AMANDA CAVALCANTE PEREIRA PINHEIRO

O efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas em diferentes técnicas clareadoras

São Paulo

2022

AMANDA CAVALCANTE PEREIRA PINHEIRO

O efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas em diferentes técnicas clareadoras

Versão Original

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Dentística) para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Míriam Lacalle Turbino

São Paulo

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Catalogação da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Pinheiro, Amanda Cavalcante Pereira.
O efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas em diferentes técnicas clareadoras / Amanda Cavalcante Pereira Pinheiro ; orientadora Miriam Lacalle Turbino. -- São Paulo, 2022.
98 p. : fig., tab. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Dentística. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.
Versão original.

1. Clareamento dental. 2. Luz violeta. 3. Resinas compostas. I. Turbino, Miriam Lacalle. II. Título.

Fábio Jastwebski – Bibliotecário - CRB8/5280

Pinheiro ACP. O efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas em diferentes técnicas clareadoras. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Aprovado em: 15 / 03 / 2022

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). Patrícia Moreira de Freitas Costa e Silva

Instituição: Universiadade de São Paulo – USP Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Vanessa Cavalli Gobbo

Instituição: Universidade de Campinas – UNICAMP Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Taciana Marco Ferraz Caneppele

Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP Julgamento: Aprovada

DEDICATÓRIA

*À **Deus**, por estar sempre me guiando em todos os meus passos.*

*Aos meus pais, **Ronaldo e Soraya**, por sempre acreditarem em mim, me incentivarem e nunca medirem esforços para realizar meus sonhos. Obrigada por serem tudo para mim.*

*Às minhas irmãs, **Camila e Bianca**, que desde sempre são minhas companheiras inseparáveis e que são meu apoio sempre que preciso.*

*Ao meu marido e amor, **Daniel**, você é meu companheiro, alicerce, que me incentiva, me apoia, me compreende e que faz de tudo para que nós consigamos realizar todos os nossos projetos de vida. Eu te amo.*

*À minha orientadora, **prof. Míriam** por depositar toda confiança em mim e por me proporcionar a oportunidade de realizar este sonho que é fazer um doutorado na USP. Serei eternamente grata por a você.*

*Aos meus avós, **Ronaldo, Inailde e Valdinar**, que não descansaram um dia sequer em orações para que eu conseguisse realizar este doutorado. Obrigada por me ensinar o valor de família e união.*

*Aos meus sogros **Demerval e Tatiana**, que estão sempre presentes em minha vida e são fonte de carinho, amor e suporte.*

*Aos meus tios **Kátia e Edgard**, e meus primos **Mariana**, **Jéssica e Lucas**, que sempre estiveram presentes em minha vida em São Paulo e fazem daqui um lugar de aconchego familiar.*

Aos meus familiares, que sempre torceram, mesmo que de longe, e apoiaram minha trajetória.

Aos meus grandes amigos ***Leonardo, Sávio, Olívia, Iandara, Juliana, Carlos, Ítalo*** *por estarem sempre comigo durante todo este doutorado. Vocês foram essenciais para mim, sendo fonte de sabedoria, conselhos, companhia e diversão.*

Aos amigos da pós-graduação, ***Fernanda, Érika, Hermano, Bruna, Karin, Stephanie, Letícia, Giovanni, Juan, Andreia, Jair, Mariana, Alana, Diana, Ju Rodrigues, Lais, Rennan, Samuel, Sandra, Éric*** *que compartilharam comigo vários momentos durante todos esses anos de pós graduação e que estarão para sempre guardados em minha memória.*

À aluna de iniciação científica ***Mariana Gasperini****, por ter contribuído de forma essencial e imprescindível durante este doutorado. Obrigada por sua dedicação e seriedade. Tenho certeza que você tem um futuro brilhante pela frente.*

Aos funcionários ***Aldo****,* ***Leandro****,* ***Selma, Antônio e Silvana****, por sempre estarem disponíveis para nos ajudar no que era preciso.*

À todos os professores da faculdade de odontologia de São Paulo, com quem tive a honra e o prazer de ter contato, especialmente os professores do departamento de dentística e biomateriais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade de São Paulo, na pessoa do Magnífico Reitor Prof. Dr. Vahan Agopyan.

Agradeço à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, representada pelo seu diretor Prof. Dr. Giulio Gavini.

Agradeço ao Departamento de Dentística, pelo apoio estrutural e for fornecer as condições necessárias para realização deste doutorado.

“A vida é combate,
Que os fracos abate
Que os fortes, os bravos
Só pode exaltar”

Golçalves Dias

RESUMO

Pinheiro ACP O efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas em diferentes técnicas clareadoras [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Original.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas quando associada a diferentes técnicas clareadoras. Quarenta e oito espécimes em formato de disco (12 mm x 2 mm; n = 12) das resinas Filtek Z350 XT (Z350) e IPS Empress Direct (ED) foram confeccionados e pigmentadas em vinho tinto durante 28 dias. Após o manchamento, os espécimes foram divididos em quatro grupos experimentais: peróxido de hidrogênio 40% (PH); peróxido de hidrogênio 40% associado a luz violeta (PH + LV); luz violeta (LV) e água destilada (GC). Os espécimes foram avaliados em seis tempos experimentais: 24 h; após manchamento e após 1ª, 2ª, 3ª e 4ª sessão clareadora quanto à alteração de cor CIEDE2000 (ΔE_{00}); rugosidade (Ra), nanodureza e módulo de elasticidade (GPa). Para análise dos resultados de todas as propriedades estudadas foram realizadas análises de variância dois fatores para medidas repetidas (α=0.05%). Para a resina ED foi possível observar uma diferença estatisticamente significante entre o manchamento e a 1ª sessão clareadora para todos os grupos. Para as resinas ED e Z350, após as 4 sessões não foi possível observar diferença entre os grupos experimentais e o grupo controle. Os tratamentos clareadores com luz violeta não alteraram a rugosidade, nanodureza e módulo de elasticidade das resinas compostas. A utilização de uma fonte de luz LED violeta para o clareamento, associada ou não ao peróxido de hidrogênio, não foi capaz de promover uma efeito clareador e não promoveu alterações na rugosidade, nanodureza e módulo de elasticidade de resinas compostas pigmentadas.

Palavras-chave: Clareamento Dental. Luz Violeta. Resina Composta. Cor. Rugosidade.

ABSTRACT

Pinheiro ACP. The effect of using a violet LED light source on composite resins in different bleaching techniques [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2022. Versão Original.

The objective of this work was to evaluate the effect of using a violet LED light source on composite resins when associated with different bleaching techniques. Forty-eight disc-shaped specimens (12 mm x 2 mm; n = 12) of Filtek Z350 XT (Z350) and IPS Empress Direct (ED) resins were made and pigmented in red wine for 28 days. After staining, specimens were divided into four experimental groups: 40% hydrogen peroxide (PH); 40% hydrogen peroxide associated with violet light (PH + LV); violet light (LV) and distilled water (GC). The specimens were evaluated at six experimental times: 24 h; after staining and after 1st, 2nd, 3rd and 4th bleaching session regarding color change CIEDE2000 (ΔE00); roughness (Ra), nanohardness and Young's modulus (GPa). To analyze the results of all properties studied, two-way analysis of variance for repeated measures was performed (α=0.05%). For ED resin it was possible to observe a statistically significant difference between staining and the 1st bleaching session for all groups. For ED and Z350 resins, after the 4 sessions, it was not possible to observe any difference between the experimental groups and the control group. The bleaching treatments with violet light did not change the roughness, nanohardness and elastic modulus of composite resins. The use of a violet LED light source for bleaching, associated or not with hydrogen peroxide, was not able to promote a whitening effect and did not promote changes in roughness, nanohardness and elastic modulus of pigmented composite resins.

Keywords: Bleaching. Violet Light. Resin Composite. Color. Roughness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Desenvolvimento cronológico das formulações de compósitos dentais com base em modificações das partículas de carga (adaptado de Ferracane, 2011) 32

Figura 4.1 - Matriz utilizada para confecção dos espécimes com respectivas dimensões 50

Figura 4.2 - Forma de inserção, acomodação e fotoativação da resina na matriz ...50

Figura 4.3 - Imersão dos espécimes em placa de poços com vinho tinto.....51

Figura 4.4 - Distribuição dos espécimes nos grupos experimentais 52

Figura 4.5 - Matriz de silicone utilizada para fixação dos espécimes e aplicação do gel clareador 52

Figura 4.6 - Suporte para fixação dos aparelhos de luz LED violeta e dos espécimes durante tratamento clareador.....53

Figura 4.7 - Posicionamento do espécime em relação ao aparelho de luz LED violeta nos suporte de fixação.....54

Gráfico 5.1 - Resultados das médias de nanodureza para a resina ED nos diferentes tempos experimentais 66

Gráfico 5.2 - Resultados das médias de nanodureza para a resina Z350 nos diferentes tempos experimentais 67

Gráfico 5.3 - Resultados das médias de módulo de elasticidade para a resina ED nos diferentes tempos experimentais 67

Gráfico 5.4 - Resultados das médias de módulo de elasticidade para a resina Z350 nos diferentes tempos experimentais.....68

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Descrição das resinas utilizadas no estudo 50

Tabela 5.1 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de ΔE_{00}, entre os diferentes tempos experimentais para a resina ED 60

Tabela 5.2 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “L*” entre os diferentes tempos experimentais para resina ED 60

Tabela 5.3 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “a*” entre os diferentes tempos experimentais para resina ED 61

Tabela 5.4 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “b” entre os diferentes tempos experimentais para resina ED 61

Tabela 5.5 – Resultados da avaliação de cor, considerando o valor de ΔE_{00}, entre os diferentes tempos experimentais para a resina Z350 62

Tabela 5.6 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “L” entre os diferentes tempos experimentais para resina Z350 63

Tabela 5.7 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “a” entre os diferentes tempos experimentais para resina Z350 63

Tabela 5.8 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “b” entre os diferentes tempos experimentais para resina Z350 64

Tabela 5.9 – Resultados (médias e desvio-padrão) de rugosidade (em RA) para a resina ED 65

Tabela 5.10 – Resultados (médias e desvio-padrão) de rugosidade (em RA) para a resina Z350.....65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variâncias
bis-EMA	dimetacrilato de bisfenol A etoxilado
bis-GMA	bisfenol glicidil metacrilato
CIEDE2000	*Commission internationale de l'éclairage ou International Commission on Illumination 2000*
CIElab	*Commission internationale de l'éclairage ou International Commission on Illumination l a b*
ED	Empress Direct
EUA	Estados Unidos da América
GC	Grupo controle
LED	*Light Emitting Diode*
LV	Luz violeta
Manch.	Manchamento
mm	milímetro
mW/cm^2	Miliwatts por centímetro quadrado
p	Valor de probabilidade
PAC	*plasma arc lamps*
pH	Percentual de hidrogênio
PH	Peróxido de hidrogênio
PH+LV	Peróxido de hidrogênio + Luz violeta
rpm	Rotações por minuto
SP	São Paulo
TEGDMA	dimetacrilato trietileno glicol
UDMA	Uretano dimetacrilato
UK	*United Kingdom*
Z350	Filtek Z350

LISTA DE SIMBOLOS

μm	Micrômetro
nm	nanômetro
g	grama
Mol	moléculas
H_2O_2	peróxido de hidrogênio
$CH_6N_2O_3$	peróxido de carbamida
$CO[NH_2]_2$	peróxido de hidrogênio e ureia
n	número de espécimes
%	Por cento
ºC	Graus centígrados
h	hora
ml	mililitro
ΔL'	diferenças de luminosidade entre a linha de base e as leituras de cor subsequentes;
ΔC'	diferenças de croma entre a linha de base e as leituras de cor subsequentes
ΔH'	diferenças de matiz entre a linha de base e as leituras de cor subsequentes
R_T	função de rotação correspondente à interação de croma e diferença de matiz na região azul
S_L, S_C e S_H	são termos de ponderação para ajuste da diferença total de cores para variação em magnitude percebida com variação na localização da diferença de coordenadas de cor entre 3 medidas de cor
K_L, K_C e K_H	são termos de correção para as condições experimentais
$\Delta E_{00}1$	comparação entre a cor após 24 h e após o manchamento
$\Delta E_{00}2$	comparação entre a cor após o manchamento e a 1ª sessão
$\Delta E_{00}3$	comparação entre a cor após o manchamento e a 2ª sessão
$\Delta E_{00}4$	comparação entre a cor após o manchamento e a 3ª sessão
$\Delta E_{00}5$	comparação entre a cor após o manchamento e a 4ª sessão
$\Delta E_{00}6$	comparação entre a cor após 24 h e a 4ª sessão

ΔL	variação de L (luminosidade) entre dois tempos experimentais
Δa	variação de cor no eixo verde-vermelho entre dois tempos experimentais
Δb	variação de cor no eixo amarelo-azul entre dois tempos experimentais
mN	milinewton
Ra	A rugosidade média aritmética
L*	luminosidade
a*	Coordenada a eixo verde-vermelho
b*	Coordenada b eixo amarelo-azul
α	Taxa de significância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 25
2 REVISÃO DE LITERATURA 29
2.1 RESINA COMPOSTA 29
2.1.1 Composição e propriedades das resinas compostas 29
2.1.2 Causas de falhas em restaurações 33
2.2 CLAREAMENTO DENTAL 36
2.2.1 Etiologia do manchamento dentário 36
2.2.2 Agentes Clareadores e Mecanismo de Ação 38
2.2.3 Técnicas Clareadoras 39
2.2.4 Efeitos adversos do clareamento dental 40
2.2.5 Efeitos do clareamento sobre resinas compostas 41
2.3 CLAREAMENTO DENTAL COM LUZ VIOLETA 44
3 OBJETIVO GERAL 47
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 47
3.2 HIPÓTESES NULAS 47
4 MATERIAL E MÉTODOS 49
4.1 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES 49
4.2 PROTOCOLO DE MANCHAMENTO 51
4.3 GRUPOS EXPERIMENTAIS 51
4.3.1 Clareamento com peróxido de hidrogênio 40% (PH) 52
4.3.2 Clareamento com peróxido de hidrogênio 40% associado à luz LED violeta (PH + LV) 53
4.3.3 Clareamento com luz LED violeta (LV) 54
4.3.4 Grupo Controle (GC) 54
4.4 TEMPOS EXPERIMENTAIS 55
4.5 AVALIAÇÃO DE COR 55
4.6 AVALIAÇÃO DE RUGOSIDADE 56
4.7 AVALIAÇÃO DA NANODUREZA E MÓDULO DE ELASTICIDADE 57
4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS 57
5 RESULTADOS 59
5.1 AVALIAÇÃO DE COR 59

5.2 RUGOSIDADE 64
5.3 NANODUREZA E MÓDULO DE ELASTICIDADE 66
6 DISCUSSÃO 69
7 CONCLUSÕES 73
REFERÊNCIAS 75
APÊNDICES 87

1 INTRODUÇÃO

Restaurações anteriores em resina composta são frequentemente realizadas devido a sua capacidade de reproduzir efeitos ópticos e por permitirem mimetizar características morfológicas muito semelhantes aos dentes naturais[1]. Além disso, altas taxas de sucesso e longevidade são fatores que contribuem para sua escolha em tratamentos estéticos[2]. Contudo, a principal razão para falhas em restaurações anteriores está direta ou indiretamente relacionada à aparência estética de um dente ou uma restauração. Apesar de fraturas em restaurações classe IV serem a causa mais comum de substituições de restaurações anteriores, as alterações de cor e manchas são fatores que influenciam negativamente na percepção estética dos pacientes, levando à indicação dessas substituições[2].

As mudanças de cor a longo prazo podem ocorrer devido a manchas superficiais, coloração marginal, microinfiltração, mudanças na superfície provenientes do desgaste ou mesmo devido à própria deterioração interna do material[3]. Essas alterações na cor podem ser atribuídas à oxidação de pigmentos superficiais e à presença de compostos aminas, que são responsáveis pela instabilidade da cor ao longo do tempo[4].

Outro tratamento frequentemente utilizado para fins estéticos é o clareamento dental. Produtos à base de peróxido de hidrogênio atuam removendo as manchas extrínsecas e podem também promover uma mudança da cor intrínseca dos dentes[5], levando a um sorriso mais esbranquiçado. Além da grande disponibilidade de produtos para uso profissional, pode-se destacar também diferentes técnicas de realização do tratamento clareador, como por exemplo, o uso de géis clareadores associados ou não à luz[6] e, mais recentemente, a utilização de luz sem a necessidade de associação com qualquer outro agente clareador[7,8]. Acredita-se que o mecanismo de ação dos géis à base de peróxido de hidrogênio é resultado da atuação de espécies reativas de oxigênio, geradas a partir da ação do gel na quebra de moléculas complexas de pigmentos orgânicos. Assim, a clivagem das duplas ligações dos cromóforos resultaria em moléculas menos complexas e com uma estrutura mais simples e pequena. Dessa forma, essas moléculas seriam eliminadas facilmente em contato com a água[9,10]

Apesar de o tratamento clareador ser um procedimento considerado seguro[11] e estar bastante difundido no meio odontológico, a realização de técnicas clareadoras utilizando peróxido de hidrogênio e seus derivados em dentes restaurados é uma preocupação recorrente entre os clínicos. Isso se deve principalmente à capacidade dos produtos de clarearem as resinas compostas, e do risco do tratamento clareador em alterar as propriedades do material e diminuir a longevidade das restaurações[12,13].

Estudos *in vitro* avaliando o efeito de diferentes técnicas de clareamento na cor de resinas compostas escurecidas mostraram que a utilização da técnica de consultório com e sem luz, bem como o clareamento de auto aplicação foram eficazes no clareamento de restaurações[14,15]. Entretanto, o peróxido de hidrogênio apresenta uma ação química com alta propriedade de difusão e capacidade de oxidação, gerando radicais livres que podem afetar a interface carga-resina causando a desunião entre a matriz resinosa e as partículas de carga[16]. Portanto, apesar de os estudos demonstrarem que existe uma eficácia clareadora sobre compósitos resinosos, suspeita-se que a utilização de géis clareadores à base de peróxido de hidrogênio possa acarretar danos à superfície dos materiais que comprometem sua integridade física e sua estabilidade de cor.

Uma alternativa para a realização do clareamento dental com menores tempos de exposição ou mesmo sem a utilização de um mecanismo de ação químico, é a utilização da luz LED violeta. Recentemente disponível no mercado, a proposta deste LED é realizar o clareamento dos dentes e potencialmente excluir o risco de sensibilidade devido à diminuição ou ausência da ação química do peróxido[17]. O seu mecanismo de ação está relacionado ao pico de absorção dessa luz (comprimento de onda de aproximadamente 405 nm – 410 nm), pois interage com as moléculas pigmentadas (fotossensíveis) quebrando-as por meio de um processo físico, deslocando os elétrons e levando a um processo de clivagem dessas ligações, fazendo com que o centro colorido desapareça[17,18]. Dessa forma, a utilização desse tipo de luz para a realização do clareamento dental, teoricamente promove a remoção dos pigmentos sem utilizar uma reação química, o que diminuiria a sensibilidade e agressão aos tecidos dentais.

Estudos iniciais observaram uma eficácia do tratamento clareador com luz LED violeta[19–21], entretanto não está claro se estes resultados podem ser generalizados para outros agentes de pigmentação ou se a estabilidade cromática permanece por períodos mais longos do que os analisados nos estudos atuais. Outro fator ainda não

conhecido é sobre o efeito da luz violeta sobre materiais restauradores. Observa-se que existe uma preocupação quanto aos efeitos da utilização do peróxido de hidrogênio sobre materiais resinosos, porém não se sabe qual a eficácia e os possíveis efeitos da utilização da luz LED violeta sobre esses materiais. Portanto, são necessários mais estudos para se avaliar a eficácia da utilização de novos protocolos clareadores com a luz violeta e seus possíveis efeitos adversos, tanto sobre as estruturas dentárias quanto sobre os materiais restauradores presentes na cavidade oral.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 RESINAS COMPOSTAS

As resinas compostas são os materiais restauradores mais utilizados pelos dentistas atualmente para confecção de restaurações diretas. Há uma enorme variedade de produtos disponível no mercado, portanto a compreensão de suas características e propriedades são de suma importância para uma aplicabilidade mais segura e maior longevidade dos tratamentos restauradores.

2.1.1 Composição e propriedades das resinas compostas

Os compósitos resinosos são o material restaurador que mais vem passando por modificações na sua formulação desde o seu surgimento no mercado odontológico, há mais de 50 anos. As mudanças mais importantes estão relacionadas às partículas de carga, principalmente no que se refere ao tamanho, formato e quantidade, afim de se obter materiais com melhor polimento e maior resistência à fratura[1]. Estas modificações, além de melhorarem propriedades mecânicas, permitiram uma maior aplicação em diversas áreas da odontologia, como por exemplo: desenvolvimento de resinas com diferentes viscosidades, o desenvolvimento de forradores cavitários, selantes de fossas e fissuras, núcleos de preenchimento, *inlays*, *onlays*, coroas, restaurações provisórias, cimentos para restaurações indiretas entre outros.

Estes materiais são semelhantes no sentido de que todos são compostos basicamente por uma porção orgânica, representada por uma matriz polimérica, normalmente um dimetacrilato, uma porção inorgânica, representada pelas partículas de carga, e pelo silano, que é um agente de ligação responsável pela união entre estas duas porções[22]. Ainda estão presentes nas formulações dos compósitos, agentes químicos que promovem ou modulam a reação de polimerização, sendo o

principal fotoiniciador utilizado a canforoquinona em associação com uma amina terciária, e pigmentos que conferem cor a estes materiais[23].

A principal diferença entre os diferentes tipos de compósitos está na sua consistência. Resinas do tipo *flow* são normalmente produzidas com uma viscosidade mais baixa, a partir da redução do teor de partículas de carga ou adicionando outros agentes modificadores, como surfactantes, que aumentam a fluidez[24]. Já as resinas convencionais, que possuem maior viscosidade, alcançam sua consistência mais espessa através do aumento dessa quantidade, formato e distribuição das partículas de carga ou através da adição de outros tipos de partículas, como fibras[25].

As partículas de carga não apenas determinam diretamente as propriedades mecânicas dos materiais resinosos, mas também permitem reduzir o teor de monômero e, consequentemente, a contração da polimerização, otimizando o desgaste, translucidez, opalescência, radiopacidade, rugosidade superficial intrínseca e, portanto, capacidade de polimento, bem como melhoram a estética e o manuseio[26]. O tamanho das partículas de carga incorporadas na matriz das resinas compostas diminuiu continuamente ao longo dos anos, dos materiais macroparticulados aos nano-híbridos, e essa modificação do tamanho e morfologia das cargas resultou em propriedades mecânicas e estéticas melhoradas em comparação com os materiais compósitos anteriores[1,26].

Resinas compostas convencionais ou de alta viscosidade em sua primeira geração apresentavam partículas de carga de aproximadamente 50 μm, denominadas macroparticuladas (figura.2.1). Conferiam às resinas alta resistência flexural, porém uma grande dificuldade de polimento e lisura superficial[1]. Procurando melhorar essa característica, os compósitos microparticulados, com partículas esféricas de aproximadamente 40 nm, foram desenvolvidos. A quantidade de partículas de carga nestes materiais era baixo, o que acarretava em baixas propriedades mecânicas, porém a adição de partículas de resina pré-polimerizadas na matriz resinosa era uma estratégia utilizada. Ainda no sentindo de melhorar essas características, as resinas híbridas foram desenvolvidas, onde foi realizada a associação de partículas com cerca de 40 nm e partículas maiores (10 a 50 μm), com o objetivo de melhorar o polimento e também as propriedades mecânicas[1].

O aprimoramento dessas resinas se deu a partir do desenvolvimento de novas técnicas de moagem das partículas de carga, que resultaram em partículas com cerca

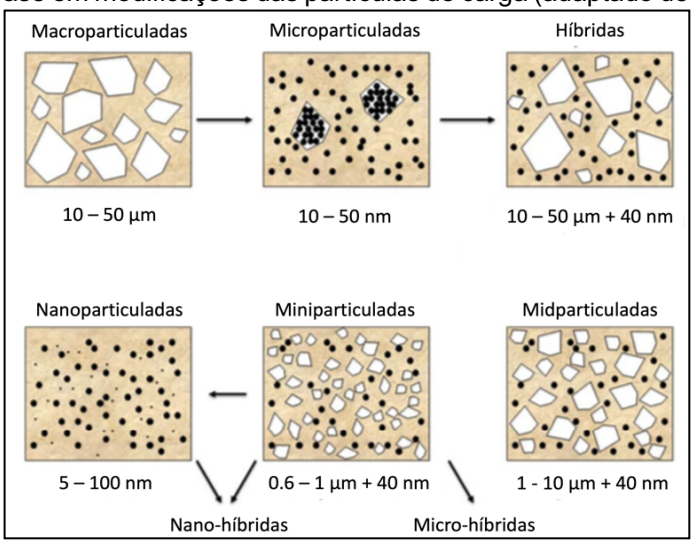
de 0,4 a 1 μm, inicialmente chamadas de miniparticuladas, e depois passaram a ser denominadas de micro-híbridas[27]. Essas modificações permitiram uma maior aplicabilidade para as resinas compostas, podendo ser utilizadas em restaurações anteriores e posteriores, devido suas boas propriedades mecânicas e capacidade de polimento.

A mais recente modificação no conteúdo inorgânico das resinas compostas foi o desenvolvimento das resinas nanoparticuladas. De forma geral, os fabricantes modificaram a formulação das resinas micro-híbridas para incluir nanopartículas e porções de resina pré-polimerizada, sendo assim denominadas de resinas nanohíbridas[1]. O principal objetivo de incorporar nanopartículas nas resinas compostas foi criar materiais que poderiam ser utilizados para restaurar tanto dentes anteriores quanto posteriores, com alta capacidade de brilho e polimento e que apresentassem resistência mecânica adequada para uso em áreas de alta tensão[28].

A utilização de nanoparticulas proporcionou um menor desgaste abrasivo dos nanocompósitos[28]. Entretanto, não possuem nenhuma vantagem significativa sobre os compósitos híbridos em termos de resistência e dureza. Além disso, valores mais elevados de sorção e solubilidade foram encontrados para nanocompósitos em comparação com compósitos híbridos, e estes podem influenciar seu desempenho clínico. Alzraikat et al.[28] observaram que a resistência flexural de nanocompósitos é semelhante ao da maioria dos compósitos híbridos e significativamente maior do que os compósitos microparticulados. Ilie e Hickel[29] relataram que ter um módulo de elasticidade mais baixo faz com que os nanocompósitos experimentem uma deformação mais elástica sob tensões funcionais, o que deve ser levado em consideração quando utilizados em regiões de maiores esforços mastigatórios.

A dureza das resinas compostas é uma propriedade que está intimamente relacionada à resistência ao desgaste e à estabilidade a longo prazo desses materiais no ambiente oral. Vários pesquisadores relatam valores de dureza mais elevados para nanocompósitos em comparação com os compósitos híbridos[28,30]. Isso foi atribuído a uma maior quantidade de carga mais densamente compactada nesta categoria de resinas.

Figura 2.1 - Desenvolvimento cronológico das formulações de compósitos dentais com base em modificações das partículas de carga (adaptado de Ferracane, 2011)



Fonte: Ferracane (2011)[1]

Em relação às modificações na formulação das resinas compostas, também deve-se observar a composição da matriz orgânica e não apenas a composição inorgânica para compreender o comportamento ao desgaste abrasivo. Mais recentemente, as mudanças nas composições das resinas estão direcionadas em modificações na porção orgânica da matriz polimérica, principalmente para desenvolver sistemas com redução da contração de polimerização e, talvez mais importante, redução da tensão de contração de polimerização[1].

Como mencionado anteriormente, o principal monômero presente nas resinas compostas é o bis-GMA, que tem como característica sua alta viscosidade e alta contração de polimerização. A associação deste com monômeros “diluentes” tem sido uma das estratégias utilizadas para minimizar os efeitos da contração de polimerização e melhorar sua manipulação. Além disso, o desenvolvimento de monômeros com maior peso molecular também tem sido observado, como por exemplo a resina de dimetacrilato de uretano modificada DX511 da Dupont encontrada em Kalore (GC), que reduz a contração devido ao seu peso molecular relativamente alto em comparação com bis-GMA e UDMA tradicional (895 g / mol vs. 512 g / mol vs. 471 g / mol, respectivamente). Um outro exemplo é o monômero de uretano TCD-DI-HEA encontrado em Venus Diamond (Kulzer), que produz menor estresse de contração de polimerização do que outros compósitos comercializados como de baixa contração[31].

A contração de polimerização inerente aos compósitos resinosos implica em restrições nas técnicas restauradoras com o intuito de minimizar a indução de tensões de contração da interface adesiva. A utilização da técnica de inserção incremental é a principal estratégia utilizada clinicamente para minimizar esses efeitos, e consiste na utilização de porções de resina de no máximo 2 mm de espessura. Essa técnica, além de minimizar a tensão induzida pela contração de polimerização, também permite que uma quantidade de luz suficiente penetre em profundidade para iniciar e completar a polimerização do compósito[32]. A utilização de maiores porções de resina pode acarretar em maior indução de tensões nas interfaces adesivas e menores graus de polimerização nas regiões mais profundas da restauração.

O grau de conversão de uma resina composta é definido como a porcentagem de ligações C = C reagidas das moléculas de monômero[33]. Os grupos de metacrilato residuais não convertidos apresentam um risco citotóxico, e sua solubilidade pode causar a formação de micro fendas que podem levar ao aparecimento de lesões de cáries, bem como menor resistência ao desgaste, diminuição das propriedades mecânicas, aumento da sorção de água na matriz da resina e alterações de cor[33]. A garantia de uma polimerização efetiva e um alto grau de conversão dos monômeros está diretamente relacionado com as propriedades físicas, mecânicas e ópticas e, portanto, com o desempenho clínico das resinas compostas[34].

2.1.2 Causas de falhas em restaurações

Desde o seu surgimento, as resinas compostas têm se tornado o material de eleição para procedimentos restauradores diretos devido suas propriedades estéticas e menor necessidade de remoção de tecido dental sadio. Entretanto, uma grande demanda ainda frequentemente observada é a necessidade da troca de restaurações[2]. As maiores razões para a troca de restaurações posteriores estão relacionadas com o aparecimento de cáries secundárias e fraturas[35] o que pode levar ao aumento do tamanho das cavidades e, consequentemente, da destruição do tecido dentário[36].

Em uma pesquisa sobre o desempenho clínico de resinas compostas posteriores realizado entre 1996 e 2002, observou-se que a razão mais comum para

falha em períodos de observação inferiores a 5 anos foi a fratura da restauração, seguida por cárie secundária, enquanto que para períodos de observação mais longos (6 – 17 anos) a cárie secundária foi a principal razão para substituição de restaurações[37]. Autores sugerem que estas falhas estejam relacionadas à contração de polimerização e à tensão de contração criada na interface de união, bem como a durabilidade dessa união e a qualidade da colocação da restauração[38]. As limitações das propriedades mecânicas dos materiais, bem como questões relacionadas ao desenho da cavidade, quantidade e qualidade da estrutura dentária de suporte e a oclusão também deve ser levadas em consideração[1]. A literatura mostra que além dos fatores mencionados, o nível socioeconômico do paciente, tipo de serviço odontológico prestado, o risco de cáries, estresses oclusais, e a experiência do operador também são fatores que influenciam o desempenho e longevidade de um tratamento restaurador[35,39,40].

Com o aumento da demanda por tratamento estéticos, principalmente em dentes anteriores, outros motivos, além do aparecimento de cáries e fraturas, tem aparecido como principais queixas que levam à troca de restaurações. A razão mais frequente para falhas em restaurações anteriores está direta ou indiretamente relacionada com a aparência estética do dente ou restauração[2]. Demarco et al.[2] em sua revisão sistemática observaram que, em dentes anteriores, a principal causa de falhas foram as fraturas em restaurações classe IV. Devido sua localização, esse tipo de restauração está sujeita a estresses mastigatórios, e a falta de retenção mecânica na maior parte destas restaurações pode acarretar um maior desafio para a interface dente restauração, levando a fratura como possível desfecho clínico ao longo do tempo[2]. Apesar de falhas em restaurações classe IV serem a causa mais comum de substituições de restaurações anteriores, as alterações de cor e manchas nas restaurações também são fatores que influenciam negativamente na percepção estética dos pacientes, levando à indicação dessas substituições[2].

A cárie e, consequentemente, a cárie secundária estão menos presentes nos dentes anteriores, portanto, restaurações nestes dentes são provavelmente mais propensas a substituição devido demandas estéticas, o que é explicado pelas diferentes propriedades funcionais dos dentes anteriores e posteriores[2]. Estas falhas relacionadas ao aspecto estético das restaurações anteriores também foram observadas em estudos que avaliaram facetas em resina, onde a alteração de cor, manchamento da superfície e pigmentação marginal influenciaram negativamente a

percepção do paciente sobre a restauração[41]. Esta percepção de estética propriamente dita pode variar entre indivíduos de acordo com a idade, nível educacional, ambiente em que estão inseridos e são provavelmente determinantes para novas intervenções em restaurações anteriores no dia a dia clínico[2].

Apesar dos recentes avanços na composição dos materiais resinosos, devido a natureza da matriz orgânica, as resinas ainda absorvem mais umidade que as cerâmicas, e portanto, são mais suscetíveis a penetração de diversos agentes pigmentantes[42,43]. Outra característica inerente aos compósitos é sua degradação superficial à medida que a restauração é exposta aos efeitos erosivos e abrasivos de alimentos, bebidas e outras substâncias[1]. Quando exposta a estes agentes e à própria escovação dentária, a maioria dos compósitos nano-híbridos e micro-híbridos mantém uma rugosidade superficial abaixo de 0,2 μm, que é considerada o limite para a retenção de placa[44], e pode favorecer a pigmentação de restaurações.

A realização de procedimentos de acabamento e polimento visam, além de obter a anatomia desejada, reduzir e suavizar a rugosidade e arranhões criados pelos instrumentos de acabamento. A textura da superfície também controla o grau de dispersão ou reflexão da luz incidindo sobre o dente natural ou o material[45]. Uma superfície mais áspera refletirá a luz em ângulos ligeiramente diferentes, o que influenciará a percepção de cor do observador. Se a superfície tiver um acabamento fosco, haverá uma quantidade excessiva de luz refletida no nível da superfície e uma redução da transmissão de luz através do material[46].

Além da rugosidade da superfície, as características estéticas e cromáticas das restaurações dentárias também podem ser influenciadas pelas condições de iluminação e propriedades ópticas do material restaurador, como transmitância, dispersão de luz, fluorescência e opalescência[47,48]. A transmitância, por exemplo, refere-se à transmissão da luz através de um corpo e pode ocorrer com diferentes níveis de absorção e dispersão dentro do material. O conteúdo inorgânico de uma resina composta é um fator importante que afeta a transmitância da restauração final. Além disso, a quantidade, o tamanho e a forma das partículas de carga afetam diretamente a capacidade de dispersão e o índice de refração de luz entre a matriz orgânica e as partículas de cargas, influenciando as propriedades ópticas finais das resinas compostas[49,50].

Diversos estudos demonstram que a exposição ao meio bucal e o contato com substâncias pigmentantes está associado a alterações tanto na rugosidade da

superfície quanto na cor das restaurações[51–53]. Portanto, a realização de restaurações anteriores com uma boa qualidade de polimento são importantes para a redução do acumulo de placa, pigmentação superficial e otimização das propriedades ópticas, consequentemente aumentando a vida útil das restaurações[54].

Apesar de a comparação entre a longevidade de restaurações em dentes anteriores e posteriores não ser possível, os estudos levam a crer que restaurações em resina composta se comportam de forma diferente, pois a perda de restaurações em dentes posteriores são mais recorrentes entretanto, a aparência estética desempenha um papel importante e decisivo no desejo do paciente de ter uma restauração anterior substituída[2,37,55].

2.2 CLAREAMENTO DENTAL

Um dos procedimentos odontológicos estéticos mais procurados pelos pacientes é o clareamento dental. Considerado um tratamento mais conservador, tecnicamente mais fácil e de menor custo em comparação com as facetas de resina e os laminados cerâmicos, o clareamento dental possibilita o branqueamento dos dentes através de diferentes técnicas e produtos disponíveis no mercado. O correto diagnóstico e compreensão da etiologia do manchamento dentário e o domínio das diferentes técnicas e produtos disponíveis são fatores determinantes para o sucesso clínico do clareamento dental.

2.2.1 Etiologia do manchamento dentário

Para compreender a etiologia do manchamento dentário, é preciso considerar que a estrutura dental morfologicamente se comporta de diferentes formas frente aos agentes pigmentantes, e o conhecimento da anatomia e características fisiológicas naturais dos dentes são importantes para o correto diagnóstico. A cor natural dos dentes é basicamente determinada pela cor da dentina, e fatores como espessura, localização e tipo de dentina (primária, secundária ou terciária) podem afetar a cor dos

dentes e a resposta destes ao tratamento clareador[56]. A percepção da cor dos dentes também está relacionada com propriedades ópticas de dispersão e absorção da luz pelo esmalte e pela dentina[57] e qualquer modificação na estrutura fisiológica destes substratos influencia a cor observada.

Diversos fatores estão associados ao manchamento dentário e didaticamente pode-se classificar a origem do manchamento em: intrínseca ou extrínseca[58]. O manchamento intrínseco está relacionado a alterações na própria estrutura dental que podem estar associadas com: distúrbios metabólicos durante a fase de formação dentária (hiperbilirrubinemia congênita); tratamentos médicos (manchamento por tetraciclina); doenças hereditárias (dentinogênese imperfeita) e idiopáticas (hipomineralização molar-incisivo)[59]; bem como causas traumáticas (hemorragias pulpares e reabsorções radiculares) que podem levar a alterações de cor da estrutura dental[60].

O manchamento extrínseco está associado à adsorção de diferentes compostos na superfície do dente. Essas pigmentações são causadas por substâncias cromogênicas (por exemplo: bebidas como chá, café, vinho) que se fixam diretamente no dente (coloração direta). No esmalte, estes cromógenos não são tão facilmente absorvidos, mas as proteínas da película adquirida são frequentemente citadas como responsáveis por reagir com os cromógenos levando à manutenção desta pigmentação da superfície dentária[61]. Para a dentina, os cromógenos são absorvidos pelo próprio tecido, devido a sua característica mais porosa em comparação com o esmalte[61].

O manchamento extrínseco também pode ocorrer por meio da interação química de compostos com outro elemento da superfície do dente, geralmente associado à presença de sais metálicos (coloração indireta)[62]. No manchamento extrínseco indireto, a alteração de cor está associada à presença de antissépticos catiônicos e sais metálicos. Nesse caso, o agente é incolor ou uma cor diferente do agente pigmentante é produzido na superfície do dente e a descoloração é formada pela interação química com algum elemento da superfície do dente[63].

De forma geral, a maior parte das manchas dentais extrínsecas é produzida por compostos orgânicos presentes como cadeias conjugadas de ligações simples ou duplas, que geralmente incluem heteroátomos, carbonila e/ou anéis fenil. A quebra dessas ligações e destruição das cadeias conjugadas e de outros grupos funcionais por agentes oxidantes leva a um efeito clareador sobre a estrutura dental[58].

2.2.2 Agentes Clareadores e Mecanismo de Ação

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) é o principal produto químico presente nos produtos clareadores disponíveis no mercado. Sua estrutura química possui uma ligação simples oxigênio-oxigênio, altamente solúvel e de pH ácido quando em contato com a água. Possui elétrons desemparelhados e por isso, é um agente oxidante forte, muito reativo e com capacidade de quebrar diferentes moléculas e compostos orgânicos[64]. Para realização do clareamento dental, o peróxido de hidrogênio pode ser aplicado diretamente ou produzido em uma reação química do peróxido de carbamida. O peróxido de carbamida ($CH_6N_2O_3$), também conhecido como peróxido de uréia, decompõe-se em peróxido de hidrogênio e ureia ($CO[NH_2]_2$). Na decomposição da concentração de peróxido de carbamida de 10%, são produzidos 3,5% de peróxido de hidrogênio e 6,5% de concentração de uréia. Embora o peróxido de carbamida tenha alta estabilidade química e seu uso tenha sido estendido no clareamento dental, o componente ativo continua sendo o peróxido de hidrogênio[65].

O mecanismo de ação do clareamento dental pelo peróxido de hidrogênio não é totalmente conhecido. Porém, acredita-se que esse processo envolve a combinação de reações de oxidação e a remoção mecânica dos pigmentos[66]. O peróxido de hidrogênio possui boa capacidade de difusão na matriz devido seu baixo peso molecular, e em contato com a superfície dentária o peróxido se dissocia formando radicais livres que atacam os compostos orgânicos que produzem as manchas (cromógenos). A reação dos radicais com os compostos orgânicos dá origem a epóxidos instáveis e, por fim, forma álcoois que são eliminados mais facilmente, pois são compostos mais solúveis em água[64]. Ou seja, os radicais livres originados da decomposição do peróxido de hidrogênio atuam quebrando duplas ligações presentes nas moléculas de pigmento. Ao serem clivadas, essas moléculas são mais facilmente removidas, resultando a um efeito clareador do dente.

2.2.3 Técnicas Clareadoras

Normalmente, o clareamento dental para dentes vitais é classificado como: caseiro (supervisionado pelo dentista) ou de consultório (administrado pelo dentista). A principal diferença entre os produtos disponíveis para a realização das duas técnicas clareadoras está na concentração do gel clareador. Produtos para uso caseiro possuem concentrações menores, e portanto, devem ser administrados em maiores repetições para efetivação do resultado clareador desejado. Esta técnica geralmente requer um maior número de etapas clínicas, que incluem moldagem, obtenção de modelos e confecção de placa de acetato. Além disso, o paciente deve ser orientado quanto à inserção e remoção do produto, frequência e tempo de aplicação e deve-se contar também com a colaboração do mesmo para o sucesso do tratamento[67]. A concentração dos agentes clareadores pode variar entre 5% a 22% para o peróxido de carbamida e de 6% a 25% para o peróxido de hidrogênio[68].

Outro tipo de clareamento caseiro, porém não supervisionado, é através de produtos disponíveis em farmácias e supermercados (*Over the Counter*). Produtos como cremes dentais, enxaguantes e tiras clareadoras estão disponíveis[69] e são bastante acessíveis e de fácil aplicação, entretanto possuem menor potencial clareador em comparação com os géis de uso profissional, menores tempos de exposição e contato com a superfície dos dentes, o que faz com que precisem de maior tempo de utilização para obtenção de bons resultados[66]. Outra desvantagem é que como são produtos de uso indiscriminado, não existe uma avaliação profissional e nenhum diagnóstico prévio sobre a etiologia do manchamento, podendo comprometer o efeito clareador ou até mesmo induzir ao uso inapropriado destes produtos[70].

A técnica de consultório utiliza produtos com altas concentrações de peróxido de hidrogênio, que reduzem o tempo de tratamento e produzem um resultado mais imediato, necessitando da supervisão profissional direta para evitar a exposição de tecidos moles e a ingestão de gel[71]. As vantagens da técnica de consultório incluem dependência mínima da adesão do paciente e resultados visíveis imediatos[72]. Os resultados podem aparecer após cerca de 30 a 60 minutos da aplicação, mas exigem várias aplicações para obter um efeito de clareamento ideal[73]. No entanto, os sistemas de clareamento em consultório também apresentam desvantagens, como o maior

custo, maior tempo na cadeira e maiores relatos de efeitos indesejáveis como hipersensibilidade dentária[74].

Muitos produtos para clareamento dental de uso em consultório no mercado sugerem a sua associação com fontes de luz ou calor como lasers, diodos emissores de luz (LEDs), lâmpadas de arco de plasma (PAC) e lâmpadas halógenas[75–77]. Teoricamente, a vantagem de uma fonte de luz é sua capacidade de aquecer, aumentando a taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio em radicais livres para a oxidação de moléculas orgânicas complexas de pigmentos[77]. Apesar da recomendação por alguns fabricantes, a associação de géis à base de peróxido de hidrogênio com fontes de luz tem sido questionada, visto que diversos estudos não observaram uma eficácia clareadora quando comparado com tratamentos sem a utilização de luz[6,77,78] e também relatam que o uso da luz pode promover um aumento da sensibilidade dentária devido à liberação de mais radicais livres que atingem a polpa[79–81].

2.2.4 Efeitos adversos do clareamento dental

Os efeitos adversos mais conhecidos e observados são efeitos locais que causam alterações nos tecidos dentais e na mucosa oral e podem se manifestar como: hipersensibilidade dentária, processo de reabsorção dental, modificações na morfologia da superfície, irritação gengival e efeitos nos materiais restauradores[82]. A queixa mais comumente relatada pelos pacientes é a hipersensibilidade dentária, que pode ser dolorosa e persistente e até levar à interrupção do tratamento clareador[83]. Diferentes mecanismos são propostos para explicar a hipersensibilidade dentária, mas esse fenômeno não é totalmente compreendido. Acredita-se que a penetração do gel clareador e a alta difusão de radicais livres leva a reações de hipersensibilidade, pois podem causar movimentos de fluidos dentro dos túbulos dentinários detectados por terminações nervosas perto da dentina, levando a estímulos dolorosos[84].

A realização do clareamento interno em dentes tratados endodonticamente também é uma preocupação quanto ao aparecimento da reabsorções internas. Isto pode estar relacionado com o pH do gel clareador e ao trauma envolvido durante o tratamento endodôntico, mas o processo exato de formação é pouco compreendido[85].

Portanto, é importante considerar que a reabsorção em dentes não vitais pode ocorrer com a aplicação do tratamento clareador interno[85].

O mecanismo de ação das moléculas de peróxido de hidrogênio também pode comprometer a morfologia e a estrutura dentária. Alguns autores relatam que 15% de peróxido de hidrogênio é a concentração efetiva máxima e que uma concentração maior aumenta a possibilidade de alteração da dureza do esmalte, morfologia superficial, acidez do meio, e não leva a uma melhora o efeito clareador[86]. Os níveis de pH ácido sob o substrato dental podem induzir a alterações na estrutura e reduzir o conteúdo mineral do esmalte e da dentina. Essa mudança na morfologia da superfície reduz as propriedades de dureza e aumenta a rugosidade o que pode favorecer a adesão de placa bacteriana[87].

Estudos mostram que o contato do gel clareador com a mucosa pode levar a irritação gengival devido a presença de radicais livres presentes nos géis[82,88,89]. Se o agente clareador for ingerido, pode produzir dor gástrica, porém sem consequências graves[90]. Além disso, os agentes clareadores têm efeitos sobre materiais restauradores diminuindo as propriedades adesivas[3] e levando a alterações superficiais[91]. A perda da resistência adesiva da resina composta ao esmalte também pode ocorrer caso a restauração seja realizada imediatamente após o tratamento clareador[92].

2.2.5 Efeitos do clareamento sobre resinas compostas

Embora a correspondência de cor inicial entre substrato dentário e restauração possa ser estabelecida no momento da confecção de uma restauração, mudanças de cor a longo prazo podem ocorrer por causa da pigmentação superficial, coloração marginal, microinfiltração, mudanças de superfície relacionadas ao desgaste e também devido a própria deterioração interna inerente do material restaurador[3]. Embora o clareamento à base de peróxido de hidrogênio seja eficaz para dentes vitais e não vitais[93,94], não há um consenso sobre o efeito dos clareadores à base de peróxido em materiais restauradores de resina composta[15].

Uma revisão sistemática de 2004[4] sobre os efeitos dos agentes clareadores nos materiais restauradores dentários observou que clareamentos com peróxido de

hidrogênio ou preparações de liberação de peróxido de hidrogênio podem ter um efeito negativo nos materiais restauradores. A adesão de restaurações adesivas ao tecido dentário após clareamento é significativamente reduzida. Isto tem sido associado a presença de oxigênio residual que emana da superfície da dentina clareada, reduzindo a polimerização de monômeros nas interfaces adesivas[4,95]. Portanto, é recomendado atrasar a colocação das restaurações após o término da terapia clareadora por pelo menos 1 a 3 semanas[4].

Estudos avaliando o efeito do clareamento dental à base de peróxido de hidrogênio sobre resinas compostas observaram diferentes graus de recuperação da cor, e isto pode estar associado ao tipo de manchamento, concentração do gel, tempo e quantidade de aplicações[3,13,15]. Gul et al.[15] avaliaram o efeito de recuperação de cor de diferentes sistemas de clareamento em resinas compostas pigmentadas e observaram que o maior efeito de recuperação foi determinado pelo sistema de clareamento de consultório. No entanto, os sistemas de clareamento caseiro e a *laser* foram considerados tão eficazes quanto os sistemas de clareamento de consultório.

Canay et al.[3] também compararam o efeito do peróxido de carbamida 10% e do peróxido de hidrogênio 10% na cor de compósitos e observaram que as mudanças de cor para todos os materiais restauradores testados foram clinicamente detectáveis após a aplicação de peróxido de hidrogênio 10%. Em comparação com o peróxido de carbamida 10%, o peróxido de hidrogênio 10% causou mais alterações de cor nos compósitos testados. Zhao et al.[96] compararam o efeito de diferentes soluções pigmentantes na cor do esmalte, dentina e de restaurações em resina composta e o efeito de diferentes tratamentos clareadores. O estudo concluiu que algumas soluções pigmentantes causaram um manchamento significativo, causando uma incompatibilidade de cor entre dente (esmalte) e a restauração em resina que não foram reversíveis após os tratamentos clareadores[96]. Ou seja, os tratamentos clareadores podem não ser eficazes para corrigir a incompatibilidade de cores entre dente/restauração dependendo do tipo de manchamento.

Diferenças na mudança de cor entre diferentes materiais restauradores podem ser resultado de diferentes quantidades de resina e diferentes graus de conversão da matriz de resina em polímero[97]. Fenômenos de superfície, como aumento da porosidade, são discutidos como resultado do impacto deletério dos agentes de clareamento oxidantes na matriz polimérica de materiais à base de resina[98]. Ainda não existe um consenso sobre se essas alterações na textura e dureza

da superfície são relevantes em condições clínicas ou se são apenas um fenômeno de superfície, que poderia ser removido pelo simples polimento de restaurações. No entanto, o polimento das restaurações após o clareamento é pelo menos aconselhável, uma vez que o aumento da rugosidade da superfície é considerado responsável pelo aumento da aderência de certos microrganismos cariogênicos à superfície externa de materiais restauradores da cor do dente após contato com diferentes agentes clareadores, conforme avaliado por Mor et al.[91].

A presença de microinfiltrações em dentes restaurados após a realização de tratamento clareadores em altas concentrações também foi relatado na literatura[99]. Isto pode estar associado a interação entre os radicais livres presentes na decomposição do peróxido de hidrogênio e o substrato dentário, levando a uma degradação da camada híbrida e formação de fraturas na interface. Este efeito é maior na dentina, devido ao menor conteúdo inorgânico e maior conteúdo orgânico, comparado com o esmalte[99].

Além disso, a concentração ou aplicações repetidas de peróxido também podem levar a degradação da matriz resinosa dos compósitos[100]. Isto se deve a alta capacidade de difusão do peróxido, bem como sua reatividade e ação oxidativa[101]. Possivelmente, os peróxidos induzem a clivagem oxidativa das cadeias poliméricas. Dessa forma, suspeita-se que duplas ligações não reagidas sejam as partes mais vulneráveis dos polímeros[102]. Os radicais livres induzidos pelos peróxidos podem interferir na interface resina-carga e causar uma desunião da matriz. Isso pode causar rachaduras microscópicas, resultando em um aumento na rugosidade da superfície[16,102]. Ou seja, os agentes clareadores podem induzir a deterioração da superfície das restaurações de compósitos existentes o que pode acarretar em maior adesão bacteriana [91].

Outro fator a ser considerado também é a combinação de cores das restaurações de resina e dos dentes após a realização do clareamento. Se as restaurações combinam perfeitamente com a estrutura dentária circundante antes do clareamento, eles podem não combinar mais, uma vez que o dente e os materiais restauradores podem se comportar de maneira diferente após o clareamento, consequentemente, exigindo a substituição da restauração [96].

2.3 CLAREAMENTO COM LUZ VIOLETA

Recentemente, uma nova fonte de luz tem sido proposta para a realização do clareamento dental de consultório[103]. Essa fonte de luz, um diodo emissor de luz (LED), com comprimento de onda de 405-410 nm (emissão no espectro do violeta), foi introduzida no mercado odontológico como sendo capaz de realizar o clareamento da estrutura dental sem a necessidade do uso de um gel clareador a base de peróxido de hidrogênio[18]. Autores sugerem que o mecanismo de ação desta técnica está relacionado com a banda de emissão da luz violeta que coincide com o pico de absorção de moléculas pigmentantes, interagindo seletivamente e quebrando-as em outras menores e incolores[18,104]. A velocidade com que essa luz interage com essas moléculas aumenta milhares de vezes, acelerando assim o processo de separação. Se os fragmentos não se reorganizarem, a molécula para de ser absorvida e o centro colorido desaparece. As moléculas de pigmento dentário são fotorreceptoras e, portanto, altamente reativas à luz. Suas cadeias são longas, com sequências de ligações químicas que deslocam elétrons e são muito suscetíveis à absorção de comprimentos de onda mais curtos, como a luz violeta[104].

A utilização da luz violeta nos tratamentos clareadores tem como objetivo ser uma alternativa aos tratamentos clareadores convencionais à base de peróxido de hidrogênio. Por se tratar de um mecanismo físico e não químico, a utilização da luz LED violeta visa diminuir ou evitar os efeitos adversos mais comumente relatados pelos tratamentos clareadores convencionais, principalmente a indução de hipersensibilidade[105–107]. O menor poder de penetração da luz violeta leva a uma menor alteração molecular do tecido dentário em nível de profundidade, preservando as características isolantes e protetoras da polpa[8].

Duas técnicas clareadoras utilizando a luz LED violeta tem sido propostas: a técnica isolada, que consiste na realização do clareamento utilizando apenas a luz violeta ou a técnica híbrida, que consiste na associação da luz violeta com géis a base de peróxido de hidrogênio[108]. Por se tratar de uma técnica relativamente nova, poucos estudos ainda estão disponíveis e diferentes protocolos tem sido utilizados para avaliação da eficácia clareadora. Entretanto, estudos inicias vem observando resultados promissores quanto a eficácia da utilização do LED violeta no tratamento clareador.

Rastelli et al.[109] observaram em um relato de caso que o uso de LED violeta associado a um peróxido de carbamida em baixa concentração promoveu com sucesso o clareamento dental e nenhum efeito colateral durante e pós-tratamento foi observado. O mesmo foi relatado por Gallinari et al.[110] em uma série de relatos de casos do tipo *split-mouth,* em que o LED violeta aumentou o efeito clareador quando usado associado com géis de peróxido de carbamida a 10% e um efeito discreto foi observado quando usado em conjunto com peróxido de hidrogênio a 17,5% ou isoladamente. Lago et al.[7], em seu relato de caso, também observaram que a utilização isolada da luz violeta foi eficaz quando utilizada para o tratamento clareador e a cor após o procedimento se manteve estável por 60 dias sem relatos de hipersensibilidade. Brugnera et al.[111] avaliaram clinicamente o efeito da luz LED violeta associada ao clareamento dental em consultório com peróxido de carbamida 35% em 50 pacientes e observaram que a luz violeta pode melhorar a eficácia do clareamento dental, sem aumentar a sensibilidade.

Ao avaliar as duas técnicas em um mesmo estudo *in vitro*, Gallinari et al.[112] observaram que a luz violeta produziu alterações cromáticas clinicamente significativas sem o uso de gel clareador e potencializou o efeito clareador obtido com um gel contendo 17,5% de peróxido de hidrogênio. Porém, o uso da luz violeta com gel contendo peróxido de hidrogênio a 35% não afetou o resultado final. Kury et al.[20] avaliaram o efeito clínico da luz LED violeta no clareamento isoladamente ou combinado com peróxido de carbamida 37% ou peróxido de hidrogênio 35% e observaram que o LED violeta sozinho produziu o menor efeito clareador entre os grupos, mas aprimorou os resultados de clareamento do grupo com peróxido de hidrogênio. Pacientes tratados com luz violeta associado ao peróxido de carbamida alcançaram a mesma eficácia do peróxido de hidrogênio, com redução do risco e da intensidade da sensibilidade dentária e nenhum dos protocolos de clareamento afetou negativamente o conteúdo mineral do esmalte[20]. O mesmo foi observado por Daltro et al.[19] no estudo *in vitro* ao avaliar a eficácia do clareamento com luz LED violeta associados ou não com peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida, em que também constataram que o uso do LED violeta associado ou não aos géis clareadores foi eficaz para o clareamento dentário, apesar do clareamento com LED violeta isoladamente produzir o menor efeito clareador.

A partir dos relatos atualmente disponíveis na literatura, observa-se que diferentes protocolos de aplicação e a associação ou não da luz violeta com géis à

base de peróxido podem influenciar diretamente o potencial clareador dos tratamentos clareadores. A utilização da luz LED violeta isoladamente tem se mostrado eficaz na promoção do clareamento dental, entretanto com um menor poder clareador quando comparado com a técnica convencional[19,20,110]. Por outro lado, vale ressaltar que estudos avaliando a associação da luz LED violeta com géis de menor concentração tem apresentado resultados favoráveis[20,110,112], o que sugere que, no futuro, a utilização de géis com menor concentração e, consequentemente, menor chances de reações adversas, pode ser uma alternativa à utilização de géis com maior concentração.

Para isso, diferentes tempos de aplicação, tipo e concentração dos géis clareadores e números de aplicações também devem ser estudados para determinação de um protocolo padrão a ser adotado. Além disso, assim como para os clareamentos à base de peróxido de hidrogênio, deve-se analisar as consequências da realização do clareamento com luz LED violeta, isolado ou associado com o peróxido de hidrogênio, sobre outros aspectos como por exemplo, as consequências da exposição da luz na mucosa bucal e em materiais restauradores presentes nas estruturas dentais.

3 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho *in vitro* é avaliar o efeito do uso de uma fonte de luz LED violeta sobre resinas compostas quando associada a diferentes técnicas clareadoras.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito de 3 técnicas clareadoras (gel à base de peróxido de hidrogênio, gel à base de peróxido de hidrogênio associado a luz LED violeta e utilização da luz LED violeta isoladamente) sobre resinas compostas quanto às seguintes propriedades: alteração de cor, rugosidade superficial, nanodureza e módulo de elasticidade.

3.2 HIPÓTESES NULAS

a) Não há diferença do efeito clareador observado entre as técnicas clareadoras, com ou sem a utilização de uma fonte de luz violeta, sobre resinas compostas.

b) A utilização de uma fonte de luz LED violeta não influencia a rugosidade, nanodureza e módulo de elasticidade das resinas compostas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

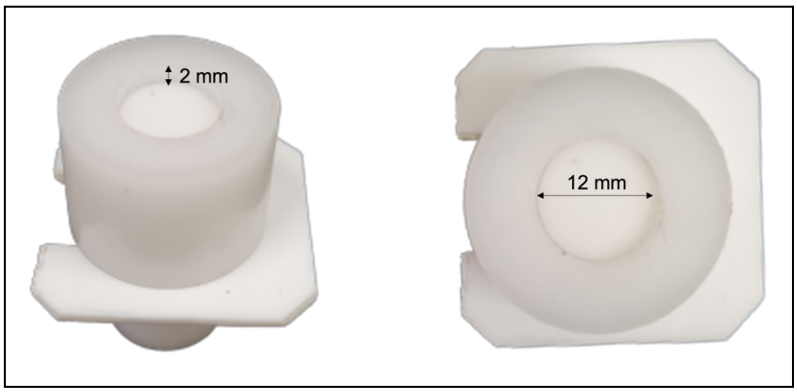
Os espécimes de resina composta na cor A1 [IPS Empress Direct (ED) e Filtek Z350 XT - (Z350)] (tabela 4.1) em formato de disco foram confeccionados a partir de uma matriz acrílica com as seguintes dimensões: 12 mm de diâmetro por 2 mm de espessura (n=12) (figura 4.1). Para isso, a resina foi inserida em porção única e acomodada com auxílio de uma espátula de inserção nº1 e, em seguida, uma lamínula de vidro foi colocada entre o material e a ponta do aparelho fotopolimerizador de LED (Valo Grand, Ultradent Product Inc. South Jordan, EUA) (figura 4.2). A fotopolimerização das amostras foi realizada durante 20 segundos no modo Standard com a intensidade de 1.200 mW/cm^2. Em seguida, os espécimes passaram por acabamento e polimento em uma politriz metalográfica (Buehler Ltd, Lake Buff, Illinois, EUA) sob refrigeração em água, a 150 rpm, seguindo uma sequência de discos de desgaste com granulação decrescente (1º DGD púrpura 35 μm por 30 segundos, 2º DGD amarelo 15 μm por 30 segundos, 3º DGD branco 15 μm por 30 segundos e 4º DGD azul 8 μm por 60 segundos). O polimento foi realizado com feltros de polimento embebidos com soluções cristalinas de acordo com a sequência: pano Texmet MB e solução diamantada de 6 μm, pano Policloth e solução diamantada de 3 μm e pano Veltex e solução diamantada de 1 μm. Em seguida, os espécimes foram lavados e armazenados em água destilada a 37º C por 24 h.

Tabela 4.1 – Descrição das resinas utilizadas no estudo

Resina (sigla)	Composição orgânica	Conteúdo inorgânico	Classificação	Fabricante	Lotes
IPS Empress Direct (ED)	Dimetacrilatos	Vidro de bário, trifluoreto de itérbio, óxido misto, dióxido de silício e copolímero (77,5-79% em peso 52-59% em vol)	Nano-híbrida	Ivoclar Vivadent	31598; Y36514
Filtek Z350 XT (Z350)	bis-GMA, UDMA, TEGDMA, e bis-EMA(6)	Sílica, zircônia não aglomerados (4 a 40 nm), clusters, de partículas agregadas de zircônica/sílica (0,6-20 microns) 72,5% em peso; 55,5% em volume	Nanoparticulada	3M ESPE	1903000328; 2019500210

Fonte: A autora.

Figura 4.1 – Matriz utilizada para confecção dos espécimes com respectivas dimensões



Fonte: A autora.

Figura 4.2 – Forma de inserção, acomodação e fotoativação da resina na matriz

Fonte: A autora

4.2 PROTOCOLO DE MANCHAMENTO

O protocolo de manchamento consistiu na imersão das amostras em uma placa de poços contendo aproximadamente 2 ml de vinho tinto (figura 4.3) durante o período de 28 dias sob agitação constante. A solução de cada poço foi renovada duas vezes por semana para evitar contaminação. Após o protocolo de manchamento, os espécimes foram limpos em cuba ultrassônica (L100 – Schuster, China) durante 5 minutos para remoção do excesso de pigmentos e armazenados em água destilada em estufa a 37ºC.

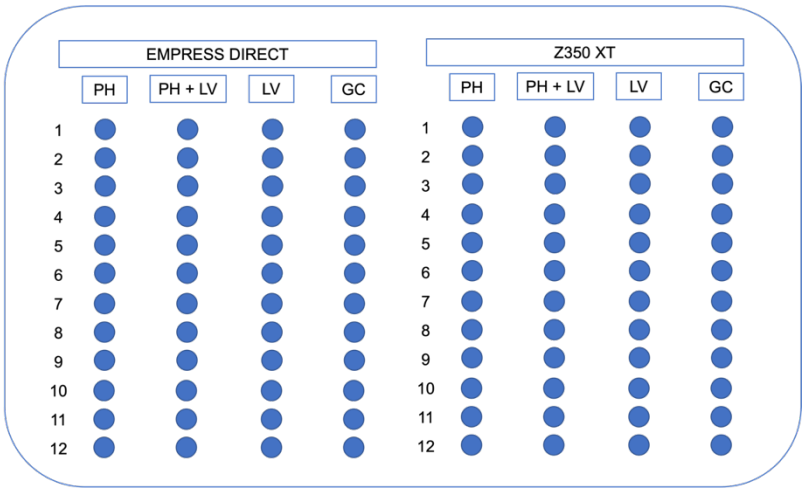
Figura 4.3 – Imersão dos espécimes em placa de poços com vinho tinto

Fonte: A autora

4.3 GRUPOS EXPERIMENTAIS

Para este estudo foram determinadas três técnicas clareadoras, sendo elas: clareamento com peróxido de hidrogênio a 40% (PH), clareamento com peróxido de hidrogênio a 40% associado a luz LED violeta (PH +LV) e clareamento com luz LED violeta (LV), além de um grupo controle (GC) para cada resina estudada. Para cada grupo experimental foram confeccionados 12 espécimes, totalizando 48 espécimes por resina e um total de 96 espécimes no estudo (figura 4.4).

Figura 4.4 – Distribuição dos espécimes nos grupos experimentais

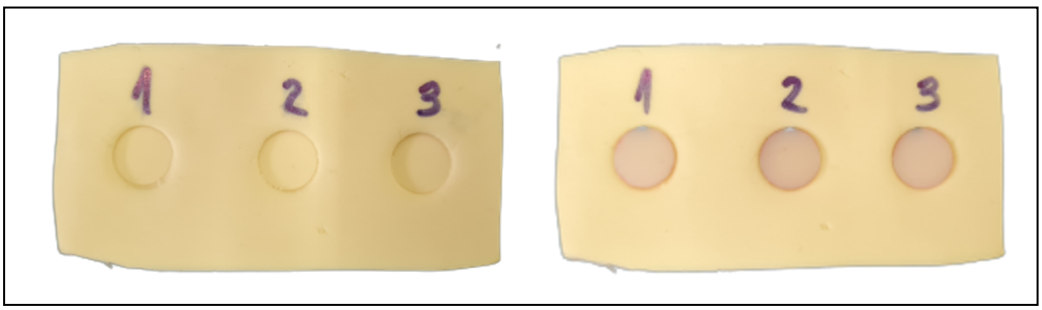


Fonte: A autora

4.3.1 Clareamento com peróxido de hidrogênio 40% (PH)

Os espécimes foram posicionados em uma matriz de silicone de forma a estabilizar e identificar cada espécime para aplicação do gel clareador (figura 4.5). Após a fixação, o gel clareador (Opalescence Boost – Ultradent Products Inc.) foi manipulado e aplicado sob a superfície da resina durante um período de 30 minutos. Após este tempo decorrido, o gel foi removido e foi realizada a lavagem e secagem com jato de água e ar até a completa remoção do produto. Esse processo foi repetido durante quatro sessões com intervalo de 7 dias.

Figura 4.5 – Matriz de silicone utilizada para fixação dos espécimes e aplicação do gel clareador

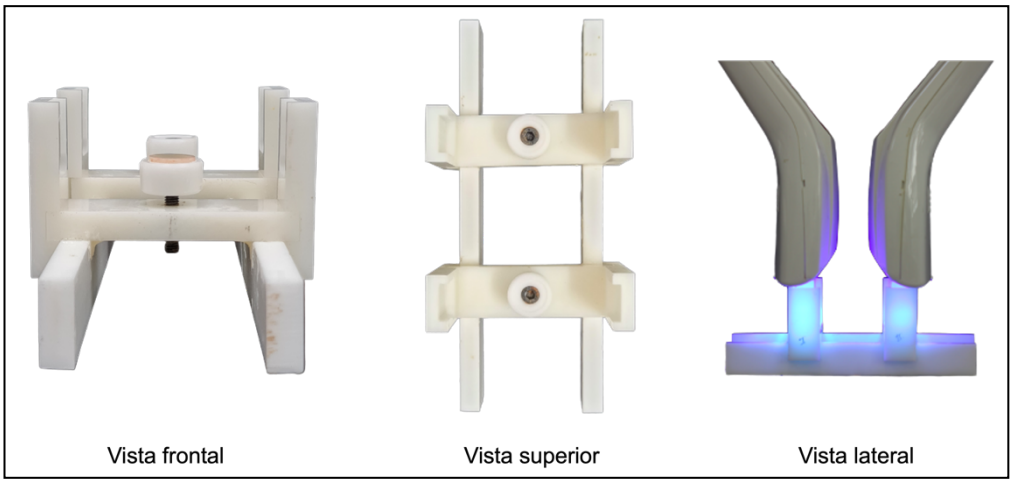


Fonte: A autora

4.3.2 Clareamento com peróxido de hidrogênio 40% associado à luz LED violeta (PH + LV)

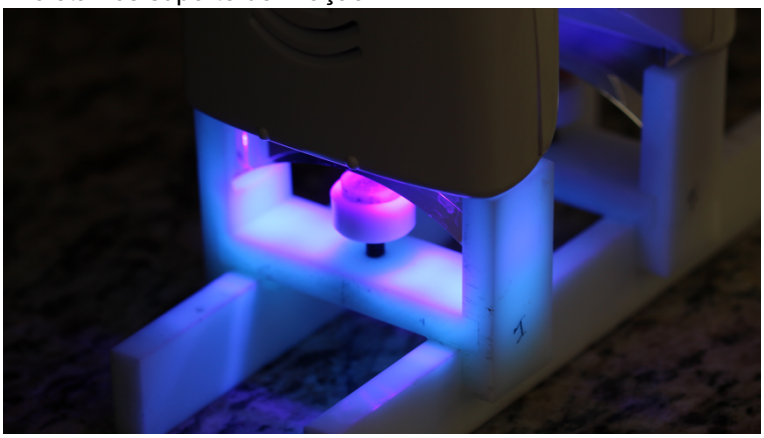
Os espécimes foram posicionados em um suporte de acrílico, juntamente com o aparelho emissor de luz violeta (BrightMax Whitening System, MMOptics, São Carlos, SP, Brazil) (figura 4.6), de forma que o espécime localizava-se na região mais central em relação à incidência da fonte de luz, simulando a posição de um incisivo central superior (região de maior aproveitamento da luz) (figura 4.7). O gel clareador (Opalescence Boost – Ultradent Products Inc.) foi manipulado e aplicado sobre a superfície de resina. Em seguida foi aplicada a luz violeta durante 20 minutos com intervalos de 30 segundos a cada 1 minuto de exposição, totalizando 30 minutos. Após a última aplicação de luz, o gel clareador foi removido e foi realizada a lavagem e secagem com jato de água e ar até a completa remoção do produto. Cada espécime foi submetido a quatro sessões de 30 minutos com intervalo de 7 dias entre as sessões.

Figura 4.6 – Suporte para fixação dos aparelhos de luz LED violeta e dos espécimes durante tratamento clareador



Fonte: A autora

Figura 4.7 – Posicionamento do espécime em relação ao aparelho de luz LED violeta nos suporte de fixação



Fonte: A autora

4.3.3 Clareamento com luz LED violeta (LV)

Assim como para o grupo anterior, os espécimes também foram posicionados no suporte de acrílico, juntamente com o aparelho emissor de luz violeta, de forma que o espécime localizava-se na região mais central em relação à incidência da fonte de luz. Para este grupo, os espécimes foram submetidos à irradiação com luz violeta (BrightMax Whitening System, MMOptics, São Carlos, SP, Brazil) durante 20 minutos com intervalos de 30 segundos a cada 1 minuto de exposição, totalizando 30 minutos. Cada espécime foi submetido a quatro sessões de 30 minutos com intervalo de 7 dias entre as sessões.

4.3.4 Grupo Controle (GC)

Após a realização do protocolo de manchamento, os espécimes do grupo controle permaneceram em água destilada durante todo o período decorrido entre as sessões (28 dias).

4.4 TEMPOS EXPERIMENTAIS

Para todos os testes e grupos propostos, os espécimes foram avaliados nos seguintes tempos experimentais:

24 h – 24 horas após a confecção dos espécimes;

Manch. – após a realização do protocolo de manchamento;

1ª sessão - 7 dias após a primeira sessão de clareamento;

2ª sessão – 7 dias após a segunda sessão de clareamento;

3ª sessão - 7 dias após a terceira sessão de clareamento;

4ª sessão – 7 dias após a quarta sessão de clareamento;

4.5 AVALIAÇÃO DE COR

A avaliação da alteração de cor foi realizada a partir do cálculo do ΔE CIEDE2000[113]. Os valores iniciais de cor (linha de base) das amostras foram medidos com um espectrofotômetro de luz (Konica Minolta CM3700A, Konica Minolta, Japan) de acordo com a equação:

$$\Delta E^*_{00} = \left[(\Delta L'/k_L S_L)^2 + (\Delta C'/k_C S_C)^2 + (\Delta H'/k_H S_H)^2 + R_T (\Delta C'/k_C S_C)(\Delta H'/k_H S_H) \right]^{1/2},$$

Onde: ΔL' - diferenças de luminosidade entre a linha de base e as leituras de cor subsequentes;

ΔC' - diferenças de croma entre a linha de base e as leituras de cor subsequentes;

ΔH' - diferenças de matiz entre a linha de base e as leituras de cor subsequentes;

R_T - função de rotação correspondente à interação de croma e diferença de matiz na região azul;

S_L, S_C e S_H - são termos de ponderação para ajuste da diferença total de cores para variação em magnitude percebida com variação na localização da diferença de coordenadas de cor entre 3 medidas de cor;

K_L, K_C e K_H - são termos de correção para as condições experimentais;

Para melhor avaliação da alteração de cor, utilizou-se como parâmetro as seguintes comparações entre tempos experimentais:

$\Delta E_{00}1$ – comparação entre a cor após 24 h e após o manchamento

$\Delta E_{00}2$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 1ª sessão

$\Delta E_{00}3$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 2ª sessão

$\Delta E_{00}4$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 3ª sessão

$\Delta E_{00}5$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 4ª sessão

$\Delta E_{00}6$ – comparação entre a cor após 24 h e a 4ª sessão

Após a avaliação do ΔE_{00}, também foram avaliados os padrões de alteração de cor através da análise das coordenadas L*, a* e b*, onde ΔL é variação de L (luminosidade) entre dois tempos experimentais, Δa é a variação de cor no eixo verde-vermelho entre dois tempos experimentais e Δb é a variação de cor no eixo amarelo-azul entre dois tempos experimentais.

Valores de ΔE^*_{00} superiores a 0,81 foram considerados como parâmetros de limiar de perceptibilidade, e ΔE^*_{00} superiores a 1,77 limiar de aceitabilidade para mudança de cor para materiais restauradores entre os diferentes tempos experimentais estudados[113].

4.6 AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE

As análises de rugosidade foram realizadas em um perfilômetro óptico (PROSCAN 2100, Scantron, Venture Way, Tauton, UK) onde o sensor do aparelho foi programado para escanear quatro áreas do espécime de 4 mm de comprimento (no eixo X) por 1 mm de largura (eixo Y). A média das quatro leituras (medida em Ra) foi utilizada como valor de rugosidade para cada espécime. A média dos 12 espécimes para cada material e para cada grupo experimental, foi utilizada como o valor de rugosidade.

4.7 AVALIAÇÃO DA NANODUREZA E MÓDULO DE ELASTICIDADE

Para a avaliação da nanodureza e do módulo de elasticidade, um ultramicrodurômetro (DUH 211S, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) foi utilizado com as seguintes configurações: ponta Berkovich (triangular), modo Load-Unload, com força 100 mN e tempo de permanência de 5 segundos considerando um coeficiente de Poisson de 0,360. Os mesmos espécimes utilizados para avaliação de cor e rugosidade foram utilizados para o teste de nanodureza e módulo de elasticidade (n=12). Para isso, cinco endentações foram realizadas respeitando uma distância mínima de 50 µm na superfície voltada para fonte de irradiação em cada espécime. A média das 5 endentações foi utilizada como valor de nanodureza para cada espécime. O mesmo cálculo foi realizado para os valores de módulo de elasticidade obtidos.

4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o fim do protocolo de manchamento, os espécimes foram avaliados quanto à alteração de cor para padronização do manchamento. Primeiramente foi observado se os espécimes apresentavam valores de ΔE_{00} superior a 0,81, considerado como limiar de perceptibilidade visual CIEDE2000 para materiais restauradores[113]. Aqueles que não apresentavam alteração de cor considerada perceptível a olho nu eram descartados. Em seguida, foi realizada a análise estatística a partir do Teste de Grubbs para verificar a presença de outliers e um teste de análise de variância (ANOVA) um fator (grupo experimental) para avaliação da distribuição dos espécimes dentro dos grupos experimentais para cada resina.

Para todas as propriedades avaliadas (cor, rugosidade, nanodureza e módulo de elasticidade), foram realizados testes de análises de variância (ANOVA) dois fatores (tempo e grupo experimental) para cada resina estudada e o teste comparativo de Tukey para comparação entre médias.

Para todos os testes foi adotado o nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 AVALIAÇÃO DE COR

Os resultados da avaliação de cor foram obtidos por meio da análise de 864 dados das coordenadas L*, a*, b* (APÊNDICE A e B) para cada resina, adquiridos através da análise em espectrofotômetro de 12 espécimes para cada um dos quatro grupos experimentais, nos seis tempos pré-determinados. A partir destes dados, foram obtidos 288 valores de ΔE_{00} (APÊNDICE C e D) que foram utilizados para determinação das médias e desvios-padrão utilizados para análise estatística.

A análise dos dados, por meio da análise de variância (ANOVA), demonstrou que a resina ED apresentou uma diferença estatisticamente significante ($p = 0.008$) considerando os fatores tempo e grupo experimental. Na tabela 5.1 observa-se os maiores valores de delta para todos os grupos experimentais em $\Delta E_{00}1$. Ou seja, todos os grupos apresentaram um manchamento efetivo dos espécimes após o protocolo realizado. Após a primeira sessão clareadora ($\Delta E_{00}2$), a resina ED apresentou valores superiores ao limiar de perceptibilidade (0,81) para todos os tratamentos clareadores, inclusive para o grupo controle. Isto se manteve após as quatro sessões ($\Delta E_{00}3$, $\Delta E_{00}4$ e $\Delta E_{00}5$). Em $\Delta E_{00}6$, nenhum grupo apresentou valores abaixo de 0,81, ou seja, mesmo após os tratamentos realizados, as resinas não apresentaram uma mudança de cor suficiente para retornarem às suas cores antes da realização do protocolo de manchamento.

Tabela 5.1 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de ΔE_{00}, entre os diferentes tempos experimentais para a resina ED

	PH	PH+LV	LV	GC
$\Delta E_{00}1$	4,7 (1,4) Aa	4,8 (1,6) Aa	4,9 (1,5) Aa	4,7 (2) Aa
$\Delta E_{00}2$	3 (1,4) Ab	3,9 (1,6) Aab	3,1 (0,9) Ac	2,7 (1,9) Ab
$\Delta E_{00}3$	4 (1,7) Aab	4,5 (1,6) Aa	3,9 (1,2) ABbc	2,7 (1,4) Bb
$\Delta E_{00}4$	4,3 (1,7) Aa	4,6 (1,7) Aa	4,2 (1,3) Aab	3,1 (1,6) Ab
$\Delta E_{00}5$	4,4 (1,5) ABa	4,7 (1,5) Aa	4,3 (1,1) ABab	3,1 (1,4) Bb
ΔE_{00} 6	2,9 (1,3) Ac	2,9 (1) Ab	4 (0,6) Aabc	3 (0,9) Ab

Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas
Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
$\Delta E_{00}1$ – comparação entre a cor após 24 h e após o manchamento
$\Delta E_{00}2$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 1ª sessão
$\Delta E_{00}3$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 2ª sessão
$\Delta E_{00}4$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 3ª sessão
$\Delta E_{00}5$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 4ª sessão
$\Delta E_{00}6$ – comparação entre a cor após 24 h e a 4ª sessão

Fonte: A autora.

Ao analisar cada coordenada separadamente para a resina ED, observa-se que para a coordenada L* (luminosidade) não foi possível observar diferenças estatisticamente significantes (p = 0.111) (Tabela 5.2). Os maiores valores de L* (tendência ao branco) foram observados em 24 h em todos os grupos experimentais, em comparação com os demais tempos avaliados. Entretanto, não apresentou diferenças após as sessões clareadoras.

Tabela 5.2 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de "L*" entre os diferentes tempos experimentais para resina ED

	L*			
	PH	**PH+LV**	**LV**	**GC**
24 h	66,5 (0,7) ABa	67,1 (1,3) Aa	66,9 (0,7) Aba	65,9 (1,0) Ba
manch	64,2 (1,0) Bb	65,3 (0,7) Ab	64,6 (1,0) ABb	64,7 (1,5) ABb
1ª sessão	64,5 (1,1) Bb	65,8 (1,0) Ab	64,3 (1,1) Bb	64,0 (1,1) Bbc
2ª sessão	64,0 (0,7) Bb	65,4 (0,6) Ab	65,4 (0,9) Bb	63,7 (1,0) Bc
3ª sessão	64,0 (1,3) Bb	65,8 (1,0) Ab	64,4 (1,2) Bb	63,8 (1,0) Bbc
4ª sessão	64,3 (0,9) Bb	65,6 (0,9) Ab	64,4 (1,3) Bb	63,9 (0,7) Bbc

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

Para a coordenada a* (verde-vermelho), também não foi possível observar diferenças estatisticamente significantes (p = 0.060). Todos os grupos experimentais apresentaram valores mais negativos (tendência ao verde) em 24 h em relação aos demais tempos experimentais. Após o manchamento, todos os grupos apresentaram valores menos negativos. Sendo mais evidente nos grupos PH+LV e LV após a 4ª sessão clareadora (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de "a*" entre os diferentes tempos experimentais para resina ED

	a*			
	PH	**PH+LV**	**LV**	**GC**
24 h	-3,2 (0,5) Aa	-3,2 (0,5) Aa	-3,3 (0,5) Aa	-3,5 (0,5) Aa
manch	-2,0 (1,6) Ab	-2,0 (1,7) Ab	-1,6 (1,3) Ab	-1,9 (2,1) Ab
1ª sessão	-2,0 (0,7) Ab	-1,5 (1,7) ABb	-0,8 (0,5) Bbc	-2,4 (0,9) Ab
2ª sessão	-2,0 (0,6) Ab	-1,5 (0,8) ABb	-1,0 (0,5) Bbc	-2,3 (0,9) Ab
3ª sessão	-1,9 (0,6) ABb	-1,6 (0,6) ABb	-0,9 (0,4) Bbc	-2,2 (0,8) Ab
4ª sessão	-1,9 (0,8) Ab	-1,5 (0,8) ABb	-0,8 (0,5) Bc	-2,1 (1,0) Ab

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

Entretanto, para a coordenada b* (azul-amarelo), foi possível observar uma diferença estatisticamente significante (p = 0.002). Os maiores valores (tendência ao amarelo) foram obtidos após o manchamento para todos os grupos experimentais. A realização dos tratamentos clareadores apresentaram valores estatisticamente inferiores (tendência ao azul) em relação aos obtidos após o manchamento. O mesmo também pode ser observado para o grupo controle (Tabela 5.4) .

Tabela 5.4 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de "b" entre os diferentes tempos experimentais para resina ED

	b*			
	PH	**PH+LV**	**LV**	**GC**
24 h	3,7 (0,7) ABbc	3,7 (1,1) ABb	4,0 (1,3) Bbc	2,6 (0,7) Ad
manch	7,2 (2,3) ABa	7,9 (2,4) Aa	8,0 (2,2) Aa	6,1 (2,7) Ba
1ª sessão	4,4 (0,8) ABb	3,5 (0,5) Bb	4,9 (1,2) Ab	4,8 (0,7) ABb
2ª sessão	2,8 (0,6) ABc	2,6 (0,5) Bb	3,6 (0,6) ABbc	4,1 (1,1) Abc
3ª sessão	2,7 (0,6) Ac	2,7 (0,4) Ab	3,4 (0,5) Ac	3,7 (1,0) Abcd
4ª sessão	2,5 (0,8) Ac	2,5 (0,8) Ab	3,1 (0,7) Ac	3,2 (1,5) Acd

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

Para a resina Z350, os resultados da análise de variância não observaram diferença estatisticamente significante entre os valores de ΔE_{00} ($p = 0.345$) (Tabela 5.5). Entretanto, os resultados mostram que para todos os grupos foi possível observar valores de ΔE_{00} superiores a 0,81 (limiar de perceptibilidade) em todos os tempos estudados.

Tabela 5.5 – Resultados da avaliação de cor, considerando o valor de ΔE_{00}, entre os diferentes tempos experimentais para a resina Z350

	PH	PH+LV	LV	GC
$\Delta E_{00}1$	2,4 (0,7) Aa	2,2 (0,9) Aa	2,4 (0,8) Aa	2,5 (1,1) Aa
$\Delta E_{00}2$	1,7 (0,9) Aab	1,6 (0,7) Aa	1,9 (1,1) Aa	1,9 (1,1) Aab
$\Delta E_{00}3$	1,8 (1,1) Aab	2,1 (0,9) Aa	2,6 (1,4) Aa	1,9 (1,4) Aab
$\Delta E_{00}4$	1,4 (0,8) Ab	1,8 (0,6) Aa	2,3 (1) Aa	1,9 (1,3) Aab
$\Delta E_{00}5$	1,4 (0,6) Ab	1,9 (0,5) Aa	2,4 (0,8) Aa	1,9 (1,3) Aab
ΔE_{00} 6	1,6 (0,5) Ab	1,5 (0,6) Aa	2,1 (0,6) Aa	1,5 (0,7) Ab

Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas
Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
$\Delta E_{00}1$ – comparação entre a cor após 24 h e após o manchamento
$\Delta E_{00}2$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 1ª sessão
$\Delta E_{00}3$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 2ª sessão
$\Delta E_{00}4$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 3ª sessão
$\Delta E_{00}5$ – comparação entre a cor após o manchamento e a 4ª sessão
$\Delta E_{00}6$ – comparação entre a cor após 24 h e a 4ª sessão

Fonte: A autora.

Ao avaliar as coordenadas separadamente, não foi possível observar nenhuma diferença estatisticamente significante para coordenada L* (luminosidade) ($p = 0.376$). O grupo PH+LV não apresentou mudanças estatísticas em nenhum tempo experimental. Para os demais grupos, observa-se uma pequena diminuição dos valores de L* após o manchamento que se manteve após todas as sessões clareadores (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “L” entre os diferentes tempos experimentais para resina Z350

	L*			
	PH	**PH+LV**	**LV**	**GC**
24 h	66,4 (0,8) Aa	66,4 (0,5) Aa	66,5 (0,9) Aa	65,7 (0,9) Aa
manch	65,3 (0,7) Ab	65,6 (0,9) Aa	65,4 (1,0) Abc	65,1 (1,4) Aab
1ª sessão	65,0 (1,4) ABb	65,6 (0,8) Aa	65,2 (1,0) ABc	64,5 (1,3) Bbc
2ª sessão	65,0 (0,7) ABb	65,6 (0,5) Aa	65,6 (0,9) ABc	64,2 (0,7) Bc
3ª sessão	65,4 (0,8) ABb	66,0 (0,8) Aa	65,8 (0,9) Aabc	64,5 (0,9) Bbc
4ª sessão	65,7 (0,8) ABab	66,3 (0,7) Aa	66,1 (0,9) Aab	64,8 (0,9) ABbc

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

Para a coordenada a* (verde-vermelho), a análise de variância apresentou diferenças estatisticamente significantes (p = 0.022). Todos os grupos experimentais apresentaram valores mais negativos (tendência ao verde) em 24 h em relação aos demais tempos experimentais. Após o manchamento estes valores aumentaram (tendência ao vermelho), e observa-se que após a 4ª sessão clareadora, os grupos PH+LV e LV apresentaram valores estatisticamente superiores aos observados após o manchamento.

Tabela 5.7 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de “a” entre os diferentes tempos experimentais para resina Z350

	a*			
	PH	**PH+LV**	**LV**	**GC**
24 h	-1,7 (0,4) Aa	-1,8 (0,2) Aa	-1,8 (0,2) Aa	-1,8 (0,4) Aa
manch	-1,2 (0,7) Ab	-1,2 (0,7) Ab	-1,1 (0,7) Ab	-1,1 (0,8) Ab
1ª sessão	-1,3 (0,4) Ab	-1,0 (0,3) Abc	-0,9 (0,5) Abc	-1,4 (0,4) Aab
2ª sessão	-1,2 (0,5) ABb	-0,9 (0,5) ABbc	-0,8 (0,5) Bbc	-1,4 (0,4) Aab
3ª sessão	-1,1 (0,5) ABb	-0,8 (0,4) ABc	-0,6 (0,5) Bc	-1,3 (0,4) Ab
4ª sessão	-1,0 (0,5)Ab	-0,7 (0,5) Ac	-0,6 (0,5) Ac	-1,1 (0,5) Ab

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

Para a coordenada b* (amarelo-azul), a análise de variância não observou uma diferença estatisticamente significante (p = 0.414), entretanto observa-se que os maiores valores (tendência ao amarelo) foram obtidos após o manchamento para todos os grupos (Tabela 5.8).

Tabela 5.8 – Resultados da avaliação de cor considerando o valor de "b" entre os diferentes tempos experimentais para resina Z350

	b*			
	PH	**PH+LV**	**LV**	**GC**
24 h	3,5 (1,1) Aab	3,2 (0,8) Ab	3,6 (1,2) Aab	2,9 (1,4) Ab
manch	4,1 (2,0) Aa	4,4 (1,7) Aa	4,5 (2,2) Aa	4,3 (2,7) Aa
1ª sessão	3,1 (1,3) Ab	3,2 (0,9) Ab	2,9 (1,0) Abc	3,2 (1,6) Ab
2ª sessão	2,8 (1,2) Ab	2,7 (1,0) Ab	2,2 (1,0) Ac	2,7 (1,4) Ab
3ª sessão	3,0 (1,4) Ab	2,8 (0,9) Ab	2,5 (1,0) Ac	2,6 (1,5) Ab
4ª sessão	3,3 (1,3) Aab	3,2 (0,9) Ab	2,5 (1,1) Ac	2,8 (1,4) Ab

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

5.2 RUGOSIDADE

Os resultados para rugosidade consistiram de 288 dados obtidos (APÊNDICE E e F) após a leitura de 48 espécimes em seis tempos experimentais para cada resina a partir de um perfilômetro óptico. Para a resina ED não foi possível observar diferenças estatisticamente significantes entre os grupos e tempos estudados (p = 0.610). Apenas para os grupos PH e GC pode-se observar uma diminuição da rugosidade entre 24 h e após o manchamento, que se manteve nos demais tempos estudados (Tabela 5.9).

Tabela 5.9 – Resultados (médias e desvio-padrão) de rugosidade (em Ra) para resina ED

	PH	PH+LV	LV	GC
24h	0,19 (0,14) Aa	0,17 (0,11) Aa	0,17 (0,1) Aa	0,21 (0,12) Aa
manch	0,14 (0,03) Ab	0,13 (0,04) Aa	0,14 (0,04) Aa	0,14 (0,03) Ab
1ª sessão	0,14 (0,04) Ab	0,12 (0,04) Aa	0,15 (0,05) Aa	0,13 (0,04) Ab
2ª sessão	0,14 (0,03) Aab	0,15 (0,04) Aa	0,14 (0,03) Aa	0,15 (0,05) Ab
3ª sessão	0,14 (0,05) Ab	0,12 (0,04) Aa	0,15 (0,07) Aa	0,13 (0,04) Ab
4ª sessão	0,16 (0,05) Aab	0,15 (0,08) Aa	0,13 (0,04) Aa	0,13 (0,04) Ab

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

Fonte: A autora.

Para a resina Z350 também não foi possível observar diferenças estatisticamente significante para a rugosidade entre os grupos experimentais e em nenhum dos tempos estudados ($p = 0.916$), ou seja, nenhum dos tratamentos clareadores estudados, inclusive o grupo controle, influenciou os valores de rugosidade (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 – Resultados (médias e desvio-padrão) de rugosidade (em Ra) para resina Z350

	PH	PH+LV	LV	GC
24h	0,20 (0,17) Aa	0,20 (0,14) Aa	0,17 (0,08) Aa	0,18 (0,15) Aa
manch	0,13 (0,05) Aa	0,11 (0,01) Aa	0,11 (0,01) Aa	0,14 (0,03) Aa
1ª sessão	0,07 (0,01) Aa	0,07 (0,01) Aa	0,09 (0,02) Aa	0,08 (0,02) Aa
2ª sessão	0,17 (0,02) Aa	0,19 (0,04) Aa	0,18 (0,06) Aa	0,13 (0,02) Aa
3ª sessão	0,07 (0,02) Aa	0,09 (0,02) Aa	0,10 (0,01) Aa	0,07 (0,01) Aa
4ª sessão	0,10 (0,05) Aa	0,11 (0,03) Aa	0,07 (0,01) Aa	0,10 (0,01) Aa

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

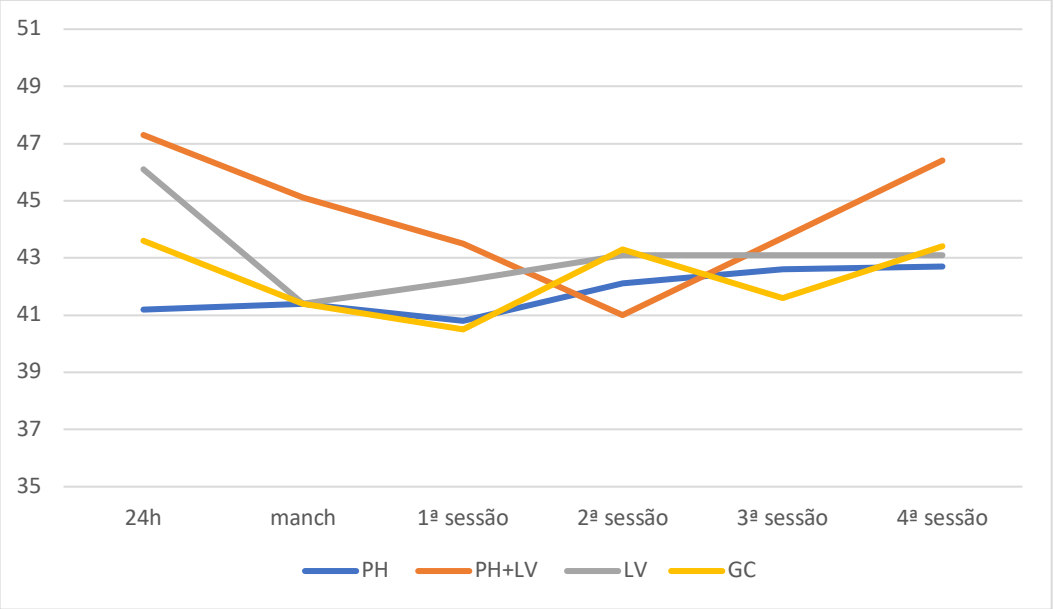
Fonte: A autora.

5.3 NANODUREZA E MÓDULO DE ELASTICIDADE

Os resultados para avaliação da nanodureza e módulo de elasticidade foram obtidos por meio da análise de variância de 288 dados para cada propriedade avaliada (APÊNDICE G, H, I, J, K, L, M e N) obtidos após a leitura de 48 espécimes em seis tempos experimentais para cada resina a partir de um ultramicrodurômetro.

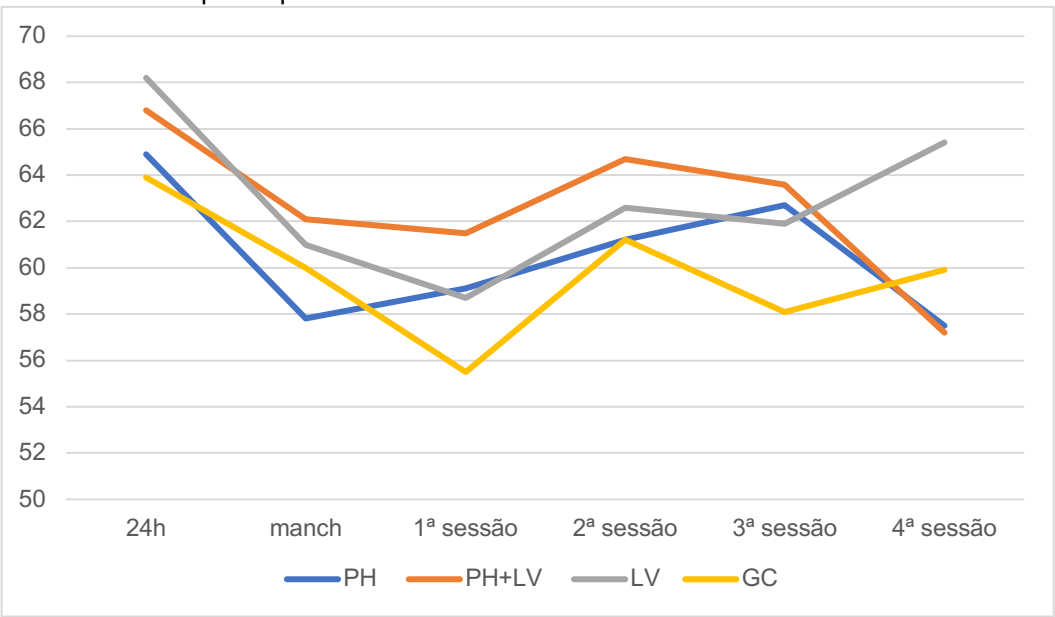
Tanto para a resina ED (p = 0.762), quando para a resina Z350 (p = 0.480) não foi possível observar diferenças estatisticamente significantes entre os grupos experimentais e em nenhum dos tempos estudados. A nanodureza não foi afetada pelo manchamento, nem pelos tratamentos clareadores estudados mesmo após 4 sessões clareadoras como pode ser observado no Gráfico 5.1 e no Gráfico 5.2.

Gráfico 5.1 – Resultados das médias de nanodureza para a resina ED nos diferentes tempos experimentais



Fonte: A autora.

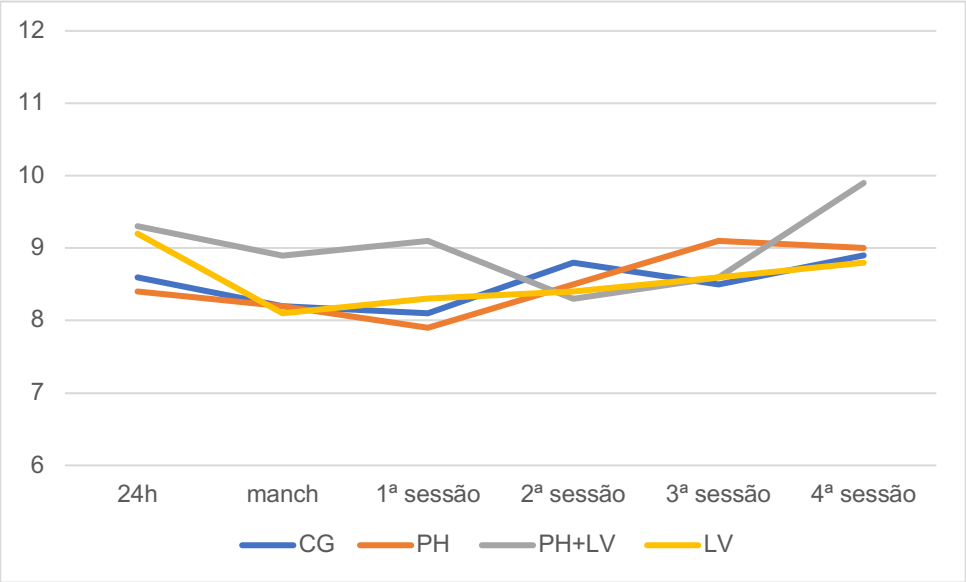
Gráfico 5.2 – Resultados das médias de nanodureza para a resina Z350 nos diferentes tempos experimentais



Fonte: A autora.

O resultado da análise de variâncias para o módulo de elasticidade também não observou diferenças estatisticamente significantes para a resina ED ($p = 0.603$) e para a resina Z350 ($p = 0.389$). O módulo de elasticidade para a resina ED manteve-se semelhante para todos os grupos experimentais em todos os tempos estudados. Ou seja, nem o protocolo de manchamento, nem os tratamentos clareadores propostos influenciaram esta propriedade (Gráfico 5.3).

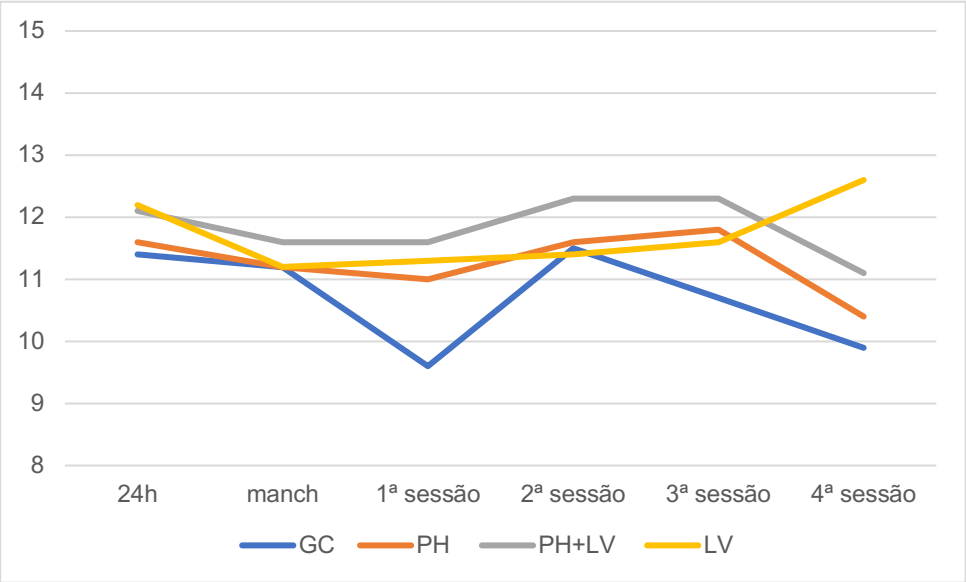
Gráfico 5.3 – Resultados das médias de módulo de elasticidade para a resina ED nos diferentes tempos experimentais



Fonte: A autora.

Para a resina Z350, apenas na após a 4ª sessão clareadora foi possível observar uma diferença estatisticamente significante entre o grupo LV e os grupos PH e GC, que apresentaram valores inferiores estatisticamente (Gráfico 5.4).

Gráfico 5.4 – Resultados das médias de módulo de elasticidade para a resina Z350 nos diferentes tempos experimentais



Fonte: A autora.

6 DISCUSSÃO

A partir dos resultados observados neste estudo *in vitro*, podemos aceitar as duas hipóteses nulas. Ou seja, não houve diferença do efeito clareador observado entre as técnicas clareadoras, com ou sem a utilização de uma fonte de luz violeta, sobre resinas compostas; e a utilização de uma fonte de luz LED violeta não influenciou a rugosidade, a nanodureza e o módulo de elasticidade das resinas compostas.

A necessidade de substituição de restaurações em dentes anteriores ocasionada por alterações na percepção de cor é uma preocupação recorrente entre pacientes e dentistas[2]. Estudos têm demonstrado que a realização de tratamentos minimamente invasivos, como os tratamentos clareadores à base de peróxido de hidrogênio, são capazes de promover um efeito clareador sobre compósitos resinosos, entretanto, os efeitos adversos causados na superfície destes materiais como aumento da rugosidade e microinfiltrações também têm sido observados[3,4].

Gul et al.[15] avaliaram o efeito de recuperação de cor de diferentes sistemas de clareamento em resinas compostas pigmentadas e observaram que o maior efeito clareador foi determinado pelo sistema de clareamento de consultório. No entanto, os sistemas de clareamento caseiro e a *laser* foram considerados tão eficazes quanto os sistemas de clareamento de consultório. Canay et al.[3] também compararam o efeito do peróxido de carbamida 10% e do peróxido de hidrogênio 10% na cor de compósitos e observaram que as mudanças de cor para todos os materiais restauradores testados foram clinicamente detectáveis a olho nu após a aplicação de peróxido de hidrogênio a 10%. Ou seja, tanto a utilização do peróxido de hidrogênio em maiores concentrações, como os utilizados em consultório, quanto os de menor concentração, como os de uso caseiro, mostraram-se eficazes no clareamento de resinas compostas pigmentadas.

Um outro sistema clareador de uso profissional baseado na utilização de uma luz LED violeta foi inserido recentemente no mercado[18]. A literatura tem sugerido que o mecanismo de ação do clareamento com luz violeta está baseado na interação da luz com as moléculas de pigmento, onde seu comprimento de onda coincide com o pico de absorção das moléculas de pigmento, interagindo seletivamente e quebrando-as em outras menores e incolores[18,104]. Por este motivo, tem-se sugerido que a

realização do clareamento com menores concentrações de peróxido de hidrogênio, ou até mesmo sem a utilização do gel clareador, pode promover um efeito clareador, diminuindo os efeitos adversos causados pelo uso do peróxido de hidrogênio[20]. Relatos de caso recentemente publicados observaram que a utilização isolada do LED violeta ou associado a baixas concentrações de peróxido de hidrogênio foram capazes de promover um efeito clareador com ausência ou redução do risco e da intensidade da sensibilidade dentária[20,112]. Entretanto, não existem na literatura estudos avaliando os efeitos da realização desse protocolo clareador sobre materiais restauradores.

A mudança de cor (ΔE) expressa matematicamente a quantidade de diferença entre as coordenadas L * a * b * de diferentes substratos ou do mesmo substrato em diferentes momentos[113]. Neste estudo, as mudanças de cor foram calculadas através da fórmula CIEDE2000. Estudos afirmam que esta fórmula de diferença de cor fornece um melhor ajuste na avaliação dessas diferenças, pois incorpora correções específicas para a não uniformidade do espaço de cores CIELAB, especificamente para a interação entre diferenças de croma e matiz na região do azul, e uma modificação da coordenada a*, que afeta principalmente as cores com baixo croma[113,114]. Portanto, para a análise dos resultados deste estudo foi considerado como limiar de perceptibilidade um $\Delta E_{00} = 0,81$ e como limiar de aceitabilidade um $\Delta E_{00} = 1,77$ para materiais restauradores[113].

Considerando os resultados obtidos para a avaliação de cor, foi possível observar uma alteração de cor perceptível a olho nu ($\Delta E_{00} > 0,81$) para todos os grupos experimentais nas duas resinas estudadas. Em $\Delta E_{00}1$, todos os grupos apresentaram um manchamento acima do limiar de perceptibilidade e aceitabilidade, o que certifica a efetividade do protocolo de manchamento adotado para ambas as resinas.

Para a resina ED, houve uma diferença estatisticamente significante entre os grupos e tempos experimentais. Após a realização das quatro sessões clareadoras ($\Delta E_{00}5$) é possível observar que o grupo peróxido de hidrogênio associado à luz violeta (PH+LV) apresentou uma maior alteração de cor em comparação com os demais grupos. Entretanto, ao comparar a cor após 24 h e após as quatro sessões ($\Delta E_{00}6$), os valores não foram inferiores a 0,81, ou seja, a realização dos tratamentos clareadores proporcionaram uma alteração de cor semelhante estatisticamente, porém não suficientes para retornar à cor que as resinas tinham antes do manchamento.

Vale ressaltar que, para a resina ED, todos os ΔE_{00} obtidos foram superiores ao limiar de perceptibilidade e aceitabilidade, tanto para os grupos experimentais como para o grupo controle. Portanto, a alteração de cor observada pelo clareamento com luz violeta, associado ou não com um peróxido de hidrogênio, foi perceptível a olho nu, porém semelhante ao observado para o grupo que utilizou apenas o peróxido de hidrogênio e o grupo controle, em que os espécimes de resina permaneceram em água destilada durante todo o estudo.

Como foram detectadas diferenças no ΔE_{00}, optou-se por analisar separadamente as coordenadas L* a* b*, na tentativa de determinar com maior precisão em qual coordenada essa alteração de cor ocorreu. Nota-se que para a resina ED não houve diferença estatística para a luminosidade (L*) e para o eixo verde-vermelho (a*), entretanto para o eixo azul-amarelo (b*) é possível observar que os maiores valores foram obtidos após o manchamento (maior tendência ao amarelo) e esses valores diminuíram após a realização dos tratamentos clareadores, chegando a assemelhar-se aos valores encontrados em 24 h.

Por outro lado, para a resina Z350, não foi possível observar uma diferença estatisticamente significante para os valores de ΔE_{00}. Ou seja, não houve diferença entre a alteração de cor observada nos diferentes grupos experimentais. Entretanto, observa-se que a alteração de cor após a realização de todas as sessões clareadoras, em comparação com a cor após 24 h ($\Delta E_{00}6$), foi abaixo do limiar de aceitabilidade (1,77) para todos os grupos, exceto LV. Isso quer dizer que, após as sessões clareadoras, a alteração de cor observada apresentou valores de ΔE_{00} dentro do aceitável em comparação com a cor observada em 24 h.

Ao analisar as coordenadas separadamente, também não foi possível observar diferenças entre os grupos e tempos experimentais para as coordenadas L* (luminosidade) e b* (azul-amarelo). Apenas para a coordenada a* (verde-amarelo) é possível observar uma diferença estatisticamente significante, observada entre os grupos PH+LV e LV na comparação entre o manchamento e após as 4 sessões clareadores ($\Delta E_{00}6$). Portanto, para esta coordenada, mesmo após a realização dos tratamentos clareadores, maiores valores de a* foram observados, ou seja, menor tendência ao verde.

A diferença entre a susceptibilidade à alteração de cor observada para a resina ED e para a resina Z350 pode estar relacionada às características estruturais de cada resina. Enquanto a microestrutura da resina Z350 consiste exclusivamente de

nanopartículas de sílica (20 nm) e zircônia (4 a 11 nm), a resina ED contem cargas de vidro de bário e é considerado um compósito nanohíbrido, com tamanhos de partícula variando de 40 nm até 3 μm. Estes fatores influenciam diretamente sua capacidade de polimento e, consequentemente, sua susceptibilidade ao manchamento e à penetração de agente pigmentantes.

Neste estudo também não foi possível observar nenhuma alteração nas propriedades de superfície em ambas as resinas compostas. A rugosidade, a nanodureza e o módulo de elasticidade não tiveram alterações após a imersão em vinho tinto e após a realização do tratamento clareador com a luz LED violeta, com ou sem a associação com o peróxido de hidrogênio, inclusive para o grupo que utilizou o peróxido de hidrogênio isoladamente. Resultado diferente dos observados em estudos anteriores em que constataram alterações superficiais em resinas compostas após a realização de tratamentos clareadores com altas concentrações de peróxido[16,100,102]. Isto pode estar associado a boa capacidade de polimento das resinas estudadas e ao protocolo adotado pelo estudo, em que foram utilizados quatro discos de acabamento e três panos de polimento associados a soluções cristalinas. O que pode ser corroborado em estudos anteriores onde o maior polimento de materiais resinosos diminuem a susceptibilidade destes à deterioração superficial[115,116].

Os resultados obtidos neste estudo também corroboram com o estudo de Rodrigues et al.[12], que avaliaram a cor e rugosidade de resinas compostas após a realização de tratamentos clareadores, e também não observaram alterações após a exposição a gentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio.

Apesar da luz LED violeta não ter causado nenhuma alteração superficial importante, também não foi possível observar um efeito clareador efetivo, bem como a utilização de um gel clareador de alta concentração. Deve-se ressaltar que este estudo *in vitro* utilizou apenas uma solução pigmentante e, em situações clínicas reais, diferentes moléculas de pigmento podem ser mais ou menos suscetíveis à interação com a luz LED violeta. É importante que a realização de tratamentos clareadores que minimizem os efeitos deletérios causados pela ação do peróxido de hidrogênio sejam desenvolvidos e estudados. Entretanto, a utilização de uma fonte de luz LED violeta para a realização do clareamento dental é uma proposta ainda bastante recente e diversos protocolos ainda precisam ser estudados.

7 CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados neste estudo, pode-se concluir que a utilização de uma fonte de luz LED violeta para o clareamento, associada ou não ao peróxido de hidrogênio, não foi capaz de promover uma efeito clareador em resinas compostas pigmentadas.

A realização do clareamento com luz LED violeta também não promoveu alterações na rugosidade, nanodureza e módulo de elasticidade, mesmo quando associada com um peróxido de hidrogênio 40%.

REFERÊNCIAS

1. Ferracane JL. Resin composite - State of the art. *Dent Mater*. 2011. doi:10.1016/j.dental.2010.10.020

2. Demarco FF, Collares K, Coelho-De-Souza FH, et al. Anterior composite restorations: A systematic review on long-term survival and reasons for failure. *Dent Mater*. 2015. doi:10.1016/j.dental.2015.07.005

3. Canay Ş, Çehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. *J Prosthet Dent*. 2003. doi:10.1016/S0022-3913(03)00168-9

4. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations - A systematic review. *Dent Mater*. 2004. doi:10.1016/j.dental.2004.04.002

5. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent*. 2017. doi:10.1016/j.jdent.2017.09.006

6. Maran BM, Burey A, de Paris Matos T, Loguercio AD, Reis A. In-office dental bleaching with light vs. without light: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2018. doi:10.1016/j.jdent.2017.11.007

7. Lago ADN, Ferreira WDR, Furtado GS. Dental bleaching with the use of violet light only: Reality or Future? *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2017. doi:10.1016/j.pdpdt.2016.11.014

8. de Oliveira BP, Souza Rastelli AN, Salvador Bagnato V, Hugo Panhoca V. Dental Bleaching Using Violet Light Alone: Clinical Case Report. *Dentistry*. 2017. doi:10.4172/2161-1122.1000459

9. Kihn PW. Vital Tooth Whitening. *Dent Clin North Am*. 2007. doi:10.1016/j.cden.2006.12.001

10. Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber HP, Ferguson M. Comparison of effectiveness of two 10% carbamide peroxide tooth-bleaching systems using spectrophotometric measurements. *J Esthet Restor Dent*. 2004. doi:10.1111/j.1708-8240.2004.tb00070.x

11. Dadoun MP, Bartlett DW. Safety issues when using carbamide peroxide to bleach vital teeth--a review of the literature. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2003.

12. Rodrigues CS, Mozzaquatro LR, Dala Nora B, Jacques LB, Mallmann A. Effect of bleaching on color stability and roughness of composite resins aged in staining beverage. *Gen Dent*. 65(5):e5-e10. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28862595.

13. Kurtulmus-Yilmaz S, Cengiz E, Ulusoy N, Ozak ST, Yuksel E. The effect of home-bleaching application on the color and translucency of five resin composites. *J Dent*. 2013;41:e70-e75. doi:10.1016/j.jdent.2012.12.007

14. Fay RM, Servos T, Powers JM. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent*. 1999.

15. Gul P, Harorli O, Ocal I, Ergin Z, Barutcigil C. Color recovery effect of different bleaching systems on a discolored composite resin. *Niger J Clin Pract*. 2017. doi:10.4103/njcp.njcp_385_16

16. Wattanapayungkul P, Yap AUJ. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restorations. *Oper Dent*. 2003.

17. de Almeida ENM, Bessegato JF, dos Santos DDL, de Souza Rastelli AN, Bagnato VS. Violet LED for non-vital tooth bleaching as a new approach. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019;28(August):234-237. doi:10.1016/j.pdpdt.2019.08.024

18. Zanin F. Recent Advances in Dental Bleaching with Laser and LEDs. *Photomed Laser Surg*. 2016. doi:10.1089/pho.2016.4111

19. Silva Daltro TW, Gomes de Almeida SA, Dias MF, Lins-Filho PC, da Silva CHV, Guimarães RP. The influence of violet LED light on tooth bleaching protocols: In vitro study of bleaching effectiveness. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020. doi:10.1016/j.pdpdt.2020.102052

20. Kury M, Wada EE, da Silva DP, Tabchoury CPM, Giannini M, Cavalli V. Effect of violet led light on in-office bleaching protocols: A randomized controlled clinical trial. *J Appl Oral Sci*. 2020;28:1-11. doi:10.1590/1678-7757-2019-0720

21. Gallinari M de O, Cintra LTA, Souza MB de A, et al. Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching treatment: A case series with split-mouth design. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019;27(December 2018):59-65. doi:10.1016/j.pdpdt.2019.05.016

22. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*. 1997;105(2):97-116. doi:10.1111/j.1600-0722.1997.tb00188.x

23. Cadenaro M, Maravic T, Comba A, et al. The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dent Mater*. 2019;35(1):e1-e22. doi:10.1016/j.dental.2018.11.012

24. Baroudi K. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. *J Clin Diag Res*. 2015. doi:10.7860/JCDR/2015/12294.6129

25. Choi KK, Ferracane JL, Hilton TJ, Charlton D. Properties of packable dental composites. *J Esthet Restor Dent*. 2000. doi:10.1111/j.1708-8240.2000.tb00224.x

26. Ferracane JL. Current Trends in Dental Composites. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1995;6(4):302-318. doi:10.1177/10454411950060040301

27. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc*. 1994;125(6):687-701. doi:10.14219/jada.archive.1994.0113

28. Alzraikat H, Burrow M, Maghaireh G, Taha N. Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review. *Oper Dent*. 2018;43(4):E173-E190. doi:10.2341/17-208-T

29. Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig*. 2009;13(4):427-438. doi:10.1007/s00784-009-0258-4

30. de Moraes RR, Gonçalves L de S, Lancellotti AC, Consani S, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? *Oper Dent*. 34(5):551-557. doi:10.2341/08-043-L

31. Marchesi G, Breschi L, Antoniolli F, Di Lenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. *Dent Mater*. 2010;26(10):947-953. doi:10.1016/j.dental.2010.05.007

32. Yap AUJ, Pandya M, Toh WS. Depth of cure of contemporary bulk-fill resin-based composites. *Dent Mater J*. 2016. doi:10.4012/dmj.2015-402

33. Strazzi-Sahyon H, Rocha E, Assunção W, dos Santos P. Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2020;40(1):129-134. doi:10.11607/prd.4437

34. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Influence of irradiant energy on degree of conversion, polymerization rate and shrinkage stress in an experimental resin composite system. *Dent Mater*. 2008. doi:10.1016/j.dental.2008.01.006

35. Opdam NJM, van de Sande FH, Bronkhorst E, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014;93(10):943-949. doi:10.1177/0022034514544217

36. Brantley CF, Bader JD, Shugars DA, Nesbit SP. Does the cycle of rerestoration lead to larger restorations? *J Am Dent Assoc*. 1995;126(10):1407-1413. doi:10.14219/jada.archive.1995.0052

37. Brunthaler A, König F, Lucas T, Sperr W, Schedle A. Longevity of direct resin composite restorations in posterior teeth: a review. *Clin Oral Investig*. 2003;7(2):63-70. doi:10.1007/s00784-003-0206-7

38. Sarret D. Clinical challenges and the relevance of materials testing for posterior composite restorations. *Dent Mater*. 2005;21(1):9-20. doi:10.1016/j.dental.2004.10.001

39. van de Sande FH, Opdam NJ, Rodolpho PADR, Correa MB, Demarco FF, Cenci MS. Patient risk factors' influence on survival of posterior composites. *J Dent Res*. 2013;92(7 Suppl):78S-83S. doi:10.1177/0022034513484337

40. Correa MB, Peres MA, Peres KG, Horta BL, Barros AJ, Demarco FF. Do socioeconomic determinants affect the quality of posterior dental restorations? A multilevel approach. *J Dent*. 2013;41(11):960-967. doi:10.1016/j.jdent.2013.02.010

41. Alonso V, Caserio M. A clinical study of direct composite full-coverage crowns: long-term results. *Oper Dent*. 37(4):432-441. doi:10.2341/11-229-S

42. Pastila P, Lassila LVJ, Jokinen M, Vuorinen J, Vallittu PK, Mäntylä T. Effect of short-term water storage on the elastic properties of some dental restorative materials--A resonant ultrasound spectroscopy study. *Dent Mater*. 2007;23(7):878-884. doi:10.1016/j.dental.2006.05.006

43. Morena R, Beaudreau GM, Lockwood PE, Evans AL, Fairhurst CW. Fatigue of dental ceramics in a simulated oral environment. *J Dent Res*. 1986;65(7):993-997. doi:10.1177/00220345860650071901

44. Quirynen M, Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, van Steenberghe D. The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 11(2):169-178. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8666447.

45. Lee Y-K, Lim B-S, Kim C-W. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *J Biomed Mater Res*. 2002;63(5):657-663. doi:10.1002/jbm.10383

46. Gross MD, Moser JB. A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil*. 1977;4(4):311-322. doi:10.1111/j.1365-2842.1977.tb00997.x

47. Nakajima M, Arimoto A, Prasansuttiporn T, Thanatvarakorn O, Foxton RM, Tagami J. Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness. *J Dent*. 2012;40:e77-e82. doi:10.1016/j.jdent.2012.08.016

48. Li R, Ma X, Liang S, Sa Y, Jiang T, Wang Y. Optical properties of enamel and translucent composites by diffuse reflectance measurements. *J Dent*. 2012;40:e40-e47. doi:10.1016/j.jdent.2012.04.016

49. Lee Y-K. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. *Dent Mater*. 2008;24(9):1243-1247. doi:10.1016/j.dental.2008.01.014

50. Hirabayashi S, Hirasawa T. Improvements to Light Transmittance in Light-cured Composite Resins by the Utilisation of Low Refractive Index Dimethacrylates. *Dent Mater J*. 1990;9(2):203-214,230. doi:10.4012/dmj.9.203

51. Mariano Mundim F, da Fonseca Roberti Garcia L, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. *Effect of Staining Solutions and Repolishing on Color Stability of Direct Composites*. Vol 249. www.scielo.br/jaos.

52. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater*. 2003. doi:10.1016/S0109-5641(02)00014-3

53. Yildiz E, Sirin Karaarslan E, Simsek M, Ozsevik AS, Usumez A. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dent Mater J*. 2015;34(5):629-639. doi:10.4012/dmj.2014-344

54. Lu H, Roeder LB, Lei L, Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(2):102-108; discussion 109. doi:10.1111/j.1708-8240.2005.tb00094.x

55. Opdam NJM, Bronkhorst EM, Loomans BAC, Huysmans M-CDNJM. 12-year Survival of Composite vs . Amalgam Restorations. *J Dent Res*. 2010;89(10):1063-1067. doi:10.1177/0022034510376071

56. Fujikawa H, Matsuyama K, Uchiyama A, Nakashima S, Ujiie T. Influence of Salivary Macromolecules and Fluoride on Enamel Lesion Remineralization in vitro. *Caries Res*. 2008;42(1):37-45. doi:10.1159/000111748

57. ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth Color and Reflectance as Related to Light Scattering and Enamel Hardness. *J Dent Res*. 1995;74(1):374-380. doi:10.1177/00220345950740011401

58. Rodríguez-Martínez J, Valiente M, Sánchez-Martín M-J. Tooth whitening: From the established treatments to novel approaches to prevent side effects. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31(5):431-440. doi:10.1111/jerd.12519

59. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J*. 2001;190(6):309-316. doi:10.1038/sj.bdj.4800959

60. Sulieman M. An Overview of Tooth Discoloration: Extrinsic, Intrinsic and Internalized Stains. *Dent Update*. 2005;32(8):463-471. doi:10.12968/denu.2005.32.8.463

61. Proctor GB, Pramanik R, Carpenter GH, Rees GD. Salivary Proteins Interact with Dietary Constituents to Modulate Tooth Staining. *J Dent Res*. 2005;84(1):73-78. doi:10.1177/154405910508400113

62. Thickett E, Cobourne MT. New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *J Orthod*. 2009;36(3):194-201. doi:10.1179/14653120723184

63. Rawlinson A, Pollington S, Walsh TF, et al. Efficacy of two alcohol-free cetylpyridinium chloride mouthwashes - a randomized double-blind crossover study. *J Clin Periodontol*. 2008;35(3):230-235. doi:10.1111/j.1600-051X.2007.01187.x

64. Kwon SR, Wertz PW. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27(5):240-257. doi:10.1111/jerd.12152

65. Perdigão J. Dental whitening--revisiting the myths. *Northwest Dent*. 2010;89(6):19-21, 23-26. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21287813.

66. Kihn PW. Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):319-331, viii. doi:10.1016/j.cden.2006.12.001

67. Howard WR. Patient-applied tooth whiteners. *J Am Dent Assoc*. 1992;123(2):57-60. doi:10.14219/jada.archive.1992.0055

68. Meireles SS, Heckmann SS, Leida FL, Santos IS, Bona Ád, Demarco FF. Efficacy and Safety of 10% and 16% Carbamide Peroxide Tooth-whitening Gels: A Randomized Clinical Trial. *Oper Dent*. 2008;33(6):606-612. doi:10.2341/07-150

69. Karadas M, Duymus ZY. In Vitro Evaluation of the Efficacy of Different Over-the-Counter Products on Tooth Whitening. *Braz Dent J*. 2015;26(4):373-377. doi:10.1590/0103-64402013x0111

70. Li Y. Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food Chem Toxicol*. 1996;34(9):887-904. doi:10.1016/s0278-6915(96)00044-0

71. Gurgan S, Cakir FY, Yazici E. Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers Med Sci*. 2010;25(6):817-822. doi:10.1007/s10103-009-0688-x

72. Tay LY, Kose C, Loguercio AD, Reis A. Assessing the effect of a desensitizing agent used before in-office tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(10):1245-1251. doi:10.14219/jada.archive.2009.0047

73. de Silva Gottardi M, Brackett MG, Haywood VB. Number of in-office light-activated bleaching treatments needed to achieve patient satisfaction. *Quintessence Int*. 2006;37(2):115-120. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16475373.

74. Parreiras S, Vianna P, Kossatz S, Loguercio A, Reis A. Effects of Light Activated In-office Bleaching on Permeability, Microhardness, and Mineral Content of Enamel. *Oper Dent*. 2014;39(5):E225-E230. doi:10.2341/13-031-L

75. Ontiveros JC. In-office vital bleaching with adjunct light. *Dent Clin North Am*. 2011. doi:10.1016/j.cden.2011.01.002

76. de Freitas PM, Menezes AN, da Mota ACC, et al. Does the hybrid light source (LED/laser) influence temperature variation on the enamel surface during 35% hydrogen peroxide bleaching? A randomized clinical trial. *Quintessence Int*. 2016;47(1):61-73. doi:10.3290/j.qi.a34454

77. Sulieman M, MacDonald E, Rees JS, Addy M. Comparison of three in-office bleaching systems based on 35% hydrogen peroxide with different light activators. *Am J Dent*. 2005;18(3):194-197. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16158812.

78. He L-B, Shao M-Y, Tan K, Xu X, Li J-Y. The effects of light on bleaching and tooth sensitivity during in-office vital bleaching: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2012;40(8):644-653. doi:10.1016/j.jdent.2012.04.010

79. Ziemba SL, Felix H, MacDonald J, Ward M. Clinical evaluation of a novel dental whitening lamp and light-catalyzed peroxide gel. *J Clin Dent*. 2005;16(4):123-127. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16583597.

80. Ontiveros JC, Paravina RD. Color change of vital teeth exposed to bleaching performed with and without supplementary light. *J Dent*. 2009;37(11):840-847. doi:10.1016/j.jdent.2009.06.015

81. Kossatz S, Dalanhol A, Cunha T, Loguercio A, Reis A. Effect of Light Activation on Tooth Sensitivity After In-Office Bleaching. *Oper Dent*. 2011;36(3):251-257. doi:10.2341/10-289-C

82. Goldberg M, Grootveld M, Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Investig*. 2010;14(1):1-10. doi:10.1007/s00784-009-0302-4

83. Carey CM. Tooth Whitening: What We Now Know. *J Evid Based Dent Pract*. 2014;14:70-76. doi:10.1016/j.jebdp.2014.02.006

84. Chung G, Jung SJ, Oh SB. Cellular and molecular mechanisms of dental nociception. *J Dent Res*. 2013;92(11):948-955. doi:10.1177/0022034513501877

85. Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption - diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol*. 2003;19(4):175-182. doi:10.1034/j.1600-9657.2003.00192.x

86. Grazioli G, Valente LL, Isolan CP, Pinheiro HA, Duarte CG, Münchow EA. Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly-concentrated bleaching gels. *Arch Oral Biol*. 2018;87:157-162. doi:10.1016/j.archoralbio.2017.12.026

87. Loguercio AD, Servat F, Stanislawczuk R, et al. Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2017;21(9):2811-2818. doi:10.1007/s00784-017-2083-5

88. Leonard RH, Smith LR, Garland GE, et al. Evaluation of Side Effects and Patients' Perceptions during Tooth Bleaching. *J Esthet Restor Dent*. 2007;19(6):355-364. doi:10.1111/j.1708-8240.2007.00136.x

89. Auschill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent*. 30(2):156-163. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15853099.

90. Naik S, Tredwin CJ, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching): Review of safety in relation to possible carcinogenesis. *Oral Oncol*. 2006;42(7):668-674. doi:10.1016/j.oraloncology.2005.10.020

91. Mor C, Steinberg D, Dogan H, Rotstein I. Bacterial adherence to bleached surfaces of composite resin in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998;86(5):582-586. doi:10.1016/s1079-2104(98)90350-x

92. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed time following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res Part B Appl Biomater*. 2008;84B(2):363-368. doi:10.1002/jbm.b.30879

93. Attin T, Paqué F, Ajam F, Lennon ÁM. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *Int Endod J*. 2003;36(5):313-329. doi:10.1046/j.1365-2591.2003.00667.x

94. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int*. 1992;23(7):471-488. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1410249.

95. Cadenaro M, Breschi L, Antoniolli F, Mazzoni A, Di Lenarda R. Influence of whitening on the degree of conversion of dental adhesives on dentin. *Eur J Oral Sci*. 2006;114(3):257-262. doi:10.1111/j.1600-0722.2006.00351.x

96. Zhao X, Zanetti F, Wang L, et al. Effects of different discoloration challenges and whitening treatments on dental hard tissues and composite resin restorations. *J Dent*. 2019;89:103182. doi:10.1016/j.jdent.2019.103182

97. Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent*. 1992;67(6):778-781. doi:10.1016/0022-3913(92)90581-t

98. Cullen DR, Nelson JA, Sandrik JL. Peroxide bleaches: Effect on tensile strength of composite resins. *J Prosthet Dent*. 1993. doi:10.1016/0022-3913(93)90100-3

99. Piemjai M, Lenglerdphol S. Effect of strong tooth-bleaching with 38% hydrogen peroxide on marginal seal of dental restorations using self-etch and total-etch adhesives. *J Esthet Restor Dent*. 2018;30(2):153-159. doi:10.1111/jerd.12354

100. Hafez R, Ahmed D, Yousry M, El-Badrawy W, El-Mowafy O. Effect of In-Office Bleaching on Color and Surface Roughness of Composite Restoratives. *Eur J Dent*. 2010. doi:10.1055/s-0039-1697819

101. Cooper JS, Bokmeyer TJ, Bowles WH. Penetration of the pulp chamber by carbamide peroxide bleaching agents. *J Endod*. 1992;18(7):315-317. doi:10.1016/S0099-2399(06)80479-6

102. 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*. 2007. doi:10.1016/j.dental.2006.01.008

103. de Almeida ENM, Bessegato JF, dos Santos DDL, de Souza Rastelli AN, Bagnato VS. Violet LED for non-vital tooth bleaching as a new approach. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019. doi:10.1016/j.pdpdt.2019.08.024

104. Panhóca VH, de Oliveira BP, Bagnato VS. Dental bleaching efficacy with light application: In vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2015;12(3):357. doi:10.1016/j.pdpdt.2015.07.128

105. Rastelli AN de S, Dias HB, Carrera ET, et al. Violet LED with low concentration carbamide peroxide for dental bleaching: A case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018;23:270-272. doi:10.1016/j.pdpdt.2018.06.021

106. Santos AECG Dos, Bussadori SK, Pinto MM, et al. Evaluation of in-office tooth whitening treatment with violet LED: protocol for a randomised controlled clinical trial. *BMJ Open*. 2018;8(9):e021414. doi:10.1136/bmjopen-2017-021414

107. de Oliveira BP, Souza Rastelli AN, Salvador Bagnato V, Hugo Panhoca V. Dental Bleaching Using Violet Light Alone: Clinical Case Report. *Dentistry*. 2017;7(11). doi:10.4172/2161-1122.1000459

108. Santos AECG Dos, Bussadori SK, Pinto MM, et al. Evaluation of in-office tooth whitening treatment with violet LED: Protocol for a randomised controlled clinical trial. *BMJ Open*. 2018. doi:10.1136/bmjopen-2017-021414

109. Rastelli AN de S, Dias HB, Carrera ET, et al. Violet LED with low concentration carbamide peroxide for dental bleaching: A case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018;23(June):270-272. doi:10.1016/j.pdpdt.2018.06.021

110. Gallinari M de O, Cintra LTA, Souza MB de A, et al. Clinical analysis of color change and tooth sensitivity to violet LED during bleaching treatment: A case series with split-mouth design. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019;27:59-65. doi:10.1016/J.PDPDT.2019.05.016

111. Brugnare AP, Nammour S, Rodrigues JA, et al. Clinical Evaluation of In-Office Dental Bleaching Using a Violet Light-Emitted Diode. *Photobiomodulation, Photomedicine, Laser Surg*. 2020;38(2):98-104. doi:10.1089/photob.2018.4567

112. De Oliveira Gallinari M, Fagundes TC, Da Silva LMAV, De Almeida Souza MMB, De Souza Barboza AC, Briso ALF. A new approach for dental bleaching using violet light with or without the use of whitening gel: Study of bleaching effectiveness. *Oper Dent*. 2019. doi:10.2341/17-257-L

113. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015. doi:10.1111/jerd.12149

114. Perez MDM, Ghinea R, Herrera LJ, et al. Dental ceramics: a CIEDE2000 acceptability thresholds for lightness, chroma and hue differences. *J Dent*. 2011;39 Suppl 3:e37-44. doi:10.1016/j.jdent.2011.09.007

115. Kocaagaoglu H, Aslan T, Gürbulak A, Albayrak H, Taşdemir Z, Gumus H. Efficacy of polishing kits on the surface roughness and color stability of different composite resins. *Niger J Clin Pract*. 2017;20(5):557. doi:10.4103/1119-3077.181387

116. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Oper Dent*. 31(1):11-17. doi:10.2341/04-155

APÊNDICE A – Valores das coordenadas L* a* b* para a resina ED

	24h			Manch			1ª sessão			2ª sessão			3ª sessão			4ª sessão		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
PH	66,25	-2,57	3,397	65,44	0,607	9,05	62,327	-1,633	4,743	63,113	-0,96	5,54	63,417	-0,933	5,217	63,277	-0,617	5,5
	66,78	-2,747	4,103	66,38	0,763	9,437	62,443	-1,74	4,85	63,243	-1,3	5,703	62,73	-1,373	4,48	63,18	-0,987	4,58
	66,31	-3,01	2,69	66,54	0,73	10,96	62,903	-1,807	6,243	63,41	-1,353	6,4	63,033	-1,457	5,717	63,66	-1,043	6,097
	64,157	-3,907	1,787	62,097	-3,513	5,217	63,553	-2,943	5,583	62,673	-3,05	4	63,317	-2,437	4,357	63,76	-2,577	3,957
	65,313	-3,75	2,22	61,987	-2,397	4,78	62,73	-1,843	5,103	61,673	-2,003	3,347	62,28	-1,737	3,117	62,597	-1,683	3,06
	65,343	-3,393	2,41	62,737	-0,86	4,04	63,96	-1,9	4,763	63,38	-2,143	3,33	64,1	-1,627	3,407	64,05	-1,763	2,943
	64,753	-4,163	1,73	65,533	-0,61	6,403	64,613	-1,933	3,843	64,203	-1,713	3,11	63,6	-2,057	2,333	65,233	-1,507	1,377
	64,643	-4,01	2,123	65,03	-1,623	6,23	64,76	-1,843	4,633	63,853	-2,077	3,577	63,977	-2,247	3,253	63,703	-2,327	2,46
	66,763	-3,763	2,04	65,54	-1,657	7,23	65,227	-1,83	5,003	64,28	-2,077	3,407	64,25	-2,163	2,963	64,177	-2,15	2,47
	66,763	-3,447	2,73	64,883	-4,763	3,12	65,117	-3,723	4,173	64,957	-3,453	3,56	65,123	-3,287	3,327	64,373	-3,567	2,017
	66,763	-3,447	2,73	64,883	-4,763	3,12	65,117	-3,723	4,173	64,957	-3,453	3,56	65,123	-3,287	3,327	64,373	-3,567	2,017
	66,763	-3,447	2,73	64,883	-4,763	3,12	65,117	-3,723	4,173	64,957	-3,453	3,56	65,123	-3,287	3,327	64,373	-3,567	2,017
PH+LV	67,2	-2,767	4,95	64,097	-0,017	6,827	62,547	-1,873	2,673	62,517	-1,84	1,35	62,523	-1,807	1,183	62,693	-1,51	1,453
	66,127	-2,983	3,617	64,627	0,353	8,327	62,887	-1,33	4,617	63,717	-0,94	3,767	63,207	-1,107	2,65	63,89	-0,68	3,37
	66,83	-2,867	4,577	66,057	0,287	8,743	63,423	-1,473	3,943	63,717	-1,347	2,897	63,227	-1,59	1,92	63,913	-1,24	2,58
	66,893	-3,417	3,44	63,853	-2,48	5,12	65,317	-1,687	3,827	64,82	-1,813	2,673	64,907	-1,447	2,313	65,347	-1,49	2,65
	67,043	-3,83	4,717	63,507	-3,213	4,367	64,88	-2,327	3,71	64,677	-2,357	2,87	65,327	-2,027	3,143	65,897	-1,857	3,807
	66,18	-3,807	3,757	62,307	-2,127	4,197	63,517	-1,143	3,667	63,473	-1,383	2,89	63,893	-0,977	3,063	64,16	-0,797	3,45
	65,877	-3,79	3,537	64,85	-1,88	9,507	65,303	-1,773	4,81	64,543	-2,043	3,127	65,04	-2,217	3,097	64,757	-2,367	2,563
	65,613	-3,733	3,28	64,46	-1,54	11,493	64,96	-1,64	5,057	63,887	-1,853	3,12	64,683	-1,95	3,22	64,167	-2,09	2,463
	65,207	-2,147	2,927	64,48	-1,663	9,677	65,197	-1,623	4,623	64,273	-2,273	2,667	61,383	-2,047	3,21	65,203	-2,147	2,927
	66,903	-3,553	2,88	63,66	-3,613	5,063	64,85	-2,967	4,263	64,273	-2,273	2,667	64,577	-2,777	2,44	64,03	-3,007	1,5
	67,02	-2,917	3,05	65,177	-4,3	6,857	65,957	-2,95	5,527	64,207	-3,033	2,717	65,677	-2,637	2,93	64,977	-2,877	1,807
	67,213	-3,127	3,317	63,127	-3,91	6,3	65,04	-2,943	5,5	65,32	-2,883	3,423	63,763	-2,32	2,977	63,047	-2,51	1,87
LV	66,823	-2,803	4,2	65,91	0,48	9,75	64,387	-0,223	3,247	64,413	-0,143	2,833	64,307	-0,71	2,417	64,58	-0,5	2,723
	66,453	-2,957	4,2	66,357	0,607	11,253	64,38	-0,95	3,34	64,92	-0,65	3,467	64,117	-1,13	2,177	64,713	-0,957	2,537
	67,193	-2,12	4,437	65,2	0,37	10,44	64,267	-0,873	2,997	65,273	-0,91	2,977	65,29	-1,063	2,657	65,383	-0,713	2,967
	67,017	-3,367	4,173	64,333	-2,973	5,38	65,677	-1,627	3,523	65,077	-1,727	2,693	65,287	-1,647	2,633	65,987	-1,473	3,447
	67,74	-3,173	4,803	64,87	-2,323	4,903	65,687	-1,223	3,037	65,9	-1,027	3,207	65,817	-1,197	2,8	66,027	-1,077	3,107
	70,633	-3,113	4,593	65,13	-2,417	5,303	65,49	-1,09	2,817	65,63	-1,073	2,707	65,863	-0,853	2,883	65,81	-0,773	3,057
	67,373	-3,94	4,327	66,61	-1,73	6,47	66,937	-1,613	3,883	65,8	-1,927	2,457	67,177	-2,213	2,973	67,06	-0,793	2,293
	66,41	-3,54	2,793	65,6	-2,09	9,993	66,523	-1,76	3,447	64,92	-1,847	1,417	66,307	-1,74	2,547	66,153	-1,757	2,363
	67,287	-3,707	4,02	65,8	-1,937	10,41	66,727	-1,567	4,373	65,063	-1,583	2,203	66,95	-1,733	3,37	66,737	-1,53	3,187
	65,187	-3,54	1,063	64,563	-3,307	7,513	66,517	-2,143	4,307	65,553	-2,18	2,527	65,823	-1,94	2,687	64,77	-2,397	1,37
	66,99	-3,24	2,873	65,167	-4,323	7,117	66,687	-2,803	3,713	66,527	-2,55	2,6	66,71	-2,443	2,563	65,87	-2,743	1,517
	66,473	-3,22	2,51	64,433	-4,45	5,723	65,767	-2,693	3,45	65,153	-2,62	1,963	65,56	-2,483	2,043	64,343	-2,83	0,873
GC	67,377	-2,777	5,08	65,4	0,78	10,16	63,59	-0,437	4,897	63,607	-0,473	3,69	63,16	-0,8	2,69	63,973	-0,217	3,303
	67,227	-2,653	4,483	63,987	0,253	9,383	62,993	-0,677	5,56	64,12	-0,227	4,783	63,523	-0,56	3,397	63,657	-0,37	3,217
	67,843	-2,447	5,607	65,23	0,637	10,8	63,493	-0,137	4,72	63,523	-0,427	3,803	63,233	-0,64	3,037	64,087	-0,063	3,627
	67,313	-3,643	5,013	64,91	-2,803	5,457	64,973	-0,59	3,62	65,197	-1,473	3,507	64,967	-1,323	3,073	65,53	-1,25	3,517
	66,957	-3,727	4,623	62,673	-2,413	4,11	63,197	-1,553	2,59	63,983	-1,1	3,197	63,69	-0,857	2,853	64,713	-0,99	3,317
	67,403	-3,19	4,37	64,965	-2,427	5,56	64,807	-1,433	3,307	65,35	-1,06	3,39	65,457	-0,833	3,253	65,61	-0,723	3,217
	66,797	-3,87	3,843	65,377	-1,747	8,087	65,787	-1,197	4,687	64,257	-1,117	3,033	65,847	-1,153	3,637	65,727	-0,917	3,31
	67,303	-3,797	4,403	65,86	-1,653	10,367	66,013	-1,22	5,883	65,05	-1,657	3,44	66,4	-1,647	3,877	66,153	-1,147	3,577
	66,33	-3,617	4,27	64,84	-1,91	9,407	64,9	-1,23	5,37	64,13	-1,54	3,717	65,05	-1,04	4,273	65,05	-1,027	4
	66,697	-3,237	2,88	63,933	-2,287	7,627	63,993	-0,19	5,81	63,743	-0,52	3,61	64,443	-0,57	3,48	63,167	-1,15	1,793
	66,363	-3,163	2,107	64,73	-3,09	6,703	65,033	-1,303	4,75	64,593	-1,637	2,767	64,993	-1,443	2,75	64,13	-1,647	1,707
	65,287	-3,49	1,347	63,217	-2,117	8,58	63,003	-0,227	7,063	62,093	-0,317	4,227	62,317	-0,2	3,953	61,573	-0,613	2,427

APÊNDICE B – Valores das coordenadas L* a* b* para a resina Z350

	24h			Manch			1ª sessão			2ª sessão			3ª sessão			4ª sessão		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
PH	65,823	-1,667	4,427	66,4	0,177	7,027	64,69	-0,887	4,913	64,937	-0,717	5,007	65,143	-0,577	5,137	65,563	-0,5	5,283
	65,603	-1,603	4,333	65,483	0,103	7,35	63,44	-1,013	4,54	63,587	-0,823	4,387	64,233	-0,49	5,037	64,39	-0,353	5,007
	65,97	-1,69	4,727	64,613	-0,48	4,837	62,78	-1,443	2,873	63,997	-0,843	3,99	65,047	-0,42	5,07	65,02	-0,413	4,92
	67,743	-1,75	4,053	65,02	-1,467	1,627	64,37	-1,383	0,983	65,833	-0,833	2,277	65,27	-1	1,68	66,36	-0,703	2,58
	67,573	-1,657	4,887	64,33	-1,597	2,64	63,353	-1,407	2,333	65,053	-0,997	3,27	64,577	-0,997	2,9	65,607	-0,717	3,73
	67,46	-1,683	3,93	65,34	-1,413	2,197	64,75	-1,257	1,867	65,657	-0,843	2,59	65,2	-0,79	2,52	65,893	-0,613	2,793
	66,17	-2,213	3,44	65,803	-1,573	5,353	66,473	-1,01	3,597	65,4	-1,293	1,827	66,25	-1,033	2,47	65,633	-1,437	4,337
	66,35	-0,637	3,07	66,187	-1,46	4,843	66,67	-0,963	3,35	65,693	-1,25	1,733	66,703	-1,137	2,327	67,247	-0,99	2,777
	65,72	-2,147	3,043	66,447	-1,6	5,02	65,59	-1,04	2,623	65,153	-1,423	1,32	66,587	-1,293	2,283	67,05	-1,217	2,573
	66,267	-1,847	2,013	64,573	-1,903	1,597	65,663	-2,11	2,257	65,243	-2,143	1,663	64,96	-2,04	1,247	65,283	-1,893	1,257
	66,34	-1,913	2,097	64,593	-1,783	2,797	65,623	-1,913	2,953	64,983	-2	2,25	65,097	-1,823	2,103	65,29	-1,713	2,057
	65,91	-1,897	1,78	65,053	-1,257	3,987	66,857	-1,2	5,15	65,34	-1,497	3,123	65,543	-1,29	2,883	65,29	-1,25	2,723
PH+LV	65,963	-1,68	2,83	66,47	0,02	6,59	65,24	-0,67	4,69	65,063	-0,697	3,91	65,767	-0,52	4,577	65,963	-0,46	4,183
	65,667	-1,357	4,817	66,253	-0,373	6,387	65,11	-1,05	4,357	64,96	-0,92	3,467	65,623	-0,74	3,927	65,717	-0,623	3,837
	66,103	-1,79	2,903	66,123	-0,31	6,577	65,573	-0,81	4,823	65,313	-0,74	3,997	65,38	-0,66	4,05	65,927	-0,49	4,317
	66,427	-1,71	3,933	64,583	-1,377	3,16	64,323	-0,73	2,82	65,563	-0,313	3,77	65,057	-0,447	3,337	65,913	-0,077	3,94
	66,91	-1,633	4,14	64,667	-1,347	2,987	64,383	-0,613	2,85	66,02	-0,427	3,49	65,483	-0,56	3,083	66,16	-0,323	3,573
	67,403	-1,753	3,843	65,687	-1,19	3,123	65,287	-0,627	2,517	66,09	-0,277	2,937	65,91	-0,393	2,677	66,273	-0,12	3,11
	66,2	-2,083	2,823	65,947	-1,547	4,4	66,167	-0,813	2,52	65,64	-1,05	1,64	66,577	-0,87	2,223	67,223	-0,58	2,513
	65,81	-2,157	3,247	66,377	-1,413	6,47	66,563	-0,947	2,903	65,49	-1,083	1,787	66,81	-0,863	2,873	66,947	-0,65	2,89
	66,713	-1,863	3,467	66,93	-1,737	5,163	66,88	-0,807	2,737	66,6	-0,897	1,957	68,08	-0,613	2,983	67,99	-1,703	3,92
	66,34	-1,73	2,217	64,547	-2,083	3,107	65,887	-1,517	2,867	65,383	-1,683	1,94	65,673	-1,503	1,967	65,6	-1,397	1,85
	66,5	-1,917	2,357	65,003	-1,68	2,82	65,827	-1,417	2,64	65,463	-1,433	1,807	65,703	-1,28	1,87	65,98	-1,157	1,867
	66,3	-1,897	2,117	64,1	-1,72	2,37	65,817	-1,563	2,72	65,357	-1,527	1,953	65,627	-1,447	2,027	65,84	-1,2	1,867
LV	65,727	-1,817	4,18	66,993	-0,067	7,033	65,177	-0,88	3,873	64,72	-0,883	2,957	65,91	-0,59	3,773	65,967	-0,49	3,537
	64,973	-1,77	3,703	65,76	0,053	7,11	63,91	-0,723	4,303	63,71	-0,68	3,253	64,923	-0,343	4,02	65,373	-0,29	3,973
	67,957	-1,48	6,36	65,993	0,117	7,19	63,68	-0,643	4,54	63,727	-0,743	3,237	64,343	-0,53	3,667	64,92	-0,36	3,677
	67,467	-1,4	4,68	64,96	-1,187	3,377	64,49	-0,59	2,53	66,04	-0,287	3,26	65,893	-0,343	3,16	66,29	-0,22	3,357
	67,647	-1,697	3,69	65,343	-1,23	2,163	65,257	-0,567	1,663	65,81	-0,247	2,093	65,79	-0,353	1,77	66,367	-0,06	2,25
	66,6	-1,733	4,19	64,673	-1,277	3,163	65,033	-0,56	2,96	65,693	-0,32	3,327	65,507	-0,43	3,013	66,303	-0,22	3,46
	65,923	-2,103	3,357	66,007	-1,45	6,113	66,013	-0,86	2,763	65,19	-0,693	1,52	66,83	-0,537	2,627	66,903	-0,43	2,543
	65,937	-2,157	3,17	65,95	-1,5	6,547	65,82	-0,64	3,26	65,347	-0,73	1,753	66,643	-0,407	2,477	66,86	-0,39	2,507
	66,243	-1,933	3,343	66,313	-1,51	4,903	66,737	-0,717	2,457	65,883	-0,643	1,53	67,193	0,247	2,233	67,41	-0,36	2,15
	65,867	-1,83	1,86	63,263	-1,637	1,89	64,047	-1,72	2,013	63,883	-1,713	0,92	64,46	-1,533	0,817	64,473	-1,43	0,747
	66,617	-1,933	2,27	65,543	-1,633	1,997	66,113	-1,497	1,83	66,12	-1,49	1,24	66,613	-1,183	1,477	66,567	-1,17	1,163
	66,53	-2,077	2,27	64,573	-1,483	2,053	65,93	-1,617	2,247	65,537	-1,553	1,207	65,933	-1,37	1,287	65,597	-1,23	0,86
GC	65,5	-1,777	4,093	67,333	-0,067	8,803	64,233	-1,333	5,397	63,943	-1,25	4,86	64,23	-1,137	4,86	63,953	-1,13	4,217
	64,81	-0,523	3,71	67,013	0,873	6,03	64,723	-0,753	3,683	64,45	-0,777	3,19	64,713	-0,703	3,257	65,057	-0,573	3,343
	65,53	-1,757	4,117	66,757	-0,347	7,823	64,567	-1,273	5,51	64,703	-1,183	5,363	64,37	-1,18	4,713	64,71	-1,023	4,81
	65,967	-1,707	3,72	64,467	-1,45	4,123	62,34	-1,637	2,283	64,343	-1,213	3,607	63,71	-1,167	2,537	65,16	-0,85	3,823
	67,26	-1,633	4,56	65,203	-1,603	2,683	63,737	-1,713	1,47	64,817	-1,31	2,523	64,72	-1,26	2,063	65,673	-1,043	2,737
	66,13	-1,643	3,217	62,833	-1,52	2,04	61,89	-1,497	1,433	62,987	-1,203	2,19	62,703	-1,2	1,79	63,72	-0,87	2,493
	66,207	-2,12	3,393	65,613	-1,583	5,72	65,98	-1,067	4,373	65,14	-1,267	2,927	66,073	-0,977	3,503	66,477	-0,723	3,663
	66,27	-2,023	3,217	65,607	-1,433	5,263	66,08	-1,043	4,147	64,627	-1,217	2,37	66,053	-0,917	3,21	66,263	-0,743	3,08
	65,857	-2,11	2,91	64,223	-1,357	5,263	64,387	-0,93	4,057	63,043	-1,127	2,24	63,987	-0,813	2,813	64,583	-0,42	3,36
	64,667	-2,063	0,657	64,55	-1,537	2,517	65,37	-1,727	2,713	64,263	-1,92	1,85	64,503	-1,753	1,62	64,317	-1,62	1,507
	65,917	-2,023	1,25	63,84	-1,86	0,553	64,8	-2,227	1,23	64,197	-2,263	0,703	63,787	-2,197	0,207	63,843	-1,987	0,437
	63,78	-1,82	0,507	63,817	-1,06	0,433	65,417	-1,713	1,567	63,787	-1,937	0,58	64,593	-1,717	0,31	64,033	-1,637	0,55

APÊNDICE C – Valores de ΔE_{00} para a resina ED

	ΔE001	ΔE002	ΔE003	ΔE004	ΔE005	ΔE006
PH	4,9	4,6	5,6	5,7	5,2	5,0
	6,2	4,1	4,1	5,2	4,3	3,6
	5,6	5,1	5,6	6,7	5,7	3,5
	3,2	1,9	2,3	2,8	2,7	2,8
	3,0	1,7	1,9	2,3	2,6	2,7
	3,9	1,7	1,7	2,2	2,4	4,2
	5,6	3,6	5,1	5,1	5,6	2,1
	7,2	4,8	6,5	6,4	7,1	2,4
	5,5	3,9	5,7	5,8	5,5	0,0
	3,2	1,4	2,5	2,5	3,1	2,7
	3,6	1,9	3,6	3,6	4,3	2,0
	4,2	2,0	3,1	3,2	3,9	3,7
PH+LV	6,4	5,3	5,6	6,2	5,8	3,7
	7,4	6,6	6,2	7,7	7,2	3,2
	6,1	6,1	6,1	6,4	6,0	2,6
	2,5	2,5	2,7	2,9	2,7	2,6
	2,6	2,2	2,3	2,4	2,4	3,3
	4,5	2,6	2,7	2,9	2,8	5,0
	3,5	2,1	3,5	3,1	3,6	4,3
	6,2	5,1	6,9	5,9	6,0	2,3
	5,8	4,6	6,5	5,5	5,6	2,8
	5,4	3,2	4,2	4,2	5,1	1,5
	3,8	3,3	4,2	4,3	4,8	1,6
	3,3	2,9	3,7	3,8	4,4	2,3
LV	6,5	4,5	5,4	6,5	5,5	4,6
	6,3	3,3	3,6	4,8	4,9	4,3
	6,2	4,8	5,6	6,4	5,6	4,7
	2,3	3,2	2,3	2,6	2,5	3,5
	3,9	1,7	2,2	2,4	2,6	4,0
	2,5	2,2	2,5	2,8	2,9	3,6
	4,7	2,7	4,2	3,6	3,9	3,9
	5,7	3,3	5,4	5,0	5,2	3,5
	4,9	3,1	4,5	4,0	4,2	3,5
	4,8	3,1	3,8	3,9	5,0	4,1
	4,1	2,6	3,6	3,7	4,4	2,7
	6,6	2,7	4,1	4,4	5,4	5,1
GC	6,5	5,3	4,0	4,0	3,7	4,1
	6,5	6,0	4,8	5,7	5,2	3,8
	8,4	5,8	5,1	5,7	4,9	4,6
	3,5	1,5	1,2	1,8	2,0	2,6
	4,0	1,0	1,3	1,6	1,7	3,6
	4,3	1,8	2,0	1,7	2,0	2,4
	6,3	3,0	3,4	4,4	4,6	3,4
	4,8	1,4	2,5	2,8	3,6	2,3
	5,4	1,8	3,4	3,8	4,2	3,0
	2,2	1,6	1,6	1,8	1,7	2,1
	2,2	1,6	1,6	1,8	1,7	2,1
	2,2	1,6	1,6	1,8	1,7	2,1

APÊNDICE D – Valores de ΔE_{00} para a resina Z350

	ΔE001	ΔE002	ΔE003	ΔE004	ΔE005	ΔE006
PH	3,4	2,7	2,4	2,1	1,8	1,8
	3,5	3,2	3,1	2,3	2,1	2,1
	2	2,7	1	0,4	0,4	2
	3,1	0,8	1,3	0,7	1,8	2,2
	3,3	0,9	1,2	0,9	1,9	2,2
	2,3	0,6	0,9	0,9	1,4	2,1
	1,9	1,7	3,1	2,5	0,9	1,4
	1,8	1,4	2,7	2,2	2	0,9
	2	2,2	3,4	2,4	2,2	1,7
	1,4	1,1	0,6	0,5	0,7	1,1
	1,6	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9
	2,3	1,8	0,9	1	1,1	1,4
PH+LV	4,1	2,1	2,7	1,9	2,1	2,1
	2	2,2	2,8	2,2	2,2	1,3
	3,8	1,7	2,3	2,2	1,9	2,3
	1,7	1	1,8	1,4	2,3	2,3
	2,1	1,1	1,8	1,3	2	2
	1,7	1	1,3	1,2	1,6	2,5
	1,6	1,9	2,5	2,1	2,3	2,2
	3	3	4	3	3,1	2,3
	1,5	2,3	2,9	2,5	1,3	1,1
	1,7	1,3	1,3	1,5	1,6	0,8
	1,3	0,8	1	1,1	1,3	1,2
	1,8	1,5	1,1	1,3	1,6	1
LV	3,6	3,2	4	2,9	3	1,9
	3,9	2,9	3,7	2,6	2,6	2,1
	2,8	3,1	3,9	3,3	3	3,6
	2,3	1,2	1,6	1,4	1,8	2,2
	2,4	1	1,5	1,3	1,9	2,8
	1,9	1,1	1,6	1,4	2	2,2
	2,5	2,9	4,1	3,2	3,3	2,5
	3	2,9	4,1	3,7	3,7	2,6
	1,5	2,3	3,1	3,4	2,9	2,5
	2,2	0,7	1,1	1,4	1,5	1,6
	1	0,5	0,9	1,2	1,3	1,4
	1,8	1,1	1,1	1,3	1,4	1,8
GC	4,7	4,1	4,5	4,3	4,8	1,6
	3,3	3,5	3,9	3,7	3,4	0,4
	3,8	2,9	2,8	3,4	3,1	1,4
	1,3	2,4	0,5	1,5	1	1,4
	2,3	1,7	0,5	0,8	0,9	2,1
	2,9	1	0,5	0,5	1,3	2,3
	2,2	1,3	2,4	2	2,1	2
	2,1	1,1	2,6	1,9	2,1	1,7
	2,7	1,1	2,8	2,2	2	2,6
	1,9	0,7	0,9	0,9	1	1,1
	1,8	1,1	0,6	0,6	0,2	1,9
	1	1,9	1,2	1,1	0,8	0,3

APÊNDICE E – Valores de rugosidade (em Ra) para a resina ED

	24 h	Manch.	1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão
PH	0.25	0.12	0.15	0.15	0.10	0.23
	0.23	0.13	0.09	0.18	0.09	0.13
	0.54	0.12	0.10	0.17	0.11	0.21
	0.14	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18
	0.11	0.16	0.09	0.10	0.09	0.17
	0.13	0.14	0.19	0.13	0.14	0.12
	0.09	0.09	0.10	0.12	0.22	0.11
	0.10	0.09	0.12	0.12	0.10	0.17
	0.10	0.12	0.12	0.10	0.09	0.09
	0.27	0.20	0.21	0.16	0.22	0.16
	0.25	0.15	0.15	0.14	0.16	0.22
	0.22	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13
PH+LV	0.19	0.16	0.13	0.17	0.09	0.12
	0.33	0.15	0.11	0.17	0.09	0.22
	0.37	0.13	0.11	0.18	0.11	0.26
	0.12	0.12	0.11	0.13	0.14	0.10
	0.10	0.12	0.11	0.14	0.11	0.10
	0.13	0.15	0.11	0.10	0.09	0.11
	0.08	0.07	0.08	0.10	0.09	0.07
	0.10	0.10	0.10	0.14	0.16	0.08
	0.09	0.09	0.10	0.11	0.09	0.31
	0.22	0.14	0.14	0.12	0.13	0.10
	0.19	0.14	0.14	0.20	0.13	0.11
	0.20	0.23	0.23	0.23	0.23	0.19
LV	0.25	0.12	0.09	0.13	0.21	0.11
	0.39	0.16	0.19	0.15	0.12	0.17
	0.23	0.19	0.14	0.14	0.11	0.13
	0.12	0.12	0.17	0.11	0.11	0.11
	0.13	0.14	0.09	0.13	0.14	0.12
	0.09	0.20	0.15	0.17	0.19	0.19
	0.12	0.10	0.21	0.15	0.31	0.09
	0.12	0.14	0.15	0.15	0.12	0.10
	0.09	0.11	0.12	0.13	0.09	0.11
	0.27	0.08	0.06	0.07	0.06	0.06
	0.10	0.21	0.20	0.18	0.19	0.17
	0.29	0.19	0.17	0.17	0.18	0.15
GC	0.20	0.13	0.10	0.26	0.10	0.10
	0.24	0.12	0.09	0.14	0.09	0.17
	0.48	0.12	0.10	0.16	0.09	0.11
	0.21	0.21	0.19	0.22	0.20	0.20
	0.20	0.15	0.11	0.12	0.11	0.12
	0.20	0.16	0.10	0.09	0.11	0.10
	0.13	0.13	0.11	0.12	0.13	0.07
	0.10	0.13	0.11	0.13	0.10	0.08
	0.10	0.08	0.11	0.13	0.12	0.09
	0.26	0.16	0.17	0.16	0.18	0.16
	0.26	0.16	0.17	0.16	0.18	0.16
	0.26	0.16	0.17	0.16	0.18	0.16

APÊNDICE F – Valores de rugosidade (em Ra) para resina Z350

	24 h	Manch.	1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão
PH	0.25	0.11	0.06	0.12	0.09	0.07
	0.19	0.10	0.09	0.25	0.10	0.07
	0.37	0.12	0.10	0.18	0.11	0.08
	0.10	0.11	0.14	0.08	0.07	0.09
	0.10	0.15	0.10	0.10	0.07	0.10
	0.10	0.13	0.06	0.10	0.08	0.10
	0.15	0.20	0.11	0.10	0.12	0.07
	0.08	0.11	0.09	0.09	0.11	0.07
	0.14	0.07	0.09	0.09	0.13	0.08
	0.18	0.14	0.12	0.12	0.11	0.11
	0.12	0.10	0.06	0.07	0.04	0.07
	0.19	0.09	0.08	0.08	0.10	0.07
PH+LV	0.25	0.17	0.09	0.12	0.07	0.09
	0.37	0.10	0.09	0.16	0.07	0.10
	0.59	0.16	0.06	0.13	0.07	0.11
	0.11	0.12	0.07	0.09	0.10	0.10
	0.10	0.11	0.06	0.09	0.08	0.10
	0.10	1.13	0.06	0.09	0.08	0.09
	0.12	0.07	0.10	0.10	0.08	0.07
	0.11	0.09	0.10	0.12	0.10	0.07
	0.08	0.12	0.09	0.09	0.08	0.09
	0.13	0.10	0.07	0.06	0.06	0.07
	0.09	0.12	0.08	0.09	0.08	0.11
	0.13	0.09	0.09	0.05	0.04	0.06
LV	0.23	0.13	0.07	0.18	0.09	0.08
	0.54	0.18	0.08	0.19	0.06	0.07
	0.56	0.09	0.07	0.14	0.07	0.16
	0.11	0.96	0.06	0.08	0.08	0.10
	0.12	0.11	0.06	0.10	0.13	0.10
	0.10	0.11	0.06	0.10	0.11	0.10
	0.15	0.08	0.08	0.09	0.11	0.12
	0.10	0.18	0.09	0.09	0.08	0.07
	0.13	0.09	0.09	0.10	0.08	0.07
	0.12	0.09	0.08	0.06	0.07	0.06
	0.11	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12
	0.18	0.11	0.08	0.08	0.09	0.09
GC	0.55	0.11	0.06	0.16	0.07	0.08
	0.36	0.10	0.08	0.23	0.10	0.10
	0.33	0.12	0.07	0.17	0.11	0.14
	0.11	0.12	0.06	0.09	0.09	0.09
	0.09	1.14	0.06	0.09	0.07	0.11
	0.11	0.12	0.12	0.10	0.07	0.09
	0.15	0.06	0.11	0.10	0.08	0.07
	0.18	0.15	0.08	0.10	0.08	0.07
	0.14	0.06	0.09	0.09	0.12	0.09
	0.11	0.10	0.07	0.05	0.06	0.07
	0.15	0.11	0.09	0.13	0.08	0.08
	0.15	0.13	0.10	0.21	0.11	0.10

APÊNDICE G – Valores de nanodureza para resina ED

	24 h	Manch.	1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão
PH	45.1	37.2	45.6	40.8	39.3	55.7
	45.8	38.5	44.1	35.4	35.1	52.0
	45.8	39.1	43.0	40.8	40.4	45.1
	42.7	46.2	46.0	46.4	50.6	49.9
	42.0	51.2	40.5	47.6	52.4	48.5
	44.6	48.7	39.6	47.9	44.6	49.1
	40.0	31.2	38.0	37.5	40.6	24.5
	38.5	37.4	35.8	33.7	36.2	34.7
	37.9	35.6	38.8	33.4	37.8	33.8
	41.8	51.1	38.0	50.3	39.1	41.5
	40.3	48.0	38.0	46.1	44.2	45.5
	30.5	32.3	42.3	44.9	50.5	32.0
PH+LV	60.5	41.0	41.8	35.3	34.2	51.5
	61.8	39.7	39.9	38.1	42.4	50.3
	58.6	43.8	41.2	42.6	35.8	45.1
	42.1	50.6	49.1	46.4	50.1	50.4
	44.9	51.5	38.7	37.5	50.8	55.2
	47.1	44.4	47.0	48.0	47.2	50.6
	43.3	39.0	41.5	38.3	37.6	50.6
	40.7	38.0	41.0	37.0	48.3	38.8
	43.7	36.9	39.6	37.5	38.4	37.6
	38.4	45.8	44.2	42.3	37.9	46.4
	41.8	59.9	46.3	47.0	50.8	32.0
	44.2	50.1	51.2	42.1	51.3	48.3
LV	59.4	38.8	44.2	42.3	43.1	37.3
	55.1	36.8	39.4	41.9	33.5	47.7
	56.3	38.4	44.4	40.4	38.3	44.2
	44.4	50.8	45.6	49.7	53.8	49.5
	45.2	47.8	47.7	44.1	34.6	50.2
	46.9	48.6	50.1	46.3	52.7	53.4
	41.1	34.9	37.4	33.3	40.2	38.5
	40.3	31.7	40.5	37.2	38.8	36.6
	41.4	35.4	39.7	45.0	37.2	37.3
	43.4	40.7	30.1	33.4	47.8	26.8
	39.9	51.2	40.4	50.7	47.4	47.4
	40.5	42.0	46.5	52.5	49.3	48.6
GC	51.8	40.1	36.9	45.0	42.2	49.3
	55.3	40.7	40.5	43.8	38.2	43.9
	57.3	38.6	43.0	42.0	44.8	53.1
	41.1	47.5	40.4	48.3	45.3	43.6
	42.8	43.6	27.5	45.5	20.6	25.4
	33.0	48.0	46.7	45.5	53.4	51.3
	42.3	35.3	41.0	36.7	37.5	52.6
	39.0	27.2	39.2	35.6	39.7	36.0
	38.3	27.4	33.5	34.9	35.2	35.6
	40.8	49.4	45.6	47.3	47.6	43.3
	40.8	49.4	45.6	47.3	47.6	43.3
	40.8	49.4	45.6	47.3	47.6	43.3

APÊNDICE H – Valores de nanodureza para resina Z350

	24 h	Manch.	1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão
PH	78.5	54.2	63.1	67.9	61.0	60.0
	76.0	44.1	57.2	58.5	55.3	58.9
	81.7	58.1	62.7	66.1	59.5	62.2
	63.6	60.6	65.7	65.5	69.1	66.2
	43.0	64.0	56.3	63.6	67.9	63.3
	63.2	63.6	66.5	65.2	70.5	67.3
	64.4	48.9	53.8	52.6	57.8	35.1
	64.4	38.2	44.5	57.6	56.8	58.3
	64.5	57.2	57.4	56.9	60.7	58.7
	66.0	70.5	59.2	66.1	65.9	50.6
	61.7	71.3	63.7	61.9	61.2	58.8
	51.6	62.6	59.1	52.3	66.9	50.6
PH+LV	80.6	58.5	58.4	65.2	58.3	62.6
	86.8	55.7	63.8	76.0	62.9	66.3
	78.9	54.1	61.0	70.8	66.0	30.7
	65.9	66.4	66.0	67.4	67.9	64.6
	64.4	58.9	66.6	69.5	67.4	68.8
	64.7	63.1	64.4	64.2	66.5	65.5
	66.0	54.7	56.0	58.1	60.1	57.8
	65.3	52.2	54.6	54.7	56.5	55.2
	66.7	57.0	57.7	58.8	61.5	34.8
	60.1	70.7	60.4	64.9	57.3	62.8
	49.6	77.8	67.9	64.3	68.4	60.5
	52.3	76.5	60.9	62.2	70.9	57.2
LV	81.7	60.9	62.3	71.8	63.8	69.2
	80.8	55.7	56.4	58.6	55.6	79.2
	78.2	57.6	58.4	66.0	57.6	66.3
	67.8	69.8	61.3	68.7	72.6	69.1
	69.5	58.8	40.4	62.2	67.2	62.8
	67.9	64.4	63.1	58.1	67.3	66.4
	67.8	58.8	55.0	58.1	60.7	56.8
	57.8	49.8	58.1	58.7	59.6	58.0
	66.5	60.3	60.1	55.5	49.6	60.1
	55.3	71.3	65.3	63.7	58.1	61.7
	65.1	61.3	68.8	61.9	66.2	66.1
	59.4	63.8	55.4	68.3	65.0	69.3
GC	77.4	52.7	58.9	62.5	56.4	60.8
	80.6	59.3	60.7	72.4	55.9	45.7
	77.3	57.0	59.8	66.0	56.1	63.8
	54.4	58.8	41.4	62.4	57.2	61.7
	61.0	52.9	58.1	63.6	67.8	64.4
	63.0	55.8	60.9	62.9	64.2	60.1
	64.8	58.4	53.4	53.6	56.4	55.8
	65.9	58.1	52.6	54.6	60.6	57.5
	58.8	40.8	52.6	53.8	55.3	54.1
	41.6	78.3	62.2	56.8	62.2	63.9
	62.6	74.1	46.7	61.6	59.6	63.9
	59.5	73.5	58.7	64.4	45.4	67.1

APÊNDICE I – Resultados da ANOVA e Tukey para as médias e desvio-padrão de nanodureza para resina ED

	PH	PH+LV	LV	GC
24h	41,2 (4,3) Aa	47,3 (8,2) Aa	46,1 (6,9) Aa	43,6 (7,3) Aa
manch	41,4 (7,2) Aa	45,1 (6,9) Aa	41,4 (6,7) Aa	41,4 (8,1) Aa
1ª sessão	40,8 (3,3) Aa	43,5 (4,1) Aa	42,2 (5,4) Aa	40,5 (5,7) Aa
2ª sessão	42,1 (6) Aa	41 (4,3) Aa	43,1 (6,3) Aa	43,3 (4,9) Aa
3ª sessão	42,6 (5,9) Aa	43,7 (6,6) Aa	43,1 (7) Aa	41,6 (8,5) Aa
4ª sessão	42,7 (9,5) Aa	46,4 (6,9) Aa	43,1 (7,8) Aa	43,4 (8,1) Aa

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

APÊNDICE J – Resultados da ANOVA e Tukey para as médias e desvio-padrão de nanodureza para resina Z350

	PH	PH+LV	LV	GC
24 h	64,9 (10,7) Aa	66,8 (10,9) Aa	68,2 (8,6) Aa	63,9 (10,8) Aa
manch	57,8 (10) Aa	62,1 (8,8) Aab	61 (5,9) Ab	60 (10,6) Aa
1ª sessão	59,1 (6,1) Aa	61,5 (4,3) Aab	58,7 (7,1) Aab	55,5 (6,4) Aa
2ª sessão	61,2 (5,5) Aa	64,7 (5,9) Aab	62,6 (5,1) Aab	61,2 (5,6) Aa
3ª sessão	62,7 (5,1) Aa	63,6 (4,8) Aab	61,9 (6,3) Aab	58,1 (5,6) Aa
4ª sessão	57,5 (8,7) ABa	57,2 (12,1) Bb	65,4 (6,1) Aab	59,9 (5,9) ABa

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

APÊNDICE K – Valores de módulo de elasticidade (em GPa) para resina ED

	24 h	Manch.	1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão
PH	9.9	8.2	9.6	8.0	7.6	13.0
	9.7	8.7	9.2	6.4	6.3	12.4
	10.1	7.9	8.9	8.2	8.0	10.5
	8.7	9.0	9.1	8.8	10.4	10.1
	8.4	10.5	7.3	9.8	10.9	9.9
	8.9	9.3	6.5	9.2	7.9	8.0
	8.2	5.6	7.4	7.8	8.0	4.4
	7.9	7.6	7.0	7.6	7.7	7.6
	7.6	7.4	7.8	7.1	7.9	6.3
	8.0	10.5	7.0	10.6	13.1	9.0
	7.6	9.0	7.0	10.0	10.2	9.8
	5.4	4.5	8.4	8.7	11.0	6.8
PH+LV	10.7	7.7	8.9	7.2	6.9	10.9
	11.8	8.3	8.2	7.4	8.8	11.9
	11.5	8.6	8.8	7.7	6.6	10.9
	8.4	10.5	9.7	10.0	8.6	10.3
	9.7	10.1	8.0	7.3	8.5	11.1
	10.0	8.1	9.3	9.8	9.3	10.4
	8.8	8.3	8.7	7.9	7.5	11.3
	8.2	7.6	8.6	7.8	7.9	8.0
	9.0	7.1	8.7	8.1	8.6	8.7
	7.3	9.2	9.3	7.8	7.8	9.1
	8.1	11.6	10.0	9.6	11.2	5.4
	8.6	10.2	11.5	8.5	11.3	10.6
LV	11.1	8.1	9.5	8.4	8.7	8.2
	10.5	7.7	8.1	8.2	5.9	11.1
	10.9	7.8	9.2	7.7	7.2	6.6
	9.2	10.7	9.1	10.8	11.0	10.5
	9.2	9.2	9.0	7.9	6.1	9.9
	9.6	9.2	8.3	9.1	10.7	10.8
	8.3	6.9	7.8	6.4	8.3	8.0
	8.3	6.3	8.6	7.9	8.5	7.7
	8.6	7.3	8.5	8.2	7.4	7.9
	9.0	6.8	4.9	5.5	10.0	4.2
	7.5	9.8	7.9	10.4	9.1	9.5
	8.0	7.5	9.2	10.8	10.2	10.8
GC	9.2	8.8	7.3	9.8	8.6	11.3
	9.6	8.3	8.3	8.7	7.6	8.3
	11.2	9.4	8.9	8.3	8.8	12.2
	8.7	10.0	7.8	7.9	9.7	9.5
	8.3	8.2	4.4	9.6	3.6	4.0
	5.9	9.5	9.0	8.9	10.7	10.8
	8.6	6.5	8.7	7.7	8.4	9.9
	8.2	4.6	8.4	8.0	8.3	8.1
	7.5	4.8	6.3	7.1	7.7	7.5
	8.6	9.3	9.3	10.0	9.6	8.3
	8.6	9.3	9.3	10.0	9.6	8.3
	8.6	9.3	9.3	10.0	9.6	8.3

APÊNDICE L – Valores de módulo de elasticidade (em GPa) para resina Z350

	24 h	Manch.	1ª sessão	2ª sessão	3ª sessão	4ª sessão
PH	13.3	10.8	12.2	13.4	11.7	11.1
	12.8	8.2	11.0	11.2	10.3	12.2
	13.6	11.7	12.0	12.9	11.4	12.4
	11.9	11.0	12.4	12.6	13.1	12.3
	7.0	12.1	9.8	11.6	13.0	12.0
	11.7	11.8	12.4	11.9	14.0	12.5
	11.7	12.5	10.1	10.0	10.1	7.3
	11.7	8.8	7.3	11.1	10.5	9.2
	11.6	10.9	10.9	11.5	11.1	11.3
	12.3	12.5	10.7	12.4	12.4	2.3
	11.3	13.0	12.5	11.4	11.7	11.2
	10.3	10.7	10.8	9.2	12.8	11.1
PH+LV	13.4	11.5	11.2	12.7	10.8	12.4
	14.2	10.5	12.3	14.8	12.4	13.2
	13.4	10.3	11.8	12.6	13.6	5.7
	12.2	12.5	12.4	12.6	13.0	12.6
	11.7	10.5	12.8	12.7	12.6	13.2
	12.3	11.5	11.9	11.8	12.7	12.7
	12.6	10.3	10.9	11.2	11.6	11.4
	11.6	9.7	10.3	10.9	10.9	10.8
	12.6	10.6	11.1	11.7	11.9	7.0
	11.3	13.2	11.6	12.1	11.2	12.0
	9.1	14.2	10.9	12.4	13.5	11.4
	10.6	14.2	11.4	11.7	13.6	10.6
LV	13.5	11.9	11.8	13.4	12.1	13.6
	13.3	10.5	10.3	10.2	9.8	15.4
	13.4	11.8	11.1	12.6	10.8	13.5
	10.4	13.1	10.6	12.8	13.7	12.9
	12.7	11.1	10.6	11.4	12.8	11.6
	12.5	12.0	11.8	10.3	12.6	12.1
	12.5	11.6	11.0	10.1	10.9	11.3
	12.2	8.4	11.3	11.5	11.5	11.7
	12.2	11.3	11.5	11.1	9.7	11.8
	10.0	12.7	12.4	11.8	11.0	12.0
	12.0	10.1	13.0	8.9	12.4	12.1
	11.4	10.4	10.3	13.1	11.9	13.9
GC	12.8	12.5	11.3	12.4	10.5	11.3
	13.5	11.8	11.9	13.8	10.8	7.8
	13.1	11.3	11.4	13.1	10.5	3.4
	9.3	10.6	6.6	11.7	11.0	11.5
	11.0	9.0	10.2	11.8	12.6	12.0
	11.7	9.7	11.1	11.2	11.7	11.0
	12.2	9.7	10.6	10.1	10.3	10.3
	12.4	11.3	10.1	10.2	11.5	11.2
	11.0	6.9	10.1	10.0	11.0	10.6
	7.2	14.3	10.9	9.9	11.2	13.1
	11.8	13.5	8.0	11.4	10.6	13.1
	11.2	13.4	10.6	11.9	7.2	13.1

APÊNDICE M – Resultados da ANOVA e Tukey para as médias e desvio-padrão de módulo de elasticidade para a resina ED

	PH	PH+LV	LV	GC
24h	8,4 (1,3) Aa	9,3 (1,4) Aa	9,2 (1,2) Aa	8,6 (1,3) Aa
manch	8,2 (1,8) Aa	8,9 (1,4) Aa	8,1 (1,3) Aa	8,2 (1,9) Aa
1ª sessão	7,9 (1,1) Aa	9,1 (0,9) Aa	8,3 (1,2) Aa	8,1 (1,5) Aa
2ª sessão	8,5 (1,3) Aa	8,3 (1,0) Aa	8,4 (1,6) Aa	8,8 (1,0) Aa
3ª sessão	9,1 (2,0) Aa	8,6 (1,5) Aa	8,6 (1,7) Aa	8,5 (1,8) Aa
4ª sessão	9,0 (2,5) Aa	9,9 (1,8) Aa	8,8 (2,1) Aa	8,9 (2,1) Aa

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas

APÊNDICE N – Resultados da ANOVA e Tukey para as médias e desvio-padrão de módulo de elasticidade para a resina Z350

	PH	PH+LV	LV	GC
24h	11,6 (1,7) Aa	12,1 (1,4) Aa	12,2 (1,1) Aa	11,4 (1,7) Aa
manch	11,2 (1,5) Aa	11,6 (1,6) Aa	11,2 (1,3) Aa	11,2 (2,1) Aa
1ª sessão	11,0 (1,5) Aa	11,6 (0,7) Aa	11,3 (0,8) Aa	9,6 (2,7) Aa
2ª sessão	11,6 (1,2) Aa	12,3 (1,0) Aa	11,4 (1,4) Aa	11,5 (1,2) Aa
3ª sessão	11,8 (1,2) Aa	12,3 (1,0) Aa	11,6 (1,2) Aa	10,7 (1,3) Aa
4ª sessão	10,4 (2,4) Ba	11,1 (2,4) ABa	12,6 (1,2) Aa	9,9 (3,2) Ba

Letras maiúsculas diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas dentro das colunas
Letras minúsculas diferentes mostram diferença estatística dentro das linhas