

**ANA PAULA MENEZES VAZ QUEIROZ ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS  
DE FOTOATIVAÇÃO E DA INTERPOSIÇÃO DE  
MATRIZ DE SILICONE NA ESTABILIDADE DE COR  
DAS RESINAS COMPOSTAS**



**Salvador-Bahia  
2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
PROCESSOS INTERATIVOS DOS  
ÓRGÃOS E SISTEMAS**



**ANA PAULA MENEZES VAZ QUEIROZ ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE  
FOTOATIVAÇÃO E DA INTERPOSIÇÃO DE MATRIZ DE SILICONE  
NA ESTABILIDADE DE COR DAS RESINAS COMPOSTAS**

Salvador-Bahia  
2024

**ANA PAULA MENEZES VAZ QUEIROZ ALMEIDA**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE  
FOTOATIVACÃO E DA INTERPOSIÇÃO DE MATRIZ DE SILICONE  
NA ESTABILIDADE DE COR DAS RESINAS COMPOSTAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Mathias

Salvador-Bahia  
2024

Ficha catalográfica: Keite Birne de Lira CRB-5/1953

Almeida, Ana Paula Menezes Vaz Queiroz

Avaliação do efeito de diferentes tempos de fotoativação e da interposição de matriz de silicone na estabilidade de cor das resinas compostas. / [Manuscrito]. Ana Paula Menezes Vaz Queiroz Almeida. Salvador, 2024. 54 f.: il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Mathias.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, 2024.

1. Propriedades de superfície. 2. Polimerização. 3. Resinas compostas. 4. Cor. I. Mathias, Paula. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós- Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. III. Título.

CDD 617.675 – 23 ed.

# FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROCESSOS INTERATIVOS DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS



## TERMO DE APROVAÇÃO DA DEFESA DE TESE

**Ana Paula Menezes Vaz Queiroz Almeida**

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DIFERENTES TEMPOS DE FOTOATIVAÇÃO E DA  
INTERPOSIÇÃO DE MATRIZ DE SILICONE NA ESTABILIDADE DE COR DAS  
RESINAS COMPOSTAS**

Salvador, Bahia, 17 de fevereiro de 2025

Comissão examinadora:

Documento assinado digitalmente  
**PAULA MATHIAS DE MORAIS CANEDO**  
Data: 17/02/2025 18:49:34-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Paula Mathias de Moraes Canedo (Examinadora interna)

Documento assinado digitalmente  
**LÍVIA ANDRADE VITÓRIA**  
Data: 17/02/2025 17:12:0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Lívia Andrade Vitória (Examinadora interna)

Documento assinado digitalmente  
**THAIANE RODRIGUES AGUIAR BARRETO**  
Data: 17/02/2025 17:51:34-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Thaianne Rodrigues Aguiar (Examinadora interna)

Documento assinado digitalmente  
**JANAINA EMANUELA DAMASCENO DOS SANTOS**  
Data: 17/02/2025 16:33:57-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Janaina Emanuela Damasceno dos Santos (Examinadora externa)

Documento assinado digitalmente  
**PRISCILA REGIS MATOS PEDREIRA**  
Data: 17/02/2025 18:17:16-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Priscila Regis Matos Pedreira (Examinadora externa)

Dedico este trabalho à minha família, principalmente ao meu filho, João Benício, que esteve ao meu lado, sendo incentivo e suporte para eu seguir em frente, em busca dessa realização profissional.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que permitiu que tudo isso fosse possível, dando-me força para superar todos os obstáculos.

Ao meu filho, João Benício, por ser minha fonte de inspiração, amor e força.

Ao meu marido, Marcos Almeida, pela disposição e suporte durante o processo, e me apoiar nos momentos de difíceis, incentivando-me a jamais desistir dos meus sonhos.

A minha família, Álvaro, Maria das Graças, Rebeca e Mariana, pelo o amor incondicional, apoio e incentivo em todos os passos da minha vida.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Paula Mathias, pelo acolhimento e partilha. Obrigada por compartilhar seu conhecimento, de forma tão generosa, ensinando com maestria.

À equipe de Dentística da FOUFBA, pelo acolhimento durante esses anos e contribuição neste trabalho, compartilhamento de conhecimentos e momentos maravilhosos nesses quatro anos.

A toda a equipe do PPGIOS, pela atenção e pelo atendimento tão carinhoso ao longo desses anos.

A empresa FGM, pela contribuição e doação de materiais odontológicos em prol do avanço da ciência.

A CAPES pelo apoio e financiamento para o desenvolvimento científico.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta etapa tão importante da minha formação.

ALMEIDA, Ana Paula Menezes Vaz Queiroz. **Avaliação do efeito de diferentes tempos de fotoativação e da interposição de matriz de silicone na estabilidade de cor das resinas compostas**. 2024. 54f. Tese (Doutorado em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

## RESUMO

**Introdução-** As técnicas de fotoativação e construção de restaurações com resina composta são capazes de influenciar o comportamento das resinas compostas ao longo do tempo. **Objetivo-** Avaliar a estabilidade de cor de resinas compostas usando a técnica de restauração guiada sob diferentes silicones de adição transparente e com dois diferentes tempos de fotoativação. **Materiais e métodos-** Cento e vinte corpos de prova em formato cilíndrico (6mm x 1,5mm) foram confeccionados com duas resinas compostas Opallis Convencional EA3 (FGM, Brasil) n=60 e Opallis Flow A3 (FGM, Brasil) n=60. Os grupos experimentais foram distribuídos em 3 sub-grupos para submissão à técnica restauradora usando matriz de silicone transparente, sendo os grupos: controle (sem matriz) n=20, Silic One Clear Body, (FGM, Brasil) n=20, e Elite transparente (Zhermarck, Itália) n=20. As resinas compostas foram fotoativadas usando 20 segundos a resina convencional e 40 segundos a resina fluida, segundo recomendações do fabricante. Posteriormente, foi realizada fotoativação adicional por mais 20s (20s+20s e 40s+20s) em metade dos grupos (n=10). Mais 120 corpos de prova, com as mesmas dimensões foram confeccionados com resina convencional Opallis Convencional EA3 (FGM, Brasil) e fotopolimerizados sob tempos distintos: 20s (n=60) e 40s (n=60). Ambos os grupos foram subdivididos para polimerização através de uma matriz de silicone de adição transparente Silic One Clear Body, (FGM, Brasil) com duas espessuras: Controle (sem matriz) (n=20), 2mm (n=20) e 4mm (n=20), sendo cada grupo de matriz distribuído em dois tempos de fotoativação distintos: 20s (n=10) e 20s +20s (n=10) ou 40s (n=10) e 40s +20s (n=10). Para ambos os estudos, a avaliação de variação colorimétrica total ( $\Delta E$ ) foi realizada através de um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600, Shimadzu) considerando os parâmetros do sistema CIEL\*a\*b\* com registro de cor inicial e após 15 dias. Os testes de Levene e Shapiro-Wilk foram utilizados para avaliar homogeneidade e normalidade dos dados respectivamente, e como teste post hoc foi utilizado o teste de Tukey. **Resultados-** Na análise dos resultados do espectrofotômetro de reflexão, não foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) na maioria dos grupos, quando comparado os tipos de resinas. Contudo, no caso da resina fluida associada à matriz Elite observou-se que a fotopolimerização adicional melhorou a estabilidade de cor. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na estabilidade de cor quando as espessuras de matriz foram testadas, na maioria dos grupos. O tempo de polimerização de 20 segundos se mostrou suficiente sem a interposição da matriz ou usando a matriz de 2mm. Em casos de utilização de matriz com 4mm, recomenda-se fotoativação por 40 segundos, seja de uma vez com a matriz em posição ou em dois tempos de 20 segundos com e sem matriz respectivamente. **Conclusão-** As resinas convencional e fluida apresentam comportamentos semelhantes frente à estabilidade de cor. O tempo de fotoativação recomendado pelo fabricante deve ser respeitado, no entanto, um tempo adicional pode favorecer a estabilidade de cor dessas resinas, especialmente quando matrizes transparentes forem interpostas na técnica restauradora guiada.

**Palavras chave:** Propriedades de superfície; polimerização; resinas compostas; cor.

ALMEIDA, Ana Paula Menezes Vaz Queiroz. **Evaluation of the effect of different photoactivation times and interposition of the silicone matrix on the color stability of composite resins.** 2024. 54 f. Thesis (Doctorate in Interactive Processes of Organs and Systems) – Institute of Health Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, 2024.

## ABSTRACT

**Introduction-** The techniques of photoactivation and composite resin restoration construction can influence the behavior of composite resins over time. **Objective-** To evaluate the color stability of composite resins using the guided restoration technique under different transparent addition silicones and two different photoactivation times. **Materials and methods-** A total of 120 cylindrical specimens (6mm x 1.5mm) were manufactured using two composite resins: Opallis Conventional EA3 (FGM, Brazil) (n=60) and Opallis Flow A3 (FGM, Brazil) (n=60). The experimental groups that were to undergo the restorative technique using a transparent silicone matrix were divided into three subgroups: control (without a matrix) (n=20), Silic One Clear Body (FGM, Brazil) (n=20), and Elite Transparent (Zhermarck, Italy) (n=20). The conventional composite resin was photoactivated for 20 seconds and the flowable resin for 40 seconds, according to the manufacturer's recommendations. Subsequently, an additional photoactivation of 20 seconds (20s+20s and 40s+20s) was performed in half of the groups (n=10). Another 120 specimens, with the same dimensions, were then manufactured using the conventional resin Opallis Conventional EA3 (FGM, Brazil) and photopolymerized under different exposure times: 20s (n=60) and 40s (n=60). Both groups were further subdivided for polymerization using a transparent addition silicone matrix, Silic One Clear Body (FGM, Brazil), with two different thicknesses: control (without a matrix) (n=20), 2mm (n=20), and 4mm (n=20). For each matrix group, two different photoactivation times were used: 20s (n=10) and 20s+20s (n=10) or 40s (n=10) and 40s+20s (n=10). In both studies, the total color variation ( $\Delta E$ ) was assessed using a reflection spectrophotometer (UV-2600, Shimadzu), considering the parameters of the CIELab\* system, the initial color was registered and recorded again after 15 days. Levene's and Shapiro-Wilk tests were used to evaluate, respectively, data homogeneity and normality; and a Tukey's test was performed as the post hoc test. **Results-** The analysis of the reflection spectrophotometer results showed no significant differences ( $p \leq 0.05$ ) in most groups when comparing the types of resins. However, in the case of the flowable resin associated with the Elite matrix, additional photopolymerization improved color stability. No statistically significant differences were observed in color stability when testing matrix thickness in most groups. A polymerization time of 20 seconds was sufficient without the matrix or when using a 2mm matrix. When using a 4mm matrix, a photoactivation of 40 seconds is recommended, either in a single exposure with the matrix in place or in two 20-second stages, with and without the matrix, respectively. **Conclusion-** Conventional and flowable resins exhibit similar behavior regarding color stability. The manufacturer's recommended photoactivation time should be followed; however, an additional exposure time may enhance the color stability of these resins, especially when transparent matrices are interposed during the guided restoration technique.

**Keywords:** Surface properties; polymerization; composite resins; color.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ARTIGO 1

<b>Quadro 1</b>	Material, lote, composição química básica e descrição dos materiais utilizados	26
<b>Figura 1</b>	Fluxograma representando a divisão dos grupos experimentais e controle, de acordo com o tipo de resina, interposição de silicone de adição transparente e o método de fotoativação	27
<b>Figura 2</b>	Esquema ilustrativo da confecção da matriz de silicone de adição transparente	28
<b>Figura 3</b>	Desenho esquemático da inserção, acomodação da resina composta, sobreposição da matriz e fotoativação, na confecção dos corpos de prova	29

### ARTIGO 2

<b>Quadro 2</b>	Material, lote, composição química básica e descrição dos materiais utilizados	37
<b>Figura 4</b>	Fluxograma representando a divisão dos grupos experimentais e controle, de acordo com o tempo de fotoativação e interposição da matriz de silicone transparente	37
<b>Figura 5</b>	Esquema ilustrativo da confecção da matriz de silicone de adição transparente	38
<b>Figura 6</b>	Desenho esquemático da inserção, acomodação da resina composta, sobreposição da matriz e fotoativação, na confecção dos corpos de prova	39

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

<b>Tabela 1</b>	Valores médios e desvios-padrão dos valores da variação total de cor ( $\Delta E$ ) da análise colorimétrica realizada no espectrofotômetro de Reflexão (Shimadzu) dos grupos testados, considerando diferentes resinas compostas, matriz de adição e tempo de fopolimerização.	31
-----------------	---	----

### ARTIGO 2

<b>Tabela 2</b>	Valores médios e desvios-padrão dos valores da variação total de cor ( $\Delta E$ ) da análise colorimétrica realizada no espectrofotômetro de Reflexão (Shimadzu) dos grupos testados, considerando diferentes espessuras da matriz de silicone, tempo de fopolimerização e fopolimerização adicional.	41
-----------------	---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>Bis – GMA</b>	Bisfenol A glicidil metacrilato
<b>TEGDMA</b>	Trietileno glicol dimetacrilato
<b>UDMA</b>	Uretano dimetacrilato
<b>LED</b>	Luz emitida por diodo
<b>PVC</b>	Policloreto de vinila
<b><math>\Delta E</math></b>	Variação total de cor
<b>CIEL*a*b*</b>	Commission Internationale D’Leclaraige

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
3.1	OBJETIVO GERAL	16
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
<b>4</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>17</b>
4.1	RESINA COMPOSTA	17
4.2	TÉCNICA DE RESTAURAÇÃO GUIADA	18
4.3	FOTOPOLIMERIZAÇÃO	19
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>24</b>
<b>6.1</b>	<b>ARTIGO 1:</b> Influência da interposição de matriz de silicone de adição transparente na estabilidade da cor de resina composta convencional e fluida	<b>24</b>
<b>6.2</b>	<b>ARTIGO 2:</b> Avaliação da estabilidade de cor de resina composta convencional submetida a diferentes tempos de fotoativação e espessuras de guia de silicone transparente	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os compósitos resinosos são materiais odontológicos muito usados na odontologia pela capacidade de oferecer soluções estéticas eficazes, serem versáteis e possibilitarem técnicas menos invasivas, atendendo assim, às expectativas dos pacientes e profissionais que desejam melhorar a aparência do sorriso com um material que alinha estética e funcionalidade<sup>1,2</sup>. Os avanços na sua composição ampliaram a indicação para uso em dentes anteriores e posteriores, já que esse material consegue aliar boa estética e excelentes propriedades mecânicas<sup>3</sup>.

No tratamento de dentes anteriores, o destaque da resina composta ocorre devido à possível combinação de cor e translucidez com os dentes naturais, permitindo uma integração harmônica com o dente adjacente e proporcionando uma aparência natural<sup>3-5</sup>. As resinas compostas são materiais de longa durabilidade, todavia podem ser mais suscetíveis ao desgaste e à alteração de cor ao longo do tempo, variando assim a longevidade do tratamento com base na escolha do material resinoso, abordagem técnica do profissional e nos hábitos dos pacientes<sup>6-8</sup>.

A inserção do material resinoso pode ser realizada pela técnica direta, onde ocorre a deposição da resina composta diretamente sobre a superfície dental, normalmente de maneira incremental. As restaurações de resina composta também podem ser realizadas pela deposição do compósito resinoso a partir de um guia confeccionado utilizando silicone de adição transparente, essa técnica direta guiada permite posicionar o conjunto (resina composta e matriz) sobre a superfície dental reproduzindo a anatomia e individualidade confeccionada em ambiente extraoral<sup>6-8</sup>.

A estabilidade na cor do material resinoso pode ser influenciada por fatores extrínsecos ou intrínsecos. Os fatores extrínsecos incluem manchas superficiais promovidas pelo consumo frequentes de bebidas, como chá, café e vinho tinto, e o acúmulo de biofilme<sup>1,9</sup>. Essas substâncias se acumulam nos compósitos resinosos e causam uma leve degradação na superfície, acelerando a absorção de água pelo material. Desta forma, a penetração e a absorção de agentes corantes são facilitadas, causando escurecimento das restaurações resinosas<sup>10-12</sup>. Já os fatores intrínsecos, como as características estruturais do material, tipo de fotoiniciadores, composição da matriz, tipo de monômero e a quantidade de partículas de carga podem afetar a cor e a qualidade da superfície da resina composta. Já que oxidações podem ser observadas no acelerador amina, na estrutura polimérica ou em grupos de metacrilato não convertidos<sup>10,13,14</sup>.

Além das características estruturais das resinas compostas, outros fatores podem interferir na estabilidade de cor dos materiais resinosos, como a técnica de confecção das restaurações, incluindo o processo de fotoativação<sup>15</sup>. A maneira como o material é fotoativado pode influenciar suas propriedades mecânicas e a manutenção de cor, causando alteração ao longo do tempo<sup>16,17</sup>. Quando a resina composta não recebe a quantidade adequada de energia suficiente para uma polimerização adequada, o grau de conversão dos monômeros resinosos é alterado, levando à diminuição das propriedades físicas e mecânicas<sup>15-20</sup>.

Logo, o presente trabalho tem como objetivo investigar a influência do tempo de fotoativação e da interposição de matriz de silicone transparente com diferentes espessuras, usada na técnica restauradora guiada na estabilidade de cor de resinas compostas.

A primeira hipótese experimental do presente trabalho supõe que o uso de diferentes tipos de matriz de silicone de adição transparente é capaz de alterar a estabilidade de cor das resinas compostas convencional e fluida; a segunda supõe que a utilização de diferentes tempos de fotoativação, associados a distintas espessuras da matriz de silicone transparente, são variáveis capazes de interferir na estabilidade de cor da resina composta convencional.

## 2 JUSTIFICATIVA

O conhecimento sobre o comportamento físico das resinas compostas fotoativadas sob diferentes tipos e espessuras da matriz de silicone de adição transparente e tempos de polimerização sobre a estabilidade de cor da resina composta ainda é escasso na literatura. Sendo assim, esta investigação se torna importante na medida em que o comportamento físico e mecânico dos materiais odontológicos está diretamente relacionado com a longevidade das restaurações odontológicas.

A literatura aborda que as resinas compostas podem ser aplicadas utilizando a técnica direta à mão livre, que consiste na deposição de camadas do material resinoso diretamente na cavidade oral, seguida pela fotoativação para polimerização. Outra opção, é a técnica direta guiada que envolve a utilização de uma matriz de adição de polivinilsiloxano para acomodação de resina composta, seja ela convencional ou fluida<sup>6-8</sup>. Entretanto, o desempenho clínico dos compostos resinosos é afetado por diversas condições, como a correspondência da cor com o substrato e o grau de conversão dos monômeros em polímeros<sup>15,21</sup>.

A resina composta requer fotoativação para que a polimerização do material aconteça. O grau de conversão dos monômeros está diretamente relacionado ao sistema fotoiniciador utilizado e à quantidade de energia luminosa recebida durante a polimerização<sup>15,19</sup>. Pesquisas indicam que resinas compostas com comprometimento na polimerização da matriz orgânica podem apresentar alterações em suas propriedades físicas e mecânicas ao longo do tempo, tornando-se mais suscetível à perda da estabilidade de cor<sup>17,20</sup>. Portanto, as características da fotoativação, a interposição e a espessura da matriz de silicone de adição, especialmente em restaurações guiadas, podem influenciar a transmissão de luz e, consequentemente, a eficácia da fotopolimerização<sup>10</sup>.

Sendo assim, é importante avaliar o comportamento dessas resinas compostas quanto à estabilidade de cor, quando elas são fotoativadas com técnicas diferentes e/ou usando tempos distintos do aparelho fotoativador. Estudos que avaliem esses aspectos na estabilidade de cor dessas resinas são importantes para a determinação de uma técnica restauradora segura e efetiva, otimizando os resultados, principalmente em longo prazo

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a estabilidade de cor de duas resinas compostas: Opallis® (FGM, Joinville – SC, Brasil) e Opallis Flow® (FGM, Joinville – SC, Brasil) submetidas à fotoativação sob variação de tempo de fotoativação e sobreposição de diferentes matrizes de silicones de adição transparente, Silic One Clear Body, (FGM, Brasil) e Elite transparent (Zhermarck, Itália).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a influência da presença e da espessura da matriz de silicone transparente na estabilidade de cor de resina composta convencional e fluida.
- Verificar o efeito do tempo de fotoativação, recomendado pelo fabricante, na estabilidade de cor de resinas compostas, usando a técnica de restauração guiada.
- Avaliar a interferência do tempo adicional de fotoativação, a partir da interposição do guia de silicone de transparente, na estabilidade de cor da resina composta

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção compreende a base teórica que fundamentou esta pesquisa e está apresentada em três partes, conforme segue:

### 4.1 RESINAS COMPOSTAS

A resina composta é um dos materiais mais utilizados na odontologia estética, e seu amplo uso pode ser atribuído às suas propriedades mecânicas e físicas, as quais alinham as necessidades individuais e expectativas dos profissionais da área e seus pacientes<sup>1,2</sup>. As resinas compostas, também conhecidas como compósitos, são materiais restauradores recomendados para dentes anteriores e posteriores, devido à combinação de boa estética e fantásticas propriedades mecânicas<sup>3,22,23</sup>, permitindo assim, o uso cotidiano e extenso dos materiais resinosos na prática odontológica<sup>24,25</sup>.

A composição do material inclui cargas inorgânicas quimicamente unidas por um agente de união (silano) a uma matriz orgânica. As resinas podem ser específicas com base no tamanho das partículas de carga presentes na matriz inorgânica, sendo categorizadas em híbridas, micro-híbridas, microparticuladas e nanoparticuladas<sup>3</sup>. Os principais fabricantes de compósitos odontológicos atualmente ainda se concentram nos sistemas tradicionais, principalmente adicionando um monômero Bis-GMA/TEGDMA ou uma combinação Bis-GMA/UEDMA/ TEGDMA à matriz orgânica<sup>26</sup>.

O avanço da ciência e da tecnologia permitiu a inserção das resinas compostas fluidas ao mercado. As propriedades favoráveis desta resina favoreceram o uso em técnica direta guiada, conhecida e acessível com resultados muito previsíveis. Dentre as características desse compósito resinoso se destaca a transferência de todos os detalhes do enceramento a cavidade oral, além de melhorias nas propriedades de contração e microinfiltração, as quais permitem uma confiabilidade semelhante à da resina composta convencional<sup>27</sup>.

As resinas compostas fluidas possuem baixa viscosidade, tornando-as mais fluída em comparação às resinas compostas convencionais. A porcentagem de carga inorgânica é reduzida e alguns aditivos ou modificadores, que melhoram as propriedades de manipulação, foram excluídos da composição. As principais vantagens são a alta fluidez na superfície dental, garantindo a penetração em todas as irregularidades; capacidade de formar camadas de espessura mínima, evitar assim a inserção de ar; alta flexibilidade, tornando-as menos propensas a deslocamentos em áreas de alta concentração de estresse (como processos de

desgaste cervical e áreas de dentina cavitadas); radiopacidade e disponibilidade em diversas cores. Por outro lado, as desvantagens incluem uma maior contração de cura, devido à menor carga de enchimento, e propriedades mecânicas inferiores<sup>26,28</sup>.

#### 4.2 TÉCNICA DE RESTAURAÇÃO GUIADA

A realização de restaurações diretas em dentes anteriores com resina composta costuma exigir um longo tempo clínico, além de depender significativamente da habilidade do profissional em reproduzir forma, função e estética com resultados. Nos últimos anos, a evolução das resinas compostas ampliou suas características, e o desenvolvimento de novas técnicas tem simplificado o processo restaurador, tornando-o mais eficiente e reduzindo o tempo do atendimento<sup>29</sup>.

A técnica de restauração guiada é um método que combina abordagens diretas e indiretas, utilizando uma matriz de silicone transparente como uma espécie de "molde guia". Esse guia permite a reprodução fiel e previsível de um enceramento diagnóstico para restaurações em resina composta, sem a necessidade de desgastar ou preparar previamente o dente. Pois, permite a reprodução detalhada com a finalidade de replicar de forma precisa um planejamento prévio, garantindo resultados estéticos e funcionais com mínima intervenção<sup>30</sup>.

O uso das resinas de baixa viscosidade ou fluida na técnica direta guiada destaca-se por ser um material mais econômico e conservador quando comparada com os laminados cerâmicos e com técnicas que dispõem de maior tempo clínico, no caso das resinas convencionais. Essa metodologia envolve enceramento dentário e confecção de uma matriz de silicone transparente, ocorrendo a inserção da resina; o silicone de adição deve possuir translucidez para guiar o operador na quantidade de resina a ser injetada<sup>31</sup>.

Através dessa metodologia é possível que o dentista transfira completamente detalhes como ângulação, formato das ameias e posição da borda incisal do enceramento diagnóstico. Por isso, é importante que a interação dentista-paciente ocorra na fase do enceramento diagnóstico<sup>32</sup>. As vantagens que a técnica direta guiada proporciona destaca-se a sua utilização em diversos casos, como por exemplo: avaliação diagnóstica, reparo de dentes fraturados, restaurações provisórias a longo prazo e restaurações definitivas. Ademais, é relevante ressaltar que a mesma pode ser utilizada por meio de uma abordagem conservadora que não requer preparo dos dentes naturais, nos casos de pacientes com espaços entre dentes ou com comprimento não ideal<sup>33</sup>, em casos de biocorrosão e desgastes acontece perda de esmalte também está indicado esse procedimento<sup>34</sup>.

### 4.3 FOTOPOLIMERIZAÇÃO

A odontologia restauradora passou por uma revolução com o advento dos fotopolimerizadores e das resinas compostas fotopolimerizáveis. A tecnologia de luz de polimerização apresentou avanços e mudanças com a introdução de luzes halógenas de alta intensidade, seguida das luzes de diodo emissor de luz (LED) e luzes de arco de plasma para polimerização de resina composta. Sempre se buscam luzes mais eficientes e com um processo de ativação mais rápido e com maior abrangência, que resultariam em polimerizações mais completas das resinas compostas, com geração de menos calor<sup>35</sup>.

Com o objetivo de garantir uma fotopolimerização eficiente, é essencial que o profissional avalie a energia emitida pelo aparelho fotopolimerizador, que resulta do produto entre a intensidade de potência ( $1.200 \text{ mW/cm}^2$ , representativa dos modelos contemporâneos) e o tempo de exposição à luz (em segundos)<sup>19,36,37</sup>. A maioria dos sistemas resinosos modernos opera de forma mais eficaz em comprimentos de onda entre 400 e 500nm, que correspondem à capacidade dos fotoiniciadores de absorver luz, independentemente da energia luminosa aplicada ao material<sup>19,36</sup>.

Tanto a fonte de luz quanto a resina composta desempenham um papel importante para garantir a polimerização adequada. Enquanto a composição e a cor da resina composta influenciam a polimerização, a intensidade da luz, a potência e o comprimento de onda também são peças associadas ao aparelho emissor de luz e que contribuem para a efetiva conversão dos monômeros em polímeros. A intensidade de uma luz emitida na ponta guia de um aparelho depende: da condição da lâmpada, dos filtros e da guia de luz; da tensão de linha e da energia da bateria; e da distância da luz da superfície da resina composta<sup>38</sup>.

Em busca de uma polimerização mais adequada, têm sido lançados, no mercado odontológico, diferentes tipos de aparelhos fotopolimerizadores, os quais se diferenciam pelo tipo de fonte de luz utilizada, pela variação no intervalo de comprimento de onda, pelo tipo de pulso e pela intensidade de luz. Os fabricantes introduziram, no mercado, aparelhos que utilizam novas fontes de luz como energia, sendo responsáveis pela fotoativação das resinas compostas, tais como, a de arco de plasma, xenônio e LED (luz emitida por diodo), que invadiram o mercado na promessa de uma polimerização mais eficiente e propriedades mecânicas superiores às da fonte de luz convencional<sup>39</sup>.

Inicialmente, LEDs emitiam luz em faixas espectrais restritas, com apenas uma cor visível. No entanto, ao longo dos anos, esses dispositivos foram aprimorados para abranger faixas mais amplas, sendo agora considerados fontes de luz de amplo espectro<sup>16,40</sup>. Este tipo

de luz sensibiliza uma variedade maior de sistemas fotoiniciadores<sup>16,19</sup>. A canforoquinona, o fotoiniciador mais comum em resinas compostas, tem um pico de absorção próximo de 470 nm. Não obstante, sua coloração amarela intensa limita seu uso em resinas mais claras, frequentemente aplicadas em dentes clareados<sup>16,19,41</sup>.

Os compostos odontológicos que necessitam de uma fonte de luz para sua polimerização possuem sistemas fotoiniciadores que absorvem a luz para iniciar a polimerização<sup>42</sup>. A polimerização ideal do compósito ocorre com uma elevada conversão de seus monômeros em cadeias poliméricas entrelaçadas, que formam polímeros consistentes, sendo necessário utilizar uma fonte de luz que apresente um espectro de luz visível, compatível com as características de absorção dos fotoiniciadores do material, para que a absorção ocorra e se inicie a cadeia da reação de polimerização<sup>43</sup>.

Em cavidades profundas, a distância entre a ponta guia do fotopolimerizador e o material restaurador reduz a quantidade de luz que atinge sua superfície do material restaurador, diminuindo o grau de conversão, podendo resultar na formação de polímeros com estruturas predominantemente lineares e propriedades físicas inferiores, enfraquecendo a restauração<sup>44</sup>. A melhoria das propriedades físicas dos materiais à base de resina pode ser alcançada aumentando o tempo de cura, o que favorece a conversão de monômeros em polímeros<sup>45</sup>.

Há um reflexo significativo entre o aumento do grau de conversão e a resistência de união, quando se prolonga o tempo total de cura<sup>46,47</sup>. Ao realizar a polimerização de materiais resinosos em cavidades profundas com unidades fotopolimerizadoras de menor potência, é fundamental adotar cuidados específicos, como aumentar o tempo de polimerização, pois processos de fotoativação que combinam baixa intensidade de luz com tempos prolongados de irradiação podem alcançar o grau máximo de conversão apresentado entre os grupos experimentais. Essa abordagem pode reduzir os resíduos gerados pela contração de polimerização, ao permitir tempo suficiente para que o material flua e liberar a tensão<sup>48</sup>.

Pesquisas anteriores apontam que a polimerização não se encerra imediatamente após o período de fotoativação. Em geral, a irradiação com intensidades de luz mais elevadas favorece uma maior conversão de monômeros, diminuindo o tempo necessário para formar uma rede polimérica extensa. Ainda assim, baixas intensidades de luz combinadas com tempos de irradiação curtos não fornecem energia suficiente ao sistema, resultando em baixos graus de conversão<sup>48</sup>. Ademais, diversos aspectos influenciam na polimerização, como por exemplo: a profundidade do preparo dental, tipo de resina composta (cor e grau de translucidez e (ou) opacidade), temperatura do material, espessura do incremento, distância

entre a ponta de luz e a superfície do material, tempo de cura e o período pós-irradiação<sup>49-52</sup>.

Logo, é fundamental que os fabricantes forneçam informações nas instruções de uso, como a quantidade mínima de luz e o tempo de fotopolimerização necessários para garantir a polimerização ideal, especificando claramente qual a quantidade mínima de luz recomendada, que corresponde à luz que efetivamente atinge a superfície do material, e não à potência óptica de saída do fotopolimerizador<sup>53</sup>. Para materiais fotoativos em cavidades profundas, uma maior quantidade de luz é essencial para garantir uma cura adequada, contribuindo para a melhoria da durabilidade e longevidade das resinas compostas<sup>45</sup>.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente tese consiste em dois experimentos laboratoriais prospectivos, ambos com o objetivo de avaliar a estabilidade de cor de resinas compostas sob diferentes condições experimentais.

No **primeiro experimento**, foram investigadas duas resinas compostas microhíbridas: a resina fluida Opallis Flow® cor A3 e a resina convencional Opallis® cor EA3, ambas da FGM (Joinville – SC, Brasil). A amostra com 120 corpos de prova foi dividida em dois grupos experimentais a partir de cada tipo de resina (n=60), em seguida, três sub grupos (n=20) foram divididos a partir da interposição de diferentes matrizes de silicone transparente com 2mm de espessura (Silic One Clear Body®, FGM; Elite Transparent®, Zhermack; e o grupo sem matriz). A fotoativação inicial foi realizada de acordo com as orientações do fabricante para cada tipo de resina, utilizando um aparelho de LED de alta potência (Valo 1000mW/cm<sup>2</sup>, Ultradent, South Jordan, EUA). Após a remoção das matrizes, metade dos corpos de prova foi submetida a uma fotoativação adicional, por 20 segundos (n=10).

No **segundo experimento**, a resina composta convencional Opallis® cor EA3 (FGM, Joinville – SC, Brasil), foi utilizada em associação com uma única matriz de silicone transparente (Silic One Clear Body®, FGM) em espessuras de 2mm e 4mm. No total foram confeccionados 120 corpos de prova divididos em dois grupos baseados no tempo de fotoativação (20 e 40 segundos) com n=60, em seguida, três sub grupos (n=20) foram divididos, levando em consideração a espessura da matriz de silicone e o sub grupo sem matriz (grupo controle). No preparo dos corpos de prova, todos foram realizados utilizando um aparelho de LED de alta potência (Valo 1000mW/cm<sup>2</sup>, Ultradent, South Jordan, EUA). Metade dos corpos de prova passou por uma fotoativação adicional, sem a presença da matriz, por 20 segundos (n=10).

Em ambos os estudos, a estabilidade de cor foi avaliada em dois momentos: uma leitura inicial e uma nova leitura após 15 dias. Durante o período de armazenamento, os corpos de prova foram imersos em água destilada, sem troca da água destilada durante o período de imersão, em estufa a 37°C, com umidade absoluta e sem exposição à luz. Uma análise de cor foi realizada com um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600, Shimadzu) e o programa *UV Probe* (Shimadzu), que registraram os espectros de refletância no intervalo de luz visível (380 a 780 nm).

Os dados obtidos foram organizados e analisados estatisticamente. A homogeneidade

das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene, enquanto a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, ambos com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . O protocolo de avaliação da cor foi comum aos dois estudos, enquanto os detalhes específicos do preparo dos corpos de prova estão descritos na seção Material e Métodos de cada artigo.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 ARTIGO 1: Influência da interposição de matriz de silicone de adição transparente na estabilidade da cor de resina composta convencional e fluida

Ana Paula Menezes Vaz Queiroz Almeida<sup>1</sup>, Mariana Menezes Vaz Fernandes<sup>1</sup>, Paula Mathias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

#### RESUMO

**Introdução-** A resina composta é um material muito utilizado nos tratamentos odontológicos com finalidade estética, no entanto sua longevidade depende dos materiais e técnicas utilizados durante a realização das restaurações. **Objetivo-** Avaliar a estabilidade da cor de duas resinas compostas, sob os efeitos do tempo de fotopolimerização e da aplicação de diferentes espessuras silicones de adição transparente de diferentes marcas (Silic One Clear Body- FGM, Brasil; Elite transparente- Zhermarck, Itália). **Materiais e Métodos-** Cento e vinte corpos de prova (cps) em formato de disco (6mm x 1,5mm), sendo 60 cps para cada uma das duas resinas compostas testadas (Opallis Flow A3 e Opallis EA3 – FGM), foram distribuídos em 3 grupos considerando a interposição de matrizes de silicone de adição transparente sendo: controle/sem matriz (n=20), Silic One Clear Body (n=20) e Elite Transparent (n=20). Para a confecção dos cps dois tempos de polimerização foram avaliados: 20s e 20s+20s ou 40 e 40s+20s (n=10). A análise colorimétrica foi realizada sob os parâmetros do sistema CIEL\*a\*b\*, com auxílio de um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600, SHIMADZU) em dois momentos: inicial e 15 dias. Os resultados foram avaliados quanto à homogeneidade (testes de Levene) e normalidade (Shapiro-Wilk) com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . **Resultados-** Não foram observadas diferenças entre as resinas, exceto quando a resina fluida foi associada à matriz Elite, na fotopolimerização de 40s. Além disso, a fotopolimerização adicional (+20s) conseguiu melhorar a estabilidade de cor da resina fluida estudada quando utilizada a matriz Elite. **Conclusão-** As resinas convencionais e fluidas se comportaram de maneira semelhante com relação a estabilidade de cor, contudo para a resina fluida, pode requerer um tempo adicional de fotoativação na fotopolimerização da matriz Elite para maior estabilidade de cor.

**Palavras-chave:** Dentística operatória; cor; restauração dentária permanente; resinas compostas.

#### INTRODUÇÃO

A odontologia estética avançou consideravelmente com o surgimento de novas tecnologias e materiais, possibilitando procedimentos menos invasivos, mais rápidos e com resultados mais naturais, permitindo aos pacientes alcançarem um sorriso esteticamente agradável em menos tempo. A resina composta é um dos materiais mais utilizados na

odontologia estética, e seu amplo uso pode ser atribuído às suas propriedades mecânicas e físicas, as quais alinham as necessidades individuais e expectativas dos profissionais da área e seus pacientes<sup>1,2</sup>.

A técnica direta guiada ocorre a partir da acomodação da resina composta convencional ou fluida em uma matriz de transparente composta por polivinilsiloxano, sendo todo o conjunto posicionado sobre a estrutura dental<sup>6-8</sup>. A utilização da técnica direta guiada permite a obtenção de resultados mais precisos e estéticos, além de proporcionar uma abordagem individualizada, todavia demanda mais tempo de trabalho e interação clínico-laboratorial, quando comparado à técnica direta a mão livre<sup>54</sup>. Vale salientar que algumas matrizes transparentes usadas para a acomodação do material e a construção da restauração podem interferir na entrega homogênea da luz ativadora em todo o corpo da restauração, pois a espessura influencia na entrega de luz para a resina composta, feita através das matrizes de silicone transparentes<sup>8,54,55</sup>.

As resinas compostas restauradoras, são, normalmente, materiais que dependem de luz visível, com características específicas de comprimento de onda e de energia, bem como de um sistema fotoiniciador eficiente, para uma polimerização efetiva do material<sup>36,37</sup>.

A resina composta usada na técnica direta é um material muito sensível aos protocolos técnicos. Um dos fatores mais importantes para garantir o bom desempenho clínico dessas restaurações é a transformação de seus monômeros em polímeros<sup>43,56,57</sup>. Portanto, para que a resina alcance propriedades mecânicas e físicas desejáveis, é necessário que o material seja adequadamente polimerizado<sup>36,39,58</sup>.

Sabe-se que as resinas compostas, na cavidade bucal, são muito expostas aos hábitos dos pacientes, desta forma, manter a estabilidade de cor dos materiais odontológicos é um dos desafios para a prática odontológica. Especialmente, porque uma das maiores causas de substituição de restaurações em dentes anteriores é a alteração da cor dos compósitos. Para mais, a troca precoce e contínua de restaurações odontológicas traz prejuízos ao paciente, visto que aumenta a remoção de estrutura dentária remanescente, muitas vezes sadia, elevando o desgaste dental e a injúria pulpar<sup>59</sup>.

Em função do exposto, a hipótese experimental do presente trabalho supõe que a interposição de diferentes tipos de matriz de silicone de adição transparente e diferentes períodos de tempo de fotoativação são capazes de alterar a estabilidade de cor das resinas compostas convencional e fluida. Para isso, avaliou-se como a utilização da técnica guiada e a alteração do tempo de fotoativação impacta nas resinas compostas, usando dois tipos de silicones de adição transparente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

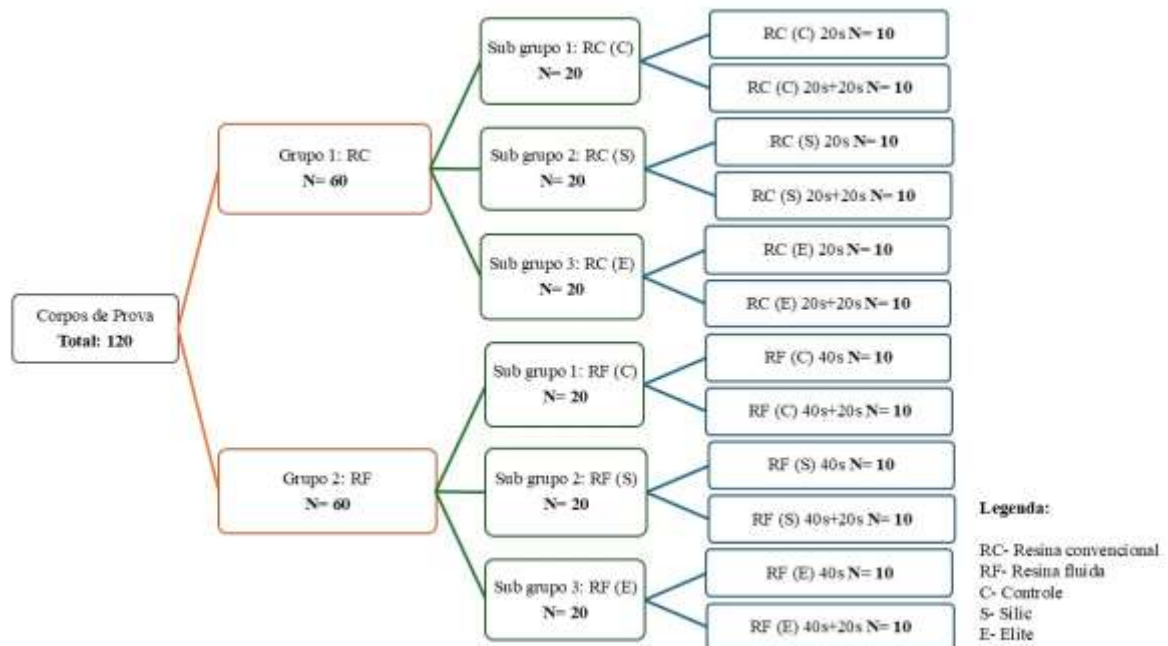
Esta seção compreende os materiais utilizados para o desenvolvimento desse estudo (Quadro 1) e a descrição da metodologia empregada. O fluxograma apresenta a representação da divisão dos grupos experimentais e controle, de acordo com o tipo de resina, a interposição de silicone de adição transparente e o método de fotoativação (Figura 1).

**Quadro 1-** Material, lote, composição química básica e descrição dos materiais utilizados.

<b>Material (fabricante); lote</b>	<b>Composição química básica</b>	<b>Descrição</b>
Resina composta (Opallis EA3, FGM, Joinville - SC); Lote 081223.	Partículas de vidro radiopacas silanizadas, monômeros metacrílicos, dióxido de silício, composição fotoiniciadora, estabilizantes e pigmentos. O compósito apresenta partículas com tamanho médio de 0,5 micron.	Resina composta microhíbrida  Fotoativação: 20s
Resina composta (Opallis Flow A3, FGM, Joinville-SC); Lote 120924.	Monômeros metacrílicos, canforoquinona, coiniçadores, estabilizantes, pigmentos e carga inorgânica silanizada composta de micropartículas de bário-alumínio borossilicato e partículas de dióxido de silício. Partículas com tamanho médio entre 0,5 e 1,0 micron.	Resina composta microhíbrida  Fotoativação: 40s
Silic One Clear Body (FGM, Joinville – SC, Brasil);	Vinil polissiloxano, polissiloxanos hidrogenados, cargas inertes, pigmentos, aditivos e catalisador de platina.	Polimerização por reação de adição. Possui características hidrofílicas, precisão, estabilidade dimensional e alta resistência a ruptura.
Elite Transparent (Zhermack, Badia Polesine- RO, Itália); Lote 430465.	Polivinilsiloxano, Metilhidrogeniosiloxano, Complexo Organoplatínico e Sílica.	Silicone de adição transparente (polivinilsiloxano) com viscosidade média e alta dureza final (72 Shore A).

Fonte: Bulas dos produtos, fornecidas pelo fabricante.

**Figura 1**-Fluxograma representando a divisão dos grupos experimentais e controle, de acordo com o tipo de resina, interposição de silicone de adição transparente e o método de fotoativação.

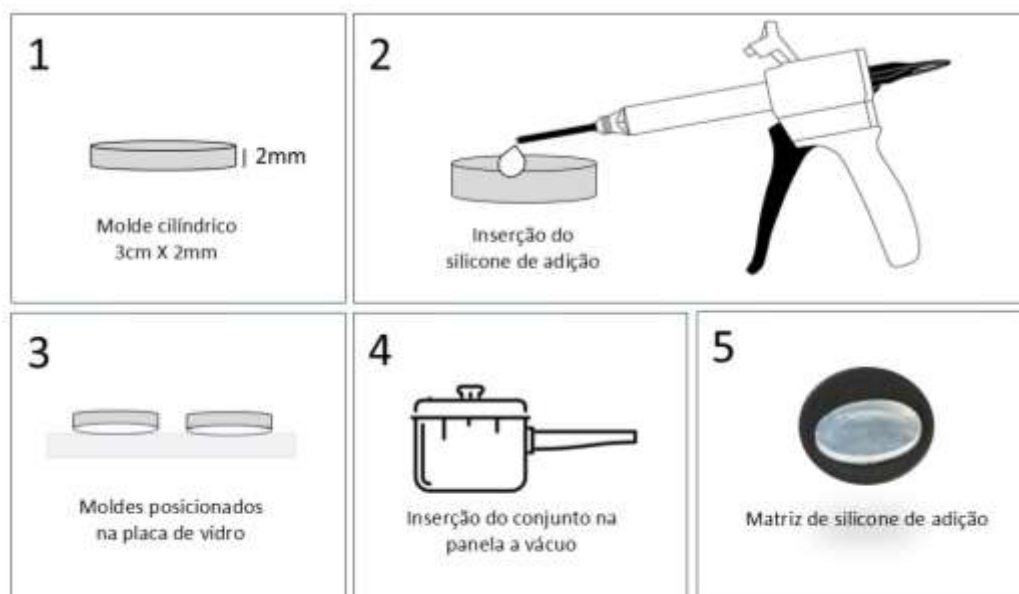


Fonte: autoria própria.

#### a) Confeção da matriz de silicone de adição transparente

Foram confeccionadas 8 matrizes de silicone transparente Silic One Clear Body (n=4) e Elite Transparent (n=4), com 3cm de diâmetro e 2 mm de espessura. Inicialmente o refil foi posicionado em uma pistola dispensadora universal, em seguida, o material foi inserido em uma forma circular de policloreto de vinila (PVC) (3cm x 2mm) e posicionado em uma placa de vidro para proporcionar a lisura superficial necessária. Em seguida, durante a presa, todo o conjunto foi colocado numa panela a vácuo eliminadora de bolhas (Softline, Essence Dental, São Paulo, Brasil, pressão até 20 libras), para promover a remoção de imperfeições do guia de silicone de adição de polivinilsiloxano (Figura 2). Durante o preparo dos corpos de prova a matriz transparente foi trocada a cada 10 confecções, a fim de garantir a integridade da mesma e reduzir qualquer interferência por mal uso.

**Figura 2-** Esquema ilustrativo da confecção da matriz de silicone de adição transparente.



Fonte: autoria própria

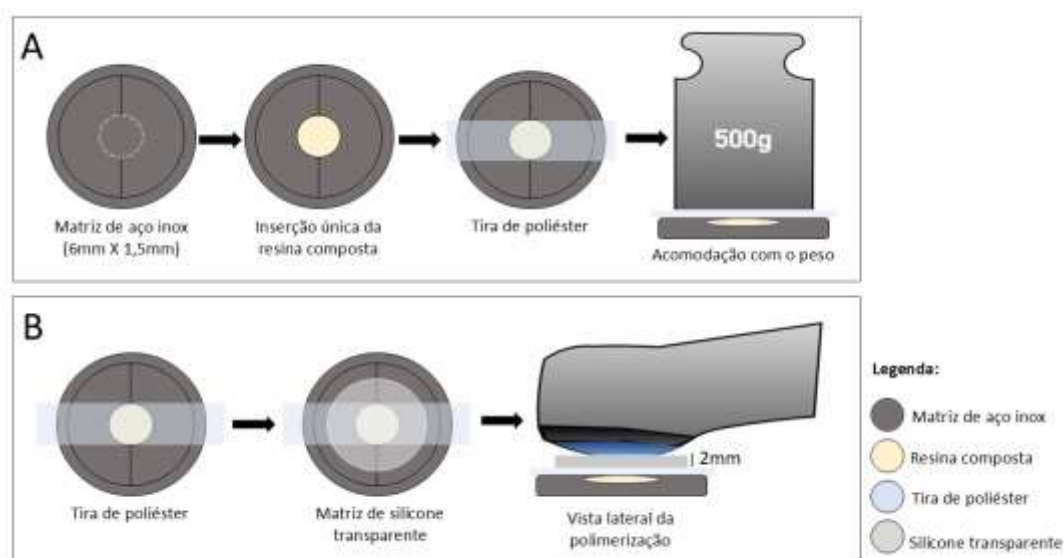
#### b) Preparo do corpo de prova

Foram confeccionados 120 corpos de prova com resinas compostas microhíbridas, Opallis Flow A3 (n=60) e Opallis EA3 (n=60), nas dimensões de 6mm x 1,5mm. Dois diferentes tipos de silicones de adição transparente, Silic One Clear Body e Elite Transparent, com espessura de 2mm foram posicionados sobre a resina composta. Em seguida, procedeu-se ao protocolo de fotoativação recomendado pelo fabricante (resina convencional por 20s e resina fluida por 40s), sendo que após a remoção da matriz, metade dos corpos de prova foram fotoativados por mais 20 segundos. As avaliações colorimétricas foram realizadas em dois tempos: inicial e após 15 dias.

Para a confecção de cada corpo de prova, a resina composta selecionada foi inserida em uma matriz de aço inox, com 6mm de diâmetro e 1,5mm de espessura. Sobre o conjunto, foi colocada uma tira matriz de poliéster e, sobre ela, um peso de 500g, que foi mantido por 30 segundos, para permitir melhor acomodação do material (Figura 3A). Posteriormente, foi posicionada sobre o conjunto uma matriz de silicone de adição transparente pré-determinada para cada grupo e em seguida foi realizada a fotoativação da superfície com luz LED – o mesmo teve sua intensidade conferida, antes da confecção dos corpos de prova, por um radiômetro (Radiometer, 3H, nº de série: 301130521372) com média de intensidade de luz de 1.164,67mW/cm<sup>2</sup> (modo standard) (Figura 3B). A fotoativação inicial foi realizada de acordo

com as orientações do fabricante para cada tipo de resina, utilizando um aparelho de LED de alta potência (Valo 1000mW/cm<sup>2</sup>, Ultradent, South Jordan, EUA). Após a remoção das matrizes, metade dos corpos de prova foi submetida a uma fotoativação adicional, sem a presença da matriz, por 20 segundos (n=10).

**Figura 3-** Desenho esquemático da inserção, acomodação da resina composta, sobreposição da matriz e fotoativação, na confecção dos corpos de prova.



Fonte: autoria própria

Após a confecção, os corpos de prova foram armazenados em estufa a 37°C, em água destilada, livres do contato com a luz, por 24 horas. Posteriormente, os corpos de prova receberam acabamento para padronizar a lisura superficial e facilitar a posterior leitura. Para isso, os corpos de prova foram fixados com cera utilidade branca em uma placa de vidro e tiveram a superfície de topo polida em uma politriz metalográfica (Arotec S/A Indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil), sob refrigeração constante, com velocidade de 300 rotações por minuto, durante 30 segundos, com a utilização de lixa d'água, na granulação 1.200 (JET401 Norton, Guarulhos, SP, Brasil). Em seguida, estes foram imersos em água destilada e colocados em cuba ultrassônica (PLANATAC modelo CBU-100/1L, Tatuapé, SP, Brasil) por 2 minutos, para limpeza de resíduos.

Ao final, os corpos de prova foram novamente armazenados em estufa a 37°C, em umidade absoluta durante 24 horas e em seguida foram submetidos a primeira análise de leitura colorimétrica. Em seguida foram mantidos em estufa a 37°C durante 15 dias em água destilada, durante esse período não foi realizada troca da solução. Após o período de 15 dias,

os corpos de prova foram avaliados para se observar a estabilidade de cor após o período de armazenamento.

c) Avaliação dos parâmetros de cor segundo sistema CIE $L^*a^*b^*$

Os corpos de prova foram submetidos à análise de leitura colorimétrica (leitura inicial e leitura final), de acordo com os parâmetros de cor do Sistema CIE $L^*a^*b^*$  (Commission Internationale de L'Eclairage). As medidas iniciais de cor de cada corpo de prova foram realizadas em um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu), utilizando o programa UV Probe (Shimadzu), no qual espectros de reflectância desses corpos são obtidos em um espectro de luz visível (380 a 780 nm). Para isso, os corpos de prova foram posicionados individualmente no equipamento, com auxílio de um gabarito acrílico para padronizar a posição, e em seguida as curvas espectrais registradas para cada corpo de prova foram transportadas para o programa Color Analysis para avaliação de cor, seguindo os parâmetros do sistema CIE $L^*a^*b^*$  com padronização do iluminante D65. O  $\Delta E$  é calculado a partir da seguinte fórmula:  $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$ . Onde o eixo  $L^*$  representa a luminosidade do objeto e varia em uma escala de zero (preto) a 100 (branco). As outras duas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  representam a cromaticidade, onde  $a^*$  corresponde ao eixo vermelho-verde e  $b^*$  ao eixo amarelo-azul. Além disso,  $L_0$ ,  $a_0$  e  $b_0$  representam a leitura inicial e  $L$ ,  $a$  e  $b$ , a leitura final<sup>11,13,17</sup>.

d) Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados e avaliados quanto à homogeneidade e normalidade, sendo aplicados, respectivamente, os testes de Levene e Shapiro-Wilk com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Assumidos os pressupostos para a aplicação dos testes paramétricos, foi aplicado o teste de Análise de Variância com 3 fatores: 1. Resina em 2 níveis (convencional e fluida), 2. Matriz em 3 níveis (controle, matriz Silic, matriz Elite) e 3. Tempo de ativação em 2 níveis (20s ou 40s e 20s+20s ou 40s+20s). Como teste post hoc foi utilizado o teste de Tukey, adotando-se o software estatístico SPSS 23 (IBM Corp., Somers, NY, EUA).

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores da média e desvio-padrão da variação total de cor ( $\Delta E$ ) mensurada em cada grupo experimental.

**Tabela 1-** Valores médios e desvios-padrão dos valores da variação total de cor ( $\Delta E$ ) da análise colorimétrica realizada no espectrofotômetro de Reflexão (Shimadzu) dos grupos testados, considerando diferentes resinas compostas, matriz de adição e tempo de fotopolimerização.

Matriz	RC		RF	
	20s	20s+20s	40s	40s+20s
<b>Controle (C)</b>	2,88±1,73Aa	3,28±1,83Aa	3,13±1,13Aa	3,70±1,48Aa
<b>Silic (S)</b>	2,65±0,76Aa	2,65±0,81Aa	3,75±1,33AB	2,62±0,92Aa
<b>Elite (E)</b>	2,98±0,83Aa	3,87±1,08Aa	*4,85±2,94Bb	*2,55±0,80Aa

Legenda: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as matrizes para a mesma resina e tempo de fotoativação; Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre as resinas convencionais e fluida para o mesmo tipo de matriz e tempo de fotoativação; \*Indica diferença entre os tempos de fotoativação 20s e 20s+20s ou 40s e 40s+20s para a mesma resina e tipo de matriz.

Fonte: dados da pesquisa

Quando os tipos de resinas foram comparados (resina convencional e resina fluida), não foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as médias de variação total de cor ( $\Delta E$ ) obtidas pelas duas resinas, exceto quando se utilizou a matriz Elite na fotopolimerização recomendada pelo fabricante. O  $\Delta E$  obtido com a RC/E/20s, indicou uma menor variação total de cor ( $\Delta E$ ) (2,98±0,83), quando comparada a RF/E/40s (4,85±2,94).

A comparação entre as matrizes (Silic e Elite) e o grupo controle, foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as médias do  $\Delta E$  na resina fluida fotopolimerizada por 40s. Nessa condição a matriz Elite se comportou semelhante a matriz Silic, aliás, quando comparada ao grupo controle, a mesma apresentou valores estatisticamente maiores. Sendo assim, o valor de  $\Delta E$  obtido no grupo da RF/E/40s foi semelhante ao grupo RF/S/40s, porém os valores indicaram uma maior variação de cor do grupo RF/E/40s (4,85±2,94) quando comparada ao grupo RF/C/40s (3,13±1,13).

Finalmente, quando foi utilizado o tempo de fotopolimerização padrão e a fotopolimerização adicional (20s) não percebe-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) no  $\Delta E$  com a resina convencional, mas na resina fluida há diferenças significativas apenas no grupo da RF/E/40s comparado ao grupo da RF/E/40s+20s. O  $\Delta E$  mostrou que o uso do tempo adicional de fotopolimerização permitiu melhor estabilidade de cor dos corpos de prova, modificando de 4,85±2,94 para 2,55±0,80.

## DISCUSSÃO

A hipótese experimental do presente estudo – de que a presença da matriz de silicone transparente interfere na estabilidade de cor da resina composta convencional e fluida – foi parcialmente aceita. Entre os grupos avaliados, apenas a matriz Elite associada à resina fluida com fotoativação de 40 segundos apresentou maior variação total de cor ( $\Delta E$ ), destacando que a interação entre a presença da matriz e o tipo de resina pode influenciar na estabilidade de cor do compósito.

O presente trabalho investigou duas resinas compostas microhíbridas, e os resultados mostraram comportamentos semelhantes na maioria dos grupos. Apesar de não avaliar resinas com partículas diferentes, estudos enfatizam que a composição e o tamanho das partículas de carga das resinas compostas influenciam diretamente a estabilidade de cor podendo variar<sup>10,13</sup>. Topcu *et al.*<sup>13</sup> observaram que compósitos contendo partículas menores, como as nanopartículas, apresentam menor tendência à alteração de cor devido à sua menor rugosidade superficial. Por outro lado, Poggio *et al.*<sup>10</sup> relataram que materiais com partículas maiores, como os microparticulados, embora menos lisos, podem apresentar menor alteração cromática em determinados ambientes, o que reforça a influência da composição dos monômeros e do tipo de carga na resistência à estabilidade de cor.

O uso das resinas fluidas em restaurações diretas de resina composta tem sido descrito em estudos laboratoriais que compararam resinas fluidas com as de viscosidade convencional revelando desempenho semelhante em resistência ao desgaste, estabilidade de cor e brilho<sup>60,61</sup>. Relevante pontuar que a resina fluida mostrou estabilidade de cor semelhante à resina de viscosidade convencional quando fotoativada sem a interposição de matriz de silicone e também quando a matriz de silicone foi interposta, entre a fonte emissora de luz e o material, usando tempos adicionais de fotoativação de 20 segundos, após remoção da matriz de silicone, na técnica guiada. Esses resultados evidenciam que as resinas fluidas têm se tornado cada vez mais indicadas para restaurações diretas. Outrossim, sua fácil manipulação, extraordinária adaptação às paredes internas da cavidade, estabilidade de cor e brilho de superfície, bem como sua resistência mecânica, tornam esse material uma escolha eficaz para procedimentos restauradores<sup>62</sup>.

Outro fator de investigação foi a presença da matriz utilizada na técnica direta guiada, onde os dados mostraram que a matriz Elite se comportou de maneira semelhante a matriz Silic, todavia ela foi estatisticamente diferente do grupo sem matriz (controle) nos casos de associação à resina fluida. O estudo de Nascimento *et al.*<sup>8</sup> avaliou a translucidez de matrizes

em silicone de polivinilsiloxano transparente de duas marcas comerciais (Elite Glass® e Vestige®). Seus resultados indicaram que a matriz Elite® apresentou menores valores de transmissão de luz em espessuras de até 4 mm, impactando na polimerização de compósitos restauradores. Este achado sugere que a matriz Elite pode apresentar maior barreira à passagem de luz, o que pode justificar a maior variação de cor observada no presente estudo em resina fluida associada a essa matriz.

De maneira complementar, Bayama *et al.*<sup>31</sup> avaliaram a microdureza de uma resina fluida fotopolimerizada utilizando uma matriz Elite Transparent (Zhemarch), em diferentes espessuras (2, 4 e 6 mm). Embora não tenham encontrado impacto significativo da espessura na microdureza superficial, os autores destacaram que uma segunda etapa de fotopolimerização, após a remoção da matriz, poderia minimizar possíveis limitações na passagem da luz pelas matrizes de silicone. Sem embargo, o uso da fotopolimerização adicional também mostrou benefícios na redução da variação de cor em grupos específicos, corroborando a relevância de estratégias que maximizem a eficiência da polimerização.

Em decorrência foi avaliado também o impacto do tempo de fotoativação. Embora os tempos adicionais de fotoativação tenham apresentado benefícios em grupos específicos, a análise geral demonstrou que o protocolo padrão recomendado pelo fabricante foi eficaz na maioria dos casos. Contudo, o grupo da resina fluida associado à matriz Elite foi uma exceção, apresentando pior estabilidade de cor, melhorando com o acréscimo do tempo adicional. Isso reforça o entendimento de que as propriedades óticas das matrizes transparentes podem influenciar na eficiência da polimerização e, conseqüentemente, na estabilidade de cor. A utilização de uma fonte de luz visível com espectro adequado é essencial para alcançar a polimerização ideal. A absorção eficiente dessa luz pelos fotoiniciadores do material é importante para a conversão dos monômeros em uma rede polimérica estável, garantindo melhores propriedades mecânicas e maior estabilidade estética a longo prazo<sup>8,31</sup>.

A técnica de restaurações diretas com resina composta destaca-se pela preservação da estrutura dental, resultados estéticos e funcionais previsíveis, além da possibilidade de reparos, sendo uma técnica com menor custo e tempo clínico em comparação a outras opções restauradoras<sup>63-65</sup>. A técnica de restauração guiada usando resina fluida e matriz transparente parece ser promissora, contudo, apesar de ser considerada uma técnica simples, conservadora, com primorosos resultados estéticos e funcionais, é necessário atenção e cuidado em relação à indicação, planejamento e protocolo restaurador<sup>66</sup>. Os avanços nas formulações das resinas compostas fluidas aumentaram a resistência da matriz orgânica e tornou essas resinas

comparáveis às de viscosidade convencional, apresentando melhorias nas propriedades como resistência ao desgaste, elasticidade, estabilidade de cor e durabilidade do polimento<sup>66-70</sup>. O que pode ser também observado no presente estudo, quando condições adicionais de tempo de fotoativação foram aplicadas.

Os resultados do presente estudo reforçam a importância de considerar não apenas o tipo de matriz de silicone utilizada, mas também os protocolos clínicos adotados, incluindo a escolha do tempo de fotoativação e do tipo de resina composta. Esses fatores, quando otimizados, podem contribuir significativamente para a longevidade e estética das restaurações com resina composta.

## **CONCLUSÃO**

As resinas compostas convencional e fluida tiveram comportamentos semelhantes com relação à estabilidade de cor, sendo observada diferença apenas quando se utilizou resina fluida associada à matriz Elite, na fotopolimerização 40 segundos, comparada ao grupo controle. Em contrapartida, a matriz de adição transparente Silic apresentou valores de estabilidade de cor estatisticamente semelhantes quando comparada a matriz Elite. Do mesmo modo, o tempo adicional de fotopolimerização conseguiu equiparar a estabilidade de cor da resina fluida à resina de viscosidade convencional, na matriz de silicone Elite.

## 6.2 ARTIGO 2: Avaliação da estabilidade de cor de resina composta convencional submetida a diferentes tempos de fotoativação e espessuras de guia de silicone transparente

Ana Paula Menezes Vaz Queiroz Almeida<sup>1</sup>, Mariana Menezes Vaz Fernandes<sup>1</sup>, Paula Mathias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil.

### RESUMO

**Introdução** – O uso da técnica guiada na confecção de restaurações em resina composta associada ao tempo de polimerização dos compósitos odontológicos são fatores importantes para que ocorra uma entrega de luz e de energia suficientes para garantir uma boa conversão de monômeros em polímeros. **Objetivo**– Avaliar a influência da espessura da matriz de silicone de adição e do tempo de fotoativação na estabilidade da cor da resina composta convencional, a partir do uso de silicone de polivinilsiloxano. **Materiais e Métodos** – Cento e vinte corpos de prova com dimensões de 6 mm de diâmetro x 1,5 mm de espessura foram confeccionados e distribuídos em doze grupos experimentais (n=10). Foi utilizada a resina composta Opallis EA3 (FGM, Brasil) dividida em dois tempos de fotopolimerização (20s e 40s) (n=60), com interposição de duas espessuras diferentes de matriz de silicone de adição transparente Silic One Clear Body (FGM, Brasil) (2mm e 4mm) e grupo sem matriz/controle (n=20). Metade dos grupos foram fotoativados adicionalmente por +20s (n=10). A análise da cor foi realizada utilizando os parâmetros do sistema CIEL\*a\*b\* durante o experimento em dois momentos (inicial e após 15 dias), em espectrofotômetro de reflexão (UV-2600, Shimadzu). Os testes de Levene e Shapiro-Wilk foram utilizados para avaliar homogeneidade e normalidade dos dados. **Resultados**– Todos os grupos que totalizaram o tempo de 40 segundos de fotopolimerização apresentaram melhor estabilidade de cor, quando comparados aos grupos de 20 segundos. Foi observada diferença estatisticamente significativa na estabilidade de cor das resinas fotoativadas com a matriz de 4mm com fotoativação de 20 segundos, todavia a fotopolimerização adicional melhorou a estabilidade de cor (ANOVA / teste de Tukey,  $p \leq 0,05$ ). **Conclusão**– O tempo de fotopolimerização de 20 segundos é suficiente para garantir boa estabilidade de cor, na ausência de uso de matriz transparente ou com a interposição de matriz de 2mm de espessura, contudo, em caso de matriz com 4mm, recomenda-se uma fotoativação de 40 segundos.

**Palavras-chave:** Reparação de restauração dentária; resina composta; cor; polimerização

### INTRODUÇÃO

As resinas compostas são materiais que dependem de fotoativação para atingir uma adequada conversão dos monômeros em polímeros, logo a técnica direta com compósitos resinosos utiliza um material sensível aos protocolos técnicos. Uma das causas mais importantes para garantir o bom desempenho clínico dessas restaurações em resina composta é o grau de polimerização de seus monômeros, que se transformam em polímeros<sup>43,56,57</sup>. Assim, para que a resina alcance propriedades mecânicas e físicas desejáveis, é necessário que

o material seja polimerizado eficientemente<sup>36,39,58</sup>.

A eficácia da polimerização das resinas fotoativadas está relacionada ao sistema fotoiniciador que é utilizado no compósito bem como às características da luz do aparelho fotopolimerizador que alcançam esse material<sup>19,37,39,71-73</sup>. O maior tempo de exposição da luz do fotopolimerizador com o material restaurador melhora a dispersão da luz, resultando em um bom desempenho clínico das resinas compostas, incluindo a estabilidade de cor<sup>19,74-76</sup>.

A polimerização satisfatória, que consiste na conversão de um maior número possível de monômeros em polímeros, depende do tipo e da quantidade de energia luminosa recebida pelo compósito. A polimerização dos monômeros influencia o comportamento clínico, bem como, as propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas fotoativadas<sup>76,77</sup>. Variáveis clínicas e operacionais podem interferir na entrega da energia luminosa que sai da ponta do fotoativador e que alcança o material restaurador. Fatores como a posição, o tempo, a distância da ponta do fotopolimerizador ao material, interposição de matrizes ou objetos de diferentes espessuras são exemplos dessas variáveis que afetam diretamente a quantidade de fótons que a resina irá receber, impactando no processo da polimerização<sup>37</sup>.

A matriz guia de silicone transparente, usado na técnica direta para a acomodação do material visando à construção da restauração pode interferir na entrega homogênea da luz ativadora de todo o corpo da restauração, pois a espessura influencia na potência obtida através das matrizes de silicone transparente<sup>8,55,78</sup>. A restauração guiada constitui um método capaz de aumentar a previsibilidade da restauração com obtenção de resultados mais precisos e estéticos, além de proporcionar uma abordagem individualizada, todavia, demanda mais tempo de trabalho e interação clínico-laboratorial<sup>54</sup>.

Diante disso, a hipótese experimental supõe que o tempo da fotoativação, é capaz de influenciar na estabilidade de cor e possibilitar alteração na cor de restaurações em resina composta; e que a espessura do silicone de adição transparente, composto por polivinilsiloxano, influenciará na estabilidade de cor da resina convencional.

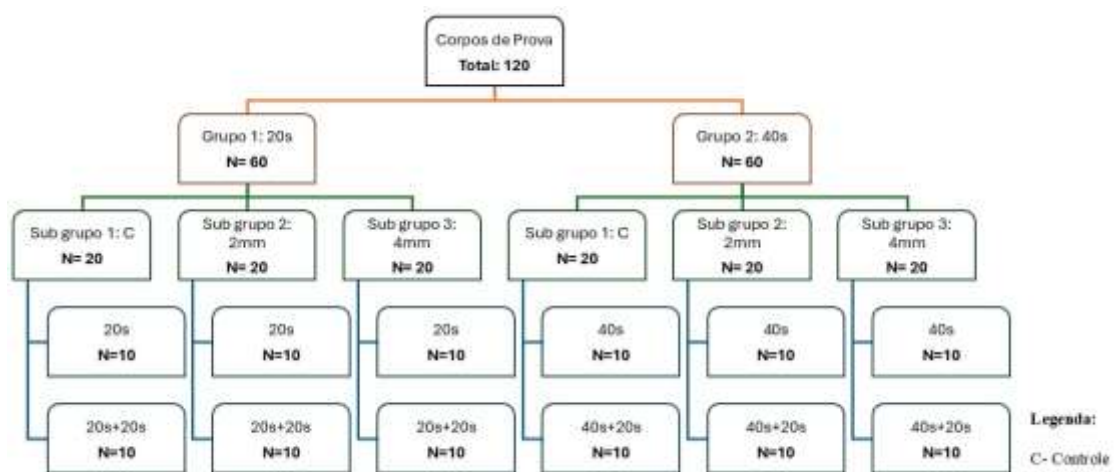
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta seção compreende os materiais utilizados (Quadro 2), e a descrição da metodologia empregada. O fluxograma demonstra a representação da divisão dos grupos experimentais e controle de acordo, como tipo de resina, interposição de silicone de adição transparente e o método de fotoativação utilizado (Figura 4).

**Quadro 2-** Material, lote, composição química básica e descrição dos materiais utilizados.

Material (fabricante); lote	Composição química básica	Descrição
Resina composta (Opallis® EA3, FGM, Joinville - SC); Lote 081223.	Partículas de vidro radiopacas silanizadas, monômeros metacrílicos, dióxido de silício, composição fotoiniciadora, estabilizantes e pigmentos. O compósito apresenta partículas com tamanho médio de 0,5 micron.	Resina composta microhíbrida Fotoativação: 20s
Silic One Clear Body® (FGM, Joinville – SC, Brasil); Lote 050124.	Vinil polissiloxano, polissiloxanos hidrogenados, cargas inertes, pigmentos, aditivos e catalisador de platina.	Polimerização por reação de adição. Possui características hidrofílicas, precisão, estabilidade dimensional e alta resistência a ruptura.

Fonte: Recomendação de uso dos produtos fornecida pelos fabricantes

**Figura 4-** Fluxograma representando a divisão dos grupos experimentais e controle, de acordo com o tempo de fotoativação e interposição da matriz de silicone transparente.

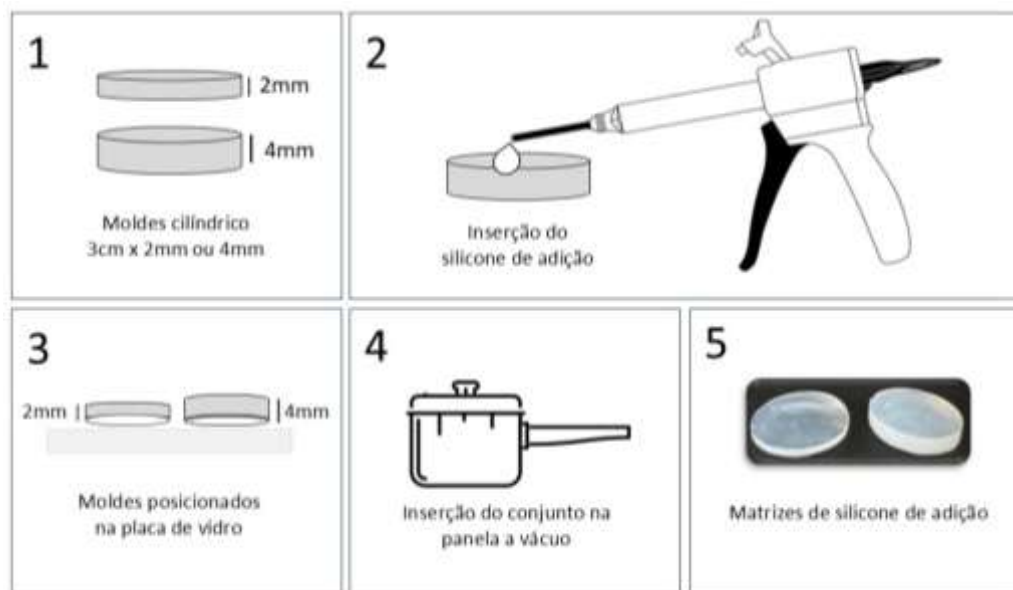
Fonte: autoria própria.

#### a) Confeção da matriz de silicone de adição transparente

Foram confeccionadas 8 matrizes de silicone transparente Silic One Clear Body com 3cm de diâmetro e 2mm ou 4mm de espessura. Inicialmente o refil foi posicionado em uma pistola dispensadora universal, em seguida, o material foi inserido em uma forma circular de policloreto de vinila (PVC) (3cm x 2mm ou 4mm) e posicionado em uma placa de vidro para

proporcionar a lisura superficial necessária. Em seguida, durante a presa, todo o conjunto foi colocado numa panela a vácuo eliminadora de bolhas (Softline, Essence Dental, São Paulo, Brasil, pressão até 20 libras), para promover a remoção de imperfeições do guia de silicone de adição de polivinilsiloxano (Figura 5). Durante o preparo dos corpos de prova a matriz transparente foi trocada a cada 10 confecções, a fim de garantir a integridade da mesma e reduzir qualquer interferência.

**Figura 5-** Esquema ilustrativo da confecção da matriz de silicone de adição transparente.



Fonte: autoria própria

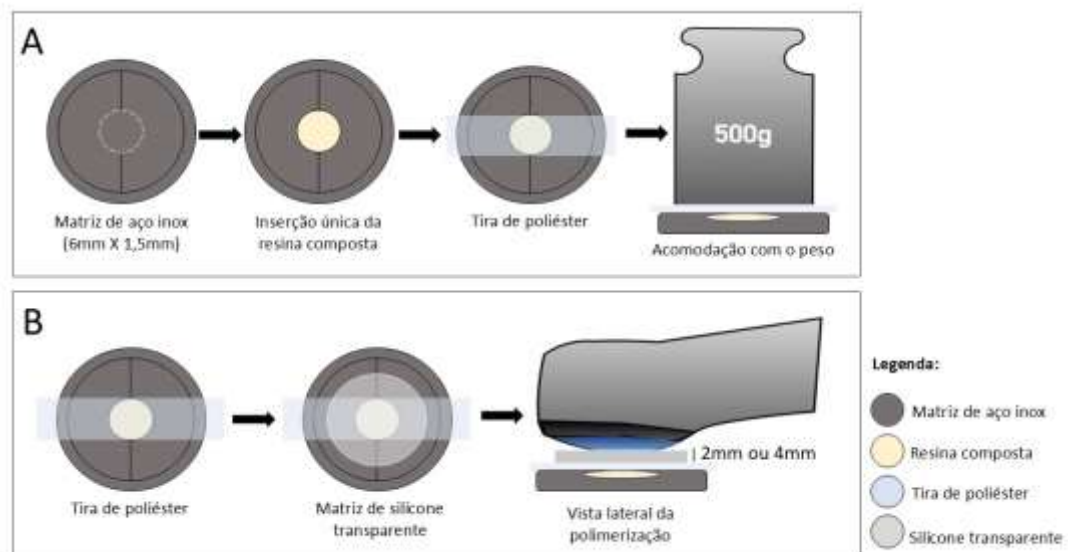
#### b) Preparo do corpo de prova

Cento e vinte corpos de prova com resinas compostas microhíbridas Opallis EA3 (n=120) foram confeccionados nas dimensões de 6mm x 1,5mm, sendo fotoativados em 2 diferentes intervalos de tempo: 20s ou 40s, para cada grupo (n=60). Em seguida, foi realizada a interposição do silicone de adição transparente Silic One Clear Body, com espessuras de 2 mm e 4mm e grupo controle (n=20). Em seguida, após a primeira fotopolimerização foi realizada a remoção da matriz em metade dos corpos de prova e feita fotoativação adicional por 20 segundos (n=10). As avaliações colorimétricas foram realizadas em dois tempos: inicial e após 15 dias.

Para a confecção de cada corpo de prova, a resina composta foi inserida, inserção única, na matriz de aço inox, com 6 mm de diâmetro e 1,5mm de espessura. Sobre o conjunto, foi

colocada uma tira matriz de poliéster e, sobre ela, um peso de 500g, que foi mantido por 30 segundos, para permitir melhor acomodação e escoamento do material (Figura 6A). Posteriormente, foi posicionada sobre o conjunto uma matriz de silicone de adição transparente pré-determinada para cada grupo e em seguida foi realizada a fotoativação da superfície com luz LED – o mesmo teve sua intensidade conferida, antes da confecção dos corpos de prova, por um radiômetro (Radiometer, 3H, nº de série: 301130521372) com a média de intensidade de luz de  $1.164,67\text{mW/cm}^2$  (modo standard) (Figura 6B). A fotoativação inicial foi realizada de acordo com o protocolo de cada grupo utilizando um aparelho de LED de alta potência (Valo  $1000\text{mW/cm}^2$ , Ultradent, South Jordan, EUA). Em seguida, metade dos corpos de prova foi submetida a uma fotoativação adicional, sem a presença da matriz, por 20 segundos.

**Figura 6-** Desenho esquemático da inserção, acomodação da resina composta, sobreposição da matriz e fotoativação, na confecção dos corpos de prova.



Fonte: autoria própria.

Após a confecção, os corpos de prova foram armazenados em estufa a  $37^{\circ}\text{C}$ , em água destilada, livres do contato com a luz, por 24 horas. Posteriormente, os corpos de prova receberam acabamento para padronizar a lisura superficial e facilitar a posterior leitura. Para isso, os corpos de prova foram fixados com cera utilidade branca em uma placa de vidro e tiveram a superfície de topo polida em uma politriz metalográfica (Arotec S/A Indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil), sob refrigeração constante, com velocidade de 300 rotações por minuto, durante 30 segundos, com a utilização de lixa d'água, na granulação 1.200 (JET401 Norton, Guarulhos, SP, Brasil). Em seguida, estes foram imersos em água destilada e

colocados em cuba ultrassônica (PLANATAC modelo CBU-100/1L, Tatuapé, SP, Brasil) por 2 minutos, para limpeza de resíduos.

Ao final, os corpos de prova foram novamente armazenados em estufa a 37°C, em umidade absoluta durante 24 horas e em seguida foram submetidos a primeira análise de leitura colorimétrica. Em seguida foram mantidos em estufa a 37°C durante 15 dias em água destilada, durante esse período não foi realizada troca da solução. Após o período de 15 dias, os corpos de prova foram avaliados para se observar a estabilidade de cor após o período de armazenamento.

#### c) Avaliação dos parâmetros de cor segundo sistema CIEL\*a\*b\*

Os corpos de prova foram submetidos à análise de leitura colorimétrica (leitura inicial e leitura final), de acordo com os parâmetros de cor do Sistema CIEL\*a\*b\* (Commission Internationale de L'Eclairage). As medidas iniciais de cor de cada corpo de prova foram realizadas em um espectrofotômetro de reflexão (UV-2600; Shimadzu), utilizando o programa UV Probe (Shimadzu), no qual espectros de reflectância desses corpos são obtidos em um espectro de luz visível (380 a 780 nm). Para isso, os corpos de prova foram posicionados individualmente no equipamento, com auxílio de um gabarito acrílico para padronizar a posição, em seguida, as curvas espectrais registradas para cada corpo de prova foram transportadas para o programa Color Analysis para avaliação de cor, seguindo os parâmetros do sistema CIEL\*a\*b\* com padronização do iluminante D65. O  $\Delta E$  é calculado a partir da seguinte fórmula:  $\Delta E = \sqrt{(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2}$ . Onde o eixo  $L^*$  representa a luminosidade do objeto e varia em uma escala de zero (preto) a 100 (branco). As outras duas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  representam a cromaticidade, onde  $a^*$  corresponde ao eixo vermelho-verde e  $b^*$  ao eixo amarelo-azul. Também,  $L_0$ ,  $a_0$  e  $b_0$  representam a leitura inicial e  $L$ ,  $a$  e  $b$ , a leitura final<sup>11,13,17</sup>.

#### d) Análise estatística

Os dados coletados foram tabulados e avaliados quanto à homogeneidade e normalidade, sendo aplicados, respectivamente, os testes de Levene e Shapiro-Wilk com nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Assumidos os pressupostos para a aplicação dos testes paramétricos, foi aplicado o teste de Análise de Variância com 3 fatores: 1. Matriz em 3 níveis (controle, 2mm ou 4mm), 2. Tempo de fotopolimerização inicial (20s ou 40s) e 3.

Fotopolimerização adicional (20s+20s ou 40s+20s). Como teste post hoc foi utilizado o teste de Tukey, adotando-se o software estatístico SPSS 23 (IBM Corp., Somers, NY, EUA).

## RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os valores da média e desvio-padrão da variação total de cor ( $\Delta E$ ) mensurada em cada grupo experimental.

**Tabela 2-** Valores médios e desvios-padrão dos valores da variação total de cor ( $\Delta E$ ) da análise colorimétrica realizada no espectrofotômetro de Reflexão (Shimadzu) dos grupos testados, considerando diferentes espessuras da matriz de silicone, tempo de fotopolimerização e fotopolimerização adicional.

Matriz	20 segundos		40 segundos	
	20s	20s+20s	40s	40s+20s
<b>Controle</b>	2,88±1,73Aa	3,28±1,83Aa	3,75±1,87Aa	4,77±3,14Aa
<b>2mm</b>	2,96±0,77Aa	2,65±0,81Aa	3,51±2,68Aa	3,79±2,60Aa
<b>4mm</b>	*7,09±2,54Bb	3,71±1,22Aa	*3,93±1,06Aa	3,42±1,74Aa

Legenda: Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as matrizes para o mesmo tempo de fotoativação; Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os tempos de fotoativação para o mesmo tipo de matriz e polimerização; \*Indica diferença entre os tempos de fotoativação 20s e 20s+20s ou 40s e 40s+20s para a mesma espessura de matriz.

Fonte: dados da pesquisa

Quando as diferentes espessuras da matriz de silicone de adição foram comparadas (controle, 2mm e 4mm) no mesmo tempo de fotopolimerização, não foram encontradas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre as médias de variação total de cor ( $\Delta E$ ), exceto no grupo 4mm/20s. O  $\Delta E$  obtido no grupo 4mm/20s, indicou uma maior variação total de cor (7,09±2,54), quando comparada ao grupo controle e 2mm que foram semelhantes entre si na mesma condição de fotoativação.

A comparação entre os tempos de polimerização (20s e 40s) com ou sem tempo adicional, não há diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as médias de  $\Delta E$ , exceto no grupo de 4mm com fotoativação de 20s e 20s+20s. Onde o  $\Delta E$  obtido no grupo de 4mm/20s+20s, indicou uma melhor estabilidade de cor (3,71±1,22), quando comparado ao grupo 4mm/20s (7,09±2,54).

Finalmente, quando foi utilizado a fotopolimerização adicional (20s+20s ou 40s+20s) ao tempo de fotoativação (20s ou 40s), percebe-se diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) apenas no  $\Delta E$  da matriz de 4mm para ambos os grupos de 20s e 40s. No qual o  $\Delta E$  mostrou que o uso do tempo adicional de fotopolimerização permitiu melhor estabilidade de cor dos corpos de prova, modificando os grupos de 20s e 20s+20s (7,09±2,54 para 3,71±1,22) e os grupos de

40s e 40s+20s ( $3,93 \pm 1,06$  para  $3,42 \pm 1,74$ ).

## DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo corroboram a hipótese experimental de que o aumento do tempo de fotopolimerização melhora a estabilidade de cor da resina composta convencional. Todos os grupos fotoativados pelo tempo total de 40 segundos apresentaram desempenho estatisticamente superior, reforçando a relevância do tempo de exposição à luz LED na melhoria da estabilidade de cor do material restaurador.

O aumento do tempo de fotopolimerização está associado a uma maior entrega de energia ao material, o que eleva a conversão das duplas ligações de carbono e melhora a polimerização. Este fenômeno foi descrito por Aguiar *et al.*<sup>79</sup>, que mostraram que o aumento do tempo de fotopolimerização, até três vezes que tempo recomendado pelo fabricante, resultou em maiores médias de dureza. Apesar do foco do presente estudo ser a estabilidade de cor, esses achados sugerem que a otimização da polimerização com maior exposição à luz impacta positivamente em múltiplas propriedades do material.

Essa relação entre a polimerização adequada e as propriedades da resina composta é reforçada por Lima *et al.*<sup>76</sup>, que destacaram que tanto o tempo quanto a potência do aparelho de fotopolimerização são variáveis críticas. Eles observaram que aparelhos com intensidades insuficientes ( $100 \text{ mW/cm}^2$ ) comprometeram a conversão e a dureza das resinas, reforçando a necessidade de equipamentos apropriados e tempos de cura otimizados para assegurar a estabilidade de cor e o desempenho clínico.

A relevância de outros fatores, como o aspecto da superfície do material restaurador, é corroborada por Pisano *et al.*<sup>80</sup>, que analisaram diferentes processos de polimerização e tratamentos de superfície na estabilidade de cor. Eles relataram que superfícies mais lisas proporcionaram maior estabilidade de cor em comparação às superfícies mais irregulares. Esses resultados sugerem que, além da fotoativação, o manejo clínico do material é fundamental para reduzir alterações de cor.

Complementando essa perspectiva, Lorenzo *et al.*<sup>81</sup> avaliaram a influência da polimerização na estabilidade de cor de diferentes resinas compostas. Eles identificaram que a polimerização não apenas causa alterações imediatas na cor, mas também influencia o comportamento do material após 24 horas em condições de umidade. Esses achados enfatizam a necessidade de considerar o comportamento da resina em condições reais de uso clínico, em que a exposição a condições ambientais pode amplificar alterações na cor.

No contexto de restaurações a partir da técnica direta guiada, Bayama *et al.*<sup>31</sup> demonstraram que a fotopolimerização adicional é uma estratégia eficaz para neutralizar o impacto da espessura da matriz de silicone transparente sobre as propriedades do material. De forma semelhante, o presente estudo verificou que a fotopolimerização adicional com a interposição de matrizes de 4 mm resultou em uma estabilidade de cor menor do que quando a resina é fotoativada sem a interposição de matriz ou com o uso de uma matriz de menor espessura (2mm), destacando a importância de verificar as características das matrizes guias usadas nas técnicas de restaurações diretas guiadas.

Assim, os achados procedentes, reforçam a importância de considerar não apenas o tempo de fotopolimerização, mas também os aspectos relacionados ao protocolo clínico e ao manejo do material restaurador. Apesar das diferenças metodológicas entre os estudos analisados, há um consenso de que a polimerização eficiente, o uso da matriz de silicone e o manejo adequado das resinas compostas são essenciais para otimizar suas propriedades e garantir a longevidade das restaurações.

## CONCLUSÃO

As restaurações realizadas usando a técnica direta guiada com silicone de adição tiveram comportamentos diferentes quando se utilizou variadas espessuras e tempos de fotopolimerização. No uso da matriz de 4 mm de espessura é importante a fotopolimerização adicional, pois apenas o tempo de fotoativação de 20 segundos não se mostrou suficiente para garantir a mesma estabilidade de cor da resina fotoativada, diferente dos casos sem a interposição de matriz ou com matriz transparente com 2 mm de espessura.

## 7 DISCUSSÃO

A técnica direta guiada tem se mostrado um método eficaz na prática odontológica, oferecendo vantagens significativas, especialmente quando utilizada com a matriz de silicone transparente, que é moldada sobre o enceramento diagnóstico. Este processo permite uma polimerização eficiente da resina composta, assegurando que as restaurações finais sejam mais precisas e fiéis ao planejamento original. De acordo com Carrijo, Ferreira e Santiago<sup>82</sup>, a utilização da técnica direta com resina composta tem se popularizado devido ao seu bom custo-benefício e à preservação da integridade dentária, podendo ser realizada com pouco ou nenhum desgaste. Não obstante, o controle da cor e da forma proporcionado por essa técnica permite resultados estéticos naturais, com vantagens adicionais em relação à abordagem indireta, que envolve o uso de materiais cerâmicos, devido ao tempo clínico reduzido e ao custo menor.

No entanto, é importante notar que a técnica direta com resina composta não é indicada para todos os pacientes. Araújo *et al.*<sup>83</sup> alertam que essa abordagem é contraindicada para indivíduos com má higiene bucal, periodontites, ou outros problemas como apinhamento dentário e oclusão topo-a-topo. Isso destaca a necessidade de uma avaliação clínica cuidadosa antes da escolha da técnica restauradora, a fim de garantir a durabilidade e o sucesso do procedimento.

A técnica de injeção de resina composta, descrita por Terry *et al.*<sup>55,84</sup> tem ganhado destaque na reabilitação estética dos dentes anteriores. Essa abordagem envolve a criação de um guia de silicone transparente que replica o enceramento diagnóstico, seguido pela inserção da resina composta. O uso do guia permite uma adaptação precisa e uma melhor reprodução das características anatômicas dentais, enquanto a inserção guiada da resina facilita sua adaptação, garantindo uma maior precisão no resultado final. As etapas de fotopolimerização e acabamento completam o processo, resultando em restaurações estéticas e funcionais de alta qualidade<sup>55,84</sup>.

Além das técnicas e metodologias empregadas, a escolha da resina composta adequada é crucial para o sucesso das restaurações. As resinas compostas, amplamente utilizadas na odontologia, são compostas por uma fase orgânica e uma inorgânica, com partículas de vidro que variam em tamanho e composição. Esses fatores influenciam diretamente as propriedades físicas e estéticas do material, como sua resistência mecânica e a capacidade de reproduzir a cor natural do dente. A escolha do compósito ideal deve considerar o tipo de restauração a ser realizada, com materiais mais carregados sendo preferíveis para situações que exigem

resistência, enquanto os materiais com partículas menores são mais indicados para alcançar resultados estéticos superiores<sup>26</sup>.

A literatura também destaca que a estabilidade de cor das resinas compostas é um fator determinante, especialmente em situações que envolvem dentes anteriores. Kumar *et al.*<sup>85</sup> demonstraram que resinas compostas nanoparticuladas apresentam melhor resistência à alteração de cor quando comparadas às microhíbridas, um fator relevante para garantir a durabilidade estética das restaurações. Embora a maioria das resinas compostas tenha avançado significativamente em termos de propriedades, ainda existem limitações, em materiais fluidos ou convencionais, que podem não atender completamente às necessidades específicas de cada caso clínico.

Outro ponto importante a ser considerado é o desenvolvimento das resinas compostas fluidas, que, embora representem um avanço significativo, ainda necessitam de uma avaliação mais profunda de seus benefícios a longo prazo. Segundo Terry, Powers e Blatz<sup>86</sup>, os avanços tecnológicos têm promovido melhorias nas propriedades das resinas compostas, facilitando a adaptação e integração de cores. Porém, a eficiência dessas resinas em contextos clínicos mais amplos e o impacto de fatores como fotopolimerização e matriz de silicone na performance das restaurações devem ser mais explorados em estudos futuros.

Diante disso, a combinação de técnicas, escolha adequada de materiais e a análise contínua dos avanços na odontologia restauradora são essenciais para garantir a eficácia, longevidade e sucesso das restaurações realizadas com resinas compostas. Sendo assim, é fundamental que estudos futuros abordem as interferências clínicas e operacionais que podem afetar esses tratamentos, uma vez que a eficácia de qualquer material restaurador está intimamente ligada à técnica de aplicação e ao contexto clínico específico em que é utilizado.

## 8 CONCLUSÃO

Diante dos achados obtidos nos trabalhos apresentados, é possível concluir que:

- As resinas compostas convencional e fluida possuem comportamentos semelhantes na estabilidade de cor, exceto quando a resina fluida foi associada a matriz de silicone transparente da marca Elite.

- A matriz de adição transparente Silic apresentou menores valores de estabilidade de cor quando comparada a matriz Elite nos grupos da resina composta fluída.

- O tempo adicional de fotopolimerização conseguiu melhorar a estabilidade de cor da resina fluida quando associada a matriz Elite.

- Não é possível afirmar que as diferentes espessuras e tempos de fotopolimerização influenciam na estabilidade de cor das resinas compostas.

- O tempo de fotoativação de 20 segundos deve ser usado nos casos sem matriz ou matriz de 2 mm.

- A espessura de 4mm deve ser fotopolimerizada por 40 segundos, seja de uma única vez com a matriz em posição, ou em dois tempos de 20 segundos com e sem matriz em posição respectivamente.

## REFERÊNCIAS

1. KARATAS, O.; GUL, P.; AKGUL, N.; CELIK, N.; GUNDOGDU, M.; DUYMUS, Z.Y.; SEVEN, N. Effect of staining and bleaching on the microhardness, surface roughness and color of different composite resins. **Dent. Med. Probl.**, Poland, v.58, n.3, p.369-376, 2021. DOI: 10.17219/dmp/131022.
2. ARAUJO, E.; PERDIGÃO, J. Anterior veneer restorations - an evidence-based minimal-intervention perspective. **J. Adhes. Dent.**, [s.l.], v.23, n.2, p.91-110, 2021. DOI: 10.3290/j.ad.b1079529.
3. MUNCHOW, E.A.; FERREIRA, A.C.A.; MACHADO, R.M.M.; RAMOS, T.S.; RODRIGUES-JUNIOR, S.A.; ZANCHI, C. H. Effect of acidic solutions on the surface degradation of a micro-hybrid composite resin. **Baz. Dente J.**, v.25, n.4, p.321-326, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201300058>.
4. ALSHEIKH, R. Color stability of Lucirin-photo-activated resin composite after immersion in different staining solutions: a spectrophotometric study. **Clin. Cosmet. Investig. Dent.**, New Zealand, v.11, p.297-311, 2019. DOI: 10.2147/CCIDE.S216011.
5. MADA, D.C.; GASPARIK, C.; IRIMIE, AI.; MADA, M.D.; DUDEA, D.; CAMPIAN, R. S. Evaluation of chromatic changes of a nanocomposite resin using the new whiteness index. **Clujul Med.**, Radu Badea, v.91, n.2, p.222-228, 2008. DOI: 10.15386/cjmed-893.
6. KOURI, V.; MOLDOVANI, D.; PAPAZOGLU, E. Accuracy of Direct Composite Veneers via Injectable Resin Composite and Silicone Matrices in Comparison to Diagnostic Wax-Up. **J. Funct. Biomater.**, [s.l.], v.14, n.1, p.32, 2023. DOI: 10.3390/jfb14010032.
7. MONTEIRO, A.S.; CUNHA, T.F.C. da; LIMA, I.D.A. de; AZEVEDO, L.S. Reanatomização de dentes conóides pela técnica da resina guiada: relato de caso. **Braz. J. Dev.**, Paraná, v.8, n.5, p. 37228-37241, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n5-295>.
8. NASCIMENTO, A.B.B. do; NASCIMENTO, J.V.M. do; GOMES, F.A.P.; FERNANDES, S.K.S.; SOUZA, A.M.B. de; SIMÕES, A.A.M.A. Avaliação de matrizes em silicone transparente utilizadas na injeção de restaurações em resina composta. **Braz. J. Health Rev.**, Paraná, v.6, n.3, p.8569-8580, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-016>.
9. SOUZA, M.B. de A.; BRISO, A.L.; OLIVEIRA-REIS, B.de.; Dos SANTOS P. H.; FAGUNDES, T.C. Influence of light-curing units on surface microhardness and color change of composite resins after challenge. **J. Contemp. Dent. Pract.**, Estados Unidos, v.20, n.2, p.204-210, 2019.
10. POGGIO, C.; CECI, M.; BELTRAMI, R.; MIRANDO, M.; WASSIM, J.; MARCO, C. Color stability of esthetic restorative materials: a spectrophotometric analysis. **Acta**

- Biomater. Odontol. Scand.**, Sweden, v.2, n.1, p.95-10, 2016. DOI: 10.1080/23337931.2016.1217416.
11. CECI, M.; VIOLA, M.; RATTALINO, D.; BELTRAMI, R.; COLOMBO, M.; POGGIO, C. Discoloration of different esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. **Eur. J. Dent.**, Germany, v.11, n.2, p.149-156, 2017. DOI: 10.4103/ejd.ejd\_313\_16.
  12. BITENCOURT, S.B.; KANDA, R.Y.; JORGE, C. de F.; BARÃO, V.A.R.; SUKOTJO, C.; WEE, A.G.; GOIATO, M.C.; PESQUEIRA, A. A. Long-term stainability of interim prosthetic materials in acidic/staining solutions. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.32, n.1, p.73-80, Jan. 2020. DOI: 10.1111/jerd.12544.
  13. TOPCU, F.T.; SAHINKESEN, G.; YAMANEL, K.; ERDEMIR, U.; OKTAY, E.A.; ERSAHAN, S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. **Eur. J. Dent.**, Germany, v. 3, p. 50-56, 2009.
  14. PEDROSA, M.D.S.; NOGUEIRA, F.N.; BALDO, V.O.; MEDEIROS, I.S. Changes in color and contrast ratio of resin composites after curing and storage in water. **Saudi Dent. J.**, Saudi Arabia, v.33, n.8, p.1160-1165, Dec. 2021.
  15. STRAZZI-SAHYON, H.B.; ROCHA, E.P.; ASSUNÇÃO, W.G.; DOS SANTOS, P.H. Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins. **Int. J. Periodontics Restorative Dent.**, Chicago, v.40, n.1, p.29-34, 2020. DOI: 10.11607/prd.4437.
  16. PRICE, R.B.T. Light curing in dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Estados Unidos, v.61, n.4, p.751-778, 2017. DOI: 10.1016/j.cden.2017.06.008.
  17. KORKUT, B.; DOKUMACIGIL, G.; MURAT, N.; ATALI, P.Y.; TARCIN, B.; GOCMEN, G. B. Effect of Polymerization on the Color of Resin Composites. **Oper. Dent.**, [s.l.], v.47, n.5, p.514-526, 2022. DOI: 10.2341/20-155-L.
  18. RUEGGERBERG, F.A.; GIANNINI, M.; ARRAIS, C.A.G.; PRICE, R.B.T. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. **Braz Oral Res.**, São Paulo, v.31, supl.1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061>.
  19. SHIMOKAWA, C.; SULLIVAN, B.; TURBINO, M.L.; SOARES, C.J.; PRICE, R.B. Influence of Emission Spectrum and Irradiance on Light Curing of Resin-Based Composites. **Oper. Dent.**, [s.l.], v.42, n.5, p. 537-547, Sep./Oct .2017. DOI: 10.2341/16-349-L.
  20. SOUZA, L.S.; DONATO, T.R.; CERQUEIRA, G.A.; CAVALCANTI, A.N.; MATHIAS, P. Color stability of an artificially aged nanofilled composite resin post-cured with different techniques. **J. Dent. Res. Dent. Clin. Dent. Prospects**, Iran, v. 15, n.1, p.53-58, 2021. DOI: 10.34172/joddd.2021.010.

21. EL-RASHIDY, A. A.; ABDELRAOUF, R.M.; HABIB, N. A. Effect of two artificial aging protocols on color and gloss of single-shade versus multi-shade resin composites. **BMC Oral Health**, London, v.22, n.1, p. 321, Aug. 2022.
22. SILVA, L.; OLIVEIRA, T.; BARBOSA, H.F. de P.; GIMENES, R. Avaliação de partículas do composto Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0,5B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> produzidas por spray pirólise para utilização em resina odontológica. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v.27, n.3, 2022.
23. LOPES, L.C.P.; TERADA, R.S.S.; TSUZUKI, F.M.; GIANNINI, M.; HIRATA, R. Heating and preheating of dental restorative materials—a systematic review. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v.24, n.12, p. 4225-4235, 2020. DOI: 10.1007/s00784-020-03637-2.
24. CAVALCANTI, A.N.; QUEIROZ, M.M.V. de.; SHIBASAKI, P.A.N.; LIMA, M.; FOXTON, R.M.; ARAÚJO, R.P.C. de. Effect of erosion and methods for its control on the surface roughness of composite resin. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v.32, n.2, p. 88-93, 2017. DOI: <https://doi.org/10.15448/1980-6523.2017.2.27930>.
25. PEUTZFELDT, A.; MÜHLEBACH, S.; LUSSI, A.; FLURY, S. Formação de lacunas marginais em restaurações de resina composta “bulk fill” proximais após envelhecimento artificial. **Opera Dent.**, [s.l.], v.43, n.2, p.180-189, mar./abr. 2018.
26. HERVÁS-GARCIA, A.H.; MARTÍNEZ-LOZANO, M.A.; CABANES-VILA, J.; BRJAU-ESCRIBANO, A.; FOS-GALVE, P. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. **Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal**, Spain, v.11, p.215–220, 2006.
27. ALSAGOB, E. I.; BARDWELL, D.N.; ALI, A.O.; KHAYAT, S.G.; STARK, P.C. Comparison of microleakage between bulk-fill flowable and nanofilled resin-based composites. **Int. Med. Appl. Sci.**, Hungary, v.10, n.2, p.102–109, 2008. DOI: 10.1556/1646.10.2018.07.
28. OLMEZ, A.; OZTAS, N.; BODUR, H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. **Oper Dent.**, [s.l.], v.29, n.6, p.713-719, 2004.
29. PEREIRA, T.C.; MATOS, J.D.M.; RUANO, V.; BOTTINO, M.A.; BRESCIANI, E. Injectable Composite Resin Technique: An Alternative for Anterior Esthetic Restorations - Case Report. **Int. J. Odontostomat.**, Recife, v.17, n.3, p.245-250, 2023.
30. GEŠTAKOVSKI, D. The injectable composite resin technique: minimally invasive reconstruction of esthetics and function. Clinical case report with 2-year follow-up. **Quintessence Int.** Estados Unidos, v.50, n.9, p.712-718, 2019.
31. BAYAMA, J.F.; SANTOS, T.V.S. da S.; NASCIMENTO, J.V.M. do; SIMÕES, A.A.M.A.; FERNANDES, S.K.S.; SOUZA, A.M.B. de; GOMES, F. A. P.; NOVAIS, P. M. R. The influence of different thicknesses of silicon matrix on the microhardness of injectable resins. **Braz. J. Health Rev.**, Curitiba, v.6, n.3, p.8557-8568, 2023.

32. GONTIJO, S.M.L.; MORGADO, P.M.; NEVES, L.S.; FRANÇA, E.C.; LAGES, B.E.M.; ALVIM, H.H. Digital smile desing as a tool in the planning of porcelain laminate veneers restoration. **Rev. Gaúch. Odontol.**, São Paulo, v. 69, p. e20210019, 2021.
33. DETOGNI, A.C.; PIANA, E.A.; GADONSKI, A.P. Reanatomização dental pela técnica direta com guias de silicone: relato de caso clínico. **Clin. Lab. Res. Den.**, [s.l.], p.1-9, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2357-8041.clrd.2019.171848>.
34. VAILATI, F.; BELSER, U.C. Palatal and facial veneers to treat severe dental erosion: a case report following the three-step technique and the sandwich approach. **Eur. J. Esthet. Dent.**, Germany, v.6, n.3, p.268-278, 2011.
35. ARAVAMUDHAN, K.; RAKOWSKI, D.; FAN, P.L. Variation of depth of cure and intensity with distance using LED curing lights. **Dent. Mater**, [s.l.], v.22, n.11, p.988-994, 2006. DOI: 10.1016/j.dental.2005.11.031.
36. KNEZEVIC, A.; TARLE, Z.; MENIGA, A.; SUTALO, J.; PICHLER, G.; RISTIĆ, M. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.28, n.6, p.586-591, 2001. DOI: 10.1046/j.1365-2842.2001.00709.x.
37. KARACOLAK, G.; TURKUN, L.S.; BOYACIOGLU, H.; FERRACANE, J.L. Influence of increment thickness on radiant energy and microhardness of bulk-fill resin composites. **Dent. Mater J.**, [s.l.], v.37, n.2, p.206-213, 2018. DOI: 10.4012/dmj.2017-032.
38. FELIX, C.A.; PRICE, R. B. T. The effect of distance from light source on light intensity from curing lights. **J. Adhes Dent.**, Germany, v.5, n. 4, p.83-91, 2003.
39. SOARES, C.C.P.; PEÇANHA, M.M.; BATITUCCI, R.G.; GIANORDOLLI NETO, R.; BATITUCCI, E.; BATITUCCI, M.H.G. Eficácia da polimerização de uma resina composta fotopolimerizada por aparelhos de luz halógeno e LED da clínica integrada do curso de odontologia da UFES. **UFES Rev Odontol.**, Espírito Santo, v.7, n.3, p. 58-65, 2005.
40. SLINEY, D.H. What is light? The visible spectrum and beyond. **Eye Lond.**, [s.l.], v.30, n. 2, p.222-229, 2016.
41. SOUZA, M.B.A.; BRISO, A.L.; OLIVEIRA-REIS, B. de.; Dos SANTOS, P.H.; FAGUNDES, T.C. Influence of light-curing units on surface microhardness and color change of composite resins after challenge. **J. Contemp. Dent. Pract.**, Estados Unidos, v.20, n.2, p.204-210, 2019.
42. HADIS, M.A.; SHORTALL, A.C.; PALIN, W. M. Competitive light absorbers in photoactive dental resin-based maerials. **Dent. Mater**, [s.l.], v.28, n.8, p.831-841, 2012.
43. RIBEIRO, B.C.I.; BOAVENTURA, J.M.C.; BRITO-GONÇALVES, J. de.; RASTELLI, A.N. de S.; BAGNATO, V.S.; SAAD, J.R.C. Degree of conversion of

- nanofilled and microhybrid composite resins photo activated by different generations of LEDs. **J. Appl. Oral Sci.**, São Paulo, v.20, n.2, p. 212-217, 2012. DOI: 10.1590/s1678-77572012000200015.
44. AGUIAR, F.H.; LAZZARI, C.R.; LIMA, D.A.; AMBROSANO, G.M.; LOVADINO, J.R. Efeito da distância da ponta fotopolimerizável e da cor da resina na microdureza de uma resina composta híbrida. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v.19, p. 302-306, 2005.
  45. CATELAN, A.; ARAÚJO, L.S.N. de.; SILVEIRA, B.C.M. da.; KAWANO, Y.; AMBROSANO, G.M.B.; MARCHI, G.M., AGUIAR, F. H. B. Impact of the distance of light curing on the degree of conversion and microhardness of a composite resin. **Acta Odontol. Scandin.**, Sweden, v.73, n.4, p.298-301, 2015. DOI: 10.3109/00016357.2014.946965.
  46. ABDALLA, A.I.; FEILZER, A.J. Degradação da água por quatro anos de um adesivo autocondicionante e dois adesivos autocondicionantes colados à dentina. **J. Dent.**, [s.l.], p. 611-617, 2008.
  47. OGURI, M.; YOSHIDA, Y.; YOSHIHARA, K.; MIYAUCHI, T.; NAKAMURA, Y.; SHIMODA, S.; HANABUSA, M.; MOMOI, Y.; MEERBEEK, B.V. Efeitos de monômeros funcionais e fotoiniciadores no grau de conversão de um adesivo dental. **Acta Biomater.**, Kidlington, v.8, p.1928-1934, 2012.
  48. DISCACCIATI, J.A.C.; NEVES, A.D.; ORÉFICE, R.L.; PIMENTA, F.J.G.S.; SANDER, H.H. Effect of light intensity and irradiation time on the polymerization process of a dental composite resin. **Mater Res.**, [s.l.], v.7, n.2, p.313-318, Oct. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-14392004000200015>.
  49. BENNETT, B.; PUCKETT, A.; PETTEY, D.; ROBERTS, B. Light source distance and temperature effects on composite polymerization. **J. Dent. Res.**, [s.l.], v.73, p.227, 1994.
  50. RUEGGEBERG, F.A.; JORDAN, D.M. Effects of light-tip distance on polymerization of resin composite. **Int. J. Prosthodont.**, Estados Unidos, v. 6, n.4, p.364-370, 1993.
  51. MURCHISON, D.F.; MOORE, B.K. Influence of curing time and distance on microhardness of eight light-cured liners. **Oper Dent.**, [s.l.], v.17, n.4, p.135-141, 1992.
  52. MARTIN, F. E. A survey of the efficiency of visible light curing units. **J. Dent.**, [s.l.], v. 26, n.3, p. 239-243, 1998. DOI: 10.1016/s0300-5712(97)00004-3.
  53. FARIA-E-SILVA, A, L.; LIMA, A.F.; MORAES, R.R.; PIVA, E.; MARTINS, L.R. Grau de conversão de adesivos autocondicionantes e autocondicionantes fotopolimerizáveis com QTH ou LED. **Oper Dente**, [s.l.], v.35, p.649-654, 2010.
  54. D'ALTOÉ, L. F. Espessura das camadas de esmalte e dentina nas reconstruções com resinas compostas em dentes anteriores. **Rev. Dental Press Estet.**, v.9, n.4, p. 88-96, 2012.

55. TERRY, D.A.; POWERS, J.M. A predictable resin composite injection technique. Part I. **Dent. Today**, Montclair, v.33, n.4, p. 98–101, 2014.
56. SCHNEIDER, L.F.; PFEIFER, C.S.; CONSANI, S.; PRAHL, S.A.; FERRACANE, J.L. Influência do tipo de fotoiniciador na taxa de polimerização, grau de conversão, dureza e amarelecimento de resinas compostas odontológicas. **Dent. Mater**, Japan, v.24, p.1169-1177, 2008.
57. SIDERIDOU, I.; TSERKI, V.; PAPANASTASIOU, G. Efeito da estrutura química no grau de conversão em resinas odontológicas à base de dimetacrilato fotopolimerizável. **Biomateriais**, [s.l.], v.23, p.1819-1829, 2002.
58. CONTI, C.; GIORGINNI, E.; LANDI, L.; PUTIGNANO, A.; TOSI, G. Propriedades espectroscópicas e mecânicas de resinas compostas odontológicas curadas com diferentes fontes de luz. **J. Mol. Estrutura**, Netherlands, p.744-747, 2005.
59. BLUM, I.R.; SCHRIEVER, A.; HEIDEMANN, D.; MJOR, I.A.; WILSON, N.H.F. The repair of direct composite restorations: an international survey of the teaching of operative techniques and materials. **Eur. J. Dent Educ.**, United Kingdom, v.7, n.1, p.41-48, 2003.
60. TERRY, D. A. **Restoring with flowables**. Hanover Park: Quintessence, 2017. p. 37-38.
61. SUMINO, N.; TSUBOTA, K.; TOSHIKI, T.; SHIRATSUCHI, K.; MIYAZAKI, M.; LATTA, M. Comparison of the wear and flexural characteristics of flowable resin composite for posterior lesions. **Acta Odontol. Scand.**, Sweden, v.71, n.3-4, p. 820–827, 2013. DOI: 10.3109/00016357.2012.734405.
62. YAHAGI, C.; TAKAGAKI, T.; SADR, A.; IKEDA, M.; NIKAIDO, T.; TAGAMI, J. Effect of lining with a flowable composite on internal adaptation of direct composite restorations using all-in-one adhesive systems. **Dent. Mater J.**, Japan, v.31, n.3, p. 481–488, 2012. DOI: 10.4012/dmj.2012-007.
63. BRINKMANN, J. C.-B.; ALBANCHEZ-GONZÁLEZ, M.I.; PEÑA, D. M. L.; GIL, I. G.; GARCÍA, M. J. S.; RICO, J. P. Improvement of aesthetics in a patient with tetracycline stains using the injectable composite resin technique. **Br. Dent. J.**, London, v. 229, n.12, p.774-748, 2020. DOI: 10.1038/s41415-020-2405-x.
64. SILVIA, A. P. DOS. S.; OLIVEIRA, K. R.; PEREIRA JÚNIOR, S. H.; SANTOS, T. N.; SPRINGER, C. R. A. Facetas Diretas em Resina Composta: Benefícios, indicações e contra indicações. **E-Scientia**, Minas Gerais, p.1-10, 2022.
65. FREITAS, L.F.; Melo, R. S. P de.; PRESTES, C. P.; SILVA, B. G. DA; OLIVEIRA, A. C. M de.; ABUD CHAUD, N. G. Reabilitação oral Estética com facetas Diretas em resina composta: Vantagens e Desvantagens. **Revista Eletrônica Interdisciplinar - REI**, Mato Grosso, v. 13, n.1, p.79- 89, 2021. Disponível em: <http://revista.sear.com.br/rei/article/view/224/232> . Acesso em: 10 nov. 2024.

66. ESTEVES, S.R.M.S.; PEREIRA, J.S.S.; SOUZA, M.E.; FEITOSA, F. A. **Resina composta injetável e matriz transparente: técnica restauradora previsível e conservadora. Tecnologia e tendências em odontologia: rumo ao futuro da saúde oral.** Capítulo 2. Paraná: Atena, 2024. P.19-30.
67. LI, Y.; SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W.; MOORE, B.K.; ROBERTS, T.A. Effect of filler content and size on properties of composites. **J. Dent. Res.**, Estados Unidos, v.64, n.12, p.1396–1401, 1985.
68. GALLO, J. R.; BURGESS, J.O.; RIPPS, A.H.; WALKER, R. S.; MALTEZOS, M. B.; MERCANTE, D. E.; DAVIDSON J. M. Three-year clinical evaluation of two flowable composites. **Quintessence**, Estados Unidos, v. 41, n.6, p.497–503, 2010
69. KITASAKO, Y.; SADR, A.; BURROW, M.F.; TAGAMI, J. Thirty-six month clinical evaluation of a highly filled flowable composite for direct posterior restorations. **Aust. Dent. J.**, Australia, v.61, n.3, p. 366-373, 2016. DOI: 10.1111/adj.12387.
70. COACHMAN, C.; De ARBELOA, L.; MAHN, G.; SULAIMAN, T. A.; MAHN, E. An improved direct injection technique with flowable composites. A digital workflow case report. **Oper. Dent.**, [s.l.], v.45, n.3, p. 235-242. 2020. DOI: 10.2341/18-151-T.
71. CCAHUANA-VÁSQUEZ, R.A.; TORRES, C.R.G.; ARAUJO, M.A.M.; ANIDO, A. A. Influência do Tipo de Ponteira Condutora de Luz de Aparelhos LED na Microdureza das Resinas Compostas. **Rev. Odontol. UNESP.**, São Paulo, v.33, n.2, p. 69-73, 2004.
72. SANTOS, M.J.M.C.; SOUZA JUNIOR, M.H. da S.; MONDELI, R.F.L. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. **J. Bras. Dent. Est.**, [s.l.], v.1, n.1, p. 14-21, 2002.
73. CAUGHMAN, W. F. Clinical guidelines for photocuring restorative resins. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.126, n.9, p.1280-1286, 1995.
74. NAGEM FILHO, H. **Resina Composta**. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 1993. 17p.
75. YEARN, J. A. Factors affecting cure of visible light activated composites. **Int. Dent. J.**, London, v.35, n.3, p. 218-225, 1995.
76. LIMA, A.L.X.; SOUZA, P.H.; AMORIM, D.M.G.; CALDAS, S.G.F.R.; GALVÃO, M. R. Avaliação do grau de conversão de resinas compostas fotoativadas em diferentes tempos e potências. **RFO UPF**, Passo Fundo, v.21, n. 2, p. 219-223, 2016.
77. LINS, M.H. de B.; LACERDA, F.A. de.; LOPES, G.H.M.; SILVA, R.K. da C.; CHAGAS, D.R. dos S.; BELTRÃO, L.P.O.; COSTA, L. M. F.; LINS, R. N. F.; ALVES, M. I. de. M. A influência do fotopolimerizador sobre a microdureza das resinas compostas. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, São Paulo, v.23, n.5, p. e12603, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25248/reas.e12603.2023>.

78. YPEI GIA, N.R.; SAMPAIO, C. S.; HIGASHI, C.; SAKAMOTO JUNIOR, A.; HIRATA, R. The injectable resin composite restorative technique: a case report. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.33, n., p. 404-414, 2021. DOI: 10.1111/jerd.12650.
79. AGUIAR, F.H.B.; BRACEIRO, A.; LIMA, D.A.N.L.; AMBROSANO, G.M.B.; LOVADINO, J. R. Effect of light curing modes and light curing time on the microhardness of a hybrid composite resin. **J. Contemp. Dent. Pract.**, India, v.8, n.6, p. 1-8, 2007.
80. PISANO, M.; IANDOLO, A.; ABDELLATIF, D.; CHIACCHIO, A.; GALDI, M.; MARTINA, S. Effects of different curing methods on the color stability of composite resins. **Restor Dent. Endod.**, Korea, v.49, n.4, p. e33, 2004.
81. LORENZO, M.; ARAÚJO, P.R. de; MENDES, R.M.A.; PIZZOLOTTO, L.; RODRIGUES, J.Á.; TANAKA, C. J. Influência da polimerização na estabilidade de cor de resinas compostas. **J. Res. Dent.**, India, v.8, n.6, p.63-66, 2020. DOI: <https://doi.org/10.19177/jrd.v8e6202063-66>.
82. CARRIJO, D.J.; FERREIRA, J.L.F.; SANTIAGO, F. L. Restaurações estéticas anteriores diretas e indiretas: revisão de literatura. **Uningá J.**, Maringá, v.56, n.S5, p.1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.56.eUJ2716>.
83. ARAÚJO, I.D.T.D.; ABRANTES, P.S.; BORGES, B.C.D.; ASSUNÇÃO, I. V. D. Reabilitação estética anterior com resina composta: relato de caso. **Rev. Ciência Plural**, Rio Grande do Norte, v.5, n.1, p.89-101, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21680/2446-7286.2019v5n1ID17947>.
84. TERRY, D.A.; POWERS, J.M.; MEHTA, D.; BABU, V. A predictable resin composite injection technique, Part 2. **Dent. Today**, [s.l.], v.33, n.8, p.12, 2014.
85. KUMAR, M.S.; AJAY, R.; SAHIB, S.A.M.; CHITTRARASU, M.; NAVARASU, M.; RAGAVENDRAN, N.; MOHAMMED, O. F. B. Color stability assessment of two diferente composite resins with Variable immersion time using various beverages: na in vitro study. **J. Pharm. Bioalied. Sci.**, India, v.9, supl. 1, p. S161-165, 2017. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS\_149\_17.
86. TERRY, D.A.; POWERS, J.M.; BLATZ, M.B. The injection resin technique: a novel concept for developing esthetic restorations. **Int. Dent.**, African, v.12, n.2, Apr./May 2022.



Instituto de Ciências da Saúde  
Programa de Pós Graduação  
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas  
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100  
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br>