não afetaram a composição química da resina, dados que concordam os obtidos por Polydorou, Hellwig e Auschill (2008).

7 Conclusões

7. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada pode-se concluir:

- 1- A maior alteração de cor (ΔE^*) foi obtida 24 horas após o clareamento e menor aos 30 dias.
- 2- As médias dos parâmetros a^* e b^* foram influenciados pelo Fator Tempo sendo maiores em T0 que os demais Tempos.
- 3- As médias no tempo de 24 horas após o clareamento para os parâmetros a^* e b^* foram menores que as médias obtidas após 30 dias.
- 4- A média do parâmetro L^* no tempo inicial foi menor que os demais tempos.
- 5- A interação Tratamento x Tempo não teve efeito significativo sobre os parâmetros L^* , a^* e b^* , em consequência na alteração de cor (ΔE^*).
- 6- O Fator Tratamento teve efeito significativo sobre os parâmetros L^* , b^* e ΔE^*
- 7- O Fator Tratamento não teve efeito significativo sobre os parâmetros a^*
- 8- A rugosidade superficial no tempo T1 (após envelhecimento) foi maior que T0
- 9- A rugosidade superficial mostrou médias estatisticamente iguais a partir de T2.
- 10- O fator Tratamento e a interação Tratamento x Tempo não tiveram efeito significativo sobre a rugosidade superficial.
- 11- Por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi possível observar alterações da superfície do material restaurador após o envelhecimento artificial acelerado
- 12- As condições de estudo não promoveram mudança na composição química superficial da resina em estudo.

RELEVÂNCIA CLÍNICA

Cirurgiões dentistas têm indicado rotineiramente a substituição da resina composta após o tratamento clareador. Porém, de acordo com os resultados obtidos neste estudo sugere-se avaliar clinicamente a alteração de cor e a rugosidade superficial do material, que dependendo do tamanho da restauração e do tipo de resina utilizada, a ação do agente clareador poderá possibilitar sua permanência cavidade bucal.

Referências Bibliográficas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, F.G. **Avaliação da cor e opacidade de compósitos diretos protegidos com selantes de superfície submetidos ao envelhecimento artificial acelerado.** 2008. 102p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

AGUINELLI, J.A.M. Degradação, estabilização e envelhecimento de polímeros. São Carlos (Curso de Aperfeiçoamento em Tecnologia de Polímeros); Universidade Federal de São Carlos, 2003.

AMES, J.W. Removing stains from mottled enamel. **Journal of American Dental Association**, v.24, n. 10, p.1674 -7, 1937.

AMEYE C, LAMBRECHTS P, VANHERLE G. Conventional and microfilled composite resins. Color stability and marginal adaption. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.46, p.623–30, 1981.

ANUSAVICE, K.J. Phillip's Science of Dental Materials W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1996.

ATTIN, T.; KIELBASSA, A.M.; SCHWANENBERG, M.; HELLWIG, E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.24, p.282-6, 1997.

ATTIN, T.; KOCABIYIK, M.; BUCHALLA, W.; HANNIG, C.; BECKER, K. (a). Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. **Caries Research**, v.37, n.2, p.93-9, 2003.

ATTIN, T.; MANOLAKIS, A.; BUCHALLA, W.; HANNING, C. (b). Influence of tea on intrinsic colour of previously bleached enamel. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.30, n.5, p. 488-94, 2003.

ATTIN, T.; HANNIG, C.; WIEGAND, A. A.; ATTIN, R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations—a systematic review. **Dental Materials**, v.20, p.852–861, 2004.

ATTIN, T.; MULLER, T.; PATYK, A.; Lennon, A.M. Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. **Operative Dentistry**, v.29, p.188-95, 2004.

ATTIN, T.; BETKE, H.; SCHIPPAN, F.; WIEGAND, A. Potential of fluoridated carbamide peroxide gels to support post-bleaching enamel re-hardening, **Journal of Dentistry**, v.35, p.755-759, 2007.

BAILEY, S.J.; SWIFT, E.J. Jr. Effects of home bleaching products on composite resins. **Quintessence International**, v.23, n.7, p.489-94, 1992.

BARATIERI, L.N.; MONTEIRO, J.R.S.; ANDRADA, M.A.C.; VIERA, L.C.C. Clareamento dental. São Paulo: **Quintessence**, 1993.

BARATIERI, E. N. Clareamento dental. São Paulo, Ed. Santos, 1995.

BARATIERI, L.N.; et al. In: Odontología Restauradora – fundamentos e possibilidades. Clareamento de dentes. 1ª ed. São Paulo: Ed. **Quintessence**, p. 673-722, 2001.

BEM-AMAR, A.; LIBERMAN, R.; BERNSTEIN, Y. Effect of mouthguard bleaching on the enamel surface. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 8, n.1, p. 29-32, Feb., 1995.

BOWLES, W.H.; LANCASTER, L.S.; WAGNER, M.J. Reflectance and texture changes in bleached composite resin surfaces. **The Journal of Esthetic Dentistry**, v.8, p.229-33, 1996.

BRANDÃO, R.B. **Alteração de cor, brilho e superfície de resinas compostas fotopolimerizáveis submetidas a altas temperaturas**. 2005. 65p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

BRANDÃO, R.B.; MARTIN, C.C.; CATIRSE, A.B.; DE CASTRO, E.; SILVA, M.; EVISON, M.P.; GUIMARAES, M.A. Heat induced changes to dental resin composites: a reference in forense investigations? **Journal of Forensic Sciences**, Ribeirão Preto, v.52, n.4, p.913-19, 2007.

BRAUER, G.M. Colour changes of composites on exposure to various energy sources. **Dental Materials**, v.4, n.2, p.55-9, 1988

BUCHALLA, W.; ATTIN, T.; HILGERS, R; HELLWIG, E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.87, p. 264–70, 2002.

BURGER, K.M.; COOLEY, R.L. Effect of carbamide peroxide on composite resins. **Journal of Dental Research**., v.70, p.570, 1991.

BURGMAIER, G.M.; SCHULZE, I.M.; ATTIN, T. Fluoride uptake and development of artificial erosions in bleached and fluoridated enamel in vitro. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.29, p.799-804, 2002.

BURROW, M.F.; MAKINSON, O.F. Color change in light-cured resin exposed to day light. **Quintessence**, v.22, n.22, p.447-52, 1991

CANAY, S. & CEHRELI, M.C. The effect of current bleaching agents on the color of light polymerized composites in vitro. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.89, n.5, p. 474 – 478, 2003.

CEHRELI, Z.C.; YAZICI, R.; GARCÍA-GODOY, F. Effect of home-use bleaching gels on fluoride releasing restorative materials. **Operative Dentistry**, v.28, n.5, p.605-609, 2003.

CELIK, Ç.D.; YUZUGUGLLU, B.; ERKUT, S.; YAZICI, A.R. Effect of bleaching on staining susceptibility of resin composite restorative materials. **Journal of Esthetic Restoration Dentistry**, v.21, p.407-415, 2009.

CHUNG, K.H.; Effects of finish and polishing procedures on the surface texture of resin composites. **Dental Materials**, v.10, n.5, p.325-30, 1994.

CONTENTE, M.M.M.G; S.M.L.B.;GARCIA,L.F.R.; PIRES DE SOUZA, F.C.P. Efetividade inicial e após 15 dias de clareamento exógeno variando-se a técnica e os agentes clareadores. **Revista Faculdade de Odontologia**, v.13, n.2, p.51-55, mai/ago., 2008.

COOK, W.D.; CHONG, M.P. Colour stability and visual perception of dimethacrylate based dental composite resins. **Biomaterials**, v.6, n.4, p.257-64, 1985.

COOPER, J.S.; BOKMEYER, T.J.; BOWLES, W.H. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. **Journal of Endodontics**; v.18, n.7, p.315-317, 1992.

COSTA, C.A.S.; HUCK, C. Efeitos citotóxicos e biocompatibilidade de agentes clareadores usados na odontologia. Uma revisão da literatura. **Robrac**, v.15, n.39, 2008.

CULLEN, D.R.; NELSON, J.A.; SANDRIK, J.L. Peroxide bleaches-effect on tensile – strength of composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.69, p.247-9, 1993.

DAHL, J.E. & PALLESEN, U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, v.14, p.292-304, 2003.

DE MORAES, R.R.; MARIMON, J.L.; SCHNEIDER, L.F.; SINHRETI, M.A.; CORRER-SOBRINHO, L.; BUENO, M. Effects of 6 months of aging in water on hardness and surface roughness of two microhybrid dental composites. *Journal of Prosthodontics*, Piracicaba, v.17, p.323-26, 2008.

DENNIS, R.C.; JAMES, A.N.; JAMES, L.S. Peroxide bleaches: effect on tensile strength of composite resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v.69, n.3, p. 247-249, 1993.

DIETSCHI, D.; CAMPANILE, G.; HOLZ, J.; MEYER, J.M. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dental Materials*, v.10, p.353–62, 1994.

DUTRA, R.A.; BRANCO, J.R.T.; ALVIM, H.H.; POLETO, L.T.A.; ALBUQUERQUE, R.C. Effect of hydrogen peroxide topical application on the enamel and composite resin surfaces and interface. *Indian Journal Dental Research*, v.20, n.1, p.65-70, 2009.

FASANARO, T. Bleaching teeth: History, chemicals and materials used for common tooth discolorations. *Journal of Esthetic Dentistry*, v.4, n.3, p.71-8, 1992.

FERRACANE, J.L.; MOSER, J.B.; GREENER, E.H.; Ultraviolet light-induced yellowing restorative resins. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v.54, p.483-7, 1985

FISHER, G. The bleaching of discolored teeth with H₂O₂. *Dental Cosmos*, v.53, n.2, p.246-7, 1910.

FREITAS, D.B. **Estudo da alteração de cor de resinas compostas, influenciada pela clorexidina associada ao vinho tinto doce**. 2006.72f.Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

FRUITS, T.; DUNCANSON, M.; MIRANDA, F. In vitro weathering of selected direct esthetic restorative materials. *Quintessence Internatinal*, v.28, p.409–14, 1997.

GERLACH, R.W.; BARKER, M.L.; SAGEL, P.A.; Objective and subjective whitening response of two self-directed bleaching systems. *American Journal Dentistry*, v.15, n.Spec, p.7A-12A, Sep. 2002.

GOLDSTEIN, R.E. In office bleaching: where we came from, where we are today. **Journal of American Dental Association**, v.128, (4 Suppl): S11-15, 1997.

HANNIG, C.; DUONGB, S.; BECKERB, S.; BRUNNERD, E.; KAHLERD, E.; ATTIN, B.T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. **Dental Materials**, v.23, p.198–203, 2007.

HANOSH, F.N.; HANOSH, G.S. Vital bleaching: a new light-activated hydrogen peroxide system. **Journal of Esthetic Dental**, v.4, n.3, p.90-5, 1992.

HAYWOOD, V.B. & HEYMANN, H.O. Nightguard vital bleaching. **Quintessence International**, v.20, n.3, p.173-6, 1989.

HAYWOOD, V.B. & HEYMANN, H.O. Nightguard vital bleaching: How safe is it? **Quintessence International**, v.22, p.515-523, 1991.

HAYWOOD, V.B. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. **Quintessence International**, v.23, n. 7, p.471–488, 1992.

HOSOYA, Y. & GOTO, G. Color changes of light-cured composite resins. **Journal Clinical and Pediatric Dentistry**, v.6, p.247-52, 1992.

HOSOYA, Y. Five-year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. **Dental Materials**, v.15, n.4, p.268-74, 1999.

HUBBEZOGLU, I.; AKAOGLU, B.; DOGAN, A.; KESKIN, S.; BOLAYIR, G.; OZCELIK, S.; DOGAN, O.M. Effect of bleaching on color change and refractive index of dental composite resins. **Dental Materials Journal**, v.27, n.1, p.105-16, Jan., 2008.

INOKOSHI, S.M.F.B.; KATAUMI, M.; YAMADA, T.; TAKATSU, T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. **Operative Dentistry**, v.21, p.73–80, 1996.

JANDA, R. Synthetic resins. Ullmann*s Encyclopedia of Industrial Chemistry. **Dental Material**, v.8, 5th ed. Weinheim: VCH Publishers, p.277-84, Chapter 5, 1987.

JANDA, R.; ROULET, J.F.; KAMINSKY, M.; STEFFIN, G.; LATTA, M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of the method of light activation. **European Journal Oral Science**, v.112, p.280–5, 2004.

JANDA, R.; ROULET, J.F.; LATTA, M.; STEFFIN, G.; RUTTERMANN, S. Color stability of resin based filling materials after aging when cured with plasma or halogen light. **European Journal Oral Science**, v.113, p. 251-7, 2005.

JANDA, R.; ROULET, J.F.; LATTA, M.; KAMINSKY, M.; RUTTERMANN, S. Effect of exponential polymerization on color stability of resin based filling materials. **Dental Materials**, v.23, p.696- 704, 2007.

JOHNSTON, W.M.; KAO, E.C. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. **Journal Dental Research**, v.68, p.819-22, 1989.

KAWAMOTO, K.; TSUJIMOTO, Y. Effect of the hydroxyl and hydrogen peroxide on tooth bleaching. **Journal Endodontic**, v.30, n.1, p.45-50, 2004.

KIM, J.H.; LEE, Y.K.; LIM, B.S.; RHEE, S.H.; YANG, H.C. Effect of tooth –whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. **Clinical Oral Investigation**, v.8, n.3, p. 118-122, 2004.

KROETZE, H.J.; PLASSCHAERT, A.J.; VAN'T HOF, M.A.; TRUING.J. Prevalence and need for replacement of amalgam and composite restorations in Dutch adults. **Journal of Dental Research**, v.69, p.1270-4, 1990.

LANGSTEN, R.E; DUNN, W.J.; HARTUP, G.R.; MURCHISON, D.F. Higher-concentration carbamide peroxide effects on surface roughness of composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.14, p. 92-96, 2002.

LEE, Y.K.; POWERS, J.M. Combined effects of staining substances on resin composites before and after surface sealant application. **Journal of Material Science and Material Medicine**, v.18, n.5, p.685-691, 2007.

LEITÃO, L.; HEGDAHL, T. On the measuring of roughness. **Acta Odontologic Sacandinavia**, v.39, n.6, p.379-84, Dec, 1981.

LEWINSTEIN, I.; FUHRER, N.; CHURUARU, N.; CARDASH, H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. **The journal of Prosthetic Dentistry**, v.92, n. 4, p. 337-42, Oct., 2004.

LI, Q.; YU, H.; WANG, Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching on the restorative materials *in situ*. **Journal of Dentistry**, v.37, p.348-56,2009.

LI, Y. Biological properties of peroxide containing tooth whiteners. Food and chemical toxicology. v.34, n.5, p. 887-904, 1996.

MAIR, L. Effect of surface conditioning on the abrasion rate of dental composites. **Journal of Dentistry**, v.19, n.2, p.100-6, 1991.

MATIS, B.A.; COCHRAN, M.A.; FRANCO, M.; AL-AMMAR, W.; ECKERT, G.J.; STROPES, M. Eight in office tooth whitening systems evaluated in vivo: a pilot study. **Rev. Rom. Stomatology**, v.LIII, n.3, p.131-137, 2007.

MIRANDA, C.B.; PAGANI, C.; BENETTI, A.R.; MATUDA, F.S. Avaliação do esmalte dental humano submetido ao tratamento clareador por meio de microscopia eletrônica de varredura. **Journal of Applied Oral Science**, v.13, n.2, p.204-211, 2005.

MONAGHAN, P.; LIM, E.; LAUTENSCHLAGER, E. Composite resin color-change after vital tooth bleaching. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 67, p.778-81, 1992.

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

MOR, C.; STEINBERG, D.; DOGAN, H.; ROTSTEIN, I. Bacterial adherence to bleached surfaces of composite resin in vitro. **Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology**, v.86, p.582-6, 1998.

MORAES, R.R.; MARIMON, J.L.M.; SCHNEIDER, L.F.J.; CORRER SOBRINHO, L.; CAMOCHO, G.B.; BUENO, M. Carbamide peroxide bleaching agents: Effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. **Clinical Oral Investigation**, v.10, p.23-8, 2006.

MUJDECI, A. & GOKAY, O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.95, n.4, 286-289, 2006.

OLTU, U. & GURGAN, S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on structure of enamel. **Journal Of Oral Rehabilitation**., v.27, p.332-340, 2000.

PARAVINA, R.D.; ONTIVEROS, J.C.; POWERS, J.M. Accelerated aging effects on color and translucency of bleaching-shade composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.16, n.2, p.117-127, 2004.

PIRES-DE-SOUZA, F.C.P.; GARCIA, L.F.R.; HAMIDA, H.M.; ASSIRATI, L.C. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or a light emitting diode source. **Brazilian Dental Journal**, v.18, p.119-123, 2007.

POLYDOROU, A.; HELLWIG, E.; AUSCHILL, T.M. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. **Operative Dentistry**, v.31, n.4, p.473-80, 2006.

POLYDOROU, O.; MONTING, J.S.; HELLWIG, E.; AUSCHILL T.M. Effect of in Office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. **Dental Materials**, v.23, p.153-158, 2007.

POLYDOROU, O.; HELLWIG, E.; AUSCHILL, TM. The effect of different bleaching agents on the surface texture of restorative materials. **Journal and Esthetic Restorative Dentistry**, v.20, n.3, p.206-11, 2008.

POTOCNIK, I.; KOSEC, L.; GASPERSIC, D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. **Journal of Endodontics**, Chicago, v.26, n. 4, p. 203-6, Apr. 2000.

POWERS, J.M.; DENNISON, J.B.; KORAN, A. Color stability of restorative resins under accelerated aging. **Journal of Dental Research**, v.57, n.11, p.964-70, dec, 1978.

POWERS, J.M.; FAN, P.L.; RAPTIS, C.N. Color stability of new composite restorative material under accelerated aging. **Journal of Dental Research**, v.59, p.2071-2074, 1980.

POWERS, J.M.; BAKURAT, M.M.; OGURA, H. Color and optical properties of posterior composites under accelerated aging. **Dental Materials**, v.1, p.62-7, 1985.

POZZOBON, R.T. **Análise da translucidez da associação cimento ionômero de vidro/resina composta. Efeito de materiais e tempo.** (dissertação) Araraquara: Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 134p., 1998.

REIS, A.; LOGUERCIO, A.D.; SCHROEDER, M.; BAUER, J.R.O.; RODRIGUES FILHO, L.E.; BUSATO, A.L.S. Avaliação da estabilidade de cor inicial de diferentes resinas compostas. **Revista Brasileira de Odontologia**, v.58, n.5, p.348-50, set/out, 2001.

REIS, A.C. **Envelhecimento artificial acelerado de resinas compostas – análise da superfície e estudo da alteração de cor por meio de colorímetro espectrofotométrico**. Tese de doutorado – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão preto, 2003.

REIS, A.F.; GIANINI, M.; LOVADINO, J.R.; AMBROSANO, G.M. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. **Dental Materials**, v.19, n.1, p.12-8, 2003.

RIEHL, H. **Estudo in vitro do efeito de três diferentes agentes clareadores sobre a dureza e rugosidade do esmalte dentário bovino**. Bauru, 2002, 119 p., Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo.

ROBERTELLO, F.J.; MEARES, W.A.; GUNSOLLEY, J.C.; BAUGHAN, L.W. Effect of peroxide bleaches on fluoride release of dental materials. **American Journal of Dentistry**, v.10, n.6, p.264-267, 1997.

ROSENTRITT, M.; ESCH, J.; BEHR, M.; LEIBROCK, A.; HANDEL, G. In vivo color stability of resin composite vellers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. **Quintessence International**, v.29, n. 8, p.517-22, 1998.

ROTSTEIN, I.; LEHR, Z.; GEDALIA, I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. **Journal of Endodontics**, Chicago, v.18, no. 6, p. 29-33, June 1996.

RUYTER, I.E.; NILNER, K.; MOLLER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge vellers. **Dental Materials**, v.3, p.246-251, 1987.

SÖDERHOLM, K.J.M. Leaking of fillers in dental composites. **Journal of Dental Research**, v.62, p.126–30, 1983.

SARAFIANOU, A.; IOSIFIDOU, S.; PAPADOPOULOS, T.; ELIADES, G. Color stability and degree of cured of direct composite restoratives after accelerated aging. **Operative Dentistry**, v.32, n.4, p.406-411, 2007.

SCHEMEHORN, B.; GONZALEZ-CABEZAS, C.; JOINER, A. A SEM evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental materials in vitro. **Journal of Dentistry**, v.32 (Suppl1), p.35-39, 2004.

SCHULZE, K.O.; MARSHALL, S.J.; GANSKI, S.A.; MARSHALL, G.W. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. **Dental Materials**, v.19, p.612-619, 2003.

SETZ, J.; ENGEL, E. In vivo color stability of resin-veneered telescopic dentures: a double blind pilot study. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 77, n.5, p.486-91, 1997.

SILVA, M.F.A.; DAVIES, R.M.; STEWART, B.; DEVIZIO, W.; TONHOLO, J.; SILVA JUNIOR, J.G.; PRETTY, I.A. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. **Dental Materials**, v.22, p. 919-924, 2006.

SPALDING, M. **Estudo “in vitro” do aspecto morfológico da superfície do esmalte e alteração na permeabilidade dentária após clareação**. Bauru, 2000, 137p. dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo.

STEINBERG, D.; MOR, C.; DOGAN, H.; ZACKS, B.; ROTSTEIN, I. Effect of salivary biofilm on the adherence of oral bacteria to bleached and non-bleached restorative material. **Dental Materials**, v.15, p.14-20, 1999.

SWIFT, E.J. Restorative considerations with vital tooth bleaching. **Journal of American Dental Association**, v.128, p.60-4, 1997.

TAHER, N.M. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v.6, n.2, p.18–26, 2005.

TURKER, S.B.; BISKIN, T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.89, p.466–73, 2003.

TURKER, S.B.; BISKIN, T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.29, n.7, p.657-61, 2002.

UM, C.M.; RUYTER, E. Staining of resin based-veneering materials with coffe and tea. **Quintessence International**, v.22, n.5, p.377-86, 1991.

VAN DIJKEN, J.W.V. A clinical evaluation of anterior conventional, microfilled and hybrid composite fillings. **Acta Odontologica Scandinavica**, v.44, p.357-367, 1986.

VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C.L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. **Dental Materials**, v.20, n.6, p.530-4, 2004.

VILLALTA, P.; LU, H.; OKTE, Z.; GARCIA-GODOY, F.; POWERS, J.M. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.95, p.137-42, 2006.

WATTANAPAYUNGKUL, P.; YAP, A.U. Effects of in –office bleaching products on surface finish of tooth – colored restorations. **Operative Dentistry**, v. 28, n.1, p.15-9, 2003.

WATTANAPAYUNGKUL, P.; YAP, A.U.J.; CHOOI, K.W. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth colored restoratives with time. **Operative Dentistry**, v.29, p.398–403, 2004.

WENDT, Jr., S.L. The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II. Wear, hardness and color stability. **Quintessence International**,v.18, n.15, p.351-356, 1987.

WIEGAND, A.; OTTO, Y.A.; ATTIN, T. In vitro evaluation of tooth brushing abrasion of differently bleached bovine enamel. **American Journal of Dentistry**, v.17, p.412-6, 2004.

WOZINIAK, W.T.; MOSER, J.B.; WILLIS, E.; STANFORD, J.W. Ultraviolet light stability of composite resins. **Journal Prosthodontic Dentistry**, v.53, n.2, p.204-9, feb, 1985.

YALCIN, F. & GÜRGAN, S. Effect of two different bleaching regiments on the gloss of tooth colored restorative materials. **Dental Materials**, v.21, p.464–468, 2005.

YAP, A.U. & WATTANAPAYNGKUL, P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. **Operative Dentistry**, v.27, p.137-141, 2002.

YAP, A.U. (a). Fracture resistance of compomer and composite restoratives. **Operative Denstistry**, v.29, n.1, p.20-34, Jan./Feb, 2004.

YAP, AU. (b). Comparative hardness and modulus of tooth-colored restoratives: a depth-sensing microindentation study. **Biomaterials**, v.25, n.11, p.217-85, May, 2004.

YONG,K.L.; POWERS,J.M. Color changes of resin composites in the reflectance and transmittance modes. **Dental Materials**, v.23, n.3, p.259-264, 2007.

ZALKIND, M.; ARWAZ, J.R.; GOLDMAN, A.; ROTSTEIN, I. Suface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. **Endodontic Dental Traumatology**, v.12, n.2, p.82-88, Apr. 1996.

ZANIN F.R. **Envelhecimento artificial acelerado – influência na alteração de cor e rugosidade superficial de resinas indiretas**. Tese de Mestrado – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão preto, 2005.

Anexos

ANEXOS

Tabela1 – Dados do parâmetro ΔE^* .

		T0	T1	T2	T3	T4
CC	R1		8,7	14,54	12,96	10,97
	R2		8,68	15,32	13,46	10,54
	R3		11,93	10,26	9,73	7,48
	R4		12,48	8,41	4,41	2,91
	R5		9,41	11,57	11,15	9,10
	R6		12,15	14,04	13,61	11,8
	R7		12,97	14,48	13,79	12,71
	R8		12,88	14,33	13,12	12,51
	R9		9,28	8,93	8,07	6,06
	R10		11,91	12,73	11,82	10,42
	R11		17,15	17,69	17,49	16,39
	R12		14,44	14,76	14,3	15,03
	R13		10,46	11,52	8,63	8,28
	R14		9,73	12,03	10,44	10,08
	R15		13,15	13,69	12,67	9,54
SC	R1		11,0	11,33	10,76	11,89
	R2		10,31	9,16	7,89	9,16
	R3		8,37	10,19	7,88	7,46
	R4		10,34	11,23	9,13	10,9
	R5		10,33	9,07	9,34	8,08
	R6		9,52	13,31	10,91	8,74
	R7		10,33	9,62	6,42	8,98
	R8		13,8	13,64	8,22	9,75
	R9		12,44	13,85	13,51	10,98
	R10		9,02	8,82	9,81	9,27
	R11		7,96	9,73	7,04	10,97
	R12		10,67	9,86	7,29	6,12
	R13		11,73	10,54	10,06	9,58
	R14		10,52	8,23	9,94	9,53
	R15		10,95	10,96	10,26	8,59

Legenda: CC- com clareamento; SC- sem clareamento; T1-após envelhecimento; T2-24h após clareamento; T3-7 dias; T4-30 dias

Tabela 2 – Dados do parâmetro L*.

		T0	T1	T2	T3	T4
CC	R1	70,14	73,95	77,1	76,21	75,14
	R2	69,58	73,19	77,0	75,68	73,82
	R3	69,72	76,2	75,17	74,69	73,59
	R4	69,56	76,8	74,01	72,32	71,75
	R5	69,79	76,23	75,04	74,84	73,8
	R6	69,97	75,63	76,44	76,1	74,88
	R7	70,18	75,72	76,27	75,81	74,88
	R8	70,29	75,71	76,53	75,67	74,95
	R9	69,11	75,04	74,51	74,01	72,82
	R10	69,64	75,88	76,35	75,6	74,57
	R11	69,53	78,34	78,41	78,32	77,52
	R12	69,46	76,88	76,99	76,51	77,08
	R13	70,54	75,45	75,44	74,16	73,85
	R14	69,35	74,0	75,17	74,37	74,01
	R15	69,46	75,6	75,87	75,17	73,53
SC	R1	69,36	74,48	74,58	74,2	74,75
	R2	69,79	74,58	73,87	73,1	73,43
	R3	69,21	73,34	73,98	72,24	71,75
	R.4	69,31	74,38	74,69	73,39	74,29
	R.5	70,54	75,23	74,22	74,27	73,69
	R.6	68,88	73,75	75,74	73,75	72,46
	R.7	70,34	75,2	74,5	72,78	73,65
	R.8	69,32	75,74	75,36	72,08	72,69
	R.9	70,17	77,0	77,79	77,62	75,83
	R.10	70,44	73,61	73,14	73,62	73,54
	R.11	69,21	73,76	74,05	73,23	74,52
	R.12	70,96	76,33	75,67	74,09	73,0
	R.13	70,51	75,51	74,93	74,39	75,28
	R.14	69,19	74,31	72,96	73,56	73,15
	R.15	69,51	74,74	74,52	73,96	72,74

Legenda: CC-com clareamento; SC-sem clareamento; T0-24h após confecção; T1-após envelhecimento; T2-24h após clareamento; T3-7dias; T4-30 dias

Tabela 3 – Dados do parâmetro a*.

		T0	T1	T2	T3	T4
CC	R1	5,05	3,83	3,75	3,74	4,05
	R2	4,85	3,77	3,18	3,66	3,94
	R3	5,12	3,99	3,77	3,89	4,34
	R4	4,43	3,21	3,80	4,62	4,86
	R5	5,03	4,24	4,10	4,12	4,54
	R6	5,31	3,88	3,72	3,84	4,0
	R7	5,14	3,56	3,54	3,59	3,85
	R8	5,10	3,44	3,41	3,44	3,46
	R9	4,77	4,06	4,2	4,47	4,88
	R10	4,68	3,65	3,71	3,79	4,20
	R11	5,25	2,70	2,66	2,92	2,57
	R12	5,33	3,21	3,38	3,27	3,26
	R13	4,46	3,91	3,92	4,12	4,18
	R14	5,38	4,17	4,05	4,29	3,96
	R15	5,12	3,01	3,47	3,28	4,14
SC	R1	5,08	3,71	3,48	3,80	3,62
	R2	5,21	3,82	4,09	4,22	4,07
	R3	5,31	4,19	3,83	4,49	4,61
	R4	4,98	3,70	3,56	4,06	3,63
	R5	5,22	4,01	3,94	4,24	4,56
	R6	5,23	3,78	3,32	3,78	4,21
	R7	5,27	3,86	3,91	4,38	4,38
	R8	5,13	3,69	3,63	4,43	4,53
	R9	4,58	3,37	2,98	3,04	3,47
	R10	5,26	4,06	4,03	4,10	4,22
	R11	5,38	4,07	4,28	4,62	3,96
	R12	4,64	3,23	3,38	3,78	4,69
	R13	5,33	3,57	3,62	3,95	3,49
	R14	4,91	3,73	4,10	3,97	3,99
	R15	5,20	3,84	3,78	4,12	4,30

Legenda: CC-com clareamento; SC-sem clareamento; T0-24h após confecção; T1-após envelhecimento; T2-24h após clareamento; T3-7dias; T4-30 dias

Tabela 4 – Dados do parâmetro b*.

		T0	T1	T2	T3	T4
C/C	R1	18,31	10,58	5,60	6,92	8,58
	R2	18,84	11,00	5,53	6,89	9,22
	R3	17,21	7,24	8,62	8,92	10,84
	R4	16,13	6,03	9,01	12,68	14,25
	R5	18,21	9,93	7,93	8,29	10,05
	R6	18,01	7,34	5,65	5,94	7,34
	R7	18,85	7,21	5,79	6,35	7,09
	R8	17,57	6,00	4,77	5,70	6,07
	R9	15,80	8,68	8,70	9,39	10,99
	R10	18,19	8,09	7,41	8,01	9,02
	R11	18,19	3,68	3,11	3,24	4,12
	R12	17,13	4,90	4,56	4,85	4,32
	R13	17,93	8,69	7,51	10,1	10,4
	R14	17,03	8,56	6,58	7,94	8,20
	R15	17,47	6,01	5,47	6,29	8,88
S/C	R1	17,80	8,15	7,86	8,27	7,30
	R2	17,40	8,37	9,26	10,29	9,07
	R3	17,46	10,24	8,57	10,21	10,46
	R4	17,52	8,58	7,75	9,39	7,90
	R5	18,48	9,35	10,28	9,97	11,05
	R6	16,67	8,60	5,41	7,0	8,75
	R7	17,45	8,43	8,88	11,57	9,14
	R8	18,43	6,29	6,29	10,7	9,28
	R9	16,33	5,99	4,87	5,15	6,98
	R10	17,37	8,99	9,04	8,14	8,69
	R11	17,61	11,20	9,22	11,87	8,10
	R12	17,85	8,73	9,27	11,31	12,08
	R13	17,28	6,80	7,85	8,08	9,16
	R14	17,28	8,15	10,0	8,40	8,65
	R15	18,27	8,72	8,61	9,07	10,35

Legenda: CC-com clareamento; SC-sem clareamento; T0-24h após confecção; T1-após envelhecimento; T2-24h após clareamento; T3-7dias; T4-30 dias

Tabela 5 – Dados de rugosidade superficial (μm).

		T0	T1	T2	T3	T4
C/C	R1	0,22	0,23	0,57	0,55	0,65
	R2	0,21	0,27	0,62	0,54	0,46
	R3	0,26	0,24	0,41	0,45	0,48
	R4	0,10	0,22	0,37	0,47	0,44
	R5	0,26	0,24	0,46	0,55	0,47
	R6	0,21	0,39	0,55	0,72	0,73
	R7	0,47	0,49	0,51	0,87	0,56
	R8	0,35	0,67	0,82	0,96	0,90
	R9	0,26	0,48	0,41	0,43	0,52
	R10	0,41	0,66	0,46	0,96	0,78
	R11	0,23	0,47	0,31	0,54	0,58
	R12	0,31	0,42	0,42	0,47	0,35
S/C	R1	0,14	0,26	0,32	0,37	0,43
	R2	0,26	0,33	0,27	0,19	0,45
	R3	0,31	0,67	0,44	0,44	0,29
	R4	0,30	0,33	0,21	0,40	0,21
	R5	0,22	0,30	0,40	0,56	0,60
	R6	0,17	0,36	0,31	0,41	0,42
	R7	0,47	0,56	0,70	0,53	0,54
	R8	0,30	0,35	0,40	0,49	0,49
	R9	0,48	0,60	0,69	0,82	0,65
	R10	0,36	0,49	0,67	0,92	0,65
	R11	0,26	0,31	0,61	0,64	0,69
	R12	0,41	0,39	0,44	0,43	0,62

Legenda: CC-com clareamento; SC-sem clareamento; T0-24h após confecção; T1-após envelhecimento; T2-24h após clareamento; T3-7dias; T4-30 dias

Tabela 9 – Teste de aderência à curva normal: Valores de b*.

A. Frequências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Curva normal :	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimenta :	1.33	6.00	20.00	43.33	23.33	4.67	1.33
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação			
Graus de liberdade :	4	A distribuição amostral testada é normal					
Valor do Qui quadrado :	1.22						
Probabilidade de Ho :	87.4200 %						

Tabela 10 – Teste de aderência à curva normal: Rugosidade superficial.

A. Frequências por intervalos de classe:							
Intervalos de classe:	M-3s	M-2s	M-1s	Med.	M+1s	M+2s	M+3s
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Curva normal :	0.44	5.40	24.20	39.89	24.20	5.40	0.44
Curva experimental :	0.00	3.33	33.33	33.33	20.00	9.17	0.83
B. Cálculo do Qui quadrado:				Interpretação			
Graus de liberdade :	4	A distribuição amostral testada é normal					
Valor do Qui quadrado :	8.67						
Probabilidade de Ho :	6.9800 %						

Tabela 11– Análise de Variância: Delta E*.

Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr.Médios (F)	Prob. (H0)
-----	-----	-----	-----	-----
TEMPO (TP)	65.7522	3	21.9174	5.42
Resíduo I	226.3005	56	4.0411	0.2743 %
TRATAMENTO (TR)	89.7866	1	89.7866	12.88
Interação TP x TR	13.7936	3	4.5979	0.66
Resíduo II	390.3768	56	6.9710	41.6087 %
Variação total	786.0098	119		

p ≤ 0,05

Tabela 12 – Análise de Variância: Valores de L*.

Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr.Médios	(F)	Prob.(H0)
TEMPO (TP)	634.0458	4	158.5115	147.05	0.0000 %
Resíduo I	75.4542	70	1.0779		
TRATAMENTO (TR)	31.2458	1	31.2458	21.07	0.0095 %
Inter. C x L	11.5542	4	2.8885	1.95	11.1184 %
Resíduo II	103.8250	70	1.4832		
Variação total	856.1250	149			

p ≤ 0,05

Tabela 13 – Análise de Variância: Valores de a*.

Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr.Médios	(F)	Prob.(H0)
TEMPO (TP)	38.1291	4	9.5323	85.61	0.0000 %
Resíduo I	7.7938	70	0.1113		
TRATAMENTO (TR)	0.7233	1	0.7233	3.51	6.1904 %
Inter. C x L	0.1535	4	0.0384	0.19	5.7214 %
Resíduo II	14.4308	70	0.2062		
Variação	61.2305	149			

p ≤ 0,05

Tabela 14 – Análise de Variância: Valores de b*.

Fonte de Variação	Soma de Quadr.	G.L.	Quadr.Médios	(F)	Prob.(H0)
TEMPO (TP)	2186.1633	4	546.5408	247.34	0.0000 %
Resíduo I	154.6785	70	2.2097		
TRATAMENTO (TR)	35.9183	1	35.9183	9.32	0.3521 %
Inter. C x L	21.5525	4	5.3881	1.40	24.2763 %
Resíduo II	269.8358	70	3.8548		
Variação total	2668.1484	149			

p ≤ 0,05