

CAROLINA FERRAZ RIBEIRO

**Influência do clareamento dental na alteração de cor,
opacidade e fluorescência de diferentes resinas compostas**



2010

CAROLINA FERRAZ RIBEIRO

**Influência do clareamento dental na alteração de cor,
opacidade e fluorescência de diferentes resinas compostas**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres
Co-orientadora: Profa. Dra. Alessandra Bühler Borges

São José dos Campos

2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
Universidade Estadual Paulista – Unesp

Prof. Cláudio A. Talge Carvalho

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
Universidade Estadual Paulista – Unesp

Prof. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
Universidade Estadual Paulista – Unesp

Prof. Ricardo Amore

Universidade Bandeirante de São Paulo
UNIBAN BRASIL

Prof. Dr. Claudio Hideki Kubo

São José dos Campos, 04 de novembro de 2010.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Afrânio e Teresa e à minha irmã Adriana, pelo carinho, amor e dedicação, Agradeço por tudo que fizeram e fazem por mim. Vocês são exemplo de vida, amizade, persistência e amor.

À Deus, por guiar meus passos, me ajudar a superar cada obstáculo dessa caminhada e ainda com minhas falhas, me ajudar a hoje poder chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, onde tive a oportunidade aprimorar meus conhecimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação , cujo empenho e primordial pra que tenhamos um curso de excelência.

Ao Professor Carlos Rocha Gomes Torres pelos conhecimentos e experiência transmitidos durante o curso. Obrigada pelo empenho e dedicação pra que este trabalho fosse realizado de maneira primorosa.

À Professora Alessandra por engrandecer os estudos com suas idéias e conhecimento.

À todos técnicos e secretárias que colaboraram para execução do trabalho.

À todos o corpo docente do Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora da FOSJC-UNESP.

Enfim, aos amigos que acompanharam este momento da minha vida, que torcem por mim e que, sem dúvida, tornam essa jornada mais alegre.

Ribeiro, CF. Influência do clareamento dental na alteração de cor, opacidade e fluorescência de diferentes resinas compostas [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, Univ Estadual Paulista; 2010.

Resumo

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito do gel de peróxido de hidrogênio a 20% e 35% na alteração de cor, opacidade e fluorescência de materiais restauradores estéticos. Foram confeccionados 210 espécimes com 3mm de diâmetro e 2mm de espessura, sendo 30 de cada tipo de resina composta (Amaris, Admira, Estelite, Esthet X, Venus, Z350 e GrandioSO). Os espécimes foram armazenados em água deionizada por 24 horas. Na seqüência os mesmos foram polidos com lixa d'água #4000. Realizou-se então a primeira medição de cor, opacidade e fluorescência por um aparelho espectrofotômetro com iluminante padrão D65. Em seguida, cada grupo de 30 corpos de prova foi dividido em três subgrupos (n=10) de acordo com o tratamento clareador; utilizando-se o gel clareador peróxido de hidrogênio a 20% e 35%. Foram feitas quatro aplicações do gel clareador de 30 minutos cada, totalizando duas horas. O grupo controle não recebeu nenhum tipo de tratamento, permanecendo imerso em água deionizada por todo período do experimento. Após a ação dos géis, realizou-se a segunda medição da cor, opacidade e fluorescência. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelos testes ANOVA e Tukey ao nível de significância de 5%. Os resultados da ANOVA a dois fatores para o parâmetro ΔE mostram haver diferença estatística significativa apenas para o fator concentração (p=0,00). O tratamento com o gel clareador a 35% provocou um resultado com uma média de variação de cor estatisticamente maior com relação aos demais grupos. Quanto à opacidade não houve diferença estatística significativa para nenhum fator. A fluorescência foi influenciada pela concentração do peróxido de hidrogênio (p=0,0016) e pelo tipo de resina (p=0,000), não havendo diferença entre as concentrações de 20% e 35%. A resina que mais sofreu alteração da fluorescência foi a Z350. Concluiu-se que o uso do gel clareador à base de peróxido de hidrogênio a 35% causou a maior alteração de cor dos materiais avaliados. Não foi observada mudança significativa da opacidade dos materiais testados frente ao tratamento clareador, independente da concentração do gel utilizado. E foi observada mudança significativa da fluorescência dos

materiais testados frente ao tratamento clareador, independente da concentração do gel utilizado.

Palavras-chave: peróxido de hidrogênio, resina composta, cor, opacidade, fluorescência.

Lista De Abreviaturas, Siglas e Símbolos

CIE Comissão Internacional de Iluminação (*Commission Internationale de L'Eclairage*)

nm Nanômetro (10^{-9} metros)

mm Milímetro

°C Graus Celsius

% Porcentagem

µm Micrômetros

TEGDMA Trietilenogilcoldimetacrilato

UDMA Uretano dimetacrilato

Bis-EMA Bisfenol A etoxilato dimetacrilato

Bis-GMA Bisfenol glicidil metacrilato

TEGMA Trietilenoglicolmetacrilato

UV Ultravioleta

TiO₂ Dióxido de titânio

SiO₂ Dióxido de silício

CIELAB Sigla do espaço de cor CIE L*a*b* de 1976

L* Coordenada de luminosidade do CIE L*a*b*

a* Coordenada de cromaticidade a do CIE L*a*b*

b* Coordenada de cromaticidade b do CIE L*a*b*

D₆₅ Iluminante padrão secundário, com temperatura de cor de 6500K

ΔE Diferença de cor total do CIE L*a*b*

ISO *International Organization for Standardization*

SUMÁRIO

RESUMO	06
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Efeito do clareamento sobre as propriedades mecânicas dos materiais restauradores	14
2.2 Efeitos do clareamento sobre as propriedades ópticas das resinas compostas	23
2.3 Propriedades ópticas das resinas compostas	31
3 PROPOSIÇÃO	41
4 MATERIAL E MÉTODO	42
4.1 Material	42
4.2 Confecção dos Espécimes	43
4.3 Tratamento Clareador	46
4.4 Registro da cor, opacidade e fluorescência	48
4.5 Planejamento Estatístico	52
5 RESULTADOS	52
6 DISCUSSÃO	63
6.1 Da metodologia	63
6.2 Dos resultados	66
7 CONCLUSÃO	72
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ABSTRACT	79

1 INTRODUÇÃO

O padrão de beleza atual valoriza intensamente a estética bucal. O belo é visto como um conjunto harmônico e saudável em que a aparência das pessoas é extremamente valorizada. Dessa forma os procedimentos odontológicos estéticos, como restaurações em resina composta e clareamento dental passam por franco desenvolvimento, tanto no que diz respeito aos materiais, quanto às técnicas (Becker et al.³, 2009; Attin et al.¹, 2004).

A descoloração dos dentes é um fator que compromete a estética e é uma das principais reclamações que levam o paciente a procurar o seu Dentista. Atualmente os procedimentos clareadores são amplamente empregados pelos profissionais permitindo diminuir a descoloração e retornar ou melhorar a tonalidade dos dentes. O clareamento dental é um tratamento estético conservador que proporciona resultados satisfatórios em curto espaço de tempo e de forma segura, desde que a técnica e sua indicação sejam bem conhecidas pelo profissional (Torres et al.³⁰, 2007; Haywood & Heymann⁸, 1989).

A substância ativa dos agentes clareadores é basicamente o peróxido de hidrogênio, o qual, por ser altamente instável, tende a dissociar dando origem a radicais livres e outros subprodutos, por meio de uma reação de oxi-redução. Os radicais livres originados possuem grande capacidade de difusão através dos tecidos dentais e forte atração por compostos carbônicos de cadeia longa, como os encontrados nos pigmentos que causam o escurecimento dos dentes. Quando em contato com estas estruturas, os radicais livres interagem com suas moléculas quebrando-as em cadeias menores, promovendo uma alteração de sua cor (Torres et al.³⁰, 2007; Mc Evoy¹⁸, 1989).

Os procedimentos clareadores podem ser classificados de acordo com o protocolo de aplicação em técnica caseira, com aplicação do produto pelo próprio paciente com supervisão de um profissional ou não, ou técnica de consultório onde o procedimento é totalmente aplicado e supervisionado pelo Cirurgião-Dentista. Há ainda a diferença relacionada com a concentração e o tempo de aplicação do gel clareador. No clareamento de consultório usam-se géis de alta concentração por período de tempo curto. Por outro lado no clareamento caseiro, os agentes clareadores são aplicados por períodos maiores, porém em concentrações mais baixas.

Devido ao crescente uso da técnica clareadora, várias pesquisas têm sido realizadas com intuito de avaliar os possíveis efeitos sobre a estrutura dental. Há grande preocupação com o potencial dos agentes clareadores causarem danos aos tecidos moles e duros. Contudo, a literatura ainda é contraditória no que diz respeito à interação dos agentes clareadores com os materiais restauradores estéticos, principalmente os peróxidos de alta concentração (Monaghan et al.²⁰, 1992; Turker & Biskin³¹, 2003; Moraes et al.²¹, 2006; Becker et al.³, 2009). E este é um assunto de grande importância, pois, muitas vezes na superfície dos dentes clareados há restaurações de resina composta que podem ter suas propriedades mecânicas como a dureza e rugosidade superficial (Gurgan & Yalcin⁶, 2007; Yu et al.³⁸, 2008; Becker et al.³, 2009); como também as propriedades ópticas como a translucidez, a cor, e a fluorescência, afetadas pela ação dos agentes clareadores (Canay & Cehreli⁴, 2003; Attin et al.¹, 2004; Rao et al.²⁴, 2009).

Uma contribuição significativa para a Dentística Restauradora tem sido o desenvolvimento de resinas compostas que buscam mimetizar as características estéticas do esmalte e dentina humanos, como a translucidez e a fluorescência (Song et al.²⁵, 2008).

A translucidez é uma propriedade que afeta o resultado estético das restaurações e o seu grau é determinado pelo quão intensamente a

luz penetra no dente ou na restauração, antes de ser refletida ao exterior (Tango et al.²⁹, 2004). É uma propriedade que está diretamente relacionada com a cor, espessura e composição dos materiais utilizados. O dente humano é caracterizado por uma variedade de graus de translucidez, o que pode ser definido como um gradiente entre transparência e opacidade (Baratieri et al.², 2007). O comportamento da translucidez depende da sua propriedade de transmissão e/ou reflexão da luz. Quando este tecido se apresenta mais poroso e menos mineralizado, como em dentes jovens, este reflete mais luz, iluminando-se e resultando em alto valor. Entretanto, em um esmalte mais mineralizado e menos poroso, como dentes mais velhos, obtemos uma menor translucidez.

Outra propriedade óptica é a fluorescência. Os dentes naturais, quando iluminados com uma fonte de luz que contenha raios ultravioleta (UV), como a luz solar, emitem uma luz branco-azulada capaz de ser percebida a olho nu. Essa propriedade é denominada fluorescência e é mais bem percebida quando os dentes são iluminados com uma luz negra rica em luz UV. A emissão de luz branco-azulada é resultado da excitação de moléculas orgânicas contidas principalmente na dentina, como a piridinolina, a timina e o triptofano 6 pela luz UV de baixo comprimento de onda. Como resposta, esses compostos emitem uma luz de comprimento de onda maior, do espectro azul. A fluorescência, dessa forma, torna os dentes naturais mais brancos e brilhantes à luz do dia, como se fossem iluminados internamente (Lee et al.¹³, 2005).

A reprodução dessa propriedade, embora não seja determinante na obtenção do sucesso restaurador, pode ser relevante para dentes de indivíduos que participam de atividades que os exponham a diferentes fontes luminosas, incluindo a luz ultravioleta. Restaurações não-fluorescentes destoam do tecido natural e parecem mais evidentes sob iluminação que contenha luz UV, criando efeitos indesejados do metamerismo. Sob luz negra, as restaurações realizadas com resinas compostas não-fluorescentes aparecem como manchas negras. A

reprodução da fluorescência pela utilização de resinas compostas fluorescentes aumenta a luminosidade da restauração, mascarando, em algum grau, substratos escurecidos, sem comprometer a sua translucidez.

Sabe-se que as propriedades ópticas como a translucidez, opalescência e fluorescência de um material restaurador, podem sofrer influência de acordo com a composição dos materiais restauradores estéticos (Yu et al. ^{39, 40}, 2009). Dessa forma, o conteúdo de cargas inorgânicas, ou seja, a adição de partículas com tamanhos e formas diferentes, além de substâncias fluorescentes, veem sendo estudadas com intuito de melhor reproduzir tais propriedades.

Contudo, a literatura ainda não traz informações precisas sobre o comportamento desses diferentes tipos de resinas, das suas propriedades físicas, frente ao tratamento clareador. Considerando que, em muitos casos a técnica cosmética do clareamento dental é realizada em pacientes que possuem restaurações em resina composta, buscamos, aqui neste estudo, melhor compreender se a cor, a opacidade e a fluorescência desses materiais se alteram.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo foi dividido em três partes. Na primeira serão abordados relatos sobre os efeitos do clareamento sobre as propriedades mecânicas dos materiais restauradores. Na segunda parte serão apresentados estudos sobre as propriedades ópticas. Por fim, serão apresentados trabalhos sobre as propriedades ópticas das resinas compostas.

Essa divisão visa facilitar a compreensão dos assuntos estudados neste trabalho.

2.1 Efeito do clareamento sobre as propriedades mecânicas dos materiais restauradores

Em 2002, Yap & Wattanapayungkul³⁷ investigaram os efeitos do clareamento de consultório na dureza de uma resina híbrida (Spectrum TPH), um compósito modificado por poliácido, (Dyract AP), PRG (Reactmer) e um cimento de vidro modificado por resina (Fuji II LC). Para este estudo 27 espécimes de cada material foram confeccionados e divididos em três grupos (n=9). No grupo 1 os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por três semanas (controle). Os espécimes do grupo 2 foram submetidos à ação do peróxido de carbamida a 35% (Opalescence Quick) por 30 minutos/semana por três semanas; e os espécimes do grupo 3 foram tratados com o peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra) por 30 minutos/semana por três semanas. Durante os intervalos entre as aplicações do gel clareador os espécimes dos grupos 2 e 3 foram armazenados em água destilada a 37°C. Após o fim do tratamento clareador foi feita a leitura da microdureza (carga de 500gf; 15 segundos). Os dados obtidos foram

analisados estatisticamente pelos testes ANOVA e teste de Scheffe ($p < 0,05$). Nos dois grupos testes, a resina Spectrum apresentou valores significativamente maiores que os demais materiais e Reactmer foi significativamente maior que Dyract e Fuji II LC. Os efeitos do tratamento clareador de consultório na microdureza foi material-dependente. Não houve diferença estatisticamente significativa da dureza entre os materiais Dyract e Reactmer. Para a resina Spectrum e Fuji II LC, os espécimes tratados com Opalescence Quick apresentaram valores de dureza maiores do que aqueles tratados com Opalescence Xtra. Não houve diferença entre o grupo controle e os grupos clareados para todos os materiais. A dureza dos materiais testados não foi significativamente afetada pelo uso do peróxido de carbamida a 35% nem pelo peróxido de hidrogênio a 35%.

Turker & Biskin³¹ em 2003, realizaram um estudo com objetivo de examinar os efeitos de três diferentes agentes clareadores na superfície de materiais restauradores estéticos. Foram utilizados os géis de peróxido de carbamida a 10% (Nite White, Opalescence e Rembrandt Lighten Gel) e três materiais restauradores, uma porcelana (Duceram) um cimento de ionômero de vidro modificado por resina – CIVMR (Fuji II LC) e uma resina composta (Silux Plus). Foram confeccionados 30 espécimes de cada material restaurador em forma de disco com 1cm de diâmetro. Cada grupo foi dividido em três subgrupos ($n=10$) conforme o agente clareador. Dois espécimes de cada grupo foram selecionados para controle. Os agentes clareadores foram aplicados na superfície das amostras por oito horas por dia durante 30 dias. A rugosidade inicial foi mensurada (R_a) por meio de um rugosímetro, nos intervalos de 24 horas, 48 horas, uma, duas, três e quatro semanas (30 dias). A topografia da superfície foi submetida à microscopia eletrônica de varredura e os resultados foram comparados com o grupo controle. A

estrutura da superfície, as alterações superficiais e as alterações de porcentagem do peso atômico dos elementos foram feitas pela microanálise de raio X. Os resultados da rugosidade superficial foram submetidos à análise estatística pela análise de variância ANOVA, teste de Fisher e Duncan ($p < 0,05$). Foi observado que a rugosidade superficial de todos os materiais restauradores testados aumentou durante o tratamento clareador. A rugosidade superficial aumentou significativamente a partir de duas semanas para todos os agentes clareadores. Nenhuma alteração considerável foi observada nos períodos seguintes. MEV dos espécimes de porcelana feldspática mostraram não haver diferença entre os grupos submetidos aos diferentes agentes clareadores e o grupo controle. Todos os espécimes de CIVMR apresentaram áreas que fraturas em suas superfícies. Já as resinas compostas apresentaram porosidades e fraturas em certas regiões, quando comparadas ao grupo controle. A análise espectral da superfície dos materiais mostrou uma diminuição no conteúdo de SiO_2 na porcelana feldspática e resina de micropartículas, para todos os agentes clareadores testados. Os espécimes de CIV modificado por resina clareados com Nite White e Rembrandt mostraram um aumento na porcentagem em massa de SiO_2 , e os espécimes clareados por Opalescence mostraram uma diminuição. Entretanto, não houve diferença significativa entre os grupos. Os autores concluíram que apesar das limitações do estudo, não houve diferença significativa entre os agentes clareadores. A maioria das alterações ocorreram após duas semanas de uso do gel clareador. Os produtos testados foram relativamente estáveis nos períodos seguintes.

Em 2003, Wattanapayungkul & Yap³³, avaliaram os efeitos do peróxido de carbamida a 35% (Opalescence Quick) e do peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra) sobre a superfície de quatro materiais restauradores, (Spectrum TPH, Dyract AP, Reactmer and Fuji II

LC). Vinte e sete espécimes de cada material foram confeccionados e armazenados em água destilada a 37°C por sete dias. Estes espécimes foram divididos, aleatoriamente, em três grupos conforme o tratamento recebido. Grupo 1: controle, permaneceram imersos em água destilada por todo período do experimento; Grupo 2: tratado com peróxido de carbamida a 35%; Grupo 3: tratado com peróxido de hidrogênio a 35%. Foram feitas três sessões de 30 minutos cada com intervalo de uma semana entre as sessões. Durante os intervalos os espécimes permaneceram armazenados em água destilada a 37°C. A rugosidade superficial foi medida por meio de um rugosímetro após cada sessão de clareamento. Os dados foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA e teste de Scheffe ao nível de significância de 5%. Não foi observada diferença significativa na rugosidade superficial entre os grupos testados e o grupo controle para todos materiais testados.

Em 2003, Ulukapi et al.³², realizaram um estudo com intuito de investigar o efeito, pré e pós-operatório, do clareamento com peróxido de carbamida a 10% na infiltração marginal de restaurações de amálgama e resina composta. Para tanto, foram usados 30 terceiro molares humanos, os quais foram divididos em três grupos (n=10). No grupo 1 o clareamento com peróxido de carbamida a 10% foi feito antes da confecção das restaurações classe V em amálgama e resina composta. No grupo 2 o clareamento foi realizado após a confecção das restaurações. E o grupo três serviu de controle, onde não foi realizado tratamento clareador. A infiltração marginal foi verificada com imersão em substância corante. O teste Qui-quadrado mostrou que a infiltração marginal nas restaurações de resina composta aumentou nas duas condições testadas, ou seja, quando o agente clareador foi aplicado antes e após a confecção da restauração. As restaurações de amálgama por sua vez, não mostraram alterações em nenhuma das condições testadas. Assim, os autores concluíram que o clareamento com peróxido

de carbamida a 10% foi capaz de alterar a infiltração marginal das restaurações de resina, mas não as de amálgama.

Taher²⁸ em 2005, avaliou os efeitos de um agente clareador de baixa concentração (Opalescence/Dr. kit 15%) e outro de alta concentração (Superoxol 35%) na dureza superficial da resina composta Point-4 (P4), da resina com tecnologia do ormocer, Admira (AD), do compomero Dyract AP (DY) e do CIVMR Fuji II LC (FL). Sessenta espécimes foram preparados, 15 de cada material, os quais foram divididos de acordo com o tratamento recebido (n = 5): Controle, clareamento caseiro, clareamento de consultório. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada em temperatura ambiente por 24 horas antes do teste. Um microdurômetro foi usado para o teste de dureza superficial Vickers para os três grupos de cada material testado. Os resultados foram analisados estatisticamente pela ANOVA e teste de Tukey. Todos os materiais testados mostraram um aumento da dureza no período de 24 horas e o grupo controle após 15 dias de armazenamento em água destilada com exceção do DY, o qual mostrou uma diminuição da dureza superficial. Todos os materiais testados mostraram uma diminuição da dureza Vickers quando submetidos a ação do agente clareador independente da concentração, com realação ao grupo controle armazenado em água destilada, exceto o DY que sofreu aumento da dureza superficial.

Moraes et al.²¹, em 2006, examinaram o efeito do gel de peróxido de carbamida a 10 e 35% sobre a rugosidade superficial de amostras de esmalte dental, porcelana feldspática e resinas de microparticulas e micro-híbrida. Amostras de esmalte foram obtidas da superficial lingual e vestibular de molares humanos. Quanto aos materiais restauradores, foram confeccionados espécimes cilíndricos. As amostras de cada substrato foram divididas em três subgrupos (n=10), conforme o

tratamento recebido: permanência em água destilada (grupo controle) e gel de peróxido de carbamida a 10% e 35%. O gel de peróxido de carbamida a 10% foi aplicado na superfície das amostras por três horas diárias e o agente clareador a 35% foi aplicado durante 30 minutos/semana durante 21 dias. Os espécimes do grupo controle permaneceram armazenados em água destilada pelo mesmo tempo. A rugosidade superficial (Ra) foi mensurada após 24 horas, sete, quatorze e vinte e um dias. Os dados foram submetidos à análise estatística pela ANOVA e teste de Tukey (5% de significância). Os espécimes do grupo controle não mostraram alterações significantes. Dentre os substratos submetidos ao gel de peróxido de carbamida a 10%, apenas a porcelana feldspática apresentou uma superfície mais rugosa após 21 dias. Para o gel clareador a 35%, a rugosidade aumentou consideravelmente após a primeira e segunda semana para o esmalte; após 21 dias para a porcelana e para a resina micro-híbrida. A resina de micropartículas não apresentou alteração significativa neste período de 21 dias.

Hannig et al.⁷, em 2007, investigaram a influência de diferentes técnicas clareadoras nas propriedades físicas de materiais restauradores. Foram confeccionados espécimes (n=12) com 2,5mm de espessura das resinas Tetric Flow e Tetric EvoCeram e do compômero Compoglass. Os espécimes ficaram armazenados em saliva artificial por duas semanas. Os mesmos foram removidos deste meio apenas no momento de aplicação do agente clareador: Either Vivastyle (1hora/dia), Whitestrips (30min/dia), perborato de sódio associado com água (por 72h), Simply White (1hora/dia), ou Opalescence XtraBoost (primeiro e quinto dia por 15min). O grupo controle negativo não recebeu nenhum tratamento, permanecendo imerso em saliva artificial durante o período do experimento e o controle positivo foi imerso em álcool etílico. Após o tratamento clareador foi mensurada a dureza superficial (Knoop) em diferentes profundidades da superfície (0,1mm-2,0mm). Todas as

técnicas clareadoras reduziram, significativamente, a dureza dos compósitos quando comparados ao controle negativo. O clareamento afetou não só a superfície, como também camadas mais profundas dos materiais testados. Nas camadas mais profundas, os valores mais baixos de dureza foram observados com Opalescence/Tetric EvoCeram (0,3mm: 78,3%; 0,4mm: 80%; 0,5mm: 80,5%; 1,0mm: 84,2%; 2,0mm: 84,4%). Os autores concluíram que os agentes clareadores são capazes de afetar a dureza dos materiais restauradores adesivos testados e o polimento da superfície destes pode não ser suficiente para reestabelecer esta propriedade física.

Gurgan & Yalcin ⁶, em 2007, realizaram um estudo in vitro para avaliar o efeito do gel de peróxido de carbamida a 10% (Vivastyle/Vivadent) e o gel de peróxido de hidrogênio a 6,5% em fitas (Crest Professional Whitestrips) na rugosidade e dureza de três materiais restauradores: um material restaurador com a tecnologia do ormocer (Definite), a resina composta para dentes posteriores (Filtek P60) e uma resina flow (Filtek Flow). Um total de 48 espécimes (10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura) foram preparados. Após o polimento da superfície dos espécimes com discos Sof-Lex, eles foram aleatoriamente divididos em três grupos (n=16). Grupo I: controle, os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por duas semanas; grupo II: tratado com peróxido de carbamida a 10% Vivastyle por duas horas por dia por duas semanas; e grupo III: tratado com peróxido de hidrogênio a 6,5% por 30 minutos duas vezes por dias por duas semanas. Durante os intervalos entre os tratamentos os espécimes dos grupos II e III foram armazenados em água destilada a 37°C. Ao final do período de tratamento clareador, foi feita a leitura da rugosidade superficial e em seguida da microdureza. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U. Ambos os tratamentos clareadores aumentaram a rugosidade superficial dos

materiais ($p < 0,05$), mas as Whitestrips aumentaram significativamente a rugosidade, mais que o agente clareador Vivastyle ($p < 0,05$). Ambos os tratamentos clareadores diminuíram a dureza dos materiais testados consideravelmente, com exceção da resina Filtek P60 ($p < 0,05$). Os autores concluíram que os agentes clareadores podem afetar a superfície das restaurações existentes, e conseqüentemente, não devem ser utilizados de maneira indiscriminada.

Também em 2007, Polydorou et al.²³, avaliaram o efeito do peróxido de hidrogênio a 38% (Opalescence X Boost™) na microdureza de seis materiais restauradores estéticos. Quatro resinas foram avaliadas neste estudo: uma resina híbrida, uma resina flow, uma resina micro-híbrida e outra nano híbrida; e ainda uma cerâmica e um ormocer. Foram confeccionados 14 espécimes de cada material sendo que sete foram polidos e os outros sete não ($n=7$). Dois espécimes de cada grupo serviram de controle. Os espécimes foram submetidos à ação do agente clareador por 15, 30 e 45 minutos. Foram realizadas cinco mensurações da microdureza em cada corpo-de-prova após cada período de teste avaliado, 24 horas e um mês depois após o procedimento. Não houve variação, estatisticamente significativa, da microdureza dos espécimes de resina e cerâmica clareados com relação ao grupo controle. Para os espécimes de ormocer, no entanto, embora o clareamento não tenha causado alteração para o grupo que não foi polido, causou aumento da microdureza nos espécimes polidos. Assim, os autores concluíram que o clareamento com peróxido de hidrogênio a 38% não reduziu a microdureza dos materiais restauradores testados, não havendo, portanto, necessidade de troca da restauração após o procedimento clareador.

Em 2008, Yu et al.³⁸, num estudo *in situ*, avaliaram os efeitos do gel de peróxido de carbamida (PC) a 15% na microdureza de materiais

restauradores estéticos. Foram testadas quatro materiais: a resina de nanopartículas (Filtek Z350), a resina compactável (Filtek P60), o compósito (Dyract AP) e o cimento ionômero de vidro (Ketac Molar Easymix). Cada material foi dividido em dois grupos (n=18), sendo eles o grupo tratado com PC e grupo controle. Trinta e seis voluntários participaram do estudo. Dois dos quatro tipos de materiais restauradores foram selecionados e montados sobre o primeiro ou segundo molar de cada indivíduo. De cada material testado, dois espécimes por grupo foram colocados num lado aleatório. Foi observado um significativo aumento da microdureza para o material Ketac Molar Easymix exposto ao PC a 15%, enquanto este procedimento provocou uma diminuição significativa da microdureza do material Dyract AP. A imersão em saliva, sem ação de agente clareador, mostrou um aumento considerável da dureza para Ketac Molar Easymix. Os efeitos do peróxido de carbamida a 15% na microdureza depende do material testado.

Em 2009, Becker et al.³ avaliaram o efeito dos agentes clareadores na microdureza de uma resina composta nanoparticulada. Vinte e oito corpos-de-prova (CP) cilíndricos (8x1mm) de resina Filtek™ Supreme XT (3M ESPE) foram preparados e divididos em cinco grupos. A microdureza Vickers inicial foi mensurada (carga de 50 gramas força por 30 segundos) na superfície de topo dos CP. Os grupos foram tratados e divididos da seguinte maneira: G1 – saliva artificial por 21 dias (controle); G2 – gel de peróxido de hidrogênio a 7% aplicado por quatro horas por dia, durante 14 dias; G3 – peróxido de carbamida a 10% por quatro horas por dia, durante 14 dias; G4 – gel de peróxido de hidrogênio a 35% aplicado em três sessões de 30 minutos cada, com intervalo entre sessões de uma semana (21 dias); G5 – peróxido de carbamida a 35%, três sessões de 30 minutos cada, com intervalo entre sessões de uma semana (21 dias). As superfícies de topo dos espécimes receberam os tratamentos e, em seguida, os mesmos foram submetidos ao teste de

microdureza Vickers. Os resultados obtidos foram submetidos à ANOVA ao nível de significância de 5%. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos testados ($p=0,42$) quando comparados ao grupo controle. Diferenças significativas (teste de Tukey) foram encontradas quando comparados os valores de microdureza inicial com os valores após os tratamentos experimentais ($p<0,01$). A aplicação dos agentes clareadores não alterou a microdureza das resinas compostas. Portanto, não há necessidade de troca das restaurações após clareamento com relação à microdureza.

2.2 Efeitos do clareamento sobre as propriedades ópticas das resinas compostas

Monaghan et al.²⁰, em 1992, avaliaram a alteração de cor da resina composta após quatro sessões de clareamento por meio de um aparelho espectrofotômetro Minolta Chroma meter (CR-100). Os espécimes de resina composta foram submetidos ao condicionamento com ácido fosfórico a 37% por um minuto e então ao clareamento com gel de peróxido de hidrogênio a 30% por 30 minutos. Entre as sessões de clareamento, os espécimes ficaram armazenados em água. O grupo controle permaneceu, pelo período do experimento, imerso em água. A mensuração da cor foi realizada utilizando o sistema CIE $L^*a^*b^*$. A cor inicial e final foi registrada após 24 horas de imersão em água para que os espécimes estivessem hidratados no momento da leitura. Foi calculado o ΔE e os resultados foram submetidos à análise estatística pela ANOVA e o teste de Newman-Keuls mostrando uma alteração de cor considerável ($p<0,05$) para maioria dos materiais clareados.

Fay et al.⁵, em 1999, avaliaram o efeito do peróxido de carbamida a 10% na remoção de manchas dos materiais restauradores. Foi avaliada a mudança de cor (delta E^*) de três materiais restauradores,

compômero (Dyract); compósito (TPH Spectrum); ionômero (Fuji II LC), quando expostos a suco/chá, clorexidina e água (controle) por 120 horas. Em seguida, os espécimes foram submetidos ao tratamento com gel clareador com e sem o peróxido de carbamida a 10% (Platinum Tooth Whitening System) por dois períodos de duas horas. A cor foi mensurada por meio de um aparelho espectrofotômetro com iluminante padrão A (luz incandescente) pela reflectância; inicialmente, após o manchamento e após o tratamento clareador, usando o sistema CIE L* a* b* . Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente (ANOVA) à 5%. A mudança de cor provocada pela clorexidina e pela água não foram perceptíveis ($\Delta E^* < 3,3$). Após o período de tratamento com o agente clareador, o seguinte ocorreu com os espécimes manchados pelo suco/chá de cranberry: o compósito TPH Spectrum apresentou alteração da cor independente se foi ou não usado o ingrediente ativador. Os espécimes de ionômero (Fuji II LC) apresentaram mudança de cor apenas quando foi utilizado o ingrediente ativador. As amostras do compômero não apresentaram alteração da cor com nenhum dos tratamentos clareadores.

Canay & Cehrel⁴ em 2003, levantaram a questão de que os agentes clareadores podem afetar a cor das restaurações de resinas compostas. Assim, realizaram um estudo com intuito de comparar o efeito do peróxido de carbamida a 10% e do peróxido de hidrogênio a 10% na cor de alguns materiais restauradores. Foram testadas duas resinas híbridas (3M Valux e Spectrum TPH), uma resina composta de macropartículas (Solitaire) e duas resinas modificadas por poliácido (Dyract AP e Compoglass). Os compósitos híbridos serviram de controle. A cor de oito espécimes de cada material foi analisada por meio de um espectrofotômetro antes do clareamento. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em dois subgrupos (n=4). Um grupo foi imerso em solução de peróxido de carbamida a 10% e o outro em solução de

peróxido de hidrogênio a 10%, por oito horas durante 14 dias consecutivos. Após o clareamento a mudança de cor dos espécimes foi calculada (Delta E) e os dados foram submetidos à análise estatística pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de Mann-Whitney U ($p < 0,05$). Após o tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10%, as mudanças de cor dos materiais (Delta E) para o Dyract AP ($2,18 \pm 1,41$), Compoglass ($1,14 \pm 0,26$) e Solitaire ($1,56 \pm 0,89$) foram maiores do que a mudança de cor para a resina 3M Valux ($0,63 \pm 3,60$) e Spectrum TPH ($0,66 \pm 1,24$). Os materiais clareados com peróxido de carbamida não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 10% as mudanças de cor registradas foram: Dyract AP ($9,39 \pm 0,53$) e Compoglass ($5,15 \pm 0,52$) foram maiores do que as mudanças de cor observadas para Spectrum TPH ($4,53 \pm 1,53$) e 3M Valux ($3,41 \pm 4,40$), considerando a mudança de cor para a resina Solitaire ($3,69 \pm 0,57$) significativamente maior do que a 3M Valux ($p = 0,01$). As mudanças de cor dos materiais restauradores testados foram clinicamente detectadas após a aplicação do peróxido de hidrogênio a 10%. Entretanto, descoloração clinicamente observável foi verificada apenas para a resina Dyract AP tratada com peróxido de carbamida a 10%. Os autores concluíram que, comparando a alteração de cor causada pelos agentes clareadores em questão, o peróxido de hidrogênio a 10% provocou maiores mudanças de cor nos materiais testados.

Attin et al. ¹, em 2004, fizeram uma revisão de literatura avaliando os procedimentos clareadores interno e externo, utilizando o peróxido de hidrogênio 3-35%, peróxido de carbamida e perborato de sódio. O objetivo dessa revisão foi sintetizar e discutir a respeito das informações até o momento sobre os efeitos dos géis clareadores nos materiais restauradores. Foram obtidos artigos utilizando o servidor PubMed e ISI Web of Science. Os termos pesquisados foram: clareamento e resina ou

amálgama ou cimento de ionômero de vidro ou compômero. Há na literatura artigos de estudos *in vitro*, os quais revelam que a terapia clareadora gera um efeito negativo nas propriedades físicas, na integridade marginal, na adesão ao esmalte e dentina e na cor dos materiais restauradores. Entretanto, não há relatos na literatura indicando um impacto negativo do clareamento dental nas restaurações já existentes, sob condições clínicas. Como conclusão, os autores relataram que o clareamento pode mostrar uma influência negativa sobre as restaurações e materiais restauradores.

Em 2004, Paravina et al.²², avaliaram a influência do processo de envelhecimento na cor e na translucidez (TP) de resinas compostas sob a ação de agentes clareadores. Foram confeccionados espécimes de uma resina microhíbrida (MH) e de outra resina microparticulada (MF) de tonalidades diferentes (n=5). Os mesmos foram submetidos ao processo de envelhecimento em uma camara padrão CAM 180 ciclos. A superfície de um dos lados de cada espécime foi avaliado quanto à cor e translucidez (TP) e as mudanças, comparadas com os incrementos de 150 kJ/m² - 450 kJ/m² por meio de um aparelho espectrofotômetro. Um ΔE^* > ou = 3,7 foi considerado um score pobre, e o total de TP valores foi dividido em três partes iguais, representando baixa, médio e alta translucidez. Os dados foram submetidos à análise estatística (ANOVA). Comparado aos dados iniciais, ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE^* para 450 kJ/m² foram -0,8 a 5,0; -0,6 a 1,2; -8,3 a 0,0 e 0,7 a 8,6 para MH e 0,2 a 1,3; 0,1 a 1,3; -2,5 a 1,1 e 1,7 a 2,7 para MF. Foi aplicado o teste de Scheffé's S (p = .05) para comparação do ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE^* . TP valores (0,9 a 4,3 para MH e de 1,4 a 2,2 para MF). O processo de envelhecimento, de uma maneira geral, causou diminuição no L^* (espécimes se tornaram mais escuros) e a^* valores (espécimes se tornaram mais vermelhos), enquanto que b^* valores aumentaram (espécimes se tornaram mais cromáticos) para ambos os

compósitos, MH e MF. TP foi relativamente estável durante o processo de envelhecimento também para ambos os materiais.

Tango et al.²⁹, em 2004, avaliaram o efeito do peróxido de carbamida a 10% sobre a translucidez de três diferentes materiais restauradores estéticos (Z100, Dyract e Vitalescence). Metade dos corpos-de-prova (cp) ficaram imersos em água destilada sendo que o restante sofreu ação do agente clareador por sete horas diárias durante sete dias. A translucidez foi quantificada pela passagem de luz através dos cp, utilizando-se um fotopolimerizador e um radiômetro, após 24 horas e sete dias. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pela ANOVA e teste de Tukey ($p=0,05$), o qual mostrou aumento significativo na translucidez (mW/cm^2) do material Z100 após aplicação do agente clareador por uma semana ($54,2 \pm 2,7$) comparado ao controle ($49,8 \pm 3,2$) após o mesmo período, fato não observado para os outros dois materiais. A resina Vitalescence mostrou ter sua translucidez aumentada após sete dias de aplicação do gel clareador ($45 \pm 2,4$) bem como pela armazenagem em água pelo mesmo período em comparação ao início do clareamento ($43,2 \pm 2,1$). O material Dyract apresentou valores similares nos diferentes tempos de aplicação.

O tratamento clareador de dentes vitais é um procedimento cosmético frequentemente realizado na prática odontológica em diversos regimes de uso. Recentemente, novos materiais restauradores estéticos tem surgido. Yalcin & Gurgan³⁵, em 2005, realizaram um estudo com objetivo de determinar as alterações provocadas no brilho de três materiais restauradores: resina flow (Filtek Flow/3M), resina compactável (Filtek P60/3M) e ormocer (Definite/DEGUSSA) após dois diferentes regimes clareadores: Vivastyle/VIVADENT e Crest Professional Whitestrips/PROCTER and GAMBLE. Foram confeccionados 16 corpos-de-prova com dimensões de 30 x 30 x 2 mm de cada material. Foi feita a

primeira aferição da cor dos espécimes por meio de um aparelho espectrofotômetro com dois iluminantes (20 e 60). Em seguida, o peróxido de carbamida a 10% (Vivastyle) foi aplicado por duas horas diárias por 14 dias em metade dos espécimes, enquanto que a outra metade foi submetida à ação do peróxido de hidrogênio a 6,5% (Crest Professional Whitestrips) por 30 minutos duas vezes ao dia por 14 dias. Durante o período de teste, os espécimes foram armazenados em local com 100% de umidade relativa a 37°C. Ao final do tratamento clareador repetiu-se a aferição da cor e os dados foram analisados estatisticamente pelo teste Wilcoxon Signed Rank. Os resultados revelaram a cor dos espécimes foi afetada por ambos os tratamentos clareadores (P=0.012). O agente clareador Whitestrips diminuiu os valores do brilho da resina Filtek P60 (at 20 e 60 degrees , p<0,001) e da resina Filtek Flow (at 20 degrees , p=0,05 and at 60 degrees , P=0.05) quando comparado ao agente clareador Vivastyle. A resina Definite não apresentou mudança significativa com nenhum dos agentes clareadores. Houve significativa mudança do brilho dos materiais após o clareamento. O maior valor foi para resina Filtek Flow seguida da P60 e depois pela Definite (teste de Kruskal Wallis).

No mesmo ano, Yalcin & Gürkan³⁶ realizaram um estudo no qual compararam a mudança de cor de cinco diferentes resinas compostas Ormocer (Definite/Degussa), compomero (Dyract AP/Dentsply), compósito compactável (Filtek P60/3M), resina flow (Filtek Flow/3M) e uma resina híbrida (Filtek Z250/3M), após dois diferentes regimes de clareamento: peróxido de carbamida a 10% (Vivastyle – Vivadent) e peróxido de hidrogênio a 6,5% (Crest Professional Whitestrips – Procter & Gamble). Quinze espécimes com as dimensões de 30 x 30 x 2mm foram confeccionados para cada material e divididos em três grupos (n=5). No grupo 1 os espécimes permaneceram imersos em água

destilada a 37°C por duas semanas, servindo como controle. No grupo 2 os espécimes foram tratados com Vivastyle por duas horas por dia por duas semanas, e no grupo 3 os espécimes foram tratados com Whitestrips por 30 minutos duas vezes ao dia por duas semanas. Durante o experimento os espécimes foram mantidos a temperatura de 37°C em ambiente com 100% de umidade relativa. Ao final do regime clareador, foi realizada a mensuração da cor dos espécimes com um espectrofotômetro. As mudanças de cor foram calculadas pelo sistema CIE-Lab e comparados estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Mann-Whitney U. Os valores de L*, a* e b* para os grupos controle, Vivastyle e Whitestrips foram significativamente diferentes para todos os materiais com exceção da resina Filtek Z250 ($p < 0,05$). Todos os materiais restauradores demonstraram significativa alteração da cor com aumento do valor do delta E com o agente clareador Whitestrips ($p < 0,05$). A resina Dyract AP demonstrou a maior variação de cor independente do regime clareador utilizado, seguida da resina Filtek Flow, Definite, Filtek P60 e Filtek Z250 que mostrou a menor alteração. Assim os autores concluíram que a mudança de cor durante o tratamento clareador depende do material e restaurador e do agente clareador testados.

Rao et al.²⁴, em 2009, avaliaram o efeito de agentes clareadores: Vivastyle Paint On, Vivastyle e Opalascence PF sobre a estabilidade de cor de uma resina de micropartículas (Durafill), outra de nanopartículas (Filtek Z 350) e o cimento ionômero de vidro (Fuji II). Os três grupos (n=40) foram: Grupo I: Durafill, Grupo II: Filtek Z350 e Grupo III: Fuji II. Cada grupo foi dividido em quatro subgrupos (n=10), Subgrupo A: clareado com Vivastyle Paint On, Subgrupo B: clareado com Vivastyle, Subgrupo C: clareado com Opalascence PF e Subgrupo D: controle, os espécimes ficaram armazenados em água destilada. Foram seguidas as recomendações dos fabricantes para cada gel clareador num período de

14 dias de tratamento. Os espécimes foram testados por um espectrofotômetro quanto à cor, pelo sistema CIE-Lab. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste estatístico de Kruskal-Wallis, ANOVA e teste de Mann Whitney U, para averiguar a significância da alteração da cor. Todos os materiais restauradores apresentaram significativa alteração da cor (ΔE) com Vivastyle ($p < 0,0001$). Uma significativa alteração da cor foi encontrada para o cimento de ionômero de vidro (11,4 +/- 0,3) seguido pela resina Durafill (7,5 +/- 0,1) e pela Filtek Z 350 (0,3 +/- 0,1) que mostrou a menor alteração de cor frente aos tratamentos clareadores. Os autores concluíram que o cimento ionômero de vidro apresentou a maior alteração de cor seguido pela resina de micropartículas. A resina de nanopartículas foi a que mostrou maior estabilidade de cor.

Em 2010, Kwon et al. ¹², examinaram o efeito do peróxido de hidrogênio a 35% na microdureza e mudança de cor de resinas compostas com nanopartículas. Três nanocompósitos foram testados com três diferentes cores e dois agentes clareadores foram utilizados. Os espécimes foram submetidos a três semanas de tratamento clareador segundo os seguintes protocolos: (1) 7 horas/dia com peróxido de carbamida + 17 horas/dia imersos em água destilada; (2) 1 hora/semana com peróxido de hidrogênio + imersão em água destilada pelo resto da semana; (3) imersão em água destilada por 24 horas/dia. A microdureza e a cor foram mensuradas antes e após o tratamento. Ao final das três semanas de tratamento, observou-se uma diminuição de 8,1 a 10,7% na microdureza. Estes valores foram semelhantes aos espécimes que permaneceram imersos em água destilada durante todo o experimento. Para a mesma resina avaliada, a redução destes valores foi similar. Na maioria dos materiais testados a variação de cor foi insignificante ($\Delta E^* = 0,5-1,4$). O peróxido de hidrogênio alterou mais a cor dos compósitos, mas os valores absolutos de cor foi semelhante para o

mesmo produto e cor, e insignificantes para ambos os agentes clareadores testados.

2.3 Propriedades ópticas das resinas compostas

Em função da atual exigência estética por parte dos pacientes e profissionais, novos materiais e técnicas têm sido desenvolvidos para que o resultado final das restaurações seja cada vez mais semelhante ao dente natural. Dentro deste contexto, a translucidez é uma das características mais difíceis de serem reproduzidas pelos materiais restauradores estéticos diretos. Por ser uma propriedade característica do esmalte encontram-se hoje no mercado resinas compostas específicas para a substituição dessa estrutura. Assim, em 2002, Jardim et al.¹⁰, estudaram comparativamente os níveis de translucidez das resinas compostas A110 e Durafill (A1, A2, A3) e Vitalescende (TM, TY, TI, TS, TA, TG), com a translucidez de amostras de esmalte. Pôde-se observar que todas as cores de resina composta Vitalescence apresentaram valores de translucidez muito acima dos valores encontrados para o esmalte e para as demais resinas; enquanto que as resinas compostas A110 e Durafill apresentaram valores estatisticamente semelhantes entre si e ao esmalte, com exceção da resina A1 para a resina Durafill, que se apresentou ligeiramente menos translúcida.

Mitra et al.¹⁹, em 2003, relataram o desenvolvimento de um nanocompósito e avaliaram suas propriedades em comparação a vários compósitos existentes (híbridos, microhíbridos e microparticulados). Os autores desenvolveram dois tipos de preenchimento com nanopartículas: partículas nanométricas e nanoaglomerado. Usaram combinações dessas partículas em uma matriz de resina patenteada para preparar o sistema de nanocompósito com uma variedade extensa de cores e

opacidades. As propriedades estudadas foram: resistência à compressão, à tensão diametral e flexural, desgaste *in vitro* de três corpos de prova, resistência à fratura, retenção de polimento e morfologia superficial após a abrasão com escova dental. Os autores executaram análises estatísticas usando ANOVA, análise combinada de Tukey-Kramer ($p=0,05$). A resistência à compressão e diametral e a resistência à fratura do nanocompósito foram equivalentes ou maiores do que os demais compósitos testados. O resultado do desgaste dos três corpos do sistema de nanocompósito foi estatisticamente melhor do que de todos os outros materiais. O nanocompósito mostrou melhor retenção de polimento do que os híbridos e microhíbridos. Após extensa abrasão por escovação os matizes de dentina, corpo e esmalte mostraram uma retenção de polimento equivalente à microparticulada, enquanto as cores translúcidas mostraram melhor retenção de polimento do que as microparticuladas. Assim, o sistema de nanocompósito estudado mostrou melhor translucidez, excelente polimento e retenção de polimento similar à microparticulada, enquanto mantém as propriedades físicas e a resistência ao desgaste equivalente aos vários compósitos híbridos.

Ikeda et al.⁹, em 2005, realizaram um estudo com objetivo de avaliar as propriedades ópticas como a cor e translucidez das resinas compostas: Charisma (Heraeus-Kulzer), Solare (GC) e Filtek Supreme (3M). Foram confeccionados discos desses materiais restauradores na cor A2 e A2 opaco (OA2). Foi utilizado o parâmetro CIELab (L^* , a^* e b^*). A análise da translucidez foi realizada com o espécime posicionado sobre um fundo preto e outro branco, e então, foi calculado o parâmetro de translucidez (TP) e a diferença de cor (ΔE^*). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a dois fatores (ANOVA). A resina Charisma mostrou valor de translucidez estatisticamente maior com relação aos demais produtos. Os valores do ΔE^* entre as cores

A2 e OA2, para todas as resinas avaliadas, foram diferentes ($\Delta E^* > 3.3$), perceptível clinicamente. Assim, é necessário levar em consideração a cor da resina na confecção das restaurações.

As resinas compostas sofrem degradação pela ação de enzimas salivares, mas a influência dessa ação enzimática na translucidez desses materiais ainda não foi esclarecida. Assim, em 2005, Lee et al.¹³, realizaram um estudo com intuito de avaliar a mudança da translucidez de resinas compostas frente à ação da enzima salivar esterase (ETE - 400 mU/mL) comparado com a imersão em solução salina (PBS). Para este estudo, a cor inicial dos espécimes foi mensurada pelo sistema CIELab. Em seguida os mesmos foram imersos em ETE ou PBS por nove semanas. O parâmetro de translucidez (TP) foi obtido calculando a diferença de cor entre os dados coletados sobre os fundos preto e branco. Os resultados foram submetidos à análise estatística (ANOVA) a qual mostrou haver diferença causada pela imersão dos espécimes em solução PBS e ETE. Não houve diferença, estatisticamente significativa, entre as duas soluções. A translucidez é uma propriedade de grande importância para confecção de uma restauração estética. Baseado nos resultados deste estudo, a enzima salivar não causou alteração significativa na translucidez dos compósitos testados em comparação ao PBS e portanto, os autores concluíram não haver efeito adverso da enzima saliva na translucidez das resinas compostas.

Lee et al.¹⁴, em 2006, estudaram a mudança da opalescência e fluorescência de materiais restauradores estéticos após simular um processo de envelhecimento com 150kJ/m^2 . A cor e a distribuição espectral de sete resinas compostas (cor A2) foram mensuradas por meio de um espectrofotômetro, pela reflectância e transmitância com luz ultravioleta (UV) com inclusão e exclusão deste componente. A opalescência (OP) foi calculada pela diferença dos coordenadas Δb^* (amarelo-azul) e Δa^* (vermelho-verde) entre a cor refletida e transmitida

sob a luz UV ou sem a luz UV. Para a avaliação da fluorescência, a diferença de cor (FL refletida e FL transmitida) com e sem o componente UV no modo de iluminação D65 na reflectância e transmitância foram calculados. A translucidez também foi calculada pela diferença dos valores da cor sob a luz UV, utilizando um fundo preto e outro branco. Os dados coletados foram submetidos à análise estatística (ANOVA) ao nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que os valores da opalescência com inclusão ou exclusão do componente UV não mudou significativamente após o processo de envelhecimento. Já os valores da fluorescência e translucidez com e sem o componente UV mudaram significativamente após o processo de envelhecimento.

Baratieri et al.², em 2007, publicou um artigo sobre os aspectos essenciais para entender e reproduzir a cor natural dos dentes com as restaurações diretas em resina composta. Características importantes tais como a fluorescência e opalescência foram discutidas, enfatizando ainda a contra-opalescência a qual está envolvida no processo de percepção alaranjada em virtude da cor branco opaca na ponta dos mamelões dentinários. Foi discutido também a dinâmica da cor no que diz respeito à idade, mostrando as alterações que ocorrem no esmalte, dentina e na polpa dental. Além disso foi mostrado como reproduzir estas características naturais com as restaurações diretas em resina composta.

Em 2007, Lim & Lee¹⁵ mensuraram a fluorescência e a diferença de cor com e sem o componente ultravioleta (UV) no modo de iluminação D65 de várias resinas compostas. Foram confeccionados espécimes com 12mm de diâmetro e 1mm de espessura, e então, por meio de um espectrofotômetro foi mensurada a cor dos mesmos. Um filtro UV foi ajustado em 100% ou 0%, incluindo ou excluindo o componente UV do modo iluminante D65. A fluorescência foi calculada

pela diferença entre os valores obtidos na inclusão e exclusão do componente UV. A diferença de cor causada pela inclusão ou exclusão do componente UV (ΔE^*_{ab-FL}) foi calculada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância de dois fatores (ANOVA) que mostrou que a fluorescência foi significativamente influenciada pelo material testado e pela cor do mesmo ($p < 0,05$).

Em 2007, Lima et al.¹⁶, revisaram a literatura para investigar a influência das partículas de carga inorgânica nas propriedades físicas, químicas e mecânicas de resinas compostas. Utilizou-se de fontes eletrônicas de catalogação bibliográfica e de outras fontes de informação a partir de 2000 até outubro de 2007. Como estratégias de busca foram empregados os termos: resina composta e partícula inorgânica (descritores de assunto) e (1) opalescência, (2) análise química, (3) desgaste ou resistência à tração diametral ou resistência à compressão ou resistência à flexão ou resistência à fadiga ou dureza (limites de assunto). A maior parte dos trabalhos encontrados foi de investigação das propriedades mecânicas; seguida das propriedades físicas e químicas. Como amplamente descrito na literatura, partículas de carga inorgânica exercem função de melhorar as propriedades mecânicas, as quais dependem do aumento da fração volumétrica, da distribuição, da morfologia e da qualidade da união química na interface partícula/matriz resinosa. Trabalhos que avaliaram o desempenho de resinas compostas comerciais ou experimentais de nanopartículas dão sustentação ao fato de que elas por si só ou combinadas com outros tamanhos, resultaram em melhores propriedades físicas e mecânicas. De acordo com esta revisão, estudos adicionais precisam ser realizados para comparar os efeitos das frações de nanopartículas na radiopacidade e translucidez das resinas compostas.

Em 2007, Kim et al. ¹¹, realizaram um estudo com objetivo de avaliar a opacidade de um compósito experimental. Treze compósitos experimentais foram preparados com diferentes tamanhos de partículas de carga: bário (1 microm; 69-76% do peso), sílica (0,04 microm; 0-6% do peso), e sílica (7 nm; 0-7% do peso). Foram confeccionados discos de cada material os quais foram fotopolimerizados com intensidade de luz de 500 mW/cm² por 30 segundos, os espécimes foram armazenados em água deionizada por 1, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias. A opacidade dos espécimes foi mensurada em função do período de armazenamento usando um espectrofotômetro. A distribuição morfológica das partículas de carga na matriz resinosa foi também examinada por meio de um eletromicroscópio de transmissão. Os compósitos experimentais que continham mais de 3% de nanocarga apresentaram valores de opacidade significativamente baixos ($p < 0.05$). Os compósitos que continham 6% do peso de nanocarga apresentaram opacidade entre 34 a 65%, mais baixa do que os compósitos que não continham nanocargas. Os valores de opacidade dos compósitos que não continham micropartículas foram mais baixos que os valores dos compósitos microparticulados. A comparação entre três diferentes tamanhos de partículas de carga mostrou que a opacidade daqueles que possuíam 70% do peso de carga de bário e aqueles com 6% do peso de microcargas apresentaram os valores mais altos. A opacidade dos compósitos que continham apenas 76% do peso de carga de bário apresentou valores medianos e a opacidade dos compósitos que continham 70% do peso de cargas de bário com 6% de nanocarga, os valores mais baixos. Quando o conteúdo de microcarga diminuiu de 6% para 0% do peso, a opacidade diminuiu de 6 para 9%. A análise pelo microscópio eletrônico de transmissão revelou que a opacidade está relacionada com a distribuição morfológica das partículas de carga na matriz resinosa.

Em 2007, Masotti et al.¹⁷, avaliaram, por meio de um espectrofotômetro, a transmitância das resinas compostas micro-híbridas: Charisma F, Solitaire II, Intens e Tetric Ceram, e das resinas nanoparticulada Exthet-X e Filtek Supreme. Três espécimes de cada tonalidade de resina foram confeccionados nas dimensões 12mmx12mmx1mm. Após a fotopolimerização foi realizada a mensuração da porcentagem de transmitância, em um espectrofotômetro, com luz ultravioleta, com intervalos de 20nm entre 400nm e 700nm (%T) e a porcentagem de transmitância direta (Td) nos comprimentos de onda 400nm, 560nm e 700nm. Os dados coletados foram tratados estatisticamente pelo teste T-Student. Os resultados mostraram que a resina Charisma F, cor de dentina, apresentou valores de transmitância estatisticamente maior que a mesma resina translúcida. Para a Solitaire II, Intens, Tetric Ceram e Esthet-X as cores translúcidas apresentaram maiores valores de transmitância do que a cor de dentina. Para a Filtek Supreme não houve diferença estatisticamente significativa entre as tonalidades. De acordo com a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a resina Charisma F apresentou os maiores valores de %T e Td para cor de dentina e cor translúcida, exceto quando comparada à resina Esthet X no comprimento de onda de 700nm que apresentou maior valor de Td. Este estudo revelou que a porcentagem de transmitância direta não está diretamente relacionada com a tonalidade da resina.

Song et al.²⁵, em 2008, avaliaram a opacidade e fluorescência de uma resina composta direta (Estelite Sigma – ES) e outra indireta (BelleGlass NG – BG) antes e após a fotopolimerização. Para cada resina foram utilizadas diferentes tonalidades, num total de 16 tons investigados. Os espécimes foram confeccionados em uma matriz e polimerizados. Uma polimerização secundária foi feita para a resina indireta BG. A cor foi medida antes e após a fotopolimerização. Para a

opacidade, a média da resina BG antes da polimerização foi 24,3 e após a polimerização 19,9. No caso da resina ES a média encontrada antes da fotopolimerização foi 25,6 e após 12,4. Quanto à fluorescência, a média encontrada para a resina BG antes da polimerização foi 2,5 e depois 0,7. Já para a ES antes de polimerizada a média de fluorescência foi de 1,2 e não houve variação após a polimerização. Constatou-se que a opacidade e fluorescência variaram de acordo com a resina testada e com a fotopolimerização. Clinicamente, essas propriedades devem ser consideradas quando da restauração dos dentes com diferentes tipos de materiais.

Woo et al.³⁴, em 2008, realizaram um estudo com objetivo de avaliar a translucidez de uma resina direta e outra indireta antes e após a fotopolimerização, além de determinar a influência das diferentes tonalidades perante essas propriedades. Para a pesquisa foram testadas as resinas Belle Glass NG (BG, resina indireta) e a Estelite (ES, resina direta). Foram avaliados um total de 16 diferentes tonalidades. Os espécimes foram confeccionados em uma matriz e polimerizados. Uma polimerização secundária foi feita para a resina indireta BG. A cor foi medida antes e após a fotopolimerização por um aparelho espectrofotômetro na escala CIELab. A translucidez foi calculada pela diferença de cor medida sobre um fundo branco e outro preto. Os valores obtidos antes da fotopolimerização foram: 7,7 (BG-OD) e 16,9 (ES-AS). Após a polimerização: 10,0 (BG-OD) e 21,5 (BG-EN). Os dados foram analisados estatisticamente pela ANOVA e teste de Tukey ($p < 0.05$). Para ambos materiais foi observada influência da fotopolimerização. Houve diferença significativa entre os materiais e suas diferentes tonalidades: BG-OD < ES-OP < BG-TL = ES-AS = ES-BS < BG-EN. A resina BG mostrou maiores valores de variação do que a resina ES.

Yu et al.³⁹, em 2009, realizaram um estudo com objetivo de avaliar a influência da adição da nanopartícula de dióxido de titânio (TiO_2) com relação à opalescência, cor e translucidez de uma resina experimental.

Uma matriz orgânica formulada com 60% em peso de Bis-GMA e 40% do peso de TEGDMA. O agente de união silano uniu a matriz às partículas de carga com tamanho próximo a 1,55 μm . Foi também adicionado 0,05% de agente fluorescente e nanopartículas de TiO_2 (<40nm) nas concentrações de 0,01; 0,25 e 0,5%. A reflectância transmitida foi mensurada em espécimes com 1 e 2mm de espessura por meio de um espectrofotômetro onde foi regulado o iluminante padrão D65 no modo de reflectância. O parâmetro opalescência (OP), diferença de cor (ΔE^*ab), translucidez (TP), fluorescência (FL) e espectro fluorescência e opalescência foram calculados. Para os espécimes com 1mm, quando a concentração de TiO_2 aumentou de zero a 0,5%, o OP aumentou de 2,4 para 18,0; TP diminuiu de 35,4 para 13,1 e a fluorescência não alterou. A diferença de cor destes espécimes foi de 3,4-6,6 (ΔE^*ab). Os valores de OP foram significativamente influenciados pela espessura dos espécimes ($p < 0,05$). A adição das nanopartículas de TiO_2 aumentou consideravelmente a opalescência das resinas compostas enquanto que a fluorescência não foi alterada; entretanto, isto diminuiu a translucidez e também alterou a cor ($p < 0,05$). As resinas compostas com 0,1 a 0,25% de nanopartículas de TiO_2 Simularam a opalescência do esmalte dental.

Yu et al.⁴⁰, em 2009, estudaram a translucidez de esmalte e dentina de dentes humanos e bovinos usando um aparelho espectrofotômetro. A cor dos substratos estudados foram mensuradas sobre um fundo preto e outro branco. Os parâmetro de translucidez (TP) e taxa de contraste (CR) foram calculados. Os valores da translucidez de cinco resinas compostas também foram mensurados. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de TP para as resinas compostas avaliadas ($p > 0,05$). As médias para os valores de TP para as amostras de 1mm de esmalte bovino, dentina bovina, esmalte humano e dentina humana foram 14,7; 15,2; 18,7 e 16,4,

respectivamente. Estes dados poderão ser usados como referência para o desenvolvimento de materiais estéticos.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento clareador utilizando o peróxido de hidrogênio a 35% e 20% sobre diferentes tipos de resina composta quanto à alteração da cor, da opacidade e da fluorescência.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

No Quadro 1, são apresentadas as resinas compostas utilizadas para o preparo e teste dos corpos-de-prova (cp), enquanto no Quadro 2 estão listados os agentes clareadores utilizados neste estudo.

Quadro 1- Resinas compostas utilizadas para confecção dos corpos-de-prova

Marca comercial	Classificação quanto às partículas	Fabricante	Composição
Admira	Microhíbrida Ormocer	VOCO GMBH, Cuxhaven, Alemanha	Co-polímeros inorgânicos-orgânicos complexos com polimerização tridimensional (ormoceres), dimetacrilatos alifáticos aditivos e aromáticos. 56% de volume de partículas 0,7µm
Amaris	Microhíbrida	VOCO GMBH, Cuxhaven, Alemanha	Bis-GMA e UDMA Partículas de sílica de 20nm, e zircônia de 5 a 20nm.
Estelite Sigma	Microhíbrida com partículas esféricas	Tokuyama Dental, Shibuya, Tóqui, Japão	Metacrilatos e 82% de mistura de cargas esféricas de sílica-zircônia de 0,1 a 0,3µm.
Esthet X	Microhíbrida	Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil	Bis-GMA, Bis-EMA, trietilenoglicoldimetacrilato, canforoquinona, estabilizadores, pigmentos, partículas vítreas de silicato de flúor-bário-alumínio (1µm) e nanopartículas de silício (0,04 µm)
Venus	Microhíbrida	Heraeus Kulzer, Grüner, Alemanha	Bis-GMA e TEGDMA e partículas sub-micrométricas de vidro de bário com tamanho médio de 0,7µm, com volume de carga acima de 78% em peso.
Filtek Z 350	Nanoparticulada	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA e TEGDMA. Nanopartículas de sílica de 20nm, e nanoaglomerados de zircônia de 5 a 20nm.
GrandioSO	Nanohíbrida	VOCO GMBH, Cuxhaven, Alemanha	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA e TEGDMA com volume de carga de 87% do peso.

Quadro 2- Agentes clareadores usados no tratamento de superfície das amostras

Agente clareador	Marca comercial	Fabricante
Peróxido de hidrogênio a 35%	Whitness HP 35	FGM Produtos odontológicos Ltda., Joinville-SC, Brasil
Peróxido de hidrogênio a 20%	Whitness HP 20	FGM Produtos odontológicos Ltda., Joinville-SC, Brasil.

4.2 Confeção dos espécimes

Foram confeccionados 210 espécimes de resina composta com 3mm de diâmetro e 2mm de espessura, sendo 30 para cada diferente tipo de resina, todos na cor A3.

Os espécimes foram confeccionados em uma matriz de silicone (Silibor - Clássico Artigos Odontológicos Ltda., São Paulo-SP, Brasil). Com auxílio de uma espátula antiaderente, a resina foi colocada em incremento único no interior da matriz. Para permitir o escoamento da resina, a superfície foi pressionada com uma lâmina de vidro sobre uma tira matriz de poliéster. Em seguida a lâmina de vidro foi retirada e a resina foi, então, fotopolimerizada com aparelho LED Emitter (Schuster Comercio de Equipamentos Odontológicos Ltda., Santa Maria, RS, Brasil); por 40 segundos e com uma densidade de potência de 550mW/cm², controlada por um radiômetro.

Após a completa polimerização dos corpos-de-prova, estes foram retirados da matriz e procedeu-se a remoção dos pequenos excessos com lâmina de bisturi. A seguir as bases foram identificadas com lâmina de bisturi. Os espécimes foram armazenados em frascos identificados e herméticos (tubos Ependorf com volume próximo de 2ml) contendo água deionizada, por um período de 24 horas (Monaghan et al.²⁰, 1992; Tango et al.²⁹, 2004; Yalcin & Gurgan³⁵, 2005; Rao et al.²⁴, 2009). Na seqüência

os mesmos foram polidos com lixa d'água de granulação #4000 segundo a escala Fepa-P (Panambra, São Paulo, SP, Brasil) na politriz circular (Poliplan 2, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), até ficarem com a espessura de 1,95mm, medidos por um paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, SP, Brasil). Para o polimento as amostras foram adaptadas em um cilindro metálico, o qual apresentava um orifício como diâmetro exatamente do tamanho do corpo-de-prova para que fossem obtidos espécimes com superfícies planas e paralelas entre si.

A Figura 1 mostra os passos para confecção dos espécimes.

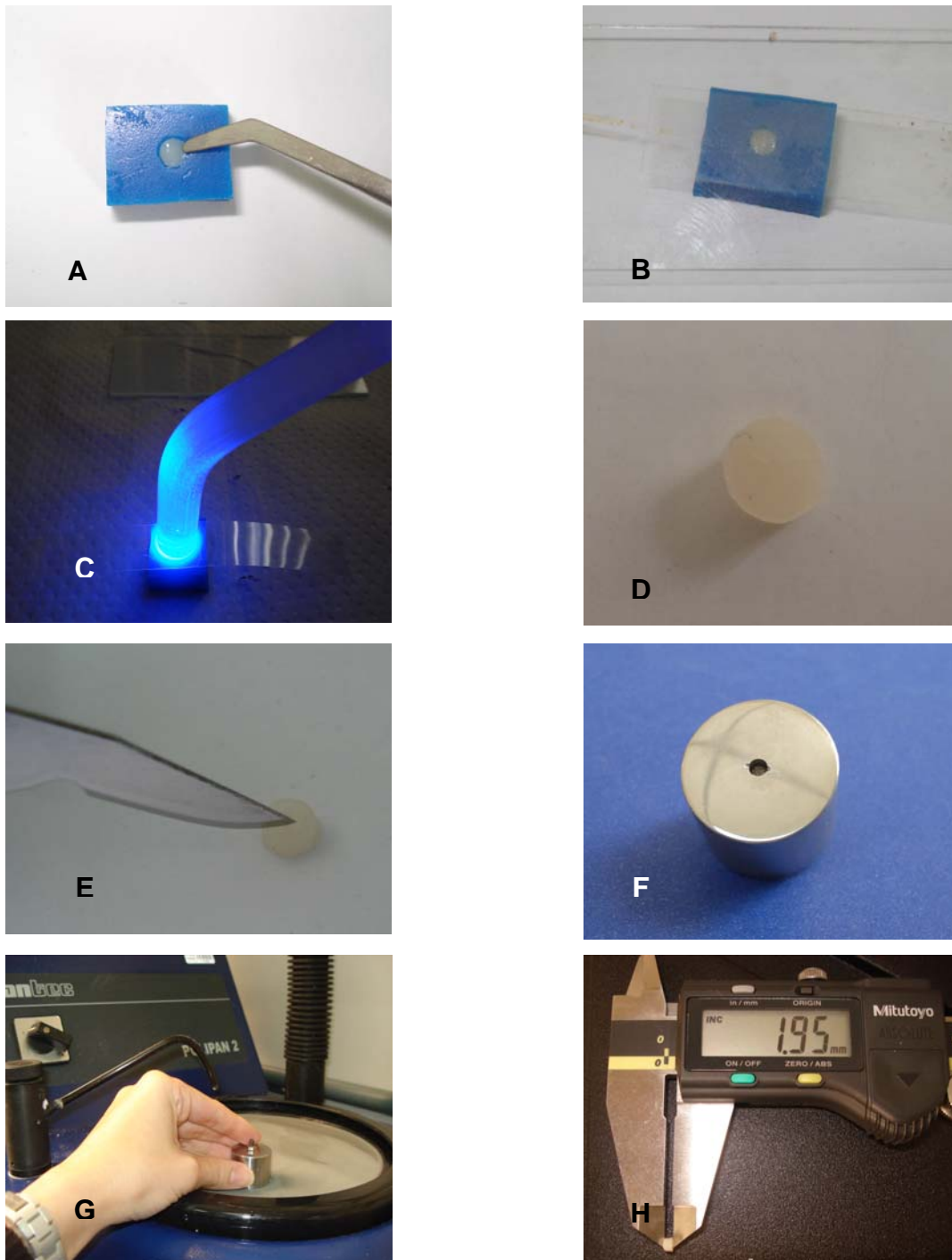


Figura 1 – Esquema para preparo dos espécimes. A- Resina composta inserida na matriz de silicone, B- Posicionamento da lâmina de vidro sobre a tira matriz de poliéster, C- Fotopolimerização da resina composta com a tira matriz de poliéster, D- Espécime após a fotopolimerização, E- identificação da base com lâmina de bisturi, F- Dispositivo para polimento, G- Polimento, H- Mensuração do espécime com paquímetro digital.

4.3 Tratamento Clareador

Cada grupo de 30 corpos de prova foi dividido em três subgrupos (n=10) de acordo com o tratamento clareador. No subgrupo A utilizou-se o gel clareador a base de peróxido de hidrogênio Whitess HP a 20%. No subgrupo B utilizou-se o gel clareador a base de peróxido de hidrogênio a 35%, enquanto no subgrupo C (controle) não foi realizado nenhum tipo de tratamento, permanecendo imerso em água deionizada pelo mesmo período do experimento.

Os espécimes foram então, fixados em uma lâmina de cera 7. Assim, após manipular o agente clareador, aplicou-se quantidade adequada para cobrir cada amostra, como mostra a Figura 2. Foram feitas quatro aplicações de 30 minutos cada, totalizando 2 horas de contato com o gel clareador. Entre cada aplicação o gel foi removido por meio de uma cânula de sucção. Apenas após a última aplicação sucedeu-se a lavagem com água corrente. Na sequência foi realizada a segunda leitura da cor, da opacidade e da fluorescência dos espécimes.

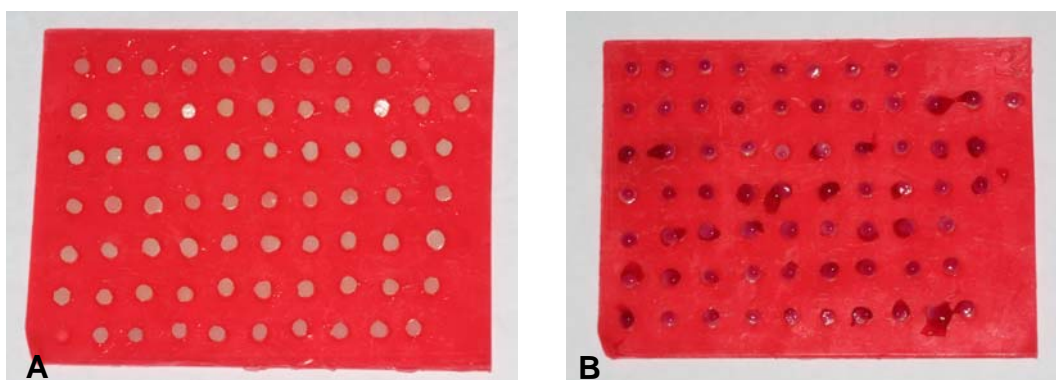


Figura 2 – A- Espécimes fixados na lâmina de cera 7, B- Espécimes submetidos ao tratamento clareador.

No Quadro 3 podemos observar a distribuição dos grupos experimentais.

210 espécimes	G1 – Resina Admira (n=30)	G1-A (n=10) Resina Admira + PH 20%
		G1-B (n=10) Resina Admira + PH 35%
		G1-C (n=10) Resina Admira sem clareamento
	G2 – Resina Amaris (n=30)	G2-A (n=10) Resina Amaris + PH 20%
		G2-B (n=10) Resina Amaris + PH 35%
		G2-C (n=10) Resina Amaris sem clareamento
	G3 – Resina Estelite (n=30)	G3-A (n=10) Resina Estelite + PH 20%
		G3-B (n=10) Resina Estelite + PH 35%
		G3-C (n=10) Resina Estelite sem clareamento
	G4 – Resina Esthet X (n=30)	G4-A (n=10) Resina Esthet X + PH 20%
		G4-B (n=10) Resina Esthet X + PH 35%
		G4-C (n=10) Resina EsthetX sem clareamento
	G5 – Resina Venus (n=30)	G5-A (n=10) Resina Venus + PH 20%
		G5-B (n=10) Resina Venus + PH 35%
		G5 (n=10) Resina Venus sem clareamento
	G6 – Resina Z 350 (n=30)	G6-A (n=10) Resina Z350 + PH 20%
		G6-B (n=10) Resina Z350 + PH 35%
		G6-C (n=10) Resina Z 350 sem clareamento
	G7 – GrandioSO (n=30)	G7-A (n=10) Resina GrandioSO + 20%
		G7-B (n=10) Resina GrandioSO + 35%
		G7-C (n=10) Resina GrandioSO sem clareamento

Quadro 3 - Esquema representativo da divisão dos grupos experimentais

4.4 Registro da cor, opacidade e fluorescência

Após obtenção dos espécimes foram realizados os procedimentos para tomada da cor, opacidade e fluorescência inicial de cada um deles. Para tal foi utilizado o aparelho espectrofotômetro CM-2600d (Konica Minolta, Osaka, Japão). Este aparelho tem uma abertura de leitura de 3mm, possibilitando a utilização de pequenas amostras.

A primeira medição de cor, opacidade e fluorescência foi realizada após 24 horas da confecção dos espécimes, enquanto a leitura final foi registrada após 24 horas do final do tratamento clareador. No caso do grupo controle, os espécimes permaneceram imersos em água destilada pelo mesmo período do experimento.

4.4.1 Registro da Cor

A cor e a distribuição espectral foram medidos de acordo com o Sistema CIELAB, por meio do software Spectra Magic NX (Konica Minolta, Osaka, Japão), onde foi regulado o iluminante padrão D65 no modo de reflectância, com ultra violeta (3 diferentes leituras por espécime). Para as leituras de cor os espécimes foram posicionados sobre um fundo branco (Lee et al.¹⁴, 2006).

Os espécimes foram removidos da água, secos com papel absorvente e imediatamente posicionados em um dispositivo de silicone, confeccionado especificamente para essa finalidade, onde há uma abertura de 3mm de diâmetro, que corresponde a área de leitura do espectrofotômetro. O aparelho foi ajustado para fazer 3 leituras consecutivas, calculando automaticamente os valores médios de L^* , a^* e b^* . Na base do dispositivo posicionador havia um fundo branco, confeccionado em resina epóxi e dióxido de titânio, e do outro lado preto; para que desta maneira existisse uma padronização da leitura a ser feita.

Primeiramente foi realizada a leitura sobre o fundo branco e em seguida sobre o fundo preto. Após a obtenção dos valores médios de L^* , a^* e b^* o programa realizou o cálculo do ΔE . Para cada material foram obtidos o ΔE antes e após a aplicação do gel clareador, podendo comparar, desta maneira a variação da cor dos espécimes.

O conjunto de coordenadas em análise e sua modificação total podem ser expressos por (Lee et al. ¹³, 2005; Paravina et al. ²², 2004):

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

ΔL : modificação na coordenada luminosidade

Δa : modificação na coordenada a

Δb : modificação na coordenada b

4.4.2 Registro da Opacidade

Durante o experimento foi fechado o aparelho para gerar um espaço hermético à passagem de luz, evitando-se interferências e leituras errôneas. Assim, os sensores espectrais dentro da esfera de intergração do aparelho captou o comprimento de onda refletido e as diferenças de cor em relação ao padrão foram medidas e visualizadas em forma de gráfico de reflectância espectral. Seguiu-se o padrão estabelecido pela ISSO 2469 para mensuração da opacidade. O espectrofotômetro foi conectado a um computador Acer – Aspire 3624WXM, que registrou a leitura. Em cada comprimento de onda o programa do espectrofotômetro faz a comparação entre o feixe da amostra e o feixe de luz branca. A lâmpada utilizada pelo espectrofotômetro foi o CIE Iluminante D65 (Ikeda et al. ⁹, 2005; Lee et al. ¹³, 2005).

Os dados CIELab permitem também a determinação do parâmetro de opacidade, que é obtido pelo cálculo da diferença da refletância de amostras sobre um fundo negro e branco, representado por:

$$TP = [(LW^* - LB^*)^2 + (aW^* - aB^*)^2 + (bW^* - bB^*)^2]^{1/2}$$

W: representa os dados CIE L*a*b* sobre fundo branco

B: representa os dados CIE L*a*b* sobre fundo negro

Este parâmetro de translucidez (TP) é utilizado por muitos trabalhos de investigação de cor (Ikeda et al.⁹, 2005; Lee et al.¹³, 2005; Paravina et al.²², 2004).

4.4.3 Registro da Fluorescência

Para o registro da fluorescência foram utilizados o mesmo aparelho espectrofotômetro e software. Neste caso, foi utilizado apenas o fundo branco. Antes do tratamento clareador foram feitas duas leituras para cada espécime: uma incluindo o componente de iluminação ultravioleta (UV 100%) e outra excluindo o componente ultravioleta (UV 0%). Por meio do cálculo da diferença entre estes dados foi obtida a fluorescência correspondente de cada amostra. Após a aplicação do gel clareador uma segunda leitura, seguindo o mesmo protocolo, se sucedeu. Assim, observou-se a alteração da fluorescência dos materiais testados frente à ação do clareamento (Ikeda et al.⁹, 2005; Lee et al.¹⁴, 2006; Lim & Lee¹⁵, 2007).

A Figura 3 mostra como foi feita a mensuração utilizando o espectrofotômetro.

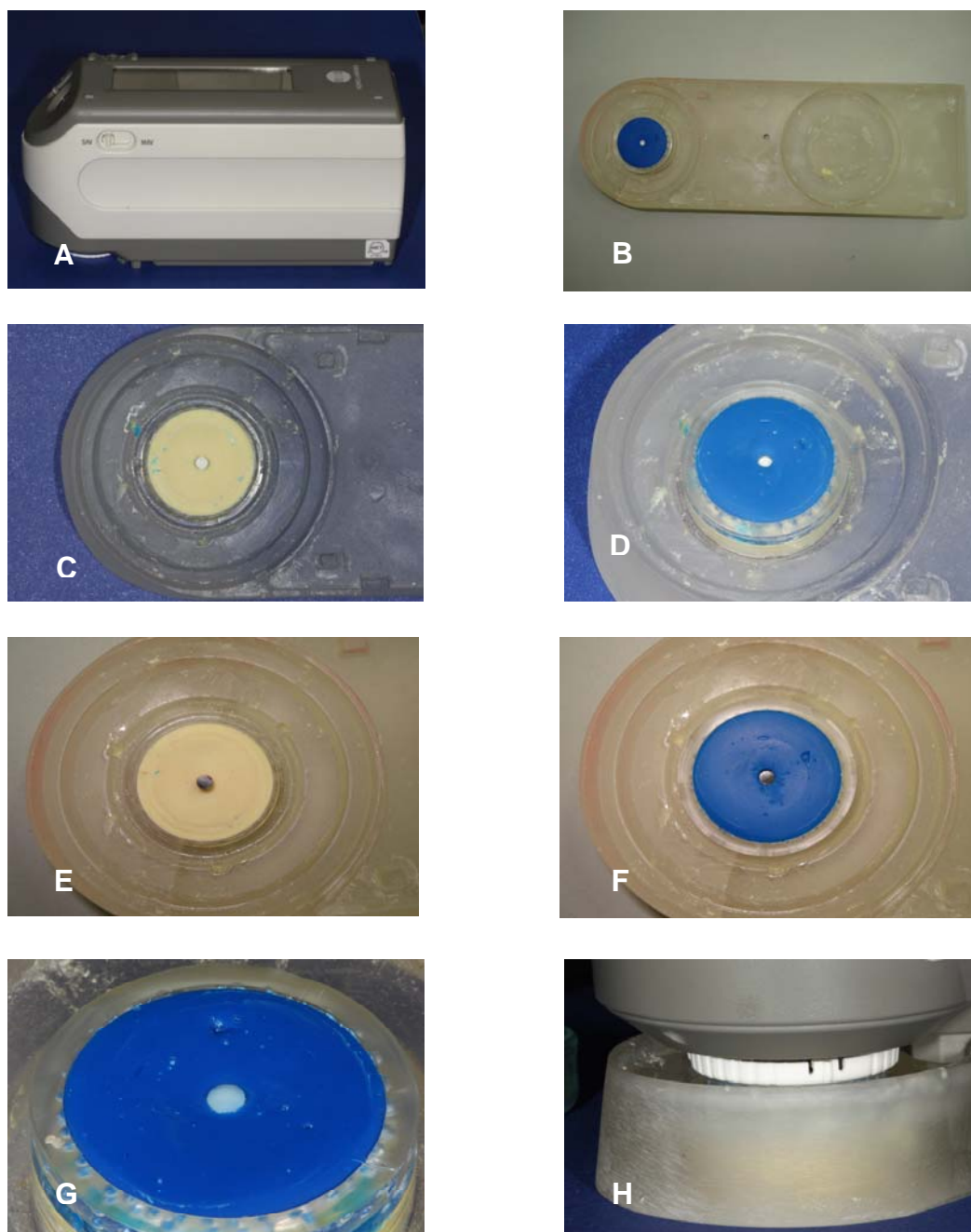


Figura 3 – Mensuração da cor. A) Espectrofotômetro CM-2600d, B) Base para posicionamento do espécime, C) Fundo branco posicionado, D) Dispositivo de silicone com fundo branco para posicionamento dos espécimes; E) Fundo preto posicionado, F) Dispositivo de silicone com fundo preto para posicionamento dos espécimes, G) Espécime em posição, H) Espectrofotômetro posicionado para leitura.

4.5 Delineamento Estatístico

Para a análise estatística foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA) a dois fatores (tipo de resina e agente clareador) e o teste Tukey ao nível de significância 5%.

5 RESULTADOS

Os resultados da análise da variância (ANOVA) a dois fatores para o parâmetro ΔL estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da ANOVA a 2 fatores para o parâmetro ΔL .

Fatores	Grau de liberdade	Média	F	p*
Tipo de resina	6	15,00	3,3914	0,0033*
Concentração	2	39,46	8,9198	0,0001*
Interação	12	12,19	2,7563	0,0017*

*diferença significativa.

Pode-se observar na Tabela 1 que houve diferença estatisticamente significativa para os fatores tipo de resina, concentração do gel clareador e interação entre eles.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator tipo de resina com relação ao parâmetro ΔL .

Tabela 2 – Valores de média (\pm desvio padrão) e resultado do teste de Tukey para o fator tipo de resina com relação ao parâmetro ΔL .

Resina	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*	
GrandioSO	-0,17	2,85	A	
Venus	0,23	1,91	A	B
Amaris	0,66	2,48	A	B
Z350	0,70	1,56	A	B
Estelite	1,41	1,88	A	B
Esthet X	1,54	2,42		B
Admira	1,69	2,59		B

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

De acordo com a Tabela 2, observou-se que a resina GrandioSO apresentou média estatisticamente menor com relação às resinas Esthet X e Admira.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator concentração com relação ao parâmetro ΔL .

Tabela 3 - Valores de média (\pm desvio padrão) e resultados do teste de Tukey para o fator concentração com relação ao parâmetro ΔL .

Concentração	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*
Zero	0,01	1,48	A
35%	1,18	3,20	B
20%	1,40	1,75	B

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Podemos observar na Tabela 3 que os grupos clareados, independentemente da concentração do agente clareador, apresentaram uma variação no eixo L estatisticamente maior do que quando nenhum clareamento foi realizado.

Na tabela 4 podemos visualizar os valores de média e desvio padrão e os resultados do teste de Tukey para o fator interação entre tipo de resina e concentração do gel clareador para o parâmetro ΔL .

Tabela 4 - Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o fator interação com relação ao parâmetro ΔL .

Interação	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*			
Venus zero	-1,21	1,43	A			
GrandioSO 35	-1,13	3,72	A			
GrandioSO zero	-1,05	1,48	A	B		
Amaris 35	-0,53	3,59	A	B	C	
Estelite zero	0,10	1,28	A	B	C	
Z350 zero	0,21	0,61	A	B	C	D
Admira zero	0,33	1,27	A	B	C	D
Esthet X Zero	0,37	0,99	A	B	C	D
Z350 20	0,53	2,1	A	B	C	D
Venus 35	0,64	2,27	A	B	C	D
Esthet X 20	0,79	1,85	A	B	C	D
Amaris 20	1,18	1,32	A	B	C	D
Venus 20	1,27	1,07	A	B	C	D
Amaris zero	1,33	1,69	A	B	C	D
Z350 35	1,37	1,39	A	B	C	D
GrandioSO 20	1,67	2,13	A	B	C	D
Estelite 35	1,88	2,41	A	B	C	D
Admira 20	2,14	2,02	A	B	C	D
Estelite 20	2,25	1,02		B	C	D
Admira 35	2,60	3,55			C	D
Esthet X 35	3,48	2,86				D

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados da ANOVA a dois fatores para o parâmetro Δa .

Tabela 5 - Resultados da ANOVA 2 fatores para o Δa .

Fatores	Grau de liberdade	Média	F	p*
Tipo de resina	6	1,00	2,5598	0,0208*
Concentração	2	3,92	10,0343	0,0000*
Interação	12	0,66	1,7045	0,0684

*diferença significativa.

Com base nos resultados da Tabela 5 observa-se que houve diferença estatisticamente significativa para os fatores tipo de resina e concentração, mas não para a interação.

Os resultados do teste de Tukey para o fator tipo de resina com relação ao parâmetro Δa encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores de média (\pm DP) e resultado do teste de Tukey para o fator tipo de resina com relação ao parâmetro Δa .

Resina	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*	
Venus	0,14	0,38	A	
Amaris	0,27	0,69	A	B
GrandioSO	0,31	0,36	A	B
Admira	0,36	0,45	A	B
Z350	0,36	0,45	A	B
Esthet X	0,50	0,61	A	B
Estelite	0,71	1,24	B	

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

De acordo com a Tabela 6, a resina Venus apresentou média estatisticamente menor que a resina Estelite.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator concentração, com relação ao parâmetro Δa .

Tabela 7 – Valores de média (\pm DP) e resultado do teste de Tukey para o fator concentração com relação ao parâmetro Δa .

Concentração	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*	
Zero	0,11	0,40	A	
35%	0,48	0,68	B	
20%	0,55	0,79	B	

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

De acordo com a Tabela 7, os grupos clareados, independentemente da concentração do agente clareador, apresentaram

médias estatisticamente maiores do que o grupo que não sofreu nenhum tipo de tratamento.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados da ANOVA a dois fatores para o parâmetro Δb .

Tabela 8 - Resultados da ANOVA 2 fatores para o Δb .

Fatores	Grau de liberdade	Média	F	p*
Tipo de Resina	6	12,57	3,85	0,0011*
Concentração	2	1,69	0,52	0,5948
Interação	12	4,17	1,27	0,2340

*diferença significativa

A Tabela 8 mostra que houve diferença estatisticamente significativa apenas para o fator tipo de resina.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator tipo de resina com relação ao parâmetro Δb .

Tabela 9 – Valores de média (\pm DP) e resultado do teste de Tukey para o fator tipo de resina com relação ao parâmetro Δb .

Resina	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*	
Z 350	-0,02	1,62	A	
GrandioSO	0,10	1,64	A	
Venus	0,23	1,70	A	
Estelite	0,44	2,32	A	B
Admira	1,05	1,96	A	B
Amaris	1,73	1,67	A	B
Esthet X	1,10	1,67		B

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Considerando os valores observados na Tabela 9, as resinas Venus, Amaris e GrandioSO apresentaram maiores médias com relação à resina Esthet X.

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da ANOVA a dois fatores para o parâmetro ΔE .

Tabela 10 - Resultados da ANOVA a 2 fatores para o ΔE .

Fatores	Grau de liberdade	Média	F	p*
Tipo de Resina	6	4,37	1,21	0,3006
Concentração	2	42,41	11,77	0,0000*
Interação	12	3,74	1,04	0,4138

*diferença significativa.

Os resultados apresentados na Tabela 10 mostram haver diferença estatística significativa apenas para o fator concentração.

Na Tabela 11 estão apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator concentração com relação ao parâmetro ΔE .

Tabela 11 – Valores de média (\pm DP) e resultado do teste de Tukey para o fator concentração com relação ao parâmetro ΔE .

concentração	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*
Zero	1,90	1,3536	A
20%	2,50	2,4309	A
35%	3,44	1,7765	B

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

É possível observar, na Tabela 11 que o tratamento com o gel clareador a 35% provocou um resultado com uma média de variação de cor estatisticamente maior com relação aos demais grupos.

A Figura 4 apresenta o gráfico da interação entre resina e concentração para o parâmetro ΔE .

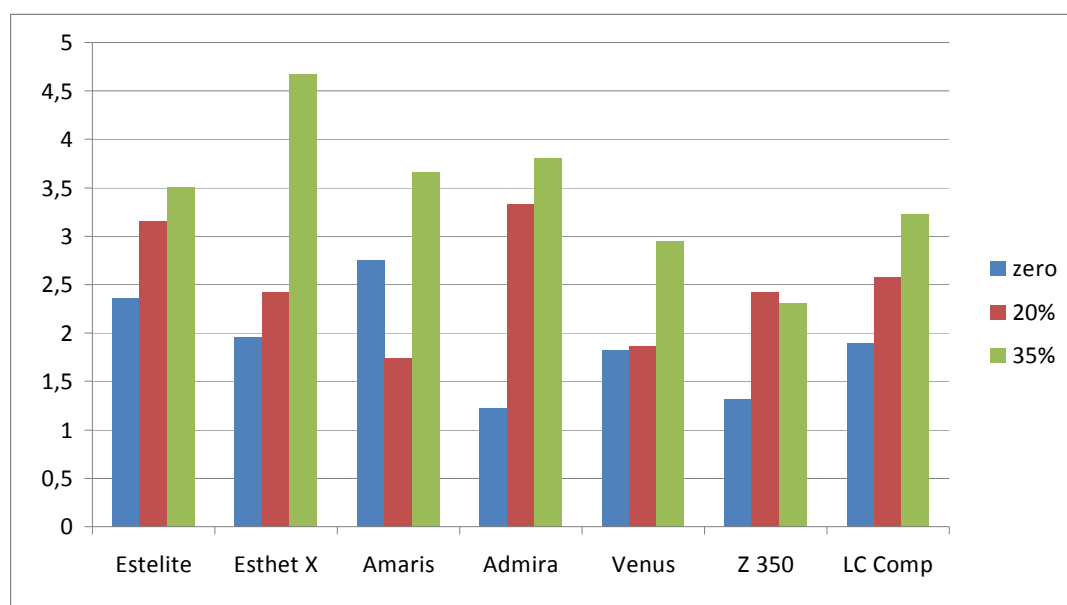


Figura 4 – Gráfico da interação entre resina e concentração para o parâmetro ΔE .

Na Tabela 12 são apresentados os resultados da ANOVA a dois fatores para a opacidade.

Tabela 12 - Resultados da ANOVA para a opacidade.

Fatores	Grau de liberdade	Média	F	P*
Tipo de Resina	6	19,07	1,6293	0,1410
Concentração	2	11,16	0,9534	0,3872
Interação	12	22,75	1,9439	0,316

*diferença significativa.

Verificou-se que, quanto à opacidade, não houve diferença estatística significativa para nenhum fator.

Na Tabela 13, os resultados da ANOVA a dois fatores para a fluorescência.

Tabela 13 - Resultados da ANOVA a dois fatores para a fluorescência.

Fatores	Grau de liberdade	Média	F	p*
Tipo de Resina	6	10,29	5,4236	0,0000*
Concentração	2	12,60	6,6382	0,0016*
Interação	12	4,15	2,1892	0,0137*

*diferença significativa.

Com base nos dados apresentados na Tabela 13, verificou-se haver diferença estatisticamente significativa para os dois fatores estudados e para a interação entre eles.

Na Tabela 14 são apresentados os resultados do teste de Tukey para o fator resina com relação à fluorescência.

Tabela 14 – Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o fator resina com relação à fluorescência.

Resina	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*		
Venus	0,42	1,668	A		
GrandioSO	0,80	2,159578	A		
Amaris	0,96	0,708966	A	B	
Estelite	1,05	1,179671	A	B	C
Esthet X	1,11	1,181308	A	B	C
Admira	1,90	1,391438		B	C
Z350	2,05	1,513235			C

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Observou-se na tabela 14 que a resina Z 350 apresentou maior variação na fluorescência em relação às demais.

A seguir, na Figura 5 observa-se uma fotografia feita com luz ultravioleta, das resinas compostas utilizadas neste estudo para verificar a fluorescência, somente para fim ilustrativo.

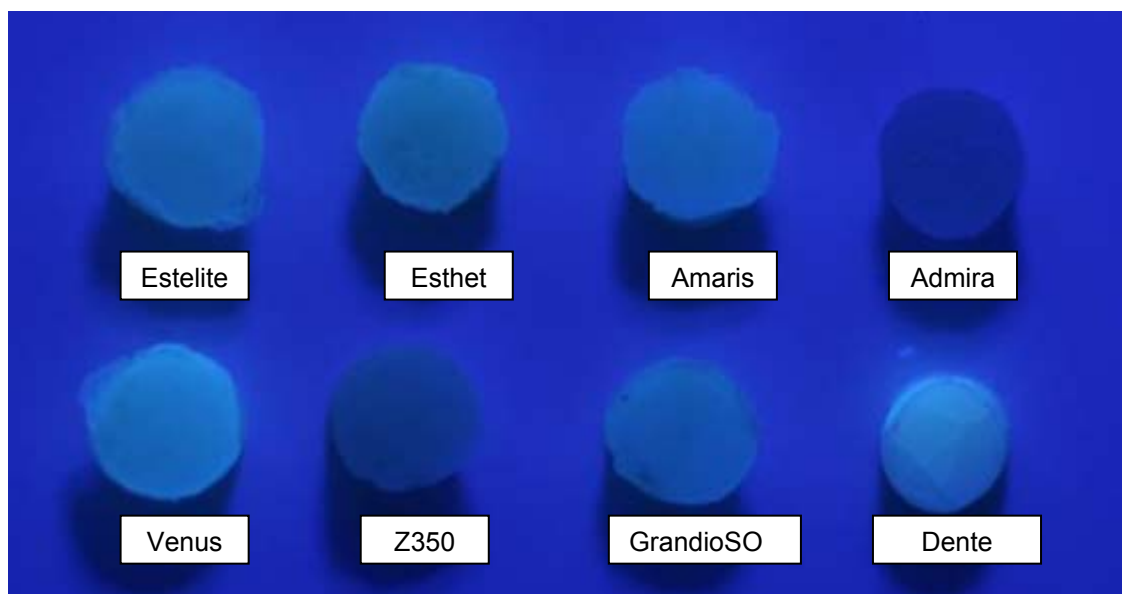


Figura 5 – Resinas compostas utilizadas no experimento fotografadas sob luz ultravioleta.

Nota-se na Figura 5 que a resina Venus é a que melhor reproduz a fluorescência natural dos dentes humanos, enquanto as resinas Admira e Z350 não apresentam fluorescência.

Na Tabela 15, os valores de média e desvio padrão para a fluorescência e resultado do teste de Tukey para o fator concentração.

Tabela 15 – Valores de média (\pm DP) e os resultados do teste de Tukey para o fator concentração com relação à fluorescência.

Concentração	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*
Zero	0,70	1,5234	A
20%	1,38	1,6188	B
35%	1,47	1,3700	B

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

Na Tabela 15 verifica-se que os grupos clareados, independente da concentração do gel, apresentaram médias estatisticamente maiores que o grupo que ficou imerso em água apenas.

Na Tabela 16 são apresentados os resultados do teste de Tukey para a interação entre os fatores.

Tabela 16 - Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o fator interação entre os fatores com relação à fluorescência.

Interação	Média	\pm desvio padrão	Conjuntos homogêneos*			
GrandioSO zero	-0,646	1,779402	A			
Venus 20	-0,195	2,341482	A	B		
Estelite zero	0,348	0,943007	A	B	C	
Venus zero	0,463	1,478656	A	B	C	D
Amaris 35	0,487	0,709304	A	B	C	D
Esthet X zero	0,553	1,345891	A	B	C	D
Admira zero	0,869	0,729192	A	B	C	D
Venus 35	1,012	0,696001	A	B	C	D
Amaris 20	1,074	0,700511	A	B	C	D
Estelite 35	1,098	1,310995	A	B	C	D
Amaris zero	1,334	0,455417	A	B	C	D
Esthet X 20	1,346	0,616157	A	B	C	D
GrandioSO 35	1,396	1,974494	A	B	C	D
Esthet X 35	1,438	1,333932	A	B	C	D
GrandioSO 20	1,665	2,100864		B	C	D
Estelite 20	1,733	0,898901		B	C	D
Z350 20	1,862	1,321891		B	C	D
Z350 zero	1,993	2,104223		B	C	D
Admira 20	2,243	1,610425			C	D
Z350 35	2,306	1,042925			C	D
Admira 35	2,598	1,122614				D

*os grupos acompanhados pelas mesmas letras não apresentam diferenças significantes.

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

A percepção das cores feita somente pelo olho humano pode gerar inúmeras diferenças, visto que a cor depende de três fatores para ser percebida: o objeto, a luz que incide sobre este e o observador, que pode sofrer diversas influências externas que comprometam a correta percepção visual. Portanto, para a correta avaliação das cores é necessário que se estabeleça uma padronização para a mensuração, que pode ser feita através da utilização de um espectrofotômetro.

Neste estudo, para a mensuração da cor, fluorescência e opacidade, foi utilizado o espectrofotômetro CM-2600d (Konica Minolta, Osaka, Japão). A determinação espectrofotométrica das cores é mais precisa e mais reprodutível em comparação com a avaliação visual (83,3% comparado a 26,6%). A análise espectrofotométrica de cores acontece através de múltiplos sensores, no caso do equipamento utilizado nesta pesquisa, são 40 sensores, os quais medem a reflectância espectral de um objeto em cada comprimento de onda ou em determinados intervalos estreitos de comprimentos de onda, esses valores, são processados por um microcomputador, que através de uma integral, calcula os valores dos dados da reflectância espectral (Konica Minolta)*.

*KONICA MINOLTA SENSING, INC, 2007, Printed in Japan – Precise Color Communication: Color Control from Perception to Instrumentation.

Vários pesquisadores utilizaram espectrofotômetros e colorímetros em suas pesquisas, (Monaghan et al.²⁰, 1992; Fay et al.⁵, 1999; Canay & Cehreli⁴, 2003; Yalcin & Gurgan³⁵, 2005; Kim et al.¹¹, 2007; Song et al.²⁵, 2008; Woo et al.³⁴, 2008; Yu et al.³⁹, 2009). A grande vantagem em relação ao uso de colorímetros ou espectrofotômetros é a objetividade da leitura.

O espectrofotômetro foi utilizado com uma área de leitura de 3 mm de diâmetro, uma área, exatamente do tamanho do espécime. Outros parâmetros que podem ter influência sobre os valores registrados são de incluir ou excluir a reflexão especular, para usar ou não a luz UV e a inclusão do ângulo do observador, o que pode ser determinado de maneiras diferentes em diversos estudos realizados. Portanto, os valores absolutos do ΔE de diferentes estudos não podem ser comparados, a menos que seja utilizado o mesmo dispositivo, com os mesmos ajustes e com a mesma zona de leitura. O espectrofotômetro utilizado forneceu as leituras da cor dos espécimes em valores das coordenadas L^* , a^* e b^* conforme o modelo de cor CIE $L^*a^*b^*$. A partir destes valores, o software utilizado (Spectra Magic NX, Konica Minolta, Osaka, Japão), calculou automaticamente os valores de ΔL , Δa , Δb , isto é, a diferença entre duas leituras e também o ΔE , que é diferença total da cor.

O mesmo aparelho espectrofotômetro, permitiu a análise da opacidade e fluorescência, assim como também foi utilizado nos trabalhos executados por Song et al.²⁵, 2008; Woo et al.³⁴, 2008 e Yu et al.⁴⁰, 2009. Os espectrofotômetros medem e gravam a quantidade de luz refletida ou transmitida por um objeto, sendo que os dados devem ser transformados em um formato útil como curvas espectrais (Lee et al.¹⁴, 2006; Lim & Lee¹⁵, 2007). As curvas espectrais fornecidas pelos espectrofotômetros ou colorímetros podem ser transferidas na forma de dados para o computador. Algumas possibilidades existem neste processo de interpretação de dados, mas basicamente é utilizado em pesquisa a transformação dos dados das curvas obtidas para dados CIE

$L^* a^* b^*$ 117. Neste espaço de cor, o valor L^* indica a coordenada de luminosidade do objeto com valores de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto). Os valores a^* e b^* indicam as coordenadas de cromaticidade que apresentam o posicionamento tridimensional do objeto no espaço de cor e a sua direção. Quando a coordenada a^* é positiva ($+a^*$), a cor do objeto tende ao vermelho. Quando esta coordenada é negativa ($-a^*$), a tendência é a direção para o verde. Já a coordenada b^* indica a direção para o amarelo ($+b^*$) e para o azul ($-b^*$) (Torres et al. ³⁰, 2007). Quando estas duas coordenadas se aproximam do valor zero, estamos próximos de uma área acromática (cinza neutro). Quanto à fluorescência, a luz UV foi inserida e removida durante a leitura dos espécimes para se incluir ou excluir o componente ultravioleta da iluminação; a partir dos valores de refletância espectral obtidos, foi calculada a diferença na refletância pela inclusão ou exclusão do componente UV. Estes valores foram captados em uma faixa de comprimento de onda que variou de 410nm a 750nm (Lee et al. ¹³, 2005).

Quanto ao armazenamento dos espécimes, estes ficaram, durante todo o período do experimento, imersos em água destilada. Este procedimento foi realizado em alguns estudos encontrados na literatura (Yap & Wattanapayungkul³⁷, 2002; Wattanapayungkul & Yap³³, 2003; Tango et al. ²⁹, 2004; Taher²⁸, 2005; Moraes et al. ²¹, 2006; Gurgan et al. ⁶, em 2007; Rao et al. ²⁴, em 2009). É importante ressaltar, que a leitura da cor das amostras foi feita após as mesmas permanecerem por 24 horas imersas em água destilada, para que ocorresse a completa polimerização e hidratação das mesmas (Monaghan et al. ²⁰, 1992).

A escolha pelo peróxido de hidrogênio, nas concentrações de 20% e 35%, foi decorrente da crescente utilização deste produto nos consultórios para a realização da técnica de clareamento (Monaghan et al. ²⁰, 1992; Yap & Wattanapayungkul³⁷, 2002; Wattanapayungkul & Yap³³, 2003; Taher²⁸, 2005; Moraes et al. ²¹, 2006; Kwon et al. ¹², 2010). Em relação às condições de uso do agente clareador, optamos por um

protocolo de utilização já consagrado na literatura, utilizando quatro aplicações de 30 minutos, totalizando o período de duas horas. Estas duas horas correspondem à quatro sessões clínicas de clareamento na técnica de consultório utilizando o gel de peróxido de hidrogênio à 35% (Torres et al.³⁰, 2007).

6.2 Dos Resultados

Há, na literatura, relatos de alteração de cor dos materiais restauradores provocada por agentes clareadores de diversas concentrações e tipos, como o gel à base de peróxido de hidrogênio ou de carbamida (Monaghan et al.²⁰, 1992; Fay et al.⁵, 1999; Canay & Cehreli⁴, 2003; Yalcin & Gurgan^{35,36}, 2005; Rao et al.²⁴, 2009). Contudo, o peróxido de hidrogênio é o que parece causar mais alteração no que diz respeito à cor das resinas compostas (Canay & Cehreli⁴, 2003; Yalcin & Gurgan³⁶, 2005; Kwon et al.¹², 2010).

No presente estudo, os resultados encontrados corroboram com os trabalhos de Monaghan et al.²⁰, 1992 e Canay & Cehreli⁴, 2003, onde foi observada uma mudança no valor do delta E, havendo interferência do gel clareador na alteração de cor dos materiais restauradores testados (ΔE). Também houve mudança na fluorescência dos mesmos. No entanto, não foi observado efeito significativo na opacidade.

Com relação ao parâmetro ΔE , a análise de variância apontou diferença significativa para o fator concentração do gel clareador utilizado no tratamento dos materiais (Tabela 10), sendo que o tratamento com o gel clareador a 35% provocou um resultado com uma média de variação de cor estatisticamente maior com relação aos grupos controle e o grupo onde se utilizou o peróxido de hidrogênio a 20% (Tabela 11 e Figura 4).

Contrariamente, Kwon et al.¹², em 2010 não percebeu mudança de cor dos compósitos testados. Porém, é válido ressaltar que isso pode ser explicado, dentre outros fatores, pelo tipo de material submetido ao agente clareador. Muitos estudos mostram que os efeitos produzidos pelos agentes clareadores sobre os materiais restauradores é material dependente, ou seja, cada material restaurador tem um comportamento diferente (Yalcin & Gurgan³⁵, 2005; Becker et al.³, 2009; Rao et al.²⁴, 2009). Embora nesta pesquisa, tenhamos observado alterações de cor independentemente do tipo de material testado. Houve variação também, quanto à concentração do peróxido de hidrogênio. A alteração de cor foi mais significativa quanto maior a concentração do gel de peróxido de hidrogênio utilizado no experimento.

Dois fatores podem ser considerados como prováveis responsáveis por estas alterações de cor provocadas pelos agentes clareadores: oxidação dos pigmentos superficiais dos materiais restauradores ou oxidação dos compostos amínicos responsáveis pela estabilidade de cor dos mesmos (Turker & Biskin³¹, 2002; Monaghan et al.²⁰, 1992). Canay & Cehreli⁴ (2003), atribuíram estas mudanças de cor com a aplicação de agentes clareadores de uso caseiro sobre materiais restauradores, à degradação do componente poliácido do material Dyract AP e à formação de microfendas na superfície dos compósitos avaliados. Assim, sugere-se que quanto maior a concentração do gel de peróxido de hidrogênio, maior seria a degradação dos pigmentos ou dos compostos amínicos. Outra hipótese é de que a alteração da morfologia superficial dos materiais provocada pelo agente clareador (Turker & Biskin³¹, 2003; Taher²⁸ 2005; Moraes et al.²¹, 2006; Gurgn et al.⁶, 2007) afetaria a percepção da luz refletida por estes compósitos.

Ainda com relação ao tipo de resina composta, as propriedades ópticas como a própria cor, opacidade e fluorescência também são diretamente influenciadas pela composição destes materiais. O tipo de partícula de carga, seu tamanho, forma e distribuição morfológica na

matriz resinosa influenciam na passagem e na percepção da luz (Song et al.²⁵, 2008; Woo et al.³⁴, 2008, Yu et al.³⁹, 2009, Rao et al.²⁴, 2009).

Em função da atual exigência estética por parte dos pacientes e profissionais, novos materiais e técnicas têm sido desenvolvidos para que o resultado final das restaurações seja cada vez mais semelhante ao dente natural. Dentro deste contexto, a translucidez e a fluorescência são características difíceis de serem reproduzidas pelos materiais restauradores estéticos diretos (Jardim et al.¹⁰, 2002; Mitra et al.¹⁹, 2003; Kim et al.¹¹, 2007). De acordo com Lee et al.¹⁴, 2006, a fluorescência dos dentes humanos gira em torno de uma emissão de luz com comprimento de onda de 430 a 450nm.

Em 2007, Lima et al.¹⁶, revisaram a literatura para investigar a influência das partículas de carga inorgânica nas propriedades físicas, químicas e mecânicas de resinas compostas. Como amplamente descrito na literatura, partículas de carga inorgânica exercem função de melhorar as propriedades mecânicas, as quais dependem do aumento da fração volumétrica, da distribuição, da morfologia e da qualidade da união química na interface partícula/matriz resinosa. Trabalhos que avaliaram o desempenho de resinas compostas comerciais ou experimentais de nanopartículas dão sustentação ao fato de que elas por si só ou combinadas com outros tamanhos, resultaram em melhores propriedades físicas e mecânicas.

Levando-se em consideração as partículas de carga, algumas pesquisas mostram que as resinas compostas nanoparticuladas apresentam maior estabilidade de cor comparadas com a resina de micropartículas, quando submetidas à ação do gel clareador (Rao et al.²⁴, 2009). No presente estudo não testamos nenhuma resina de micropartículas, porém, não houve diferença de comportamento das resina nanoparticuladas, microhíbridas ou nanohíbridas frente à alteração da opacidade (Tabela 12).

É sabido que as propriedades ópticas dos materiais são determinadas pela sua composição resultando em uma diferença entre vários materiais com relação ao índice de reflexão e refração. O formato, tipo, tamanho e concentração das partículas de carga das diferentes marcas comerciais, assim como a adição de monômeros e pigmentos (Lee et al.¹³, 2005) são fatores responsáveis pelas características de dispersão óptica do material na tentativa de imitar as propriedades ópticas dos tecidos dentais com relação à translucidez e opacidade (Masotti et al.¹⁷, 2007). Assim, provavelmente não foi observada diferença na opacidade no presente estudo, pelo fato das resinas avaliadas neste estudo serem em sua maioria microhíbridas e as demais são nanohíbridas, ou seja, da mesma categoria, sendo que a distribuição das partículas de carga na matriz resinosa destes materiais segue um padrão semelhante.

Resinas de micropartículas apresentam uma quantidade grande de matriz orgânica com um índice de refração que pode dificultar o fluxo de luz. As características de composição do material (matriz orgânica, carga inorgânica, pigmentos entre outros) possuem efeito intenso nas características de transmitância direta (Masotti et al.¹⁷, 2007). Tango et al.²⁹ (2004), avaliando a alteração da translucidez de compósitos resinosos frente ao peróxido de carbamida a 10%, observou um aumento da translucidez de tais materiais após o clareamento. Em outro experimento, Monaghan et al.²⁰ (1992), ao analisarem o efeito do clareamento caseiro com peróxido de carbamida a 10% verificaram um aumento da translucidez dos materiais testados, no entanto, realtaram que essa alteração é mínima e não representa significância clínica. Outra hipótese para explicar estes diferentes resultados é o fato de que podem haver diferentes agentes de pigmentação das resinas e até mesmo a presença na composição das mesmas de agentes fotoiniciadores como a canforoquinona que podem interferir na propagação da luz e na percepção da cor, opacidade e fluorescência (Johnston & Reisbik, 1997).

No que diz respeito à fluorescência, verificou-se, no presente estudo, uma diferença estatisticamente significantes para os fatores avaliados, ou seja, tipo de resina composta, concentração do gel clareador e a interação entre estes dois fatores (Tabela 13). A resina Z350 apresentou a maior variação da fluorescência. Isto pode ter ocorrido devido à composição deste material o qual apresenta nanopartículas de sílica e nanoaglomerados de zircônia. Pesquisas que avaliaram a fluorescência de materiais restauradores mostram que esta é mais uma propriedade que sofre influência do tipo de material testado e conseqüentemente da sua composição (Song et al. ²⁵, 2008). Yu et al. ³⁹, em 2009, observaram que a adição das nanopartículas de TiO₂ aumentou consideravelmente a opalescência das resinas compostas enquanto que a fluorescência não foi alterada; entretanto, isto diminuiu a translucidez e também alterou a cor.

A Tabela 15 mostrou que os grupos clareados, independente da concentração do gel, apresentaram médias estatisticamente maiores que o grupo que ficou imerso em água apenas. Sabe-se que esta propriedade das resinas compostas não se mantém com o envelhecimento do material (Lee et al. ¹⁴, 2006). Sendo assim, acredita-se que o tratamento clareador pode ser um acelerador do envelhecimento e portanto pode influenciar alterando tal propriedade óptica.

Substâncias fluorescentes foram incorporadas em muitos sistemas de resinas compostas atuais como meio de simular as propriedades fluorescentes das estruturas dentais naturais. A maioria das resinas, no entanto, apresenta uma intensidade de emissão de fluorescência muito alta, não condizente com o perfil de emissão dos dentes naturais. A emissão de fluorescência é influenciada pela marca comercial e pela cor da resina composta. Diferentes cores e opacidades de uma mesma marca comercial podem apresentar diferentes intensidades de fluorescência. As mais translúcidas, de modo geral, parecem apresentar maior intensidade de fluorescência (Baratieri et al. ², 2007).

Além das alterações das propriedades ópticas dos materiais restauradores estéticos submetidos aos agentes clareadores, a literatura tem mostrado intensa preocupação com os efeitos do clareamento nas propriedades mecânicas, como a microdureza, rugosidade superficial, integridade marginal, adesão ao esmalte e dentina (Yap & Wattanapayungkul³⁷, 2002; Turker & Biskin³¹, 2003; Ulukapi et al.³², 2003; Attin et al.¹, 2004; Taher²⁸, 2005; Gurgan et al.⁶, 2007; Becker et al.³, 2009). Se por um lado há trabalhos que mostram alteração de tais propriedades como aumento da rugosidade (Turker & Biskin³¹, 2003; Moraes et al.²¹, 2006; Gurgan et al.⁶, 2007), ou diminuição da microdureza (Taher²⁸, 2005; Gurgan et al.⁶, 2007), também há estudos que não observam alterações prejudiciais daqueles materiais restauradores que sofrem a ação de agentes clareadores (Yap & Wattanapayungkul³⁷, 2002; Wattanapayungkul & Yap³³, 2003; Polydorou et al.²³, 2007; Becker et al.³, 2009).

Turker & Biskin³¹ (2003), quando avaliaram a dureza superficial de materiais restauradores estéticos verificaram formação de porosidades superficiais em função do baixo pH do gel clareador. Quanto ao aumento da rugosidade superficial, provavelmente ocorra devido à atuação dos agentes clareadores nas duplas ligações que não reagiram promovendo a quebra das ligações entre as cadeias de polímeros da matriz e/ou na atuação na união entre a matriz e as partículas inorgânicas, resultando em uma diminuição da dureza e alteração da rugosidade (Yap & Wattanapayungkul³⁷, 2002; Wattanapayungkul & Yap³³, 2003) favorecendo também o aumento na adesão de bactérias na superfície do material.

Estudos in vitro que mostram haver um efeito negativo da terapia clareadora sobre as propriedades físicas e mecânicas dos materiais restauradores como por exemplo a rugosidade superficial, microdureza, adesão ao esmalte e dentina e também sobre a cor destes mesmos materiais (Attin et al.¹, 2004). Já com relação à mudança de cor dos

mesmos, as alterações detectadas por meio de aparelhos como o espectrofotômetro e outros, não são captadas pelo olho humano, não havendo uma relevância clinicamente significativa (Attin et al., 2004).

Dessa forma, com base nas pesquisas, é de suma importância, o profissional ter tais conhecimentos ao indicar e executar o clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 20% ou 35%, para oferecer um tratamento eficaz e com segurança para o seu paciente. E ainda, paciente deve ser informado de que na presença de restaurações estéticas, o clareamento dental pode acarretar o aceleramento do envelhecimento natural dessas restaurações ou mesmo de que as mesmas por não sofrerem alteração da cor podem ter que ser trocadas após o clareamento .

Aos pesquisadores, ainda há muitas questões para serem desmistificadas, desafios a serem vencidos, soluções a serem encontradas. As controvérsias encontradas nos diversos estudos podem estar relacionadas às diferentes metodologias empregadas, diferenças entre os materiais restauradores, variações nas concentrações dos agentes clareadores, pH e nos tempos de aplicação dos géis, assim como os métodos de armazenamento dos espécimes (Polydorou et al.²³, 2006; Taheer²⁸, 2005; Attin et al. ¹, 2004; Kwon et al. ¹², 2003). Assim é necessário o desenvolvimento de novas pesquisas com intuito de verificar, sob condições clínicas se os resultados aqui encontrados tem um impacto relevante.

7 CONCLUSÃO

Baseado na metodologia empregada, pode-se concluir que:

- O uso do gel clareador à base de peróxido de hidrogênio a 35% causou a maior alteração de cor dos materiais avaliados em relação ao gel de peróxido de hidrogênio a 20%;
- Não houve mudança da opacidade dos materiais testados frente ao tratamento clareador, independente da concentração do gel utilizada;
- Houve mudança da fluorescência dos materiais testados frente ao tratamento clareador, independente da concentração do gel utilizado.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater.* 2004 Nov;20(9):852-61.

2 Baratieri LN, Araujo E, Monteiro Jr. S. Color in natural teeth and direct resin composite restorations: Essential aspects. *The European Journal of Esthetic Dentistry.* 2007; 2(2):172-186.

3 Becker AB, Costa SXS, Rastelli ANS, Andrade MF, Bagnato VS, Bier CAS. Influência dos agentes clareadores na microdureza de resinas compostas nanoparticuladas. *Revista Gaúcha de Odontologia.* 2009 Jan/Mar; 57(1):27-31.

4 Canay S, Cehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent.* 2003 May;89(5):474-8.

5 Fay RM, Servos T, Powers JM. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent.* 1999 Sep-Oct;24(5):292-6.

6 Gurgan S, Yalcin F. The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. *Quintessence Int.* 2007 Feb;38(2):83-7.

7 Hanning C, Duongb S, Becker S, Brunnerd E, Kahlerd E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dental Materials.* 2007; 23:198-203.

8 Haywood VB & Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1989; 20(3) :173-6.

9 Ikeda T, Sidhu SK, Omata Y, Fujita M, Sano H. Colour and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. *Eur J Oral Sci.* 2005 Apr; 113(2): 170-3.

10 Jardim PS, Miranda CB, Cândido MSM, Lima DM. Análise comparativa da translucidez do esmalte e de diferentes resinas compostas microparticuladas. *Cienc Odontol Bras.* 2002; 5(3):18-24.

11 Kim JJ, Moon HJ, Lim BS, Lee YK, Rhee SH, Yang HS. The effect os nanofiller on the opacity of experimental composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007; 80(2):332-338.

12 Kwon YH, Shin DH, Yun DI, Heo YJ, Seol HJ, Kim HI. Effect of hydrogen peroxide on microhardness and color change of resin nanocomposites. *Am J Dent.* 2010 Feb;23(1):19-22.

13 Lee, YK, Kim, SH, Powers, JM. Changes in translucency of resin composites after storage in salivary esterase. *J Esthet Restor Dent.* 2005; 17(5): 293-9.

14 Lee YK, Lu H, Powers JM. Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater.* 2006; 22(7): 653-60.

15 Lim YK, Lee YK. Fluorescent emission of varied shades of resin composites. *Dent Mater.* 2007 Oct;23(10):1262-8. Epub 2006 Dec 29.

16 Lima JPM, Bandéca MC, Queiroz RS, Panariello BHD, Neto STP. Influência das partículas de carga inorgânica nas propriedades físicas, químicas e mecânicas de resinas compostas – revisão de literatura. *Ver Pós Grad.* 2007; 14(3):211-221.

17 Masotti AS, Onofrio AB, Conceicao EN, Spohr AM. UV-vis spectrophotometric direct transmittance analysis of composite resins. *Dent Mater.* 2007 Jun; 23(6): 724-30. Epub 2006 Aug 17.

18 McEvoy AS. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. *Technique development. Quintessence Int.* 1989; 20(5):323-8.

19 Mitra SB, Wu D, Holmes B. Uma aplicação da nanotecnologia no avanço dos materiais odontológicos. *JADA – Brasil.* 2003 Nov/Dez; 6:351-358.

20 Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent.* 1992 Jun;67(6):778-81.

21 Moraes RR, Marimon JLM, Schneider LFJ, Correr Sobrinho L, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clinical Oral Investigation.* 2006; 10: 23-28.

22 Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM. Accelerated aging effects on color and translucency of bleaching-shade composites. *J Esthet Restor Dent.* 2004; 16(2): 117-26.

23 Polydorou O, Mönning JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater.* 2007 Feb;23(2):153-8. Epub 2006 Feb 10.

24 Rao YM, Srilakshmi V, Vinayagam KK, Narayanan LL. An evaluation of the color stability of tooth-colored restorative materials after bleaching using CIELAB color technique. *Indian J Dent Res.* 2009 Jan-Mar;20(1):60-4.

25 Song SH, Yu B, Ahn JS, Lee YK. Opalescence and fluorescence properties of indirect and direct resin materials. *Acta Odontol Scand.* 2008 Aug;66(4):236-42.

26 Swift EJ Jr. Restorative considerations with vital tooth bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997 Apr;128 Suppl:60S-64S.

27 Swift EJ Jr, Perdigão J Effects of bleaching on teeth and restorations. *Compend Contin Educ Dent*. 1998 Aug;19(8):815-20; quiz 822.

28 Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract*. 2005 May;15;6(2):18-26.

29 Tango RN, Komori PCP, Balducci I, Araujo MAM, Kimpara ET. Effects of bleaching agents on esthetic restorative materials translucence. *Cienc Odontol Bras*. 2004 Jul/Set; 7(3):40-44.

30 Torres CRG, Borges AB, Kubo CH, Gonçalves SEP, Araújo RM, Celaschi S, Giordano CES, Arcas FCD. Clareamento dental com fontes híbridas LED/LASER. São Paulo: Ed. Santos; 2007, 188p.

31 Turker SB, Biskin T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2003 May;89(5):466-73.

32 Ulukapi H, Benderli Y, Ulukapi I. Effect of pre and postoperative bleaching on marginal leakage of amalgam and composite restorations. *Quintessence Int*. 2003 Jul/Aug; 34(7):505-508.

33 Wattanapayungkul P, Yap AU. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Oper Dent*. 2003 Jan-Feb;28(1):15-9.

34 Woo ST, Yu B, Ahn JS, Lee YK. Comparison of translucency between indirect and direct resin composites. *J Dent*. 2008 Aug;36(8):637-42. Epub 2008 Jun 3.

35 Yalcin F & Gürgan S. Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dental Materials*. 2005 May; 21(5):464-468.

36 Yalcin F & Gürgan S. Bleaching-induced colour change in plastic filling materials. *Journal of Biomaterials Applications*. 2005 Jan; 19(3):187-195.

37 Yap AU, Wattanapayungkul P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth colored restoratives. *Oper Dent.* 2002 Mar/Apr; 27(2):137-141.

38 Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. *J Dent.* 2008 Apr;36(4):261-7. Epub 2008 Feb 21.

39 Yu B, Ahn JS, Lim JI, Lee YK. Influence of TiO₂ nanoparticles on the optical properties of resin composites. *Dent Mater.* 2009 Sep;25(9):1142-7. Epub 2009 May 1.

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

Ribeiro, CF. Color, fluorescence and opacity changes after dental bleaching on composites resins [tese]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos - UNESP, Univ Estadual Paulista; 2010.

Abstract

This study evaluate the effect of 20% and 35% hydrogen peroxide on color, opacity and fluorescence of seven composites resins: Amaris, Admira, Estelite Sigma, Esthet X, Venus, Z350 e GrandioSO. 30 specimens, of each material, were prepared and then they received bleaching treatment. A control group was stored in water (n=10). Color and spectral distribution of the materials were measured according to the CIELAB color scale, before and after bleaching treatment. The color and the Opacity parameter (OP) of specimens was measured after polymerization on a reflection spectrophotometer under the illuminant D65 over white and black backgrounds. UV component of the illuminant was included and excluded to calculate the fluorescence spectrum (FP). Differences and changes in optical properties (color, opacity parameter and fluorescence parameter) were analyzed using ANOVA and Tukey test, with significance set at $p < 0.05$. The range of color values (ΔE^*) was significantly influenced by concentration of hydrogen peroxide ($p=0.00$). The range of OP values was not influenced by material ($p=0.14$) or bleaching agent ($p=0.38$). And the range of FP values was significantly influenced by concentration of hydrogen peroxide ($p=0.0016$) and also by material ($p=0.00$). It is demonstrated that opacity of resin composites did not change after 20% and 35% hydrogen peroxide treatment. But color and fluorescence changed significantly after these treatments.

Palavras-chave: hydrogen peroxide, composite resin, color, opacity, fluorescence.