



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

INGRID FERNANDES MATHIAS

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO CLAREADOR E
ENVELHECIMENTO INDUZIDO SOBRE O
BRILHO, COR, DUREZA E RUGOSIDADE
SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS**

2015

INGRID FERNANDES MATHIAS

**INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO CLAREADOR E
ENVELHECIMENTO INDUZIDO SOBRE O BRILHO,
COR, DUREZA E RUGOSIDADE SUPERFICIAL DE
RESINAS COMPOSTAS**

Dissertação apresentada ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP – Univ Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Bresciani

São José dos Campos
2015

Apresentação gráfica e normatização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para
Normalização de Trabalhos Acadêmicos do ICT. Rev. São José dos
Campos: ICT/UNESP; 2015.

Mathias, Ingrid Fernandes

Influência do tratamento clareador e envelhecimento induzido
sobre o brilho, cor, dureza e rugosidade superficial de resinas
compostas / Ingrid Fernandes Mathias. - São José dos Campos :
[s.n.], 2015.
103 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Pós-Graduação
em Odontologia Restauradora - Instituto de Ciência e Tecnologia de
São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2015.
Orientador: Eduardo Bresciani.

1. Resinas compostas. 2. Clareamento dental. 3. Cor. 4.
Processos ópticos. 5. Envelhecimento. I. Bresciani, Eduardo, orient.
II. Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, UNESP
- Univ Estadual Paulista. III. Universidade Estadual Paulista
'Júlio de Mesquita Filho'. IV. UNESP - Univ Estadual Paulista. V.
Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Achille Bassi e Seção Técnica de Informática,
ICMC/USP com adaptações - STATi e STI do ICT/UNESP. Dados fornecidos pelo autor.

AUTORIZAÇÃO

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

São José dos Campos, 18 de dezembro de 2015
E-mail: ingrid.mathias@ict.unesp.br

Assinatura: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Bresciani (Orientador)

Instituto de Ciência e Tecnologia

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Campus São José dos Campos

Prof^a. Dr^a. Alessandra Bühler Borges

Instituto de Ciência e Tecnologia

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Campus São José dos Campos

Prof. Tit. Paulo Henrique Perlatti D’Alpino

Faculdade de Odontologia

UNIAN - Universidade Anhanguera

Campus São Paulo

São José dos Campos, 18 de dezembro de 2015.

DEDICATÓRIA

A **Deus**, pela vida e por todas as oportunidades que colocou em meu caminho. Obrigada por todos os desafios que me tornaram mais forte e pelos momentos felizes que acariciaram meu coração.

À **Nossa Senhora Aparecida e Santo Antoninho da Rocha Marmo**, que através da minha fé e de suas intercessões me trouxeram até aqui.

Ao meu pai, **Marcio**, e minha mãe, **Marília**, a melhor dentista do mundo, obrigada pelo amor incondicional e pelo apoio em todas as horas. Deus me abençoou ao lhe escolher como mãe... Sem você nada seria! Te amo!

Aos meus avós e padrinhos, **Marina e Alcides**, pelo exemplo de família que sempre deram. Minha vó, sempre protetora e carinhosa, que cuida de mim desde que nasci... e meu vô que é o grande incentivador dos meus estudos! Este trabalho dedico a vocês! Obrigada por tudo, amo vocês!

À minha irmã **Andressa**, por me incentivar a melhorar sempre quando sei que seu espelho sou eu. Obrigada pelos momentos felizes! Te amo!

Ao meu namorado e melhor amigo, **Mauro**, por tudo que já vivemos em todo este tempo. Você foi o apoio quando mais precisei, me estendeu a mão quando aceitou caminhar ao meu lado durante esta jornada

chamada Vida, me segurou quando ameacei cair,
comemorou quando venci, consolou quando perdi.
Palavras jamais serão suficientes para expressar toda a
gratidão que sinto! Obrigada por toda ajuda,
obrigada por me aceitar como sou, obrigada por me
amar! Te amo!

Aos meus tios **Celso, Edilene e Marcos** que tanto
torcem por mim!

Aos meus sogros, **Waldelisa e Milton**, e cunhados:
Milton Jr., Matheus, Aline e Barbara. Obrigada pela
torcida e energias positivas!

Aos meus bichinhos: **Meg, Lady, Lilica, Minnie, Chèrie,
Spike e Godofredo**. Obrigada por me proporcionarem
momentos intensos de alegria e aliviarem meu
cansaço ao me receberem com sentimentos tão
puros!

AGRADECIMENTOS

À **UNESP – Univ Estadual Paulista**, na pessoa do diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, antiga Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, **Prof. Estevão Tomomitsu Kimpura** e da vice-diretora **Profª. Rebeca Di Nicoló**.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora**, na pessoa do coordenador **Prof. Adj. Alexandre Luiz Souto Borges**.

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora**, e **todos os professores** o compõem, obrigada por toda a ajuda, vocês são a base de tudo.

Às queridas **Josi, Fernanda e Rô** (Odontologia Restauradora), **Jacque e Marcinha** (Diagnóstico e Cirurgia), pela presteza e amizade.

Aos **funcionários da limpeza**, por sempre proporcionarem um ambiente de trabalho adequado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão de bolsa.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pela concessão de auxílio financeiro para a aquisição dos materiais necessários para a realização deste estudo.

Às minhas amigas da pós-graduação: **Débora, Marina,**

Laura, Letícia, Cassia, Juliana, Daiana e Camila, por dividirmos todos os momentos vividos neste período tão intenso! Obrigada pela amizade!

Às amigas que a UNESP me deu: **Michelle, Gabriela e Yasmin**, pelos momentos felizes que passamos juntas em todos esses anos!

À querida **Patrícia**, pela amizade e companhia.

Aos **colegas da pós-graduação** pela convivência e experiência compartilhada.

Ao **Dr. Jean-François Roulet**, da Universidade da Flórida, que me recebeu de portas abertas, acreditou e confiou seu experimento a mim. Obrigada pela oportunidade inesquecível!

Aos queridos colegas que fiz na Flórida: **Patrícia Matias** e **Nadir Al-Rawi**, e a minha amiga de longa data, **Jéssica**, que tão bem me recebeu em Gainesville. Sempre serei grata por tudo. Go Gators!

Aos membros das bancas de defesa e qualificação: **Profª. Alessandra Borges, Prof. Paulo D'Alpino, Profª. Karen Yui e Profª. Taciana Caneppele**. Obrigada pela disposição e aceite do convite.

Ao aluno **Cláudio Moreira Júnior**, pela colaboração na fase laboratorial deste trabalho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Em especial, agradeço ao meu querido orientador **Prof. Dr. Eduardo Bresciani**. Obrigada por ter confiado a mim este projeto, pela paciência infindável durante todos os momentos, pelos ensinamentos, por investir na minha capacidade e principalmente no meu sonho de fazer pós-graduação. Encaro como um desafio, e espero que o senhor tenha orgulho desta sua aluna, assim como me orgulho em ser sua orientada. Que o resultado positivo supere qualquer negatividade que possa ter surgido ao longo do caminho. Obrigada por me abrir esta porta. Sempre serei muito grata por acreditar em mim.

“Crê em ti mesmo, age e verás os resultados. Quando te
esforças, a vida também se esforça para te ajudar. ”

Chico Xavier

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Cor	19
2.2 Brilho superficial.....	29
2.3 Dureza superficial	31
2.4 Rugosidade superficial	36
3 PROPOSIÇÃO	41
4 MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1 Distribuição dos espécimes nos grupos a serem testados	44
4.2 Preparação dos espécimes	46
4.3 Tratamento clareador	48
4.4 Envelhecimento induzido	50
4.5 Determinação da cor	52
4.6 Determinação do brilho superficial	55
4.7 Determinação da dureza superficial	56
4.8 Determinação da rugosidade superficial	56
4.9 Análise estatística	58
5 RESULTADOS	59
5.1 Cor	59

5.1.1 Resultados após clareamento	68
5.1.2 Resultados após envelhecimento	69
5.2 Brilho superficial.....	72
5.3 Dureza superficial	76
5.4 Rugosidade superficial	79
6 DISCUSSÃO.....	84
6.1 Cor.....	84
6.2 Brilho superficial.....	88
6.3 Dureza superficial.....	90
6.4 Rugosidade superficial.....	92
7 CONCLUSÃO.....	95
8 REFERÊNCIAS	96

Mathias IF. Influência do tratamento clareador e envelhecimento induzido sobre o brilho, cor, dureza e rugosidade superficial de resinas compostas [dissertação]. São José dos Campos (SP): Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2015.

RESUMO

A realização de procedimentos clareadores é frequente em Dentística Estética. As resinas compostas sofrem um certo grau de degradação superficial em sua matriz orgânica logo após este tipo de tratamento, com possível comprometimento de suas propriedades mecânicas e ópticas, e suas consequências à longo prazo ainda são pouco conhecidas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* a influência sobre o brilho, cor, dureza e rugosidade superficial de resinas compostas, microparticulada e nanoparticulada, após o tratamento clareador e a simulação de envelhecimento. Material e Métodos: Foram confeccionados 180 corpos de prova de cada tipo de resina composta (Durafill VS - Heraeus Kulzer / Filtek Z350 XT - 3M ESPE). Os espécimes possuíam diâmetros de 6 mm e 1 mm de espessura para os testes de cor e brilho; 5 mm e 3 mm de espessura para os testes de microdureza; e 6 mm por 3 mm espessura com indentação semilunar para os testes de rugosidade, e foram divididos em três grupos: sem tratamento clareador, com tratamento clareador a base de peróxido de hidrogênio 38 % (Opalescence Boost – Ultradent) e com tratamento clareador a base de peróxido de carbamida 15 % (Opalescence PF 15 % - Ultradent). Estes grupos foram subdivididos em dois outros grupos, um com envelhecimento induzido por luz (Suntest CPS+ - Atlas) e outro por imersão em água durante um ano. Um terço dos espécimes foram avaliados em cor e brilho, um terço foi avaliado dureza e o último terço foi avaliada a rugosidade superficial. Os corpos de prova tiveram os parâmetros verificados 48 horas após a polimerização (*baseline*), após o tratamento clareador (se pertencente ao grupo que recebeu este tratamento), e ainda após o envelhecimento proposto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de

normalidade através do teste de Tukey e em seguida à análise estatística por meio do teste de análise de variância à três fatores e teste de comparações múltiplas. O nível de significância foi de 5 %. Para a cor, os protocolos clareadores influenciaram significativamente, alterando a cor das resinas testadas. Ambos os protocolos de envelhecimento também alteraram as resinas, com maior variação para o envelhecimento por luz. A resina nanoparticulada sofreu a maior alteração de cor. Quanto ao brilho, os protocolos clareadores não alteraram o brilho das resinas e o envelhecimento por luz reduziu significativamente esta propriedade. A dureza superficial aumentou após o envelhecimento das resinas com valores superiores para o envelhecimento em água, e quanto a rugosidade superficial, o grupo que sofreu envelhecimento por luz obteve maiores valores de rugosidade que os grupos que sofreram envelhecimento em água. Concluimos que nenhum dos protocolos clareadores acelerou o processo de envelhecimento das resinas compostas, exceto o peróxido de carbamida nos espécimes de rugosidade superficial.

Palavras-chave: Resinas compostas. Clareamento dental. Cor. Processos ópticos. Dureza. Envelhecimento.

Mathias IF. Whitening therapy and induced aging on gloss, color, hardness and roughness of resin composites [dissertation]. São José dos Campos (SP): Institute of Science and Technology, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2015.

ABSTRACT

Whitening procedures are frequent in esthetic dentistry. Resin composites undergo a certain amount of surface degradation of their organic matrix, resulting in possible decrease of mechanical and optic properties, and the long-term influences of this treatment on resin composite surface properties are still not known. The aim of the present study was to assess in vitro the influence of whitening therapy associated with induced aging on color, gloss, roughness and hardness of microparticled and nanoparticled resin composites. Material e Methods: One hundred and eighty specimens of each resin composite (Durafill VS - Heraeus Kulzer / Filtek Z350 XT - 3M ESPE, microparticled and nanoparticled resins, respectively) was fabricated with dimensions of 6 mm in diameter and 1 mm in thickness for gloss and color tests, 5 mm in diameter and 3 mm in thickness for microhardness tests, and 6 mm in diameter and 3 mm in thickness for roughness tests. Specimens was divided into three main groups: with no whitening therapy, with whitening therapy using 38 % hydrogen peroxide (Opalescence Boost – Ultradent), and with whitening therapy using 15 % carbamide peroxide (Opalescence PF 15 % - Ultradent). The main groups was further divided into two groups, one receiving inducing aging by light (Suntest CPS+ - Atlas) and the other water aging. One-third of each final group (n=10) had color and surface gloss assessed, the other third (n=10) for roughness, and the last third for hardness assessments. The parameters was assessed at baseline, after the whitening therapy (in case whitening was performed), and after the proposed aging therapy. Data was assessed for normality distribution and submitted to three-way ANOVA and multiple comparison tests. The level of significance was

set at 5 %. Nanofilled resin suffered color change. The whitening procedures did not affect the gloss of resins and the aging by light significantly reduced this property. After aging, surface hardness increased, with higher values for aging in water. The roughness values increased after aging by light. We concluded that none of the whitening therapies could accelerate the process of degradation of resin composites, except carbamide peroxide on roughness samples.

Keywords: Composite resins. Tooth bleaching. Color. Optical processes. Hardness. Aging.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o sorriso estético, composto por dentes brancos e sem imperfeições, tem sido requisitado pelos pacientes aos profissionais da Odontologia (Elamin et al., 2015). Para tal, houve um amplo desenvolvimento de materiais capazes de sanar esta necessidade, comprovado pela melhora das propriedades estéticas dos materiais restauradores, que são capazes de reproduzir com muita similaridade as características anatômicas e de cor dos elementos dentais (Rodrigues-Junior et al., 2015). Esta solução para o anseio estético foi e ainda é utilizada largamente na Odontologia. O desenvolvimento de novos materiais também proporcionou uma solução rápida para os pacientes que desejavam dentes brancos sem passar por procedimentos restauradores que poderiam reduzir estruturas dentais sadias (Azevedo et al., 2011). Assim, em 1989, Haywood e Heymann difundiram na literatura o emprego dos agentes clareadores.

O processo de clareamento é químico, podendo-se empregar produtos à base de peróxidos, cloro ou cloreto. Dentre estes, o peróxido de hidrogênio é o agente mais utilizado pela indústria para a fabricação de materiais para esta finalidade. O processo de clareamento ocorre com a decomposição do peróxido em radicais livres, instáveis, que aproveitam elétrons de moléculas, como os

pigmentos, para se estabilizarem. Assim, rompem-se as dupla-ligações dos pigmentos, quebrando as cadeias complexas e tornando o pigmento mais claro. Este processo é conhecido como uma reação de oxidação dos pigmentos presentes nas estruturas dentais (Albers, 1991). Os peróxidos podem ser encontrados em diversas concentrações e composições, porém todos com o mesmo princípio ativo. Nesta dependência, podem ser utilizados em consultório ou pelo próprio paciente em sua casa.

Estudos relatam que os agentes clareadores podem afetar as propriedades das resinas compostas. Em trabalhos sobre a influência de tratamentos clareadores na dureza superficial de resinas compostas, alterações geralmente negativas foram detectadas. AlQahtani (2013) observou que quando da utilização de agente clareador de consultório à base de peróxido de carbamida 10 %, a dureza superficial de resinas compostas diminuiu significativamente, cerca de 15 % em valores numéricos. Yalcin e Gürgen (2005) avaliaram o efeito de protocolos clareadores sobre o brilho das resinas compostas, e concluíram que os agentes clareadores são capazes de reduzir significativamente o brilho das resinas compostas, alterando a propriedade estética do material. Ainda assim, a literatura apresenta diversos estudos nesta área com resultados controversos. Sharafeddin e Jamalipour (2010) não encontraram redução da dureza superficial após o clareamento das resinas compostas. Malkondu et al. (2011) encontrou um aumento da dureza superficial da resina nanoparticulada, e redução da dureza da resina nanohíbrida, porém Kamangar et al. (2014) relataram uma redução desta propriedade

sobre as resinas compostas testadas que sofreram tratamentos clareadores.

Apesar de todos estes estudos, ainda não existem trabalhos que identifiquem os possíveis problemas que os agentes clareadores podem ter sobre as propriedades das resinas compostas em longo prazo. Mesmo que as restaurações em resina composta não necessitem de substituição logo após o tratamento clareador em relação as suas propriedades ópticas e mecânicas, as alterações iniciais sofridas podem acelerar a degradação e consequentemente a sobrevida das restaurações.

Desta forma, testes de envelhecimento têm sido utilizados para simular as condições adversas que os materiais sofrem na cavidade bucal, com o intuito de avaliar o comportamento do material a longo prazo. Testes de indução de envelhecimento por luz de xenônio e umidade, ou somente testes de imersão em água têm sido relatados (Rattacaso et al., 2011; Drubi-Filho et al., 2012; Mendes et al., 2012). A utilização de envelhecimento por imersão em água tem sido relatada objetivando principalmente simular o ambiente oral no qual as resinas são expostas (Weir et al., 2012). Quando da utilização deste tipo de indução de envelhecimento, as propriedades mecânicas das resinas compostas são influenciadas negativamente e apresentam valores decrescentes em função do tempo (Weir et al., 2012). Há relatos que o envelhecimento por água pode degradar os componentes de carga das resinas compostas (Xu, 2003), ou ainda influenciar na plasticização do material (Ferracane et al., 1998), levando à degradação do mesmo. Assim sendo, estudos sobre longevidade são

necessários, pois de acordo com Hannig et al. (2007), a presença de degradação superficial e microfraturas logo após o tratamento clareador pode influenciar negativamente as propriedades das resinas compostas a longo prazo.

Uma forma de se avaliar os efeitos de agentes clareadores sobre as propriedades de resinas compostas em longo prazo seria submeter esses materiais aos diferentes protocolos de clareamento e em seguida ao processo de envelhecimento. Nos estudos de Rattacaso et al., 2011; Drubi-Filho et al., 2012 e Mendes et al., 2012, foi demonstrado que, após a simulação do envelhecimento, a cor e a rugosidade das resinas compostas testadas foram significativamente alteradas, dependendo da classificação em que a resina pertence. No entanto, a literatura ainda não relata os efeitos dos agentes clareadores associado ao envelhecimento artificial acelerado em outras propriedades dos materiais, como brilho e dureza superficial. Além disso, não há uma distinção sobre os efeitos de cada tipo de envelhecimento artificial nas resinas compostas. Dessa forma, outros estudos devem ser realizados.

Diante do exposto, o presente estudo pretendeu determinar *in vitro* o grau de degradação de diferentes tipos de resina composta após tratamento clareador com peróxido de hidrogênio 38 % ou tratamento clareador com peróxido de carbamida 15 % (simulando terapias de clareamento de consultório e caseira, respectivamente), seguido de dois tipos de envelhecimento induzido (por luz ou imersão em água), frente aos parâmetros cor, brilho, rugosidade e dureza superficial.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para melhor entendimento a revisão de literatura foi dividida nos seguintes tópicos: **cor**, **brilho superficial**, **dureza superficial** e **rugosidade superficial** das resinas compostas associadas ao processo de clareamento.

2.1 Cor

O fenômeno físico cor se refere ao comportamento de um corpo frente a incidência da luz, logo, sem a luz não existem cores, sendo ela a fonte de todas as cores (Isaac Newton apud Hegenbarth, 1992). Pode-se dividir a cor em: matiz, croma e valor. Matiz é a ideia genérica da cor. Croma é a saturação do matiz, sendo a quantidade de pigmentos que geram o matiz. O valor, representa a quantidade de preto e branco em um determinado material (Hirata et al., 2001; Torres et al., 2012). A cor adequada de uma resina é alcançada através da incorporação de diversos pigmentos, usualmente consistindo em quantidades pequenas de partículas de óxidos metálicos (Anusavice et al., 2013). As mudanças de cor podem ser classificadas de acordo com o Sistema CIE (*Commision*

Internationale de l'Eclairage) $L^* a^* b^*$, que promove uma análise quantitativa representando os resultados das mensurações de cor através dos aparelhos indicados para esta finalidade (Xu et al., 2012), proporcionando um espaço tridimensional de cor definido pelas coordenadas L^* : 0-100 que representa as mudanças da cor na escala do preto e branco, a^* : que representa a cor e a saturação no eixo vermelho-verde, e b^* : saturação no eixo azul-amarelo; assim, “L” é o fator luminosidade, enquanto “a” e “b” são as coordenadas cromáticas, que permitem a definição numérica da cor e a diferenciação existente entre duas cores (Yui, 2006).

Li et al. (2009) analisaram *in situ* o efeito do clareamento caseiro (peróxido de carbamida 15 %) na cor e nas propriedades superficiais de quatro materiais restauradores (resina nanoparticulada, resina microhíbrida, compósito de poliácido modificado e cimento de ionômero de vidro convencional). Selecionaram-se 36 pacientes saudáveis para utilizarem dispositivos com os materiais a serem testados. Foram confeccionados espécimes dos materiais, mantidos por 24 horas em água destilada para a finalização da polimerização. Todos os espécimes sofreram polimento e armazenamento em água destilada por 7 dias. Dois espécimes de cada material foram analisados em tempo inicial (*baseline*) por microscopia eletrônica de varredura (MEV), *Attenuated Total Reflectance – Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (ATR-FTIR) e espectrofotômetro. Os pacientes foram instruídos a realizarem o procedimento de clareamento por 8 horas durante 4 semanas. Após o fim dos procedimentos de clareamento, os

pacientes continuaram utilizando o dispositivo por mais 2 semanas, encerrando o ciclo, antes de retornarem para a análise dos espécimes. Todos os espécimes passaram por análise de cor em *baseline*, 1, 2, 3 e 4 semanas e ao fim do ciclo (6 semanas). As análises de MEV e ATR-FTIR foram realizadas em *baseline* e após o ciclo de clareamento. Os dados de análise da cor revelaram que houve diferenças significantes entre *baseline* e o fim do ciclo de clareamento em todos os grupos testados. A resina microhíbrida e o cimento de ionômero de vidro apresentaram maiores mudanças entre a segunda semana e após o ciclo de clareamento, sendo assim material-dependente. As análises superficiais mostraram que não houve diferença significativa entre as resinas compostas nos períodos *baseline* e após o ciclo clareador. Já o compósito de poliácido modificado e o cimento de ionômero de vidro convencional sofreram uma leve dissolução da matriz nos grupos controle e pós-clareamento.

Pruthi et al. (2010) avaliaram o efeito do clareamento (peróxido de carbamida 15 %) na mudança de cor e na topografia superficial de resinas compostas (nanoparticulada, microhíbrida, ormocer). Os espécimes sofreram manchamento em solução de chá, solução turmerica, e solução de refrigerante à base de cola, em imersões de três horas por 40 dias. Após o manchamento, os espécimes sofreram o tratamento clareador por 8 horas ao dia durante 14 dias consecutivos. As análises de cor seguiram em: inicial (*baseline*), após manchamento e após clareamento. Os autores relataram que todos os grupos apresentaram descoloração após o tratamento clareador, retornando aos valores de *baseline*, sendo mais

significante para a resina nanoparticulada e microhíbrida. A análise de microscopia eletrônica de varredura mostrou que houve um aumento na rugosidade superficial das resinas após o clareamento, sendo maior na resina microhíbrida e menor na resina nanoparticulada.

AlQahtani e Binsufayyan (2011) analisaram *in vitro* as mudanças de cor das resinas compostas (microhíbrida, nanoparticulada, resina composta de baixa contração, híbrida, compósito modificado por poliácido) após tratamento clareador (peróxido de carbamida 10 %). Realizado polimento da superfície e análise de cor por meio de um espectrofotômetro em tempo inicial (*baseline*) e após o clareamento. Os espécimes sofreram tratamento clareador durante 8 horas ao dia, durante 14 dias consecutivos. Após o fim do ciclo clareador, os espécimes tiveram suas cores mensuradas após imersão em água destilada por 24 horas. A análise dos dados revelou mudança de cor após clareamento em todos os grupos testados. A média de mudança de cor para o compômero foi maior em comparação aos outros materiais testados ($\Delta E=1,936$), seguido da resina nanoparticulada, híbrida e de baixa contração ($\Delta E=0,882$; $\Delta E=0,733$; $\Delta E=0,722$, respectivamente). A resina microparticulada apresentou a menor modificação de cor ($\Delta E=0,523$).

Rattacaso et al. (2011) avaliaram a ação do agente clareador (peróxido de carbamida 16 %) na estabilidade de cor, rugosidade superficial e dureza das resinas compostas (microhíbrida, nanoparticulada, microparticulada) submetidas ao envelhecimento artificial acelerado. Após os espécimes serem confeccionados, foi realizado polimento na superfície e os testes iniciais de cor,

rugosidade e microdureza. Após as análises iniciais, os espécimes foram submetidos ao envelhecimento artificial acelerado, sob luz ultravioleta e condensação, sendo 4 horas diárias de exposição à luz a 50 °C e 4 horas em condensação a 50 °C, por 384 horas. Após o envelhecimento, novas mensurações foram realizadas, previamente ao protocolo clareador, que se sucedeu por 4 semanas, em aplicações diárias de 8 horas. Durante o tratamento clareador, os espécimes foram mantidos em saliva artificial. Após o termino do clareamento, os espécimes foram novamente avaliados, imediatamente após o ciclo e após 15 dias. Quanto a cor, após o envelhecimento artificial acelerado, as resinas microhíbrida e microparticulada apresentaram mudanças clinicamente inaceitáveis ($\Delta E=5,83$ e $\Delta E=4,48$ respectivamente), enquanto a resina nanoparticulada apresentou mudanças no limite do aceitável ($\Delta E=2,04$). Após o clareamento, apenas a resina microhíbrida apresentou redução na mudança de cor ($\Delta E=3,91$), enquanto os outros materiais não apresentaram aumento ($\Delta E=5,17$ para as resinas microparticulada e nanoparticulada). As avaliações após 15 dias não apresentaram mudanças significantes ($\Delta E=3,79$ para a resina microhíbrida, $\Delta E=3,54$ para a resina nanoparticulada e $\Delta E=5,18$ para a resina microparticulada). Quanto à rugosidade superficial, não houve mudanças significantes após o envelhecimento. As resinas nanoparticulada e microparticulada apresentaram aumento na rugosidade superficial após o procedimento clareador.

Mendes et al. (2012) avaliaram as mudanças na rugosidade superficial e estabilidade de cor de duas resinas compostas

(nanohíbrida e nanoparticulada) após a aplicação de dois géis clareadores (peróxido de hidrogênio 10 % e 35 %). Após a confecção, os espécimes permaneceram em saliva artificial por 24 horas previamente ao polimento para a finalização da polimerização. Os espécimes foram colocados em um aparelho para a realização de envelhecimento artificial acelerado através de luz ultravioleta, por um período de 24 horas, e em seguida manchados em solução de café por 7 dias. Foram realizados os procedimentos de clareamento, sendo o peróxido de hidrogênio 35 % em duas sessões de 30 minutos, com intervalo de 7 dias entre cada sessão; e o peróxido de hidrogênio 10 % por 15 minutos ao dia, durante 15 dias consecutivos. Após os procedimentos de clareamento, os espécimes foram polidos novamente. As análises de rugosidade superficial e cor foram realizadas em tempo inicial (*baseline*), após envelhecimento, após manchamento, após clareamento e após o re-polimento da superfície. Para a rugosidade superficial, não houve diferenças estatisticamente significantes após os procedimentos de clareamento. Para a cor, a resina nanohíbrida associada ao peróxido de hidrogênio 35 % apresentou diferenças significantes nos grupos após manchamento e após clareamento ao serem comparadas aos outros grupos avaliados. A resina nanoparticulada apresentou modificações apenas no grupo após clareamento, com associação ao peróxido de hidrogênio 35 %, aumentando a luminosidade, com tendência para o azul-verde da análise CIE L* a* b*.

Mohammadi et al. (2012) avaliaram o efeito do peróxido de carbamida 15 % na estabilidade de cor de uma resina

microparticulada e um compósito fluido. Os espécimes confeccionados foram armazenados em água destilada por 24 horas para a finalização da polimerização. Foi realizado polimento da superfície previamente às análises iniciais de cor. Após a análise inicial, os espécimes foram submetidos ao tratamento clareador 8 horas ao dia, durante 14 dias. Após o fim do ciclo clareador, os espécimes foram novamente submetidos a análise de cor. Além da análise pelo espectrofotômetro, realizou-se microscopia de força atômica em três espécimes adicionais aos grupos testados. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Quanto aos valores de L^* e b^* , detectou-se mudanças significantes no pós-clareamento da resina microparticulada. Quanto a rugosidade superficial analisada pela microscopia de força atômica, houve um aumento significativo ao se comparar o antes e após clareamento em ambos os materiais testados.

Torres et al. (2012) avaliaram o efeito de duas concentrações de peróxido de hidrogênio (20 % e 35 %) sobre a cor, opacidade e fluorescência de sete diferentes resinas compostas (ormocer microhíbrida, microhíbrida-1, microhíbrida com partículas submícrons esféricas, microhíbrida-2, microhíbrida-3, nanoparticulada, nanohíbrida). Os espécimes confeccionados foram armazenados em água destilada por 24 horas para a finalização da polimerização e, na sequência, a realização do polimento. Realizou-se as leituras na fase inicial (*baseline*) e em seguida os procedimentos de clareamento, em 4 sessões de 30 minutos cada. As leituras finais foram realizadas 24 horas após o tratamento clareador. Foram

detectadas mudanças de cor para as diferentes terapias de clareamento, sendo o peróxido de hidrogênio 35 % o responsável pelas maiores alterações de cor das resinas compostas, não havendo diferenças significantes entre o peróxido de hidrogênio 20 % e o grupo controle. Sendo assim, não apenas o tipo do material, mas também a sua concentração são fatores que influenciam diretamente na degradação dos materiais restauradores. A opacidade não foi influenciada pelo tipo de resina composta ou material clareador, porém a interação de ambos foi significativa. As mudanças encontradas na fluorescência foram influenciadas pelo tipo de resina composta e o tipo de clareamento.

Drubi-Filho et al. (2012) avaliaram a estabilidade de cor de resinas compostas (microhíbrida, compósito com base de silorano, nanohíbrida) frente a diferentes tempos de envelhecimento artificial acelerado. Após a confecção e polimento, os espécimes foram armazenados em água destilada até o momento da leitura inicial de cor através de um espectrofotômetro. Após a leitura de cor, os espécimes foram submetidos ao equipamento de simulação de envelhecimento, programada para 4 horas de exposição à luz ultravioleta e 4 horas de condensação, em temperatura regulada para 50 °C. Cada ciclo tinha tempo máximo de 8 horas, visando avaliar a mudança de cor nos diferentes tempos. Com o fim de cada ciclo, novas leituras de cor foram realizadas. Nas primeiras 8 horas de envelhecimento, a resina microhíbrida apresentou mudança de cor acima do aceitável clinicamente ($\Delta E=3,33$). Para a resina à base de silorano, foram necessários dois ciclos de 8 horas para promover uma

mudança de cor inaceitável ($\Delta E=3,60$). Já a resina nanohíbrida necessitou de quatro ciclos de 8 horas para a alteração de cor tornar-se clinicamente inaceitável ($\Delta E=3,43$). Após o envelhecimento artificial acelerado, houve redução de luminosidade em todas as resinas testadas. A resina microhíbrida apresentou tendência para o verde após os ciclos de envelhecimento ($\Delta a=-0,55$); resina à base de silorano apresentou tendência para o vermelho ($\Delta a=1,35$) e a resina nanohíbrida foi a única que apresentou estabilidade. Também registrou-se tendência para o amarelo nas resinas microhíbrida e à base de silorano ($\Delta b=3,25$ e $\Delta b=3,01$ respectivamente).

Gurbuz et al. (2013) avaliaram o efeito do peróxido de hidrogênio 6,5 % sobre a rugosidade superficial e cor de duas resinas (ormocer e nanoparticulada). Os espécimes confeccionados foram armazenados em água destilada por 24 horas, para a finalização da polimerização. Não foi relatado o polimento da superfície dos espécimes. Em sequência, foram realizadas as análises de rugosidade superficial e cor. O tratamento clareador foi realizado por 30 minutos, duas vezes ao dia, durante 21 dias. Após a finalização do ciclo de clareamento, foram realizadas novas tomadas de rugosidade superficial e cor. Os autores relatam que houve aumento dos valores de a^* em todos os grupos testados, porém sem significância após o clareamento. O grupo da resina nanoparticulada apresentou aumento de valor para o b^* após o clareamento ($\Delta b=6,7$), enquanto os valores de b^* para a resina ormocer diminuíram neste mesmo período ($\Delta b=3,5$). Não houve diferenças no ΔE para ambas as resinas testadas ($\Delta E=11,9$ para a resina nanoparticulada e $\Delta E=16,1$ para a resina

ormocer). A rugosidade superficial não apresentou mudanças após o clareamento em todos os grupos avaliados.

Kurtulmus-Yilmaz et al. (2013) avaliaram o efeito do clareamento caseiro (peróxido de carbamida 10 % e peróxido de hidrogênio 10 %) na cor e translucidez de cinco diferentes resinas compostas (nanohíbrida-1, nanohíbrida-2, nanohíbrida-3, microhíbrida, nanohíbrida com base de ormocer). Após a confecção dos espécimes, foi realizado o polimento superficial e posteriormente o armazenamento em água destilada por 24 horas. As análises de cor foram realizadas por meio de um espectrofotômetro de uso clínico, e a translucidez foi medida pelo mesmo espectrofotômetro, porém com duas cores de fundo: branco e preto. Os parâmetros foram avaliados em inicial (*baseline*) e após o clareamento. Os espécimes alocados para o grupo peróxido de hidrogênio sofreram clareamento por 1 hora ao dia durante 14 dias consecutivos, enquanto os espécimes do grupo peróxido de carbamida sofreram clareamento por 8 horas ao dia durante 14 dias consecutivos. Todos os espécimes apresentaram mudanças de cor clinicamente inaceitáveis ($\Delta E > 3,3$), não havendo diferenças estatisticamente significantes entre as resinas testadas, com exceção à nanohíbrida com base de ormocer que apresentou maiores valores para mudança de cor, independente do agente clareador utilizado. Quanto ao parâmetro translucidez, não foram encontradas diferenças significantes, com exceção da resina nanohíbrida com base de ormocer, que apresentou em *baseline* e pós-clareamento maior opacidade em relação as outras resinas testadas. Não houve diferença entre os grupos clareamento e controle.

2.2 Brilho superficial

Brilho é um fenômeno óptico que descreve a aparência e a capacidade de uma superfície refletir a luz direta. Este fenômeno óptico é subjetivo, sendo assim influenciado pela superfície do material, tipo de iluminação e o observador (Yalcin, Gürkan, 2005). Também é usado como um critério para avaliação da qualidade do material, especialmente quando a aparência estética é importante (Keyf, Etikan, 2004; Yalcin, Gürkan, 2005). Obtido através do polimento, influencia diretamente a aparência e naturalidade junto à estrutura dental. Também é dependente das características intrínsecas do material, como tamanho das partículas de carga e volume (Sensi et al., 2013). É possível distinguir a olho nu qualquer diferença no brilho superficial de um material restaurador e a estrutura dentária em que este material se encontra (Rodrigues-Junior et al., 2015). Assim, esta propriedade é altamente relacionada aos requisitos estéticos de uma restauração.

Yalcin e Gürkan (2005) avaliaram o efeito de dois protocolos de clareamento (peróxido de carbamida 10 % e peróxido de hidrogênio 6,5 %) no brilho de três tipos de resinas compostas (*flow*, microhíbrida e ormocer). Após a confecção dos espécimes, estocou-se por 24 horas em água destilada para completar a polimerização. As medidas de brilho foram realizadas em tempo inicial (*baseline*) e após tratamento clareador, com angulação de 20° e 60°. O peróxido de carbamida 10 % foi aplicado 2 horas ao dia, por

14 dias, e o peróxido de hidrogênio 6,5 % foi aplicado por 30 minutos, duas vezes ao dia, por 14 dias. Para a resina microhíbrida e *flow*, ambos os procedimentos clareadores diminuíram o brilho nas duas angulações avaliadas, sendo que a menor taxa foi registrada para o peróxido de hidrogênio 6,5 %. Quanto a resina ormocer, ambos os agentes clareadores também diminuíram o brilho, porém sem diferença estatisticamente significativa entre os protocolos.

Anagnostou et al. (2010) avaliaram as mudanças na cor e no brilho de resinas compostas (híbrida, nanohíbrida) expostas a diferentes agentes clareadores (peróxido de hidrogênio 6,5 %, peróxido de hidrogênio 14 % e peróxido de carbamida 10 %). Os espécimes confeccionados foram armazenados em água destilada por 24 horas e em seguida sofreram polimento da superfície. Dividiu-se em três grupos, um para cada tipo de clareamento a ser testado, e executaram-se os procedimentos clareadores seguindo o protocolo de cada fabricante: peróxido de hidrogênio 6,5 % e peróxido de hidrogênio 14 % por 30 minutos, duas vezes ao dia, por 14 dias; peróxido de hidrogênio 10 %, 3 horas ao dia, por 14 dias. As medidas de cor foram realizadas antes dos procedimentos e em cada semana de aplicação dos clareadores através de um colorímetro. As medidas de brilho seguiram da mesma maneira, por meio de um medidor de brilho em angulação de 60°. Três espécimes de cada grupo de resina testado foram selecionados para análise de microscopia eletrônica de varredura. A resina nanohíbrida apresentou maiores valores para brilho, em comparação à resina híbrida, nas análises antes e após o clareamento. Redução no brilho foi notada nas análises pós-

clareamento (1 e 2 semanas) em todas as resinas testadas, independente do material clareador utilizado. Na segunda semana pós-clareamento, a resina híbrida apresentou maior mudança de brilho, independente do clareador utilizado. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as duas semanas de tratamento clareador e as duas resinas compostas para o fator luminosidade (L^*). Já no fator a^* , houve diferença significativa para todos os grupos, com exceção da resina nanohíbrida associada ao peróxido de carbamida 10 %. Para valores de b^* , a resina nanohíbrida apresentou diferenças, enquanto a resina híbrida não apresentou nenhuma modificação, independentemente do tempo e do tratamento clareador associado. A resina nanohíbrida apresentou melhores resultados para cor, ao ser comparada a resina híbrida. Nas imagens da microscopia eletrônica de varredura, o peróxido de carbamida 14 % apresentou regiões de protrusão e deslocamento de partículas, sendo esta característica menos proeminente com o uso do peróxido de hidrogênio 6,5 %. O peróxido de carbamida 10 % não alterou a estrutura do material.

2.3 Dureza superficial

Dureza pode ser definida como a resistência de um material à deformação plástica, que é tipicamente induzida por uma força de indentação (Anusavice et al., 2013). A propriedade de dureza é considerada um indicativo indireto da resistência do material ao

desgaste na cavidade bucal (Reis, Loguercio, 2009). Estudos mostram que resinas compostas submetidas ao clareamento dental podem sofrer alterações nesta propriedade (Azevedo et al., 2011).

Okte et al. (2006) avaliaram a dureza superficial de duas resinas compostas (nanoparticulada e nanohíbrida) após procedimentos de clareamento (peróxido carbonato de sódio sem concentração revelada, peróxido de carbamida sem concentração revelada e peróxido de carbamida 45 %) e manchamento (café e vinho tinto). Após a confecção dos espécimes, foram estocados por 24 horas em água destilada para o término da polimerização e após este período, realizou-se acabamento e polimento. Os espécimes foram divididos em três grupos (água, café e vinho) e foram submersos nas respectivas soluções, 3 horas ao dia durante 40 dias. Após o manchamento, os procedimentos de clareamento foram realizados de acordo com as instruções dos fabricantes, por 8 horas ao dia em um período de 14 dias. A avaliação da dureza foi realizada pelo teste de Vickers, com três indentações, carga de 50 gramas por 20 segundos em três períodos do estudo: inicial (*baseline*), fim do ciclo de manchamento e fim do ciclo de clareamento. A dureza superficial da resina nanohíbrida foi significativamente maior que a resina nanoparticulada no período do *baseline*. Todos os espécimes que sofreram manchamento apresentaram dureza menor, independentemente da resina composta, ao serem comparados com os valores de *baseline*. O grupo imerso em água apresentou valores maiores ao ser comparado com o período *baseline*, sendo significativamente maior para a resina nanoparticulada. Após o

clareamento, houve uma significativa redução da dureza superficial em todos os grupos testados, independente do material clareador utilizado.

Costa et al. (2009) avaliaram o efeito de quatro diferentes protocolos clareadores (peróxido de hidrogênio 7 %, peróxido de hidrogênio 35 %, peróxido de carbamida 10 % e peróxido de carbamida 35 %), frente a um grupo controle em saliva artificial, sobre a cor e a dureza superficial de uma resina composta nanoparticulada. Após a confecção dos espécimes, armazenamento de 24 horas em água e polimento, foram realizadas medidas de cor e dureza superficial no período inicial (*baseline*). Os procedimentos de clareamento foram realizados de acordo com o fabricante, nos seguintes tempos: controle por 3 semanas em água destilada, peróxido de hidrogênio 7% - 4 horas ao dia por 2 semanas, peróxido de hidrogênio 35 % - 3 sessões de 30 minutos em intervalos de 1 semana, peróxido de carbamida 10 % - 4 horas ao dia por 2 semanas, peróxido de carbamida 35 % - 3 sessões de 30 minutos em intervalos de 1 semana. Após os procedimentos clareadores, os espécimes foram submetidos aos testes de dureza superficial e cor. Para os resultados de cor, não houve diferença significativa entre os grupos sendo assim, todos os quatro protocolos clareadores não produziram efeitos significantes. Quanto a dureza superficial, houve diferença estatisticamente significativa sendo que os protocolos clareadores diminuíram a dureza superficial da resina. O grupo controle também apresentou redução da dureza superficial.

Sharafeddin e Jamalipour (2010) avaliaram o efeito do peróxido de carbamida 35 % na rugosidade e dureza superficial das

resinas compostas (microparticulada e híbrida). Os espécimes foram polidos e armazenados em água destilada, onde o grupo controle permaneceu em água por três semanas. Os grupos-teste sofreram clareamento por 30 minutos/semana, durante três semanas. As análises de rugosidade e dureza superficial foram realizadas apenas uma vez no grupo controle e no grupo teste, sendo este após o clareamento. Quanto a rugosidade superficial, o clareamento não provocou mudanças em comparação ao grupo controle. Para a dureza superficial, o tratamento clareador provocou um aumento significativo na resina híbrida. Não houve mudanças estatisticamente significantes na dureza superficial da resina microparticulada teste e grupo controle.

Malkondu et al. (2011) avaliaram o efeito do gel clareador (peróxido de hidrogênio 10 %, peróxido de carbamida 20 %) na dureza de materiais restauradores estéticos (nanoparticulada, nanohíbrida, cerâmica reforçada por leucita, cerâmica com fluorapatita, porcelana feldspática). Após confeccionados, os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas para o término da polimerização. Foram divididos em dois grupos, um para cada tipo de material clareador, sendo o peróxido de hidrogênio 10 % aplicado por 1 hora ao dia durante 10 dias, enquanto o peróxido de carbamida 20 % foi aplicado 6 horas ao dia durante 7 dias. Ao fim do ciclo clareador, os espécimes foram mantidos em água destilada. Os testes de microdureza foram realizados por um indentador Vickers, em tempo inicial (*baseline*) e após clareamento, com cargas e tempos distintos para cada tipo de material: porcelana – 1000 gramas por 15

segundos; resinas compostas – 200 gramas por 30 segundos. A superfície dos espécimes foi analisada por meio de microscopia eletrônica de varredura. A única resina que apresentou diferença estatisticamente significativa em comparação ao *baseline* foi a nanohíbrida, decaído após a aplicação do peróxido de hidrogênio 10 %. O peróxido de carbamida 20 % influenciou significativamente na dureza de todos os materiais, com um aumento para a resina nanoparticulada e uma diminuição para a resina nanohíbrida.

Kamangar et al. (2014) avaliaram o efeito do peróxido de carbamida 15 % e peróxido de hidrogênio 40 % na dureza e cor de resinas compostas (compósito à base de silorano, nanoparticulada e microhíbrida). Após a confecção, os espécimes foram polidos e posteriormente armazenados em água destilada por 24 horas para a finalização da polimerização. O gel de peróxido de carbamida 15 % foi aplicado diariamente por 4 horas durante 2 semanas. O peróxido de hidrogênio 40 % foi aplicado uma única vez por 20 minutos. Após os tratamentos, os espécimes foram mantidos em água destilada. O teste de microdureza foi realizado em tempo inicial (*baseline*) e após clareamento, com um indentador Vickers, três indentações de 100 gramas por 20 segundos. As avaliações de cor foram realizadas por um espectrofotômetro em *baseline* e após 2 semanas em imersão em água destilada. A microdureza da resina à base de silorano foi significativamente menor ao ser comparada às outras resinas testadas. Os tratamentos clareadores diminuíram significativamente a dureza superficial das resinas nanoparticulada e microhíbrida. Quanto a cor, os tratamentos clareadores não produziram efeitos significantes nas

resinas avaliadas. Quanto a variação de a^* , após os tratamentos clareadores houve diminuição para a resina à base de silorano. Na variação de b^* , os tratamentos clareadores influenciaram significativamente com um pequeno aumento para as resinas nanoparticulada e microhíbrida após tratamento clareador com peróxido de hidrogênio, e pequena diminuição após tratamento com o peróxido de carbamida.

2.4 Rugosidade superficial

A rugosidade superficial pode ser determinada tanto pelas características das resinas compostas, quanto pelo tipo de matriz resinosa. Atualmente há uma preocupação em demasia com a lisura de superfície dos materiais restauradores, devido à capacidade maior de retenção de biofilme quando não se atinge um grau satisfatório desta propriedade, podendo desencadear processos de pigmentação superficial e marginal, comprometimento das restaurações por cárie secundária e agressão aos tecidos gengivais e periodontais (Pontes et al., 2009; Rodrigues-Junior et al., 2015).

Turker e Biskin (2003) analisaram *in vitro* o comportamento de três materiais restauradores diferentes (cimento de ionômero de vidro, resina composta microparticulada e porcelana feldspática) frente a três agentes clareadores à base de peróxido de carbamida (peróxido de carbamida 10 % + carbopol, peróxido de

carbamida 10 % e peróxido de carbamida 16 %) durante 30 dias, com aplicações de 8 horas ao dia. Realizaram-se testes de rugosidade superficial, microscopia eletrônica por escaneamento e raio-X de energia dispersiva. As análises foram realizadas nos intervalos de tempo: inicial (*baseline*), após 24 horas, 48 horas, 1, 2, 3 e 4 semanas. O cimento de ionômero de vidro foi o único material que apresentou diferença estatisticamente significativa para rugosidade superficial. O grupo peróxido de carbamida 10 % sem carbopol foi o que apresentou maiores valores de rugosidade. Em todos os grupos de materiais e tipos de clareamento, os valores de rugosidade apresentaram aumento nas duas primeiras semanas. Não houve correlação entre o tempo e os agentes clareadores. A porosidade superficial e o surgimento de microfraturas pode ser observado na resina composta microparticulada quando submetida aos tratamentos clareadores à base de peróxido de carbamida 10 % com e sem carbopol.

Silva et al. (2006) avaliaram *in situ* o efeito dos géis de clareamento na rugosidade superficial dos materiais restauradores (amálgama, ionômero de vidro, resina microhíbrida para dentes posteriores, resina microhíbrida para dentes anteriores e porcelana). Foram selecionados 12 pacientes saudáveis que se submeteram a uma moldagem para utilizarem os dispositivos que continham partes de dentes bovinos com restaurações dos materiais a serem testados. A rugosidade superficial foi mensurada no tempo inicial (*baseline*) através de microscopia de força atômica. Os pacientes foram instruídos para realizar os procedimentos de clareamento duas vezes

ao dia, durante 14 dias, com um intervalo de 7 dias para a mudança do tratamento. Não houve diferença entre os dados registrados no *baseline* e na rugosidade final, sendo o cimento de ionômero de vidro e a resina composta microhíbrida para dentes posteriores os materiais que apresentaram maior aumento da rugosidade superficial, independentemente do tipo de material restaurador e protocolo clareador.

Wang et al. (2011) avaliaram o efeito de géis clareadores (peróxido de hidrogênio 35 % - 1, peróxido de hidrogênio 35 % - 2 e peróxido de carbamida 16 %) na rugosidade superficial de resinas compostas nanoparticuladas, microhíbridas e nanohíbridas. Foram confeccionados seis espécimes de cada resina, e para o grupo controle foram utilizados dentes bovinos. Todos os espécimes foram polidos e não foi relatado armazenamento em água destilada para a finalização da polimerização. Os grupos que sofreram o ciclo de clareamento com peróxido de hidrogênio 35 % foram expostos ao produto por 10 minutos, sendo que a fotopolimerização foi utilizada por 30 segundos após 5 minutos de tratamento. Foram realizados os procedimentos por 4 semanas e os espécimes mantidos em água destilada. O tratamento clareador com peróxido de carbamida 16 % seguiu-se diariamente por 4 semanas. A aplicação era realizada e o gel mantido por 4 horas. As superfícies foram analisadas após cada procedimento clareador e a cada semana pós-clareamento. O peróxido de hidrogênio 1 aumentou a rugosidade superficial em duas resinas nanoparticuladas. O peróxido de hidrogênio 2 não promoveu mudanças significantes na rugosidade superficial das resinas, com

exceção da resina microhíbrida que foi significativamente afetada. O peróxido de carbamida apresentou aumento na rugosidade da resina nanoparticulada na primeira e segunda semana, e a resina nanohíbrida apresentou aumento significativo da rugosidade a partir da segunda semana.

Zavanelli et al. (2011) avaliaram a rugosidade superficial de quatro materiais restauradores (resina microhíbrida, porcelana, cimento de ionômero de vidro e amálgama) frente a duas concentrações de peróxido de carbamida (10 % e 15 %). As amostras foram imersas nos géis de peróxido de carbamida diariamente por 6 horas, durante 21 dias. Nos períodos sem tratamento, as amostras foram armazenadas em saliva artificial. As análises de rugosidade superficial foram realizadas em tempo inicial (*baseline*) e após os 21 dias de tratamento. Não houve diferença estatisticamente significativa em rugosidade superficial para a resina microhíbrida em nenhum dos tempos avaliados.

Markovic et al. (2014) avaliaram os efeitos dos agentes clareadores (peróxido de carbamida 16 % e 22 %; peróxido de hidrogênio 38 %) na rugosidade superficial de materiais restauradores (resina nanohíbrida, resina submicrohíbrida e cimento de ionômero de vidro). Após a confecção dos espécimes, realizou-se polimento e posterior armazenamento em água. A rugosidade superficial foi mensurada por um instrumento óptico em tempo inicial (*baseline*) e após tratamento clareador. Para os grupos com tratamento de peróxido de carbamida, foram realizados oito ciclos de aplicação com 8 horas de duração em intervalos de 16 horas. O

peróxido de hidrogênio foi aplicado 5 vezes por 45 minutos cada, em intervalos de 12 horas. Após os ciclos de clareamento, os espécimes foram novamente armazenados em água e suas superfícies reavaliadas. A rugosidade superficial aumentou em todos os grupos testados, não havendo diferenças entre os grupos controle. Foi observado o aumento na rugosidade superficial dos materiais quando utilizado um tratamento clareador em maior concentração.

3 PROPOSIÇÃO

Pretendeu-se determinar *in vitro* o grau de degradação de diferentes tipos de resina composta após tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 38 % ou tratamento clareador com peróxido de carbamida a 15 % (simulando terapias de clareamento de consultório e caseira, respectivamente), seguido de dois tipos de envelhecimento induzido (por luz ou imersão em água), frente aos parâmetros cor, brilho, rugosidade e dureza superficial.

As seguintes hipóteses foram testadas:

- a) H_{01} – O tipo de resina composta não influencia nos resultados dos parâmetros estudados;
- b) H_{02} – O tratamento clareador e o tipo de clareamento não influenciam nos resultados dos parâmetros estudados;
- c) H_{03} – O envelhecimento induzido associado ao tratamento clareador não influencia nos resultados dos parâmetros estudados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, foram testadas duas resinas compostas, uma nanoparticulada (Filtek Z350 XT - 3M/ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil) e outra microparticulada (Durafill VS - Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), ambas na cor A2. A escolha destes tipos de resina composta se baseia na diferença de composição e de comportamento entre as duas, na possibilidade de obtenção de resultados diferentes (Polydorou et al., 2007; Durner et al., 2011; Malkondu et al., 2011;), e ainda pela frequente utilização destes dois tipos de resinas para realização de restaurações estéticas.

Dois materiais clareadores foram empregados: peróxido de hidrogênio a 38 % (Opalescence 38 % - Ultradent, Indaiatuba, São Paulo, Brasil) e peróxido de carbamida a 15 % (Opalescence PF 15 % - Ultradent, Indaiatuba, São Paulo, Brasil), simulando o tratamento clareador de consultório e tratamento clareador caseiro, respectivamente. Os materiais utilizados no estudo e suas respectivas composições estão dispostos no quadro 1.

Quadro 1 - Materiais utilizados e suas composições

MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO	COMPOSIÇÃO
Durafill VS - Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha	Resina composta microparticulada	UDMA; TEGDMA; Bis-GMA; canforoquinona; partículas orgânicas e inorgânicas: sílica (0,02-0,07 µm) e carga orgânica (10-20 µm) – até 66% em volume
Filtek Z350 XT – 3M ESPE, Sumaré, São Paulo, Brasil	Resina composta nanoparticulada	Bis-GMA; Bis-EMA; UDMA; TEGDMA; PEGDMA. canforoquinona; carga de sílica (20 nm), carga de zircônia (4-11 nm) não agregados. Agregados de sílica e zircônia (0,6-20 µm). 63,3% em volume
Opalescence Boost 38 % - Ultradent, Indaiatuba, São Paulo, Brasil	Gel clareador para uso em consultório	Peróxido de hidrogênio 38 %; 1,1 % de fluoreto de sódio; 3 % de nitrato de potássio
Opalescence PF 15 % - Ultradent, Indaiatuba, São Paulo, Brasil	Gel clareador para uso caseiro	Peróxido de carbamida 15 % (pH 6,5 %), nitrato de potássio e íon de fluoreto 0,15 % peso a peso (1.100 ppm)

UDMA: Uretana Dimetacrilato; Bis-GMA: Bisfenol A Glicidil Dimetacrilato; Bis-EMA: Bisfenol A Metacrilato Etoxilado; TEGDMA: Trietilen Glicol Dimetacrilato; PEGDMA: Poli Etileno Glicol Dimetacrilato.

4.1 Distribuição dos espécimes nos grupos a serem testados

Foram confeccionados 180 espécimes de cada resina composta, totalizando 360 espécimes para todo o estudo. Os espécimes foram divididos em três grupos, um sem procedimento de clareamento, um com clareamento à base de peróxido de hidrogênio 38 % e outro com peróxido de carbamida 15 % (sem clareamento, clareamento de consultório e clareamento caseiro, respectivamente). Estes grupos foram subdivididos de acordo com o tipo de envelhecimento utilizado, por luz de xenônio ou por imersão em água por 1 ano. Cada subgrupo contou com 30 corpos de prova, sendo que um terço (n=10) foi avaliado quanto a dureza superficial, um terço (n=10) foi avaliado quanto a rugosidade e o outro terço (n=10) quanto as variações de cor e brilho. A distribuição dos corpos de prova pode ser visualizada na figura 1.

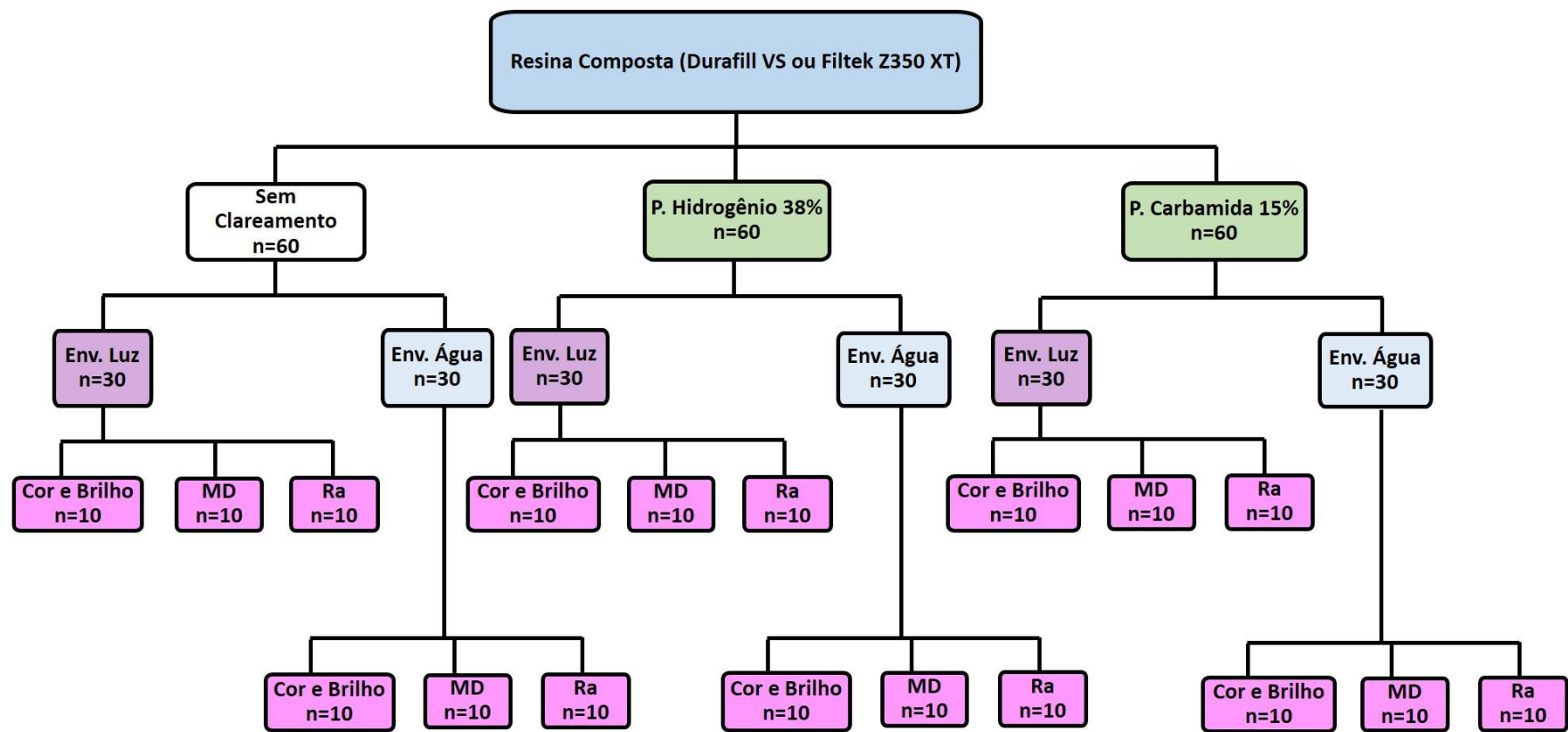


Figura 1 – Fluxograma de distribuição dos grupos de acordo com cada tipo de condição estudada. MD: Microdureza. Ra: Rugosidade Superficial.

Os espécimes tiveram os parâmetros (cor, brilho, dureza e rugosidade) verificados 48 horas após a confecção dos espécimes (*baseline*), 24 horas após o tratamento clareador (se pertencente ao grupo que recebeu o tratamento clareador), e imediatamente após o envelhecimento proposto, respeitando-se o grupo a que pertencem (Figura 2).

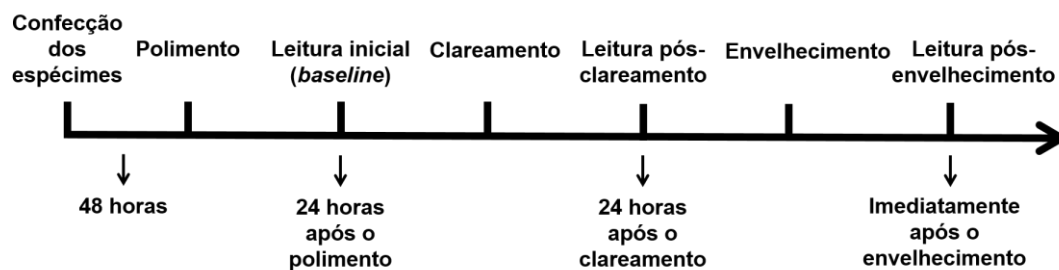


Figura 2 - Linha do tempo apresentando os passos realizados.

4.2 Preparação dos espécimes

Os espécimes cilíndricos, com dimensões de 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura foram utilizados nos testes de cor e brilho; os espécimes com 5 mm de diâmetro e 3 mm de espessura para os testes de microdureza; e os espécimes com 6 mm de diâmetro, 3 mm de espessura e indentação semilunar para os testes de rugosidade. Estes foram confeccionados em moldes de silicone e a resina

composta inserida com incrementos de 1,5 mm e cada incremento polimerizado com lâmpada LED a 550 mW/cm^2 (Radii-Cal - SDI, Victoria, Austrália) por 40 segundos. O último incremento foi adaptado, antes do processo de polimerização, com o auxílio de matriz de poliéster e placa de vidro. Os espécimes confeccionados para os testes de cor e brilho foram realizados em incremento único de 1mm. Todos os espécimes receberam polimento superficial com lixas de 1200, 2400 e 4000 de granulação (Fepa-P - Extec, Enfield, CT, EUA), por 30 segundos nas duas primeiras granulações e dois minutos na última. As lixas foram acopladas a uma politriz circular (DP-10 - Panambra, São Paulo, Brasil), sob refrigeração constante com água. Um dispositivo metálico foi utilizado para polimento das superfícies (Figura 3). Este dispositivo auxiliou na obtenção de superfície plana e paralela com a base do corpo de prova, fatores essenciais para os testes propostos.

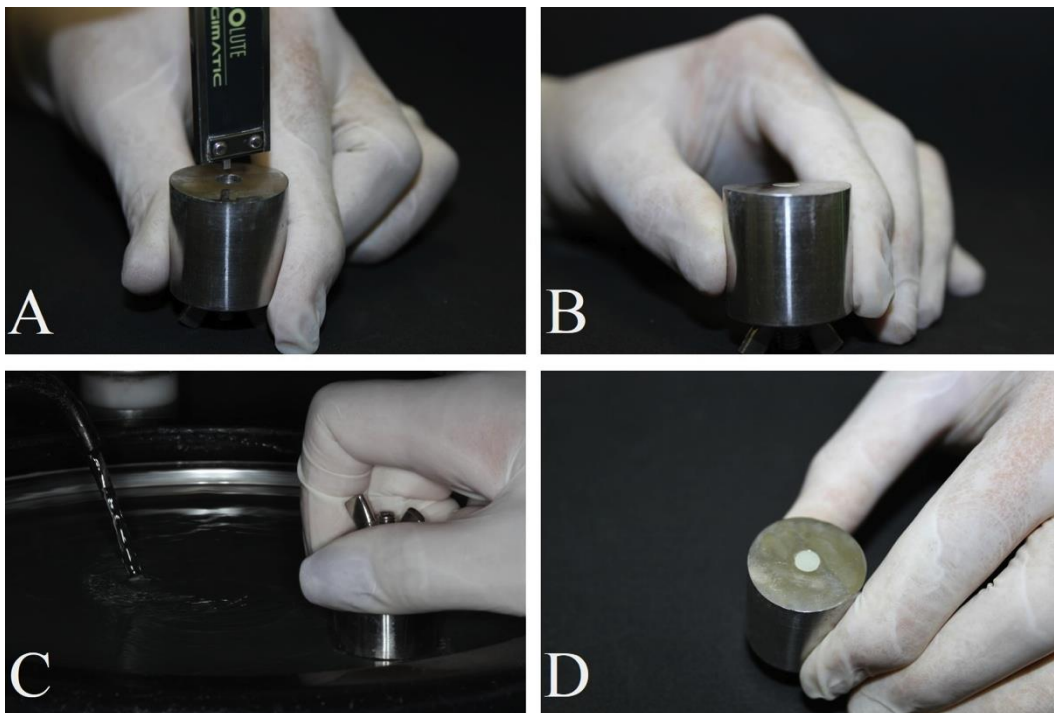


Figura 3 – Sequência para polimento dos espécimes. A: regulagem da espessura do espécime no dispositivo. B: espécime posicionado no dispositivo para polimento. C: aplainamento e polimento da superfície do espécime. D: espécime polido.

Após o polimento dos espécimes, estes foram submetidos à limpeza ultrassônica com água por 2 minutos, objetivando a remoção de qualquer pó incorporado à superfície da resina composta (AlQahtani, 2013).

4.3 Tratamento clareador

Os espécimes submetidos ao protocolo de clareamento de consultório receberam uma camada de aproximadamente 2 mm de

gel à base de peróxido de hidrogênio 38 % por quatro sessões de 15 minutos, totalizando 1 hora, simulando desta forma as condições clínicas de aplicação deste produto (Figura 4). Posteriormente, os espécimes foram armazenados em água destilada e o procedimento clareador repetido após 1 semana (Anagnostou et al., 2010; Durner et al., 2011; Wang et al., 2011).

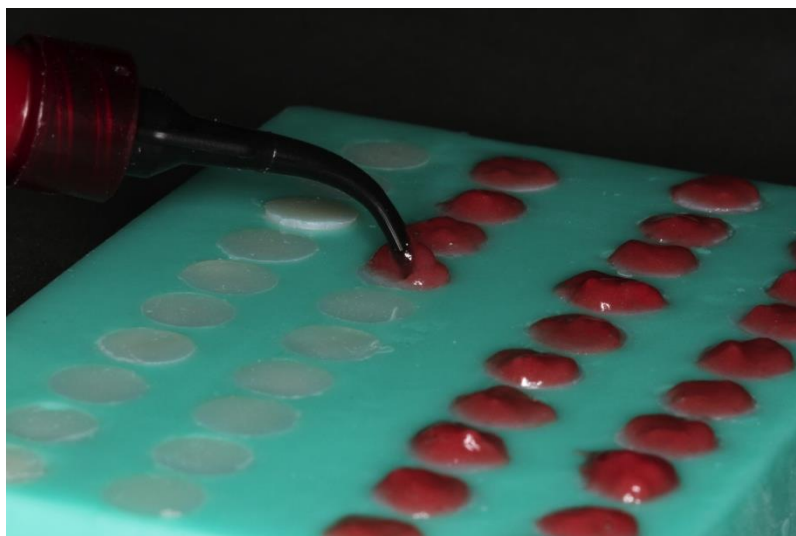


Figura 4 - Aplicação do peróxido de hidrogênio 38 %.

Os espécimes submetidos ao protocolo de clareamento caseiro receberam uma camada de aproximadamente 2 mm de gel clareador à base de peróxido de carbamida 15 % na superfície dos corpos de prova, com permanência de 8 horas (Anagnostou et al., 2010; AlQahtani, 2013) (Figura 5). Após o período de ação do gel clareador, os espécimes foram lavados e imersos em água destilada até

o próximo ciclo de clareamento. Este tratamento foi realizado diariamente por um período de 2 semanas.



Figura 5 – Aplicação do peróxido de carbamida 15 %.

4.4 Envelhecimento induzido

Para os grupos que receberam o envelhecimento em imersão em água, os espécimes foram imersos em recipientes individuais e devidamente identificados (Figura 6). Estes permaneceram imersos em água e em estufa a uma temperatura de

37°C por um ano (Weir et al., 2012), com trocas quinzenais de água (Figura 5).



Figura 6 - Armazenamento e organização dos grupos em *eppendorfs*.

Para os grupos que receberam o envelhecimento por luz, após a etapa de realização ou não do clareamento, os espécimes foram imersos em água deionizada submetidos ao equipamento de envelhecimento artificial Suntest CPS+ (Atlas, Alemanha) (Figura 7), seguindo as normas da *International Standard Organization* (ISO) 7491. Os parâmetros adotados foram: 100 ciclos compostos de duas horas com temperatura à $55 \pm 5^\circ\text{C}$, irradiação à 765 W/m^2 , e uma hora com temperatura à $37 \pm 5^\circ\text{C}$ sem irradiação, totalizando 300 horas

para simular exposição de 160 klux correspondente a intensa luz natural, equivalendo a um ano de uso clínico (Lee et al., 2006; Faltermeier et al., 2008; Gaintantzopoulou et al., 2009).

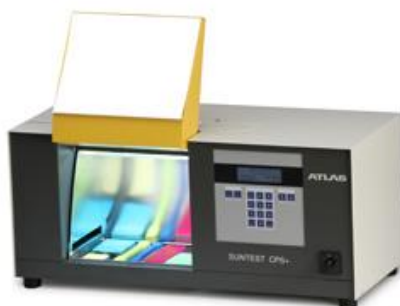


Figura 7 – Equipamento para envelhecimento com luz de xenônio e umidade.

4.5 Determinação da cor

A leitura da cor foi realizada utilizando-se um espectrofotômetro CM-2600D (Konica Minolta, Japão) (Figura 8) previamente calibrado para amostras de dimensões pequenas. A determinação da cor seguiu o modelo CIE (*Commision Internationale de l'Eclairage*) $L^* a^* b^*$ (Figura 9), em que o espaço cromático CIE $L^* a^* b^*$ é uma esfera perfeita, apresentando três eixos principais. O eixo L^* é uma medida da luminosidade de um objeto e é quantificado numa escala tal que o preto perfeito tem um valor de L^* igual a zero e

uma reflexão difusa perfeita um valor de 100. O eixo a^* é uma medida do avermelhamento (a^* positivo) ou esverdeamento (a^* negativo) de um objeto. O eixo b^* representa uma medida do amarelamento (b^* positivo) ou azulamento (b^* negativo) de um objeto. As coordenadas a^* e b^* se aproximam de zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas ou intensas (Joiner, 2004; Torres, 2013). As análises de cor foram realizadas através do software Spectra Magic NX (Konica Minolta, Japão), com o iluminante D65 utilizado como padrão. A alteração de cor (ΔE) foi determinada pela variação dos valores de L^* ($\Delta L^* = L^*_{\text{final}} - L^*_{\text{inicial}}$), a^* ($\Delta a^* = a^*_{\text{final}} - a^*_{\text{inicial}}$) e b^* ($\Delta b^* = b^*_{\text{final}} - b^*_{\text{inicial}}$), de acordo com a fórmula: $\Delta E^*_{ab} = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ (Hosoya et al., 2011; Torres et al., 2012). Considerando a aplicação da fórmula, para os valores de alteração pós-clareamento as leituras final e inicial foram as leituras realizadas após o clareamento e no *baseline*, respectivamente. Para os valores de alteração pós-envelhecimento, as leituras final e inicial foram as leituras realizadas após o envelhecimento e após o clareamento, respectivamente.



Figura 8 – Espectrofotômetro utilizado para determinar alterações de cor.

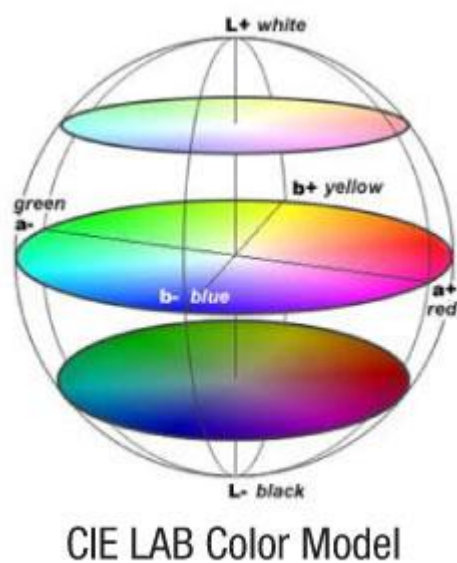


Figura 9 – Estrutura do modelo de cor CIE L^* a^* b^* . Disponível em: www.zevendesign.com. L: 0 (preto) a 100 (branco); a: -80 (verde) a +80 (vermelho); b: -0 (azul) a +80 (amarelo).

4.6 Determinação do brilho superficial

A leitura do brilho foi realizada utilizando-se o aparelho Novo-Curve (Rhopoint TM - East Sussex, Inglaterra) (Figura 10) com uma área quadrada de 2 mm X 2 mm e 60° de geometria (incidência da luz) e expressa em Unidades de Brilho (UB) (Anagnostou et al, 2010; Hosoya et al., 2011; Lefever et al., 2012). Um dispositivo metálico foi acoplado ao equipamento para padronização do posicionamento da amostra e bloqueando a luz para eliminar possíveis interferências da luz ambiente presente. Três mensurações aleatórias foram realizadas para cada corpo de prova durante cada etapa de avaliação e a média destas dos valores obtidos foi utilizada para a análise estatística.



Figura 10 – Equipamento para determinação do brilho superficial.

4.7 Determinação da dureza superficial

A dureza foi avaliada utilizando-se um indentador *Knoop*, acoplado ao microdurômetro FM-700 (Future-Tech, Japão) (Figura 11). Para a determinação da dureza foi utilizada a carga de 25 gramas por 10 segundos (Aguiar et al., 2005; Feitosa et al., 2012). Foram realizadas três medidas aleatórias e a média obtida correspondeu ao valor de cada avaliação, expressas em *Knoop Hardness Numbers* (KHN).



Figura 11 – Microdurômetro utilizado com indentador *Knoop*.

4.8 Determinação da rugosidade superficial

A rugosidade superficial (R_a) dos espécimes foi determinada através do Perfilômetro MaxSurf XCR (Mahr -

Goettingen, Alemanha). Três medidas, com 0,25 mm de intervalo, foram realizadas em cada período de avaliação e a média destas medidas representou o valor a ser adotado para cada período de avaliação, expressos em valores de rugosidade (Ra). As medidas foram realizadas com os seguintes parâmetros (Hosoya et al., 2011; Wang et al., 2011): 0,8 mm de valor *cut-off*, comprimento transversal de 0,8mm, velocidade do diamante de 0,1 mm/s e amplitude de movimento de 2 mm utilizando-se dispositivo preparado para este fim (Figura 12). Os espécimes confeccionados para este teste possuíam uma indentação semilunar, de forma que se acoplava o espécime no dispositivo de maneira que as leituras fossem realizadas sempre na mesma área do espécime, em todos os tempos avaliados.

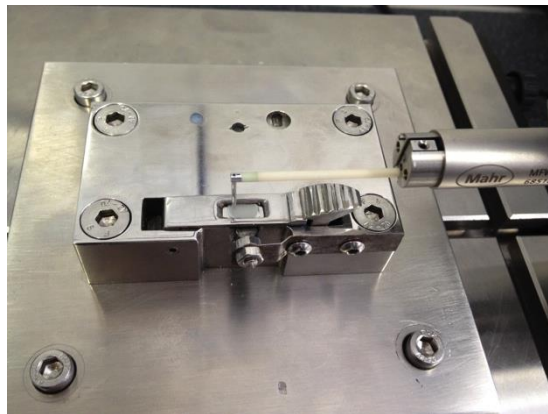


Figura 12 – Dispositivo desenvolvido para determinação da rugosidade superficial acoplado ao perfilômetro.

4.9 Análise estatística

Neste estudo, que tem como unidade experimental a resina composta, foram consideradas três variáveis independentes: o processo de clareamento, o tipo de envelhecimento induzido e o tipo de resina composta. O primeiro fator referente ao procedimento clareador apresenta três categorias: ausente, com peróxido de hidrogênio 38 % e peróxido de carbamida 15 %. O segundo fator relativo ao envelhecimento induzido apresenta duas categorias: envelhecimento por luz de xenônio e por imersão em água. O terceiro fator, resina composta, também é representado por duas categorias: uma microparticulada e outra nanoparticulada. As variáveis dependentes foram a determinação do brilho, da cor, da dureza e rugosidade superficial.

Os resultados foram submetidos à análise estatística por meio do software Statistica (Statsoft, version 8.0, 2010). A estatística descritiva consiste no cálculo da média e desvio-padrão. A estatística inferencial consiste nos testes de normalidade, análise de variância de quatro fatores e medidas repetidas para os testes de brilho, rugosidade e dureza superficial; e para cor, análise de variância de dois fatores quando da análise após o clareamento, e análise de variância três fatores após o envelhecimento. Para a análise de comparações múltiplas foi utilizado o teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5 %.

5 RESULTADOS

Para melhor entendimento, os resultados foram divididos por tipo de análise realizada: **cor**, **brilho superficial**, **dureza superficial** e **rugosidade superficial**.

5.1 Cor

Para os resultados de cor, subdividimos em resultados após clareamento e resultados após envelhecimento. Realizou-se o teste de análise de variância de dois fatores quando da análise após o clareamento, análise de variância três fatores após o envelhecimento e teste de Tukey, com significância de 5 %. Os valores de média e desvio-padrão da variação de cor (ΔE^* , ΔL^* , Δa^* e Δb^*) após os procedimentos clareadores dos grupos testados estão dispostos na tabela 1, e os valores de média e desvio-padrão da variação de cor (ΔE^* , ΔL^* , Δa^* e Δb^*) após os procedimentos de envelhecimento dos grupos testados estão dispostos na tabela 2. Os valores obtidos com o teste de análise de variância três fatores estão dispostos nas tabelas 3 a 10.

Tabela 1 – Valores de cor das resinas utilizadas após os procedimentos de clareamento

Tratamento	Análise	Durafill VS	Filtek Z350 XT
Sem Clareamento	ΔL^*	$-0,46 \pm 1,42$	$0,78 \pm 0,65$
	Δa^*	$0,42 \pm 1,26$	$0,45 \pm 0,13$
	Δb^*	$-0,15 \pm 0,96$	$-0,11 \pm 0,38$
	ΔE^*	$0,56 \pm 0,67$	$1,09 \pm 0,45$
C. Consultório	ΔL^*	$0,07 \pm 1,47$	$0,24 \pm 0,50$
	Δa^*	$0,61 \pm 0,37$	$1,02 \pm 0,12$
	Δb^*	$0,47 \pm 0,83$	$0,98 \pm 0,42$
	ΔE^*	$1,69 \pm 0,77$	$1,54 \pm 0,33$
C. Caseiro	ΔL^*	$0,64 \pm 1,94$	$0,14 \pm 0,81$
	Δa^*	$-0,20 \pm 0,33$	$0,80 \pm 0,11$
	Δb^*	$-0,32 \pm 1,30$	$1,02 \pm 0,36$
	ΔE^*	$1,83 \pm 1,58$	$1,54 \pm 0,28$

Tabela 2 - Valores de cor das resinas utilizadas após os procedimentos de clareamento e envelhecimento

Tratamento	Grupo	Análise	Durafill VS	Filtek Z350 XT
Sem Clareamento	Luz	ΔL^*	$-4,26 \pm 2,12$	$-10,55 \pm 1,31$
		Δa^*	$-1,18 \pm 2,21$	$2,61 \pm 0,43$
		Δb^*	$0,76 \pm 1,68$	$10,69 \pm 0,74$
		ΔE^*	$5,40 \pm 1,48$	$15,27 \pm 1,31$
	Água	ΔL^*	$-3,04 \pm 1,00$	$-3,05 \pm 0,9$
		Δa^*	$-0,02 \pm 0,50$	$0,21 \pm 0,12$
		Δb^*	$-0,87 \pm 0,60$	$0,30 \pm 0,39$
		ΔE^*	$3,31 \pm 0,90$	$3,09 \pm 0,91$
C. Consultório	Luz	ΔL^*	$-4,63 \pm 5,23$	$-10,2 \pm 0,94$
		Δa^*	$-1,08 \pm 0,17$	$2,49 \pm 0,41$
		Δb^*	$0,11 \pm 0,53$	$9,42 \pm 1,61$
		ΔE^*	$4,78 \pm 0,49$	$14,15 \pm 1,53$
	Água	ΔL^*	$-2,69 \pm 1,18$	$-2,75 \pm 0,94$
		Δa^*	$-0,41 \pm 0,34$	$-0,26 \pm 0,11$
		Δb^*	$-1,21 \pm 0,92$	$-0,01 \pm 0,34$
		ΔE^*	$3,09 \pm 1,26$	$2,79 \pm 0,91$
C. Caseiro	Luz	ΔL^*	$-4,67 \pm 0,76$	$-10,35 \pm 0,73$
		Δa^*	$-0,35 \pm 0,14$	$2,75 \pm 0,63$
		Δb^*	$1,33 \pm 0,59$	$10,04 \pm 1,49$
		ΔE^*	$4,90 \pm 0,70$	$14,74 \pm 1,04$
	Água	ΔL^*	$-3,61 \pm 1,44$	$-2,19 \pm 0,78$
		Δa^*	$0,40 \pm 0,30$	$-0,03 \pm 0,07$
		Δb^*	$-0,52 \pm 0,84$	$0,22 \pm 0,37$
		ΔE^*	$3,75 \pm 1,48$	$2,22 \pm 0,79$

Tabela 3 – Valores de variação de cor (ΔE^*) pós-clareamento do teste de análise de variância à dois fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	221,0388	1	221,0388	345,7516	0,000000
Resina	0,0283	1	0,0283	0,0443	0,833663
Clareamento	17,4846	2	8,7423	13,6748	0,000005
Resina*Clareamento	3,6282	2	1,8141	2,8376	0,062820
Erro	70,9622	111	0,6393		

Tabela 4 - Valores de variação de cor (ΔL^*) pós-clareamento do teste de análise de variância à dois fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	6,5895	1	6,589453	3,890764	0,050973
Resina	2,7301	1	2,730083	1,611986	0,206798
Clareamento	1,4873	2	0,743626	0,439076	0,645717
Resina*Clareamento	15,4144	2	7,707186	4,550732	0,012548
Erro	193,0720	114	1,693614		

Tabela 5 - Valores de variação de cor (Δa^*) pós-clareamento do teste de análise de variância à dois fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	32,20924	1	32,2094	102,8015	0,000000
Resina	6,88802	1	6,88802	21,9843	0,000008
Clareamento	5,52338	2	2,76169	8,8144	0,000276
Resina*Clareamento	4,78876	2	2,39438	7,6421	0,000768
Erro	35,71789	114	0,31331		

Tabela 6 - Valores de variação de cor (Δb^*) pós-clareamento do teste de análise de variância à dois fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	11,98272	1	11,98272	19,08154	0,000028
Resina	11,89440	1	11,89440	18,94090	0,000030
Clareamento	14,55135	2	7,27568	11,58594	0,000026
Resina*Clareamento	8,62602	2	4,31301	6,86813	0,001526
Erro	71,58910	114	0,62797		

Tabela 7 - Valores de variação de cor (ΔE^*) pós-envelhecimento do teste de análise de variância à três fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	4859,169	1	4859,169	3926,167	0,000000
Resina	590,636	1	590,636	477,229	0,000000
Clareamento	6,429	2	3,214	2,597	0,079263
Envelhecimento	1358,853	1	1358,853	1097,942	0,000000
Resina*Clareamento	2,200	2	1,100	0,889	0,414200
Resina*Envelhecimento	783,009	1	783,009	632,664	0,000000
Clareamento*Envelhecimento	1,816	2	0,908	0,734	0,482597
Resina*Clareamento*Envelhecimento	3,756	2	1,878	1,517	0,224043
Erro	129,952	105	1,238		

Tabela 8 - Valores de variação de cor (ΔL^*) pós-envelhecimento do teste de análise de variância à três fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	3106,092	1	3106,092	2356,075	0,000000
Resina	212,455	1	212,455	161,154	0,000000
Clareamento	0,559	2	0,280	0,212	0,809276
Envelhecimento	604,412	1	604,412	458,467	0,000000
Resina*Clareamento	5,239	2	2,620	1,987	0,142213
Resina*Envelhecimento	288,841	1	288,841	219,096	0,000000
Clareamento*Envelhecimento	0,577	2	0,288	0,219	0,803927
Resina*Clareamento*Envelhecimento	3,065	2	1,532	1,162	0,316741
Erro	138,425	105	1,318		

Tabela 9 - Valores de variação de cor (Δa^*) pós-envelhecimento do teste de análise de variância à três fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	21,42841	1	21,42841	41,2030	0,000000
Resina	87,71303	1	87,71303	168,6567	0,000000
Clareamento	4,92954	2	2,46477	4,7393	0,010701
Envelhecimento	23,10890	1	23,10890	44,4343	0,000000
Resina*Clareamento	2,37966	2	1,18983	2,2878	0,106524
Resina*Envelhecimento	89,30383	1	89,30383	171,7155	0,000000
Clareamento*Envelhecimento	1,10780	2	0,55390	1,0651	0,348404
Resina*Clareamento*Envelhecimento	0,03325	2	0,01663	0,0320	0,968546
Erro	54,60720	105	0,52007		

Tabela 10 - Valores de variação de cor (Δb^*) pós-envelhecimento do teste de análise de variância à três fatores

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	740,5499	1	740,5499	833,164	0,000000
Resina	780,7326	1	780,7326	878,372	0,000000
Clareamento	11,5042	2	5,7521	6,471	0,002237
Envelhecimento	959,6424	1	959,6424	1079,656	0,000000
Resina*Clareamento	3,3557	2	1,6779	1,888	0,156523
Resina*Envelhecimento	499,1511	1	499,1511	561,576	0,000000
Clareamento*Envelhecimento	2,1276	2	1,0638	1,197	0,306231
Resina*Clareamento*Envelhecimento	0,8636	2	0,4318	0,486	0,616566
Erro	93,3283	105	0,8888		

5.1.1. Resultados após clareamento

Para o ΔE^* apenas o fator clareamento apresentou influência estatisticamente significativa ($p=0,000005$). Esta interação foi observada pois o valor para o grupo Sem Clareamento foi estatisticamente inferior aos outros grupos avaliados (Sem Clareamento: $\Delta E^*=0,84$; Clareamento de Consultório: $\Delta E^*=1,62$ e Clareamento Caseiro: $\Delta E^*=1,68$).

Para o ΔL^* apenas a interação resina e clareamento apresentou influência estatisticamente significativa ($p=0,0125$). Esta interação foi observada pois no grupo Sem Clareamento a resina Durafill VS apresentou valores estatisticamente inferiores aos da resina Filtek Z350 XT, com tendência para o preto da escala CIE $L^* a^* b^*$.

Os valores de Δa^* apresentaram diferença significativa para os fatores resina ($p=0,000008$) e clareamento ($p=0,000276$) e para a interação resina e clareamento ($p=0,000768$). A resina Durafill VS apresentou valores estatisticamente inferiores em relação à resina Filtek Z350 XT (Durafill VS: $\Delta a^*=0,28$ e Filtek Z350 XT: $\Delta a^*=0,76$). O grupo Clareamento de Consultório obteve valores estatisticamente superiores aos outros grupos avaliados (Clareamento de Consultório: $\Delta a^*=0,81$; Clareamento Caseiro: $\Delta a^*=0,30$ e Sem Clareamento: $\Delta a^*=0,44$). A interação ocorreu, pois, pode-se observar diferença no grupo Clareamento Caseiro, com valores inferiores para a resina Durafill VS (Filtek Z350 XT > Durafill VS).

Os valores de Δb^* apresentaram diferença significativa para os fatores resina ($p=0,00003$) e clareamento ($p=0,000026$) e para a interação resina e clareamento ($p=0,0015$). A resina Durafill VS apresentou valores estatisticamente inferiores em relação à resina Filtek Z350 XT (Durafill VS: $\Delta b^*=0,001$ e Filtek Z350 XT: $\Delta b^*=0,63$). O grupo Sem Clareamento obteve valores estatisticamente inferiores aos outros grupos avaliados, com tendência para o azul da escala CIE $L^* a^* b^*$ (Sem Clareamento: $\Delta b^*=-0,13$; Clareamento de Consultório: $\Delta b^*=0,72$ e Clareamento Caseiro: $\Delta b^*=0,35$). A interação ocorreu, pois, pode-se observar diferença no grupo Sem Clareamento, com valores iguais para a resina Durafill VS (Filtek Z350 XT=Durafill VS).

5.1.2. Resultados após envelhecimento

Para o ΔE^* , os fatores resina ($p=0,0001$) e envelhecimento ($p=0,0001$) apresentaram influência estatisticamente significativa. A interação resina e envelhecimento ($p=0,0001$) apresentou valores significantes. Pode-se observar que após o envelhecimento, a resina Filtek Z350 XT apresentou valores estatisticamente superiores à resina Durafill VS (Filtek Z350 XT: $\Delta E^*=8,40$ e Durafill VS: $\Delta E^*=4,21$). O envelhecimento na luz também foi estatisticamente superior ao envelhecimento na água, afetando significativamente na variação de cor (envelhecimento na

luz: $\Delta E^*=9,63$ e envelhecimento na água: $\Delta E^*=3,04$). Não houve diferenças significantes para as duas resinas avaliadas após o envelhecimento por água, porém o envelhecimento na luz apresentou maiores diferenças em relação ao envelhecimento na água, e com a resina Filtek Z350 XT apresentando valores também superiores aos obtidos com o envelhecimento na luz da resina Durafill VS.

Para o ΔL^* os fatores resina ($p=0,0001$) e envelhecimento ($p=0,0001$) apresentaram influência estatisticamente significativa. Apenas a interação resina e envelhecimento ($p=0,0001$) apresentou valores significantes. Pode-se observar que, após o envelhecimento, a resina Filtek Z350 XT obteve valores significativamente inferiores aos obtidos com a resina Durafill VS, com tendência ao preto da escala CIE $L^* a^* b^*$ (Filtek Z350 XT: $\Delta L^*=-6,31$ e Durafill VS: $\Delta L^*=-3,81$). O envelhecimento também foi mais significativo na luz, reduzindo em maior quantidade o ΔL^* em relação ao envelhecimento na água (Envelhecimento na luz: $\Delta L^*=-7,29$ e Envelhecimento na água: $\Delta L^*=-2,88$). O envelhecimento por água também não foi diferente para as duas resinas avaliadas, porém o envelhecimento na luz foi superior ao envelhecimento na água para ambas as resinas, e com a resina Filtek Z350 XT apresentando valores também superiores aos obtidos com o envelhecimento na luz da resina Durafill VS.

Os valores de Δa^* demonstram que os fatores resina ($p=0,0001$), clareamento ($p=0,0107$) e envelhecimento ($p=0,0001$) apresentaram influência estatisticamente significativa. Apenas a interação resina e clareamento ($p=0,0001$) apresentou valores

significantes. Pode-se observar que a resina Durafill VS apresentou valores inferiores ao da Filtek Z350 XT, com tendência para o verde da escala CIE L* a* b* (Durafill VS: $\Delta a^* = -0,43$ e Filtek Z350 XT: 1,22). O grupo Sem Clareamento foi semelhante aos outros grupos estudados, porém o grupo Clareamento de Consultório foi significativamente inferior ao grupo Clareamento Caseiro (Sem Clareamento: $\Delta a^* = 0,41$; Clareamento de Consultório: $\Delta a^* = 0,13$ e Clareamento Caseiro: $\Delta a^* = 0,58$). O envelhecimento na água também foi significativamente inferior ao envelhecimento na luz (Envelhecimento na água: $\Delta a^* = -0,016$ e Envelhecimento na luz: $\Delta a^* = 0,78$). Quando a interação resina e envelhecimento ocorrem, o envelhecimento na água não se difere para as duas resinas avaliadas, porém o envelhecimento na luz foi superior ao envelhecimento na água para ambas as resinas, e com a resina Filtek Z350 XT apresentando valores também superiores aos obtidos com o envelhecimento na luz da resina Durafill VS.

Os valores de Δb^* demonstraram que os fatores resina ($p = 0,0001$), clareamento ($p = 0,0022$) e envelhecimento ($p = 0,0001$) apresentaram influência estatisticamente significante. Apenas a interação resina e clareamento ($p = 0,0001$) apresentou valores significantes. Pode-se observar que a resina Durafill VS apresentou valores inferiores ao da Filtek Z350 XT, com tendência para o azul da escala CIE L* a* b* (Durafill VS: $\Delta b^* = -0,06$ e Filtek Z350 XT: $\Delta b^* = 4,86$). O grupo Clareamento Caseiro foi semelhante aos outros grupos estudados, porém o grupo Clareamento de Consultório foi significativamente inferior ao grupo Sem Clareamento (Sem

Clareamento: $\Delta b^*=2,72$; Clareamento de Consultório: $\Delta b^*=1,89$ e Clareamento Caseiro: $\Delta b^*=2,38$). O envelhecimento na água também foi significativamente inferior ao envelhecimento na luz (Envelhecimento na água: $\Delta b^*=-0,34$ e Envelhecimento na luz: $\Delta b^*=5,15$). Quando a interação resina e envelhecimento ocorrem, o envelhecimento na água não se difere para as duas resinas avaliadas, porém o envelhecimento na luz foi superior ao envelhecimento na água para ambas as resinas, e com a resina Filtek Z350 XT apresentando valores também superiores aos obtidos com o envelhecimento na luz da resina Durafill VS.

5.2 Brilho superficial

Para a análise estatística dos valores de brilho realizou-se o teste de análise de variância à quatro fatores de medidas repetidas e teste de Tukey, com significância de 5 %. Os valores de média e desvio-padrão da variação de brilho após os procedimentos clareadores e após o envelhecimento artificial dos grupos testados estão dispostos na tabela 11. Os valores obtidos com o teste de análise de variância quatro fatores e medidas repetidas estão dispostos na tabela 12.

Tabela 11 – Valores de brilho (UB) das resinas utilizadas submetidas ao envelhecimento na luz e na água

Envelhecimento	Resina	Tratamento	Baseline	Pós clareamento	Pós envelhecimento
Luz	Durafill VS	Sem Clareamento	67,07 ± 7,26	68,90 ± 5,75	35,36 ± 8,22
		C. Consultório	64,83 ± 6,08	66,67 ± 5,43	33,38 ± 7,17
		C. Caseiro	66,97 ± 7,12	70,03 ± 4,36	35,40 ± 15,29
	Filtek Z350 XT	Sem Clareamento	80,55 ± 5,89	87,10 ± 1,99	49,69 ± 5,57
		C. Consultório	74,80 ± 9,97	86,32 ± 5,30	40,10 ± 9,88
		C. Caseiro	84,10 ± 5,06	82,12 ± 2,77	53,27 ± 9,20
Água	Durafill VS	Sem Clareamento	67,76 ± 6,10	70,54 ± 6,83	63,33 ± 5,65
		C. Consultório	66,13 ± 5,23	70,49 ± 5,40	61,61 ± 4,61
		C. Caseiro	70,12 ± 6,11	69,41 ± 5,41	62,10 ± 5,88
	Filtek Z350 XT	Sem Clareamento	77,57 ± 8,60	88,05 ± 8,38	81,38 ± 8,83
		C. Consultório	76,68 ± 7,25	84,76 ± 7,81	76,33 ± 11,48
		C. Caseiro	81,58 ± 10,79	78,1 ± 11,14	75,50 ± 9,15

Tabela 12 - Valores de variação de brilho obtidos através do teste de análise de variância à quatro fatores de medidas repetidas

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	1642733	1	1642733	13501,99	0,000000
Resina	16569	1	16569	136,19	0,000000
Clareamento	550	2	275	2,26	0,109420
Envelhecimento	8238	1	8238	67,71	0,000000
Resina*Clareamento	103	2	52	0,43	0,654889
Resina*Envelhecimento	32	1	32	0,27	0,606517
Clareamento*Envelhecimento	252	2	126	1,03	0,358980
Resina*Clareamento*Envelhecimento	123	2	61	0,50	0,605867
Erro	12775	105	122		
Tempo	30039	2	15020	580,69	0,000000
Tempo*Resina	138	2	69	2,67	0,071517
Tempo*Clareamento	680	4	170	6,57	0,000053
Tempo*Envelhecimento	15993	2	7996	309,16	0,000000
Tempo*Resina*Clareamento	473	4	118	4,57	0,001475
Tempo*Resina*Envelhecimento	145	2	73	2,80	0,062821
Tempo*Clareamento*Envelhecimento	167	4	42	1,61	0,172561
Tempo*Resina*Clareamento*Envelhecimento	145	4	36	1,40	0,233577
Erro	5432	210	26		

Na análise de brilho pode-se observar que o tipo de resina composta e o protocolo de envelhecimento influenciaram no brilho superficial ($p < 0,001$). A resina Durafill VS apresentou valores estatisticamente inferiores à resina Filtek Z350 XT nos três tempos avaliados (Durafill VS: 61,67 UB e Filtek Z350 XT: 75,67 UB). O protocolo de envelhecimento na luz resultou em valores de brilho superficial inferiores ao envelhecimento na água (Envelhecimento na luz: 63,31 UB e Envelhecimento na água: 75,67 UB). O tipo de clareamento não influenciou no brilho superficial das resinas compostas ($p = 0,11$). Não houve interação entre os três fatores em estudo. O fator de repetição (tempo de leitura: *baseline*, pós-clareamento e pós-envelhecimento) influenciou nos resultados ($p < 0,001$). O brilho no *baseline* foi inferior ao brilho pós-clareamento e o brilho pós-envelhecimento foi inferior às medidas anteriores (*Baseline*: 72,98 UB; Pós-clareamento: 76,70 UB e Pós-envelhecimento: 55,79 UB).

Houve interação entre o fator de repetição e o protocolo clareador ($p < 0,001$). Esta interação é observada pois o brilho do *baseline* foi semelhante ao brilho pós-clareamento no grupo do Clareamento Caseiro. Também houve interação entre o fator de repetição e o protocolo de envelhecimento ($p < 0,001$). Esta interação é detectada pois observam-se diferenças entre os valores de brilho somente na leitura pós-envelhecimento. O brilho no *baseline* e pós-clareamento é semelhante para os dois grupos de envelhecimento. Também houve interação entre os fatores tempo, resina e protocolo de clareamento ($p = 0,002$). Quando ambas as resinas foram

submetidas aos diferentes tipos de tratamento clareador, foi observado que na Durafill VS, os três grupos de clareamento não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as leituras em *baseline* e após o clareamento. Já na resina Filtek Z350 XT, o grupo Clareamento Caseiro seguiu o mesmo padrão anterior, com valores semelhantes do brilho pós-clareamento à avaliação em *baseline*.

5.3 Dureza superficial

Para a análise estatística dos valores de brilho realizou-se o teste de análise de variância à quatro fatores de medidas repetidas e teste de Tukey, com significância de 5 %. Os valores de média e desvio-padrão da variação de brilho após os procedimentos clareadores e após o envelhecimento artificial dos grupos testados estão dispostos na tabela 13. Os valores obtidos com o teste de análise de variância três fatores e medidas repetidas estão dispostos na tabela 14.

Tabela 13 - Valores de dureza superficial (KHN) das resinas utilizadas submetidas ao envelhecimento por luz e por água

Envelhecimento	Resina	Tratamento	Baseline	Pós clareamento	Pós envelhecimento
Luz	Durafill VS	Sem Clareamento	36,13 ± 4,35	36,97 ± 2,19	37,37 ± 4,78
		C. Consultório	33,97 ± 4,05	37,72 ± 4,07	37,88 ± 2,14
		C. Caseiro	35,26 ± 4,00	37,30 ± 5,32	38,34 ± 5,45
	Filtek Z350 XT	Sem Clareamento	84,91 ± 5,47	79,30 ± 9,25	65,96 ± 11,27
		C. Consultório	89,12 ± 3,19	92,39 ± 5,58	71,61 ± 7,63
		C. Caseiro	88,67 ± 9,16	87,08 ± 7,63	71,85 ± 4,78
Água	Durafill VS	Sem Clareamento	38,04 ± 4,14	37,35 ± 3,47	43,65 ± 8,63
		C. Consultório	34,15 ± 2,44	38,01 ± 2,70	44,53 ± 6,24
		C. Caseiro	34,67 ± 5,01	34,12 ± 5,94	42,51 ± 6,15
	Filtek Z350 XT	Sem Clareamento	83,27 ± 9,10	76,99 ± 9,98	89,27 ± 20,14
		C. Consultório	83,30 ± 5,07	79,67 ± 7,26	79,06 ± 17,51
		C. Caseiro	85,29 ± 10,62	80,68 ± 5,04	75,95 ± 13,41

Tabela 14 - Valores de variação de dureza superficial obtidos através do teste de análise de variância à quatro fatores de medidas repetidas

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	1274911	1	1274911	18565,05	0,000000
Resina	171785	1	171785	2501,51	0,000000
Clareamento	70	2	35	0,51	0,603717
Envelhecimento	97	1	97	1,41	0,237329
Resina*Clareamento	179	2	90	1,30	0,275652
Resina*Envelhecimento	51	1	51	0,74	0,391590
Clareamento*Envelhecimento	589	2	295	4,29	0,016083
Resina*Clareamento*Envelhecimento	354	2	177	2,58	0,080691
Erro	7417	108	69		
Tempo	361	2	180	3,12	0,046073
Tempo*Resina	3794	2	1897	32,83	0,000000
Tempo*Clareamento	386	4	97	1,67	0,157914
Tempo*Envelhecimento	2702	2	1351	23,39	0,000000
Tempo*Resina*Clareamento	411	4	103	1,78	0,134340
Tempo*Resina*Envelhecimento	637	2	318	5,51	0,004622
Tempo*Clareamento*Envelhecimento	212	4	53	0,92	0,455824
Tempo*Resina*Clareamento*Envelhecimento	293	4	73	1,27	0,283445
Erro	12478	216	58		

Na análise do teste de dureza superficial pôde-se observar que a resina Durafill VS apresentou valores de dureza estatisticamente inferiores à resina Filtek Z350 XT em todos os tempos avaliados ($p < 0,00001$). Na análise intra-grupo de cada resina, a resina Filtek Z350 XT apresentou valores de dureza superficial em *baseline* e pós-clareamento semelhantes e estatisticamente superiores aos valores pós-envelhecimento. E para a resina Durafill VS, os valores de dureza pós-envelhecimento são estatisticamente superiores que os valores obtidos em *baseline*, demonstrando que os protocolos de envelhecimento podem ter alguma influência na dureza superficial de ambos os materiais avaliados.

Em relação às diferenças entre os protocolos de envelhecimento, o envelhecimento na luz não provocou alterações significativas na dureza superficial da resina Durafill VS. Porém, para a resina Filtek Z350 XT o protocolo de luz diminuiu os valores de dureza superficial em relação aos tempos anteriores avaliados. Já no protocolo de envelhecimento na água houve um aumento dos valores da dureza superficial em relação aos outros períodos avaliados na resina Durafill VS. Já na resina Filtek Z350 XT, não houve alterações significantes após o envelhecimento na água em relação aos tempos anteriores avaliados.

5.4 Rugosidade superficial

Para a análise estatística dos valores de rugosidade

superficial realizou-se o teste de análise de variância à quatro fatores de medidas repetidas e teste de Tukey, com significância de 5 %. Os valores de média e desvio-padrão da variação de brilho após os procedimentos clareadores e após o envelhecimento artificial dos grupos testados estão dispostos na tabela 15. Os valores obtidos com o teste de análise de variância três fatores e medidas repetidas estão dispostos na tabela 16.

Tabela 15 - Valores de rugosidade superficial (Ra) das resinas utilizadas submetidas ao envelhecimento por luz e por água

Envelhecimento	Resina	Tratamento	Baseline	Pós clareamento	Pós envelhecimento
Luz	Durafill VS	Sem Clareamento	0,18 ± 0,21	0,16 ± 0,20	0,53 ± 0,56
		C. Consultório	0,22 ± 0,32	0,11 ± 0,13	0,30 ± 0,16
		C. Caseiro	0,18 ± 0,21	0,09 ± 0,07	0,38 ± 0,35
	Filtek Z350 XT	Sem Clareamento	0,32 ± 0,50	0,49 ± 0,98	0,22 ± 0,32
		C. Consultório	0,45 ± 0,76	0,35 ± 0,65	0,37 ± 0,35
		C. Caseiro	0,13 ± 0,26	0,12 ± 0,13	0,27 ± 0,31
Água	Durafill VS	Sem Clareamento	0,07 ± 0,03	0,06 ± 0,05	0,11 ± 0,11
		C. Consultório	0,07 ± 0,07	0,56 ± 0,04	0,09 ± 0,08
		C. Caseiro	0,20 ± 0,19	0,25 ± 0,30	0,21 ± 0,18
	Filtek Z350 XT	Sem Clareamento	0,38 ± 0,70	0,35 ± 0,68	0,12 ± 0,15
		C. Consultório	0,08 ± 0,10	0,12 ± 0,14	0,12 ± 0,18
		C. Caseiro	0,52 ± 0,80	0,66 ± 0,98	0,39 ± 0,50

Tabela 16 - Valores de variação de rugosidade superficial obtidos através do teste de análise de variância à quatro fatores de medidas repetidas

Efeito	SS	Grau de Liberdade	MS	F	p
Intercept	20,75095	1	20,75095	61,47592	0,000000
Resina	1,30111	1	1,30111	3,85462	0,052229
Clareamento	0,47227	2	0,23613	0,69956	0,499082
Envelhecimento	0,29104	1	0,29104	0,86223	0,355226
Resina*Clareamento	0,01030	2	0,00515	0,01525	0,984866
Resina*Envelhecimento	0,30944	1	0,30944	0,91674	0,340510
Clareamento*Envelhecimento	2,47063	2	1,23531	3,65969	0,029046
Resina*Clareamento*Envelhecimento	0,88655	2	0,44328	1,31323	0,273289
Erro	35,77987	106	0,33755		
Tempo	0,04629	2	0,02314	0,24809	0,780512
Tempo*Resina	0,96979	2	0,48489	5,19785	0,006255
Tempo*Clareamento	0,10574	4	0,02644	0,28338	0,888546
Tempo*Envelhecimento	0,61308	2	0,30654	3,28600	0,039317
Tempo*Resina*Clareamento	0,42547	4	0,10637	1,14021	0,338574
Tempo*Resina*Envelhecimento	0,07248	2	0,03624	0,38849	0,678561
Tempo*Clareamento*Envelhecimento	0,41724	4	0,10431	1,11817	0,348887
Tempo*Resina*Clareamento*Envelhecimento	0,14003	4	0,03301	0,37526	0,826147
Erro	19,77690	212	0,09329		

Na análise do teste de rugosidade superficial, os fatores resina, clareamento e envelhecimento não influenciaram significativamente nos resultados de rugosidade superficial. A interação do fator clareamento e envelhecimento teve influência significativa ($p=0,0029$). Esta interação ocorreu, pois, dentro do grupo de envelhecimento na água o grupo de protocolo de Clareamento Caseiro obteve rugosidade superficial superior aos outros dois grupos. O fator de repetição tempo também não influenciou nas leituras de rugosidade ($p=0,781$), porém houve interação entre os fatores tempo e resina ($p=0,006$) e tempo e envelhecimento ($p=0,039$). Em relação a interação tempo e resina, após o clareamento, a resina Filtek Z350 XT apresentou valores de rugosidade estatisticamente superiores aos da Durafill VS. Em relação a interação envelhecimento e tempo, após os protocolos de envelhecimento a rugosidade do grupo que foi submetido ao envelhecimento na luz foi significativamente maior que a rugosidade do grupo que foi submetido ao envelhecimento na água.

6 DISCUSSÃO

A discussão deste trabalho foi dividida de acordo com os parâmetros estudados: **cor, brilho superficial, dureza superficial e rugosidade superficial**.

6.1 Cor

Devido aos anseios dos pacientes por soluções estéticas os profissionais da Odontologia buscam associar técnicas e materiais já existentes no mercado, muitas vezes desconhecendo os possíveis efeitos que possam surgir. Assim, a literatura recente aborda estudos que testam e preveem as possíveis associações dos materiais e seus efeitos, com resultados satisfatórios ou deletérios. Desta forma, o presente estudo avaliou a associação de duas técnicas de clareamento em duas resinas compostas distintas que pudessem simular restaurações em dentes anteriores e posteriores, frente a uma simulação de envelhecimento, avaliando propriedades ópticas, superficiais e mecânicas.

Quanto a cor, as três hipóteses de nulidade foram rejeitadas. A resina Durafill VS obteve melhor estabilidade de cor em

comparação à resina Filtek Z350 XT, representada pelos valores de ΔE^* . Possivelmente, este fato ocorreu devido as diferenças na composição da matriz orgânica e a diferença dos tamanhos de partículas de carga presentes em ambas as resinas (Inokoshi et al., 1996; Satou et al., 1989; Nasim et al., 2010). A resina Durafill VS é uma resina microparticulada que foi desenvolvida na década de 70 para exclusiva restauração de dentes anteriores, justificando assim a aplicação deste material no presente estudo. A resina Filtek Z350 XT é um material recente no mercado, com indicação universal. Ambos os materiais diferem em sua composição quanto a presença de Bis-GMA, Bis-EMA, volume de carga presente na matriz orgânica e tamanho das partículas. A resina microparticulada apresenta partículas irregulares, com diferentes tamanhos e também partículas pré-polimerizadas para se obter uma maior capacidade de polimento superficial. A resina nanoparticulada apresenta partículas de carga de escala nanométrica, que proporcionam uma maior lisura superficial e alta porcentagem de carga que gera uma maior resistência mecânica (Oliveira et al., 2014).

Após o clareamento, o grupo que não sofreu qualquer tratamento manteve maior estabilidade de cor (Tabela 1), podendo ser explicado devido às possíveis alterações na matriz orgânica das resinas que sofreram processo de clareamento. Há um estudo na literatura que sugere que a degradação da matriz orgânica é causada pelo processo de oxidação gerado pelo material clareador (Kim et al., 2004). Os valores de ΔL^* , Δa^* e Δb^* mostram a estabilidade de cor da resina Durafill VS, nos diferentes parâmetros avaliados, e o amarelamento da resina Filtek Z350 XT. Quanto ao Δa^* , o grupo que

recebeu tratamento de clareamento com o peróxido de hidrogênio 38 % obteve valores superiores em relação aos outros grupos estudados, mostrando maior influência deletéria deste material quando comparado ao peróxido de carbamida, podendo ser devido à maior concentração deste material em relação ao utilizado para a simulação de Clareamento Caseiro. O peróxido de hidrogênio em alta concentração tem um maior poder de oxidação (Kim et al., 2004), e uma das justificativas para a mudança de cor seria a possível oxidação das ligações duplas de carbono não reagidas (Hosoya et al., 2011). A literatura apresenta contradição em estudos semelhantes, com autores relatando alterações clinicamente inaceitáveis na cor (Li et al., 2009, Anagnostou et al., 2010; Pruthi et al., 2010; AlQahtani e Binsuffayan, 2011; Rattacaso et al., 2011; Mendes et al., 2011; Mohammadi et al., 2012; Torres et al., 2012; Kurtulmuz-Yilmaz et al., 2013), alterações opostas às encontradas no presente estudo (Gurbuz et al., 2013) e sem alterações na cor (Costa et al., 2009; Kamangar et al., 2014). A cor também pode sofrer influência devido ao instrumento utilizado para a tomada da cor, cor do fundo e os métodos para a tomada de cor (Hosoya et al., 2011), justificando assim os resultados controversos encontrados na literatura.

Estudos prévios relatam mudanças de cor nas resinas devido a diversos fatores, dentre eles a exposição à luz ultravioleta e água (Hosoya et al., 2011) porém, devido à não-padronização das metodologias para envelhecimento, há divergências entre os resultados encontrados na literatura (Drubi-Filho et al., 2012). Em 2010, Hahnel et al., relataram que o envelhecimento artificial

acelerado leva a uma degradação significativa dos materiais restauradores, condizendo com o resultado do presente estudo, onde a maior variação de cor é encontrada no grupo que sofreu envelhecimento artificial acelerado, em relação ao grupo que sofreu envelhecimento em água. Essa degradação afeta diretamente as partículas presentes nas resinas, que quanto maiores sofrem maior degradação, sendo assim, de acordo com os resultados apresentados neste estudo caracterizamos a resina Filtek Z350 XT com uma maior variação de cor em relação à resina Durafill VS, comprovado pela composição da matriz e partículas de carga destes materiais apresentados anteriormente. Esse fator tem relação direta com a estabilidade de cor, pois a reflexão da luz nas partículas vai promover a visualização da cor. Assim, quanto maior a variabilidade de tamanho das partículas, maior a estabilidade de cor encontrada (Pires-de-Souza et al., 2007). Após o envelhecimento, o amarelamento da resina Filtek Z350 XT foi facilmente detectado a olho nu. Esta observação pode ser justificada quando analisamos os valores de ΔE^* (8,4 e 4,2 para Filtek Z350 XT e Durafill VS, respectivamente) e principalmente os valores de Δb^* (4,86 e -0,06 para Filtek Z350 XT e Durafill VS, respectivamente). Apesar de existirem relatos sobre o papel da canforoquinona na oxidação e consequente amarelamento da resina composta após processos de envelhecimento (Kolbeck et al., 2006; Oliveira et al., 2015), esta talvez não seja uma explicação para estas diferenças encontradas, uma vez que ambas as resinas estudadas apresentam o mesmo fotoiniciador. As diferenças de composição entre ambas as resinas estão na parte orgânica e nas partículas de carga. Em

relação as partículas de carga, a principal diferença está relacionada com a presença de partículas de zircônia na resina Filtek Z350 XT. Não existem trabalhos na literatura que avaliam a influência deste componente na alteração de cor de resinas compostas após o envelhecimento. Existe relato na literatura em que a quantidade de carga influencia a alteração de cor a longo prazo (Chen, Wu, 2014), sendo que esta observação é contraditória aos nossos resultados pois a quantidade de carga é similar nas duas resinas. Em relação a parte orgânica, a resina Filtek Z350 XT apresenta os componentes PEGDMA e Bis-EMA que a diferenciam da resina Durafill VS.

6.2 Brilho superficial

Quanto ao brilho, a primeira hipótese de nulidade foi rejeitada. A resina Durafill VS apresentou valores de brilho estatisticamente inferiores aos da Filtek Z350 XT, porém com maior estabilidade que a resina nanoparticulada em todos os tempos avaliados. Esse dado pode ser justificado pela diferença na composição dos materiais quanto as partículas de carga, também responsáveis pela reflexão da luz do material, e assim como relatado na avaliação da cor, os materiais com partículas de carga de tamanhos superiores sofrem maior degradação. A resina nanoparticulada possui partículas nanométricas de sílica e nanoaglomerados individuais que servem para aumentar a quantidade de partículas, e associado a matriz

resinosa, promovem alta suavidade de superfície e valores de brilho (Oliveira et al., 2014). Esta característica de polimento superficial pode ser explicada pela possibilidade de desgaste dos nanoaglomerados nas resinas de nanopartícula, o que não acontece com partículas inorgânicas encontradas em resinas que não utilizam a nanotecnologia. A segunda hipótese de nulidade foi aceita, pois o tipo de clareamento não influenciou nos valores de brilho em ambas as resinas avaliadas, concluindo assim que ambos os protocolos clareadores não promovem mudanças estatisticamente significantes das partículas a ponto de alterar o brilho do material. Há trabalhos que demonstram que os procedimentos clareadores levam a uma maior rugosidade superficial (Turker, Biskin, 2003; Silva et al., 2006; Wang et al., 2011; Markovic et al., 2014), porém este aumento de rugosidade apesar de ter sido significativo para a Filtek Z350 XT no presente estudo, não foi suficiente para promover alterações detectáveis no brilho superficial, uma vez que existe correlação entre rugosidade e brilho superficiais (Ereifej et al., 2013). A terceira hipótese de nulidade foi rejeitada pois ambos os protocolos clareadores associados ao envelhecimento reduziram o brilho, com maior valor de mudança relatado no grupo que sofreu envelhecimento por luz. Novamente, o envelhecimento por luz altera significativamente as propriedades das resinas, que acabam tendo suas matrizes resinosas degradadas e por consequência a exposição das partículas (Oliveira et al., 2014) que refletem o brilho do material. O envelhecimento acaba diferenciando nosso estudo da literatura recente (Yalcin, Gürkan, 2005; Anagnostou et al., 2010) em que não utilizaram métodos de envelhecimento por

luz em seus experimentos. Também pode haver controvérsias de resultados com os da literatura devido aos diferentes equipamentos, resinas compostas e materiais clareadores utilizados em cada estudo. Yalcin e Gürkan (2005) e Anagnostou et al. (2010) utilizaram resinas compostas *flow*, híbrida, microhíbrida, nanohíbrida e ormocer, todas distintas das resinas empregadas neste trabalho.

Assim, podemos observar através dos resultados finais obtidos, quando se compara com o grupo envelhecido que não recebeu tratamento clareador prévio, que o material clareador não acelera o processo de envelhecimento das resinas quanto as análises de propriedades ópticas (cor e brilho superficial).

6.3 Dureza superficial

Quanto à dureza das resinas, a Durafill VS apresentou valores inferiores em comparação à Filtek Z350 XT, devido as composições e indicações clínicas serem distintas, sendo assim rejeitamos a primeira hipótese de nulidade. A resina microparticulada tem indicação clínica apenas para restaurações anteriores devido à sua composição de carga não suportar esforços mastigatórios impactantes e pelo seu alto polimento. O tamanho da carga e a inclusão de sílica coloidal como partículas inorgânicas aumentam a viscosidade do material, sendo limitado o seu uso clínico (Oliveira et al., 2014). As resinas compostas têm propriedades mecânicas dependentes de suas

partículas de carga e sua eficiência (McCabe e Walls, 2008; Hahnel, 2010). A resina nanoparticulada foi desenvolvida com o objetivo de suprir as necessidades clínicas, estéticas e mecânicas, justificando seu alto valor de dureza superficial devido seus nanoaglomerados combinados com as nanopartículas que reduzem o espaço intersticial e aumentam a quantidade de carga, melhorando as propriedades físicas do material (Yap et al., 2004).

Ambas as resinas obtiveram estabilidade nas duas primeiras avaliações do estudo, sem influência dos protocolos clareadores. Há estudos que relatam diminuição da dureza superficial das resinas após os tratamentos clareadores serem empregados (Okte et al., 2006; Costa et al., 2009) e aumento ou diminuição da dureza dependente do tipo de resina composta testada (Sharafeddin e Jamalipour, 2010; Malkondu et al., 2011; Kamangar et al., 2014). Esta diferença de resultados na literatura mostra que ainda há controvérsias sobre o efeito do clareamento na resina composta quanto à propriedade de dureza superficial. Desta forma a segunda hipótese de nulidade em relação aos protocolos clareadores foi aceita.

Não encontramos diferenças entre os protocolos de envelhecimento na luz ou na água, em relação a propriedade de dureza superficial das resinas compostas, aceitando assim a terceira hipótese de nulidade. Na situação especial dos grupos que não foram clareados, o envelhecimento na luz resultou em dureza superficial menor do que o grupo envelhecido na água, justificando a interação entre clareamento e envelhecimento. O fator tempo também influenciou os resultados desta avaliação, sendo que a dureza superficial após o

envelhecimento foi menor que a dureza no *baseline*. A resina Durafill VS apresentou aumento dos valores de dureza na avaliação pós-envelhecimento na água, possivelmente devido a uma polimerização tardia (Okte et al., 2006). Esta resina tem incorporação de partículas pré-polimerizadas para melhorar a alta viscosidade, porém gerando uma falta de uniformidade em sua polimerização (Beun et al., 2007) separando as cadeiras poliméricas por uma molécula sem ligação primária (Ferracane et al., 2006).

Quanto ao envelhecimento na luz, este influencia nas propriedades mecânicas da mesma maneira que influencia nas propriedades ópticas, levando a uma degradação da matriz orgânica já polimerizada e expondo as partículas de carga, interferindo nas propriedades físicas do material.

6.4 Rugosidade superficial

Quanto a rugosidade superficial das resinas compostas, nenhum dos fatores testados influenciou nos resultados obtidos, levando à rejeição das três hipóteses de nulidade.

Após os procedimentos de clareamento, a resina Filtek Z350 XT apresentou piores valores de rugosidade superficial. Acreditamos que o componente lisura superficial não é único e talvez também não seja o fator mais importante relacionado com o brilho superficial. Por este motivo, os resultados de rugosidade e brilho

superficial para a resina Filtek Z350 XT podem parecer contraditórios. A justificativa pode estar relacionada nas propriedades da carga inorgânica, devido a uma possível degradação da matriz orgânica em graus diferentes para cada tipo de resina, levando assim a uma exposição das partículas de carga responsáveis pelo brilho superficial. Como se sabe, a resina Filtek Z350 XT apresenta arranjos de partículas diferentes da resina Durafill VS, e mesmo com a piora da rugosidade superficial, ela ainda assim apresenta maior brilho.

O Clareamento Caseiro associado ao envelhecimento na água promoveu aumento significativo na rugosidade superficial das resinas compostas, em relação ao Clareamento de Consultório. Possivelmente devido ao tempo de contato e a frequência de aplicação do peróxido de carbamida 15 % ser superior ao protocolo do peróxido de hidrogênio 38 %, pudemos observar um maior grau de degradação superficial das resinas, demonstrado através do teste de rugosidade superficial. Este resultado contradiz o estudo de Markovic et al. (2014) que encontra um aumento da rugosidade superficial dos materiais restauradores após a aplicação de um material clareador em maior concentração, porém este resultado pode se diferenciar do presente estudo devido a diferença de composição dos materiais testados.

Assim como a dureza, a luz também promoveu maior aumento nos valores de rugosidade superficial. O envelhecimento na luz provoca maiores alterações na superfície, podendo ser justificado através dos estudos apresentados por Moraes et al. (2009) e Hahnel et al. (2010), que demonstram que longos períodos de envelhecimento

podem aumentar a rugosidade superficial das resinas compostas. Entretanto, comparar os resultados dos estudos presentes na literatura e que abordem o envelhecimento artificial dos materiais é difícil, devido a diferença dos protocolos aplicados em que podem combinar métodos de envelhecimento artificial distintos (Oliveira et al., 2014) ou até mesmo que associem os protocolos de aplicação de materiais para clareamento.

Assim, também podemos observar através dos resultados finais obtidos, quando se compara com o grupo envelhecido que não recebeu tratamento clareador prévio, que o material clareador não acelera o processo de envelhecimento das resinas quanto as análises de dureza e rugosidade superficial.

7 CONCLUSÃO

Este estudo teve como proposta avaliar se o procedimento clareador era capaz de acelerar o envelhecimento e consequente degradação das resinas compostas. Diante dos resultados e discussão apresentados, podemos concluir com base nas hipóteses de nulidade que as resinas compostas possuem diferentes composições e indicações, apresentando diferentes comportamentos frente aos parâmetros avaliados; nenhum tratamento clareador ou tipo de clareamento utilizado neste estudo influenciou nos resultados dos parâmetros estudados, não sendo um fator capaz de acelerar o processo de envelhecimento; ambos os protocolos de envelhecimento das resinas diferem-se entre si, com a luz promovendo maior grau de degradação das resinas compostas, devendo ser melhorados a partir de novos estudos. Este assunto ainda possui resultados controversos na literatura e abrange um grande campo que deve continuar a ser investigado.

8 REFERÊNCIAS*

Aguiar FH, Braceiro AT, Ambrosano GM, Lovadino JR. Hardness and diametral tensile strength of a hybrid composite resin polymerized with different modes and immersed in ethanol or distilled water media. *Dent Mater*. 2005 Dec;21(12):1098-103.

Albers HF. Lightning natural teeth. *Adep Rep*. 1991;2(1):1-24.

AlQahtani MQ. The effect of 10 % carbamide peroxide bleaching agent on the microhardness of four types of direct resin-based restorative materials. *Oper Dent*. 2013 May-Jun;38(3):316-23. doi: 10.2341/12-224-L.

AlQahtani MQ, Binsufayyan SS. Color change of direct resin-based composites after bleaching: an in vitro study. *King Saud Univ J Dent Sci*. 2011; 2:23-27.

Anagnostou M, Chelioti G, Chioti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent*. 2010; 38(Suppl 2):e129-36. doi: 10.1016/i.jdent.2010.06.006.

Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. Phillips: materiais dentários. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013.

Azevedo MR, Gomes GM, Bittencourt BF, Gomes OMM, Gomes JC. Microdureza de resinas compostas submetidas a clareamento de consultório. *Rev Dent Online*. 2011 Apr-Jun;10(21):30-34. Disponível em: www.coral.ufsm.br/dentisticaonline/1014.pdf

Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mater*. 2007 Jan;23(1):51-9.

Chen WC, Wu HY. Color stability of nanocrystallite-treated and silicate-treated fillers of calcium phosphate composite resin: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2014 May;111(5):416-24. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.08.010.

Costa SXS, Becker AB, Rastelli ANS, Loffredo LCM, Andrade MF, Bagnato VS. Effect of four bleaching regimens on color changes and microhardness of dental nanofilled composite. *Int J Dent*. 2009 2009;313845. doi: 10.1155/2009/313845.

Drubi-Filho B, Garcia LFR, Cruvinel DR, Sousa ABS, Pires-de-Souza FCP. Color stability of modern composites subjected to different periods of accelerated artificial aging. *Braz Dent J*. 2012; 23(5):575-80.

Durner J, Stojanovic M, Urcan E, Spahl W, Haertel U, Hickel R, et al. Effect of hydrogen peroxide on the three-dimensional polymer network in composites. *Dent Mater*. 2011 Jun;27(6):573-80. doi: 10.1016/j.dental.2011.02.013.

Elamin HO, Abubakr NH, Ibrahim YE. Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easyshade. *Eur J Dent*. 2015 Apr-Jun;9(2):213-7. doi: 10.4103/1305-7456.156828.

Ereifej NS, Oweis YG, Eliades G. The effect of polishing technique on 3-D surface roughness and gloss of dental restorative resin composites. *Oper Dent*. 2013 Jan-Feb;38(1):e1-12. doi: 10.2341/12-122-L.

Faltermeier A, Rosentritt M, Reicheneder C, Behr M. Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *Eur J Orthod*. 2008 Feb;30(1):89-93.

Feitosa VP, Fugolin AP, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Consani S, Watson TF, et al. Effects of different photo-polymerization protocols on resin-dentine μ TBS, mechanical properties and cross-link density of a nano-filled resin composite. *J Dent*. 2012 Oct;40(10):802-9. doi: 10.1016/j.jdent.2012.05.014.

Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater*. 2006 Mar;22(3):211-22.

Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water-effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res*. 1998 Dec;42(3):465-72.

Gaintantzopoulou M, Kakaboura A, Loukidis M, Vougiouklakis G. A study on colour stability of self-etching and etch-and-rinse adhesives. *J Dent*. 2009 May;37(5):390-6. doi: 10.1016/j.jdent.2009.01.010.

Gurbuz A, Ozkan P, Yilmaz K, Yilmaz B, Durkan R. Effect of at home whitening strips on the surface roughness and color of a composite and an ormocer restorative material. *J Prosthodont*. 2013 Jan;22(1):69–73. doi: 10.1111/j.1532-849X.2012.00918.x.

Hahnel S, Henrich A, Bürgers R, Handel G, Rosentritt M. Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Oper Dent*. 2010 Jul-Aug;35(4):412-9. doi: 10.2341/09-337-L.

Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dent Mater*. Feb;2007 23(2):198-203.

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

Hegenbarth EA. Sistema prático de seleção de cores em cerâmica. Chicago: Quintessence; 1992.

Hirata R, Ampessan RL, Liu J. Reconstrução de dentes anteriores com resinas compostas: uma sequência de escolha e aplicação de resinas. *J Bras Clin Estét Odontol*. 2001 Jan-Feb;5(25):16-25.

Hosoya Y, Shiraishi T, Puppini-Rontani RM, Powers JM. Effects of acidulated phosphate fluoride gel application on surface roughness, gloss and colour of different type resin composites. *J Dent*. 2011 Oct;39(10):700-6. doi: 10.1016/j.jdent.2011.08.002.

Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent*. 1996 Mar-Apr;21(2):73-80.

International Standards Organization. ISO 7491:2000: dental materials: determination of colour stability. Geneva: ISO; 2000. p-4.

Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*. 2004; 32 (Suppl 1): 3-12.

Kamangar SS, Kiakojoori K, Mirzaii M, Fard MJ. Effects of 15 % carbamide peroxide and 40 % hydrogen peroxide on the microhardness and color change of composite resins. *J Dent*. 2014 Mar;11(2):196-209.

Keyf F, Etikan I. Evaluation of gloss changes of two denture acrylic resin materials in four different beverages. *Dent Mater*. 2004 Mar;20(3):244-51.

Kim JH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Effect of tooth-whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clin Oral Invest*. 2004 8:118-22. doi: 10.1007/s00784-004-0275-2.

Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater*. 2006 Jan;22(1):63-8.

Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E, Ulusoy N, Ozak ST, Yuksel E. The effect of home-bleaching application on the colour and translucency of five resin composites. *J Dent*. 2013 Nov;41(Suppl 5):e70-5. doi: 10.1016/j.jdent.2012.12.007.

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

Lefever D, Perakis N, Roig M, Krejci I, Ardu S. The effect of toothbrushing on surface gloss of resin composites. *Am J Dent*. 2012 Feb;25(1):54-8.

Li Q, Yu H, Wang Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials *in situ*. *J Dent*. 2009 May;37:348-56. doi: 10.1016/j.jdent.2009.01.003.

Malkondu Ö, Yurdagüven H, Say EC, Kazazoglu E, Soyman M. Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2011 Mar-Apr;36(2):177-86. doi: 10.2341/10-078-L.

Markovic L, Jordan RA, Glasser MC, Arnold WH, Nebel J, Tillmann W, et al. Effects of bleaching agents on surface roughness of filling materials. *Dent Mater J*. 2014 33(1):59-63.

McCabe JF, Walls AWG. *Applied dental materials*. Oxford: Wiley-Blackwell; 2008.

Mendes AP, Barceleiro MO, Reis RS, Bonato LL, Dias KR. Changes in surface roughness and color stability of two composites caused by different bleaching agents. *Braz Dent J*. 2012; 23(6):659-66.

Mohammadi N, Kimyai S, Abed-Kahnamoii M, Ebrahimi-Chaharom ME, Sadr A, Daneshi M. Effect of 15 % carbamide peroxide bleaching gel on color stability of giomer and microfilled composite resin: an *in vitro* comparison. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 Nov;17(6):e1082-8.

Moraes RR, Gonçalves LS, Lancelotti AC, Consani S, Correr-Sobrinho L, et al. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? *Oper Dent*. 2009 Sep-Oct;34(5):551-7. doi: 10.2341/08-043-L.

Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins: an *in vitro* study. *J Dent*. 2010; 38(Suppl 2):e137-42. doi: 10.1016/j.jdent.2010.05.020.

Okte Z, Villalta P, Garcia-Godoy F, Lu H, Powers JM. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. *Oper Dent*. 2006 Sept-Oct;31(5):623-8.

Oliveira AL, Giro EM, Garcia PP, Campos JÁ, Phark JH, Duarte Jr S. Roughness and morphology of composites: influence of type of material, fluoride solution, and time. *Microsc Microanal*. 2014 Oct;20(5):1365-72. doi: 10.1017/S1431927614012951.

Oliveira DC, Rocha MG, Gatti A, Correr AB, Ferracane JL, Sinhoret MA. Effect of different photoinitiators and reducing agents on cure efficiency and color stability of resin-based composites using different LED wavelengths. *J Dent*. 2015 Dec;43(12):1565-72. doi: 10.1016/j.jdent.2015.08.015

Pires-de-Souza FC, Garcia LF, Hamida HM, Casemiro LA. Color stability of composites subjected to accelerated aging after curing using either a halogen or light emitting diode source. *Braz Dent J*. 2007; 18(2):119-23.

Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of at-home bleaching on the microhardness of six esthetic restorative materials. *J Am Dent Assoc*. 2007 Jul;138(7):978-84.

Pontes AP, Mainieri ET, Pacheco JF, Martins JL, Shinkai RA, Mainieri VC. Rugosidade superficial de compósitos microparticulados e nanoparticulados após acabamento e polimento. *Rev Gau Odontol*. 2009 Apr-Jun;57(2):179-82.

Pruthi G, Jain V, Kandpal HC, Mathur VP, Shah N. Effect of bleaching on color change and surface topography of composite restorations. *Int J Dent*. 2010. doi: 10.1155/2010/695748.

Rattacaso RM, Garcia LF, Aguilar FG, Consani S, Pires-de-Souza FC. Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent*. 2011 Apr;5(2):143-9.

Reis A, Loguercio AD. Materiais dentários: dos fundamentos à aplicação clínica. São Paulo: Santos; 2009.

Rodrigues-Junior SA, Chemin P, Piaia PP, Ferracane JL. Surface roughness and gloss of dental composites as polished with different polishing systems. *Oper Dent*. 2015 Jul-Aug;40(4):418-29. doi: 10.2341/14-014L

Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater*. 1989 Nov;5(6):384-7.

Sensi LG, Roulet JF, Marson FC. Lisura superficial e brilho em função do tempo de polimento em quatro resinas compostas. *Rev Dental Press Estét*. 2013 Jul-Sep;10(3):64-8.

Sharafeddin F, Jamalipour GR. Effects of 35 % carbamide peroxide gel on surface roughness and hardness of composite resins. *J Dent*. 2010 Winter;7(1):6-12.

Silva MF, Davies RM, Stewart B, DeVizio W, Tonholo J, Silva-Júnior JG, et al. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater*. 2006 Oct;22(10):919-24.

Torres CRG. Influência de diferentes tipos e concentrações de catalisadores químicos na eficiência do clareamento dental. [tese de livre docência]. São José dos Campos (SP): Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2013.

Torres CRG, Ribeiro CF, Bresciani E, Borges AB. Influence of hydrogen peroxide bleaching gels on color, opacity, and fluorescence of composite resins. *Oper Dent*. 2012 Set-Oct;37(5):526-31. doi: 10.2341/11-189-L.

Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil*. 2003 Jul;29(7):657-61.

Wang L, Francisconi LF, Atta MT, Santos JR, Del Padre NC, Gonini-Júnior A, et al. Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *Eur J Dent*. 2011 Apr;5:173-9.

Weir MD, Moreau JL, Levine ED, Strassler HE, Chow LC, Xu HH. Nanocomposite containing CaF₂ nanoparticles: thermal cycling, wear and long-term water-aging. *Dent Mater*. 2012 Jun;28(6):642-52. doi:10.1016/j.dental.2012.02.007.

Xu BT, Zhang B, Kang Y, Wang YN, Li Q. Applicability of CIELAB/CIEDE2000 formula in visual color assessments of metal ceramic restorations. *J Dent*. 2012 Jul;40(Suppl 1):e3-9. doi:10.1016/j.jdent.2012.04.011.

Xu HH. Long-term water-aging of whisker-reinforced polymer-matrix composites. *J Dent Res*. Jan;2003 82(1):48-52. [Erratum in: *J Dent Res*. 2003 Apr;82(4):326].

Yalcin F, Gürkan S. Effect of two different bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater*. 2005 May;21(5):464-8.

Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2004 Jan-Feb;29(1):100-4.

Yui KCK. Avaliação “in vitro” da efetividade de associações de agentes clareadores na alteração da cor de dentes manchados por pigmentos sanguíneos [tese]. São José dos Campos (SP): Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2006.

Zavanelli AC, Mazaro JVQ, Silva CR, Zavanelli RA, Mancuso DN. Surface roughness analysis of four restorative materials exposed to 10 % and 15 % carbamide peroxide. *Int J Prosthodont*. 2011 Mar-Apr;24(2):155-7.