



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**CURSO DE ODONTOLOGIA**

**SÉRGIO VINÍCIUS BARBOSA BANDEIRA DE MELO**

**DESENVOLVIMENTO DE TIRAS DE POLIÉSTER COLORIDAS PARA USO EM  
RESTAURAÇÕES DENTÁRIAS DE RESINA COMPOSTA**

Recife  
2023

SÉRGIO VINÍCIUS BARBOSA BANDEIRA DE MELO

**DESENVOLVIMENTO DE TIRAS DE POLIÉSTER COLORIDAS PARA USO EM  
RESTAURAÇÕES DENTÁRIAS DE RESINA COMPOSTA**

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador(a): Profa. Dra. Renata Pedrosa  
Guimarães

Co-orientador(a): Profa. Dra. Juliana Souto Maior

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Barbosa Bandeira de Melo, Sérgio Vinícius.

Desenvolvimento de tiras de poliéster coloridas para uso em restaurações dentárias de resina composta / Sérgio Vinícius Barbosa Bandeira de Melo. - Recife, 2023.

32 p. : il.

Orientador(a): Renata Pedrosa Guimarães

Coorientador(a): Juliana Souto Maior

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Odontologia - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Ergonomia. 2. Luzes de Cura Dentária. 3. Dentística Operatória. 4. Polimerização. 5. Eficiência. I. Pedrosa Guimarães, Renata. (Orientação). II. Souto Maior, Juliana. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)

SÉRGIO VINÍCIUS BARBOSA BANDEIRA DE MELO

**DESENVOLVIMENTO DE TIRAS DE POLIÉSTER COLORIDAS PARA USO EM  
RESTAURAÇÕES DENTÁRIAS DE RESINA COMPOSTA**

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

**Aprovada em: 20/10/2023.**

**BANCA EXAMINADORA**

**Hilcia Mezzalira Teixeira**

UFPE

**Oscar Felipe Fonseca de Brito**

UFPE

**Renata Pedrosa Guimarães**

UFPE

*Dedico este trabalho a minha família, Marta Maria Barbosa da Silva e Sérgio José Bandeira de Melo Teixeira, por terem possibilitado que eu chegasse até este ponto da minha jornada. Seu amor, suporte e cuidado constantes foram fundamentais para o meu crescimento e sucesso durante a minha trajetória até aqui e é um privilégio tê-los como pais. Não poderia deixar de mencionar Nick, que também faz parte da família e há 13 anos me acompanha e sempre vinha me pedir carinho enquanto estava estudando.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar aqui, e aos espíritos de luz, que sempre iluminaram e guiaram o meu caminho, tornando possível que eu conquistasse os meus objetivos.

Aos meus pais Sérgio José Bandeira de Melo Teixeira e Marta Maria Barbosa da Silva, que sempre fizeram de tudo e mais um pouco por mim. São os meus anjos protetores, me deram a vida e ensinaram o que é amor incondicional, genuíno e o significado de lar.

Dedico às minhas tias Mônica Maria Barbosa da Silva Barbosa e Márcia Maria Barbosa da Silva; e aos meus irmãos, Crystianne Freitas Bandeira de Melo Teixeira, Pryscilla Bandeira Freitas Bandeira de Melo Teixeira e William Freitas Bandeira de Melo Teixeira.

O desenvolvimento deste trabalho só foi possível porque houve a colaboração de diversas pessoas, dentre as quais deixo, primeiramente, a minha gratidão a Profª Drª. Renata Pedrosa Guimarães, por toda sua paciência, pelos seus ensinamentos, por ser uma inspiração profissional para mim e por ter contribuído diretamente para que este trabalho fosse possível.

Deixo também minha gratidão a todos que possibilitaram e contribuíram com a minha chegada até aqui, pois mesmo que indiretamente, este trabalho só foi possível porque houve o suporte dessas pessoas.

À minha amada namorada Sabrina Angeiras de Souza, por todo companheirismo e cumplicidade neste momento da minha vida.

Aos meus amigos: Ágata Rodrigues Deodato Ferreira Deodato, Italo Montenegro Victal Correia e Krissia Vitória do Nascimento Moraes; aos meus amigos da graduação que também irei levar para a vida: Pedro Henrique Lopes Cavalcanti; Ingrid Sayonara Silva; Jefferson Jorge Moraes de Souza; Maria Clara Barros Madureira Ferreira; Maria Gabriela Brito de Santana; Rafaela Francisca Nogueira; Elicláudio Alves da Silva Júnior; Moisés França dos Santos e José Monteiro dos Santos Filho.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da pigmentação de tiras de poliéster, visando o desenvolvimento de protótipos coloridos para o uso em restaurações dentárias de resina composta, com a finalidade de diminuir o tempo de trabalho e aumentar a Ergonomia durante os atendimentos. Para isso, foram confeccionados protótipos pigmentados para comporem os grupos experimentais a saber: Grupo A (Grupo Controle Negativo – nenhuma tira de poliéster), Grupo B (Grupo Controle Positivo – tira de poliéster convencional transparente), Grupo C (Polipropileno – de pigmentação azul leve), Grupo D (poliéster de pigmentação azul moderada), Grupo Azul E (poliéster pigmentação azul intensa). Através deles, foram analisados os seguintes parâmetros referentes à cura luminosa: Intensidade da Luz do fotopolimerizador, Temperatura durante a o processo de fotoativação das resinas, e Taxa de Conversão Polimérica (TC) das resinas polimerizadas através deles. Os resultados se mostraram mais favoráveis ao Grupo Polipropileno de pigmentação azul leve, uma vez que não houve diferenças significativas na intensidade da luz, na temperatura durante a polimerização, bem como diferenças no grau de conversão polimérica das amostras. Por fim, a utilização das tiras de polipropileno levemente pigmentadas mostrou-se como uma alternativa viável às tiras de poliéster convencionais transparentes.

**Palavras-chave:** Ergonomia; Luzes de Cura Dentária; Dentística Operatória; Polimerização; Eficiência; Temperatura.

## **ABSTRACT**

This study aimed to assess the feasibility of color polyester strips, with the goal of developing colored prototypes for use in composite resin dental restorations, with the purpose of reducing working time and enhancing ergonomics during dental procedures. To achieve this, colorfull prototypes were created to compose the experimental groups as follows: Control Group A (Negative – no polyester strip), Control Group B (Positive – conventional transparent polyester strip), Group C (Polypropylene Group – light blue pigmentation), Group D (moderate blue pigmentation polyester), Group E (intense blue pigmentation polyester). Through these prototypes, the following parameters related to light curing were analyzed: Light intensity of the photopolymerizer, Temperature during the resin photoactivation process, and Polymerization Conversion Rate (PCR) of the resins polymerized through them. The results favored the Polypropylene Group with light blue pigmentation, as there were no significant differences in light intensity, temperature during polymerization, or polymerization conversion rate among the samples. In conclusion, the use of lightly pigmented polypropylene strips proved to be a viable alternative to conventional transparent polyester strips.

**Key-words:** Ergonomics; Dental Curing Lights; Operative Dentistry; Polymerization; Efficiency; Temperature.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Caracterização dos Grupos .....                                                                                                                                                                                                                                | 12 |
| Figura 2: Ilustração da metodologia para o estudo de temperatura de fotopolimerização .....                                                                                                                                                                              | 13 |
| Figura 3: Ilustração das etapas metodológicas da Espectrofotometria.....                                                                                                                                                                                                 | 14 |
| Gráfico 1 - comparação entre as intensidades de luz em $\text{mW}/\text{cm}^2$ entre os grupos testados através dos Testes de Kruskal Wallis e Post hoc de Dunn (todas as letras diferentes entre o parênteses significam diferença estatisticamente significativa)..... | 16 |
| Gráfico 2 - Resultado do ensaio de espectrofotometria: comparação entre a absorção da radiação eletromagnética da luz ao atravessar os protótipos pigmentados das tiras de poliéster.....                                                                                | 17 |
| Gráfico 3 – comparação entre temperaturas de polimerização em $^{\circ}\text{C}$ entre os grupos testados através dos Testes One-way ANOVA e Post hoc de Tukey.....                                                                                                      | 18 |
| Gráfico 4 – Comparação entre as médias de conversão polimérica entre os grupos testados através do One-way ANOVA. ....                                                                                                                                                   | 19 |

## SUMÁRIO

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                  | <b>9</b>  |
| <b>2. METODOLOGIA.....</b>                 | <b>11</b> |
| 2.1. Intensidade de Luz.....               | 11        |
| 2.2. Temperatura de Fotopolimerização..... | 12        |
| 2.3. Taxa de Conversão Polimérica.....     | 14        |
| <b>3. RESULTADOS.....</b>                  | <b>16</b> |
| 3.1. Intensidade de luz.....               | 16        |
| 3.2. Temperatura de polimerização.....     | 17        |
| 3.3 Taxa de conversão polimérica.....      | 18        |
| <b>4. DISCUSSÃO.....</b>                   | <b>19</b> |
| 4.1. Intensidade de Luz.....               | 21        |
| 4.2. Temperatura de polimerização.....     | 22        |
| 4.3 Taxa de conversão polimérica.....      | 24        |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                  | <b>25</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                    | <b>26</b> |
| <b>ANEXO A.....</b>                        | <b>29</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A palavra “ergonomia” é derivada do idioma grego, no qual “ergo” significa “trabalho” e “nomos”, “lei”. Nesse sentido, a Ergonomia objetiva o planejamento de dispositivos, sistemas técnicos e tarefas de tal forma a aumentar a segurança, a saúde, o conforto e a produtividade dos trabalhadores. No planejamento do trabalho e nas situações do dia-a-dia, o foco da Ergonomia é o ser humano. Assim, o Cirurgião-Dentista, ao longo de suas atividades é acometido por diversas dificuldades referentes à ergonomia (SALIBA et al., 2008).

Para Maciel Júnior e Catai (2015), o profissional de Odontologia está exposto a vários riscos ocupacionais, como postura inadequada, deslocamentos, torções do quadril ou pescoço e condições de trabalho que podem, a curto e longo prazo, causar Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) prejudicando a produtividade. Por este cenário, a aplicação de conceitos de Ergonomia torna-se imprescindível para a melhoria da atuação profissional do Cirurgião-Dentista (GARBIN et al., 2008).

Ainda nesse contexto, para a prevenção de doenças relacionadas aos princípios de Ergonomia, é importante que o profissional de Odontologia tenha conhecimento de dois pontos fundamentais: O primeiro é a escolha do equipamento e o segundo refere-se à ergonomia correta da posição de trabalho do profissional (SAQUY et al., 1996). A ergonomia aplicada à prática odontológica tem o fim de promover a racionalização do atendimento, permitindo que o profissional seja mais eficiente, evitando o cansaço e o desgaste desnecessários e, ao mesmo tempo, oferecendo segurança e conforto ao paciente (GARBIN et al., 2008).

Dentre os tratamentos odontológicos disponíveis, os procedimentos restauradores estéticos requerem do profissional uma boa dose de raciocínio crítico, habilidade manual, acuidade visual e senso estético, o que contribui para um possível esgotamento físico e psicológico durante a execução das etapas clínicas. O uso da resina composta faz parte dessa rotina e durante sua confecção é necessário atentar-se aos materiais utilizados durante o procedimento de modo que estes proporcionem um maior conforto e aproveitamento do tempo clínico (PEROTTONI et al., 2020).

Uma das ferramentas utilizadas é a tira de poliéster, cujo objetivo é isolar o dente a ser restaurado do dente vizinho e manter a resina composta – quando ainda

plástica – sob pressão, auxiliando a escultura e a lisura superficial da restauração. Para o uso odontológico, essas tiras de poliéster são comercializadas, normalmente, com dimensão de: 10 mm de largura x 100 mm de comprimento x 0,05 µm de espessura. Por ser um material com propriedades químicas incompatíveis com a interação com pigmentos, elas são transparentes e essas duas características fazem com que o seu manejo durante os procedimentos restauradores seja bastante dificultoso, haja vista a baixa visibilidade proporcionada pelo pequeno tamanho e pela ausência de coloração. Por conta dessa dificuldade, é bastante comum que essas tiras sejam perdidas durante os atendimentos clínicos, e que o profissional gaste mais tempo de trabalho tentando recuperá-las bem como, diversas vezes, requisitando um maior número destas para uma única sessão de atendimento, o que pode representar um prejuízo também sob o ponto de vista econômico.

Por conta disso, as atuais tiras de poliéster, não são consideradas adequadas aos usuários, visto que a sua usabilidade (KOSMANN, 2004; Saliba et al, 2016) — um dos aspectos da Ergonomia mais relevantes na relação produto/usuário, o qual abrange conceitos como segurança, conforto, facilidade de uso, facilidade de interpretação das funções e eficiência do trabalho executado — é bastante debilitada quando leva-se em consideração que as constantes perdas das tiras de poliéster transparentes prejudicam a eficiência profissional.

Saliba et al., (2016) salientaram que posturas inadequadas de trabalho foram mais frequentemente observadas nos atendimentos que demandam maior tempo clínico e precisão pelo profissional. Adicionalmente, os sofrimentos psíquicos e físicos são inerentes às atividades profissionais dos Cirurgiões-Dentistas, pois estes exercem sua profissão em um cenário de elevada concorrência profissional, na busca incessante por produtividade e redução de custos, gerando estresse bastante expressivo.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da pigmentação de tiras de poliéster, visando o desenvolvimento de protótipos coloridos para o uso em restaurações dentárias de resina composta.

## **2. METODOLOGIA**

Este estudo, caracterizado como um estudo experimental, foi realizado no Laboratório do Núcleo de Pesquisas Clínicas e Laboratoriais do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco e seguiu as seguintes etapas:

### **2.1. Intensidade de Luz**

Foi realizado um estudo sobre a intensidade de luz obtida através das tiras de poliéster. Para isto, foram definidos 5 grupos experimentais (Figura 1) Grupo A (controle negativo – nenhuma tira de poliéster entre a fonte de luz e o radiômetro), Grupo B (controle positivo – tira de poliéster transparente entre a fonte de luz e o radiômetro), Grupo C (filme laminado de polipropileno entre a fonte de luz e o radiômetro), Grupo D (tira poliéster com pigmento azul de saturação média entre a fonte de luz e o radiômetro), e Grupo E (tira de Poliéster com pigmento azul de saturação forte entre a fonte de luz e o radiômetro).

De cada grupo, foram obtidas 10 amostras (n=10). Foi realizada a medição da intensidade luminosa, em  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , através da exposição do aparelho fotopolimerizador de LED (Emitter.C / Schuster) sobre a plataforma de um radiômetro (Hilux Ledmax Dental Curing Light Meter, Benlioğlu Dental Inc.), por 20s, interpondo entre eles, algum dos dispositivos mencionados acima. Para a obtenção de uma irradiância estável, todas as mensurações foram registradas após 10 segundos de ativação (LIMA, 2021). Adicionalmente, foi utilizada a UV-2600 (UV-Vis Spectrophotometer), para realizar um ensaio de espectrofotometria UV/Visível, que se baseia nas medidas de absorção da radiação eletromagnética da luz ao atravessar os protótipos pigmentados das tiras de poliéster.

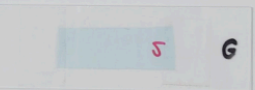
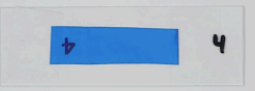
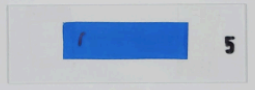
| Grupo   | Descrição                                                                           |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Grupo A | polimerização direta                                                                |
| Grupo B |  |
| Grupo C |  |
| Grupo D |  |
| Grupo E |  |

Figura 1: Caracterização dos Grupos

## 2.2. Temperatura de Fotopolimerização

A medição da temperatura em grau Celsius foi realizada com auxílio de uma câmera térmica (Flir i5), cujo par termoeletrônico foi posicionado sob um incremento de 1 mm de resina composta, enquanto o mesmo estava sendo fotopolimerizado através das tiras de poliéster experimentais (Figura 2). Foram realizadas 5 repetições de cada grupo a fim de serem comparadas as médias dos valores obtidos para cada um.

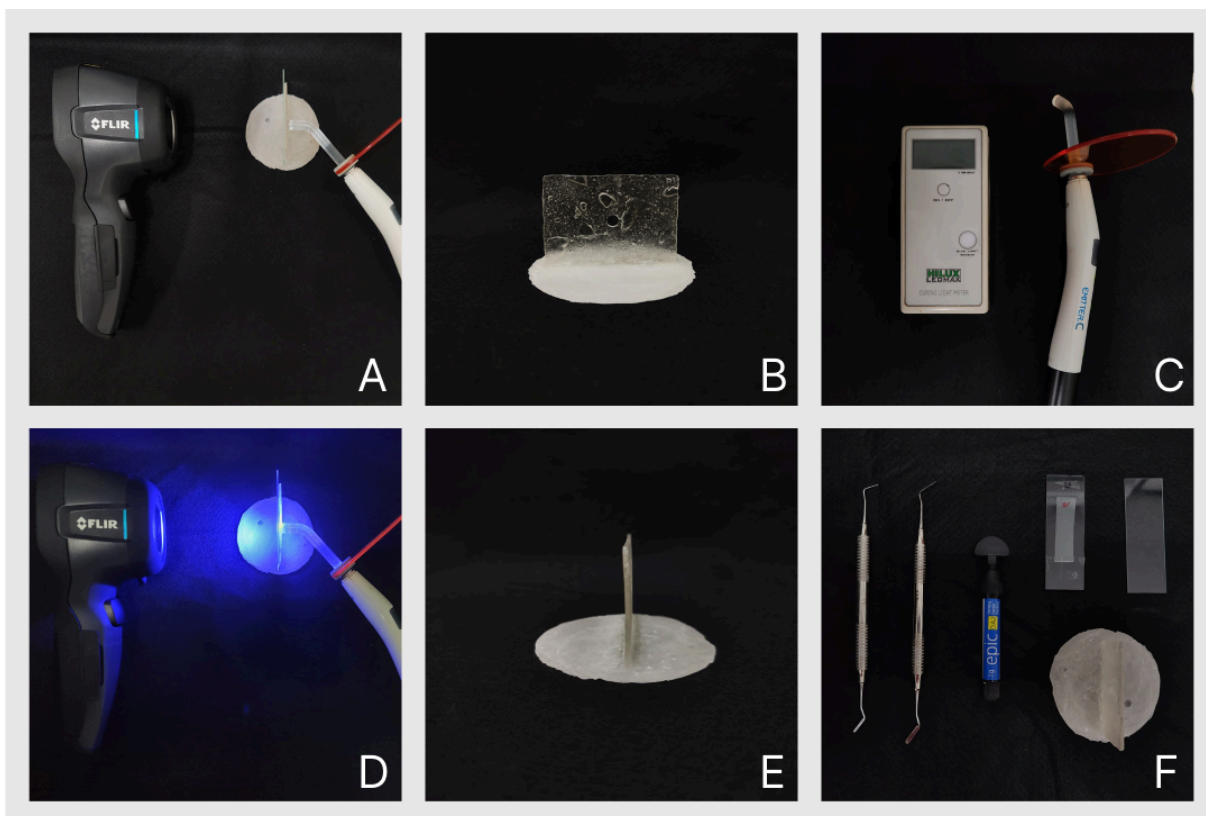


Figura 2: Ilustração da metodologia para o estudo de temperatura de fotopolimerização

Para a realização do ensaio de conversão polimérica, foram confeccionadas amostras de resina composta (EPIC da Biodinâmica) a partir de uma matriz de resina acrílica (VIPI Flash) com 5 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, confeccionada a partir de um molde de discos impressos na impressora 3D SLA Anycubic Photon LCD-based SLA. Um incremento único da resina composta foi adaptado ao interior da matriz e pressionado com os protótipos de tira de poliéster testados (Grupo B, Grupo C, Grupo D e Grupo E) sobre os quais foram colocadas lâminas de vidro transparente com 1mm de espessura através das quais os corpos de prova foram fotopolimerizados por 20 segundos (LIMA, 2021).

### 2.3. Taxa de Conversão Polimérica

As análises da Taxa de Conversão Polimérica (TC) das amostras de resina foram realizadas através da Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) associada com reflectância total atenuada (ATR) (PerkinElmer® FT-IR/FT-NIR Spectrometer, modelo Spectrum 400; Miracle accessory ATR unit, spectrum 100, diamante/ZnSe Ø 1 mm). Primeiramente, foi realizada uma leitura preliminar da resina composta na sua forma pastosa para obter o espectro de absorbância inicial (antes da polimerização) das ligações químicas.

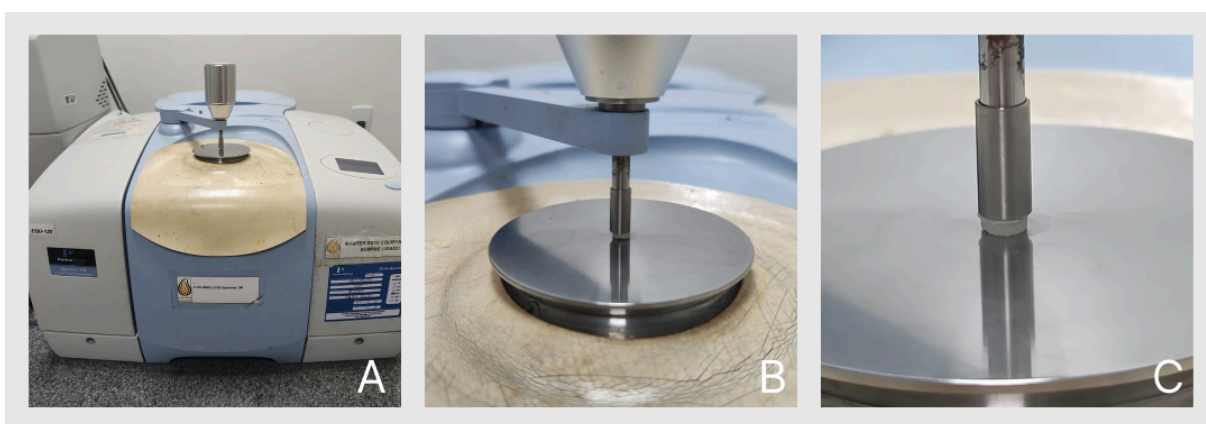


Figura 3: Ilustração das etapas metodológicas da Espectrofotometria.

Cada amostra (n=20) foi escaneada 32 vezes com uma faixa de variação de comprimento de onda de 4.000 a 400 cm<sup>-1</sup> e resolução de 4 cm<sup>-1</sup>. Todas as leituras foram realizadas no centro da amostra com a face que estava em contato com a tira de poliéster em contato com o diamante da unidade ATR. A razão entre a ligação dupla carbono-carbono alifática e o grupo aromático para amostras não polimerizadas e polimerizadas respectivamente, foi usada para calcular a TC de acordo com a seguinte equação:

$$TC (\%) = 1 - \frac{\left[ \frac{abs(C=C_{alifática})}{abs(C=C_{aromática})} \right]_{polímero}}{\left[ \frac{abs(C=C_{alifática})}{abs(C=C_{aromática})} \right]_{monômero}} \times 100$$



Onde, TC é a taxa de conversão,  $\text{abs (C=Califática)}$  é a quantidade máxima de ligações alifáticas C=C que atinge o pico de absorbância no comprimento de onda  $1637\text{ cm}^{-1}$ , e  $\text{abs (C=Caromática)}$  é o pico de absorbância das ligações aromáticas em  $1609\text{cm}^{-1}$ . Tal equação resume-se na razão entre a absorbância da resina polimerizada (polímero) e não polimerizada.

A coleta de dados foi realizada utilizando a ferramenta Google Planilhas e posteriormente tabulados em planilhas no Excel e submetidos a análise estatística inferencial a um nível de significância de 5%.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Intensidade de luz

No Gráfico 1 tem-se os resultados da análise de intensidade de luz. Foram comparadas as médias entre os grupos através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, o qual apresentou o valor de  $P < 0,001$ . As comparações Post-hoc foram realizadas por meio do teste de Dunn.

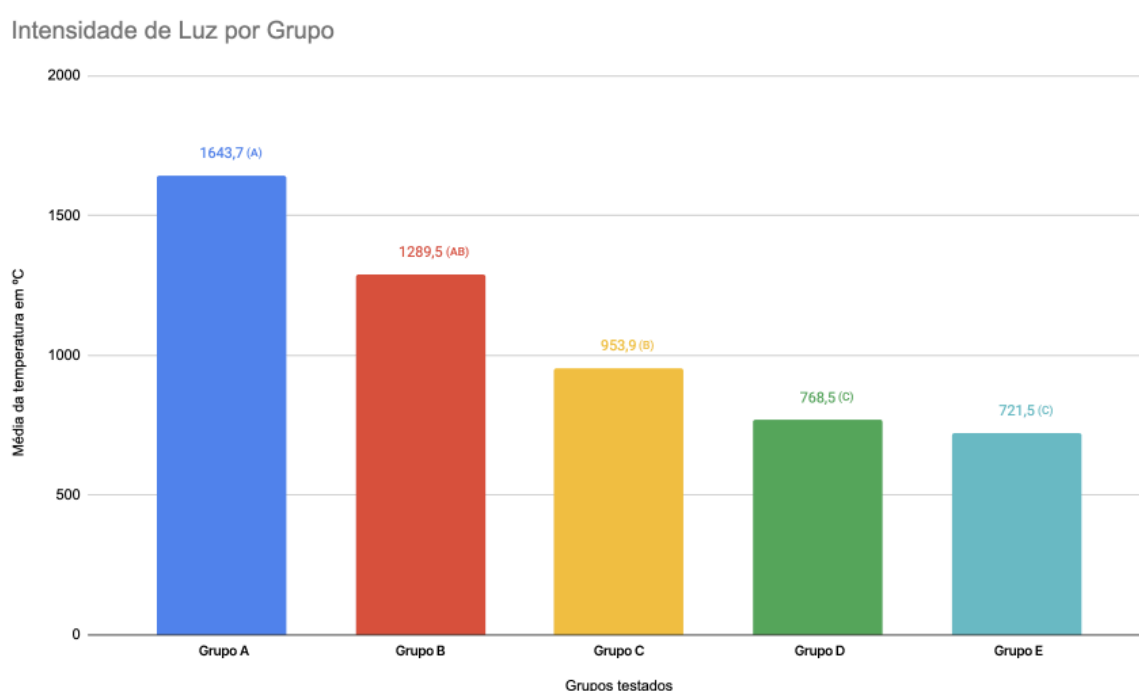


Gráfico 1 - comparação entre as intensidades de luz em  $\text{mW}/\text{cm}^2$  entre os grupos testados através dos Testes de Kruskal Wallis e Post hoc de Dunn (todas as letras diferentes entre o parênteses significam diferença estatisticamente significativa).

De acordo com o teste de Dunn, não houve diferenças estatísticas entre os dois Grupos Controles (A e B), também não houve diferenças estatísticas entre os grupos pigmentados Grupo D e Grupo E. Contudo, houve diferença, em relação à intensidade, entre os 3 grupos de tiras pigmentadas: Grupo C, Grupo D e Grupo E, sendo o grupo C, o que se comportou de maneira mais positiva ao objetivo do experimento, visto que ele possui um grau de transparência maior.

De acordo com o ensaio de espectrofotometria (Gráfico 2), pode-se observar que quando há uma incidência de luz, o comprimento de onda necessário para iniciar o processo de polimerização – 350 a 500 nm – atravessa todos os protótipos, visto eles deixam de absorver a radiação eletromagnética do espectro referido.

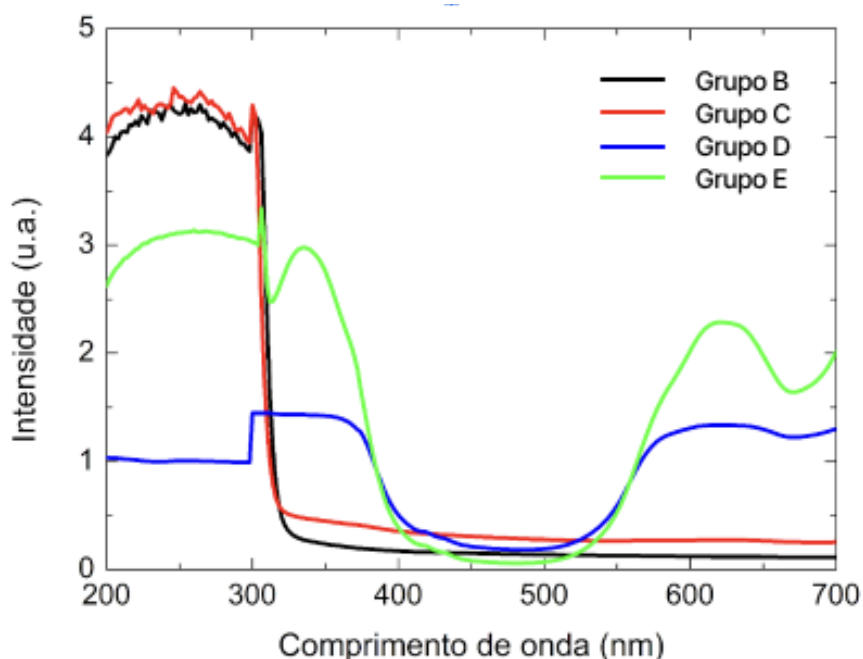


Gráfico 2 - Resultado do ensaio de espectrofotometria: comparação entre a absorção da radiação eletromagnética da luz ao atravessar os protótipos pigmentados das tiras.

### 3.2. Temperatura de polimerização

No Gráfico 3 tem-se os resultados da análise da média da temperatura de polimerização. Para a análise estatística, foram comparadas as médias entre os grupos através do teste One-way ANOVA, o qual apresentou o valor de  $p < 0,01$ . As comparações post-hoc foram realizadas por meio do teste de Tukey.

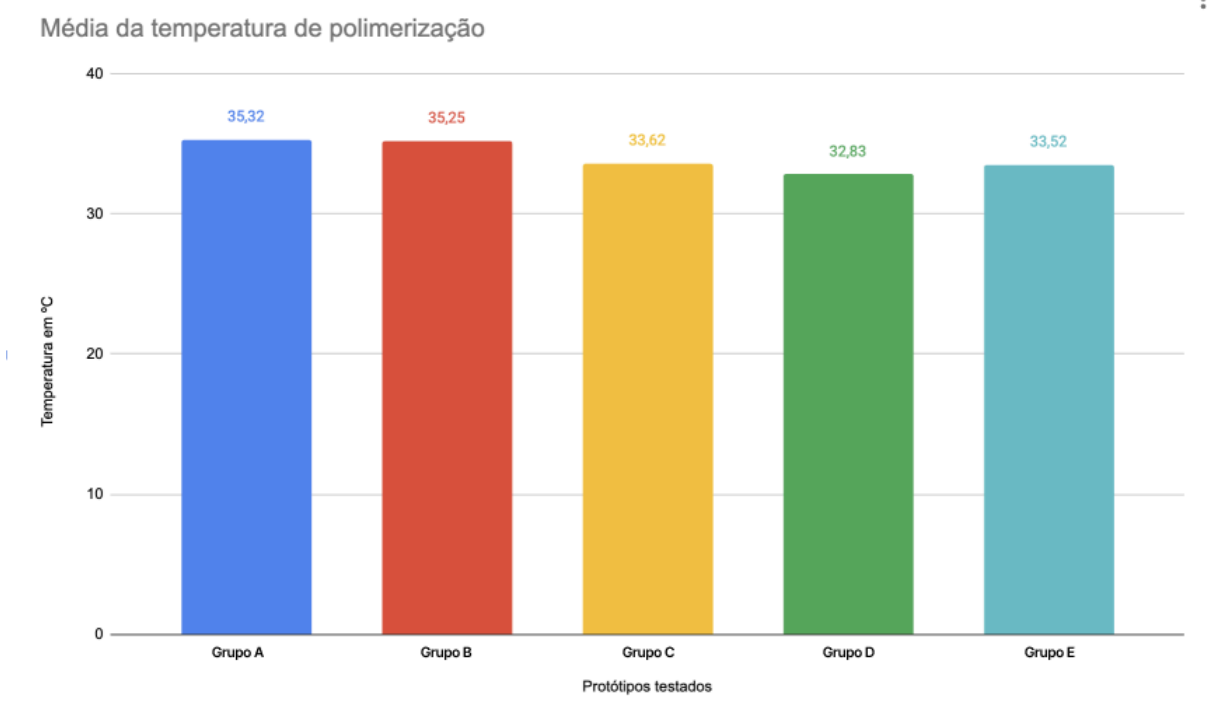


Gráfico 3 – Comparação entre a temperatura de polimerização em °C entre os grupos testados através dos Testes One-way ANOVA e Post hoc de Tukey.

De acordo com a comparação entre a temperatura de polimerização em °C, não houve diferenças significativas com relação ao Grupo A e o Grupo B, bem como não houveram diferenças entre os grupos dos protótipos C, D e E. Contudo, houve diferença entre o Grupo A e os Grupos D e Azul E, bem como houve diferenças entre o Grupo B e os demais grupos, o Grupo C, Grupo D e Grupo E.

### 3.3 Taxa de conversão polimérica

No Gráfico 4, há os resultados da análise da média da Taxa de Conversão Polimérica (TC). Para a análise estatística, foram comparadas as médias entre os grupos através do teste One-Way ANOVA, o qual apresentou o valor de  $p = 0,126$ , portanto, não se observou diferenças entre os grupos testados.

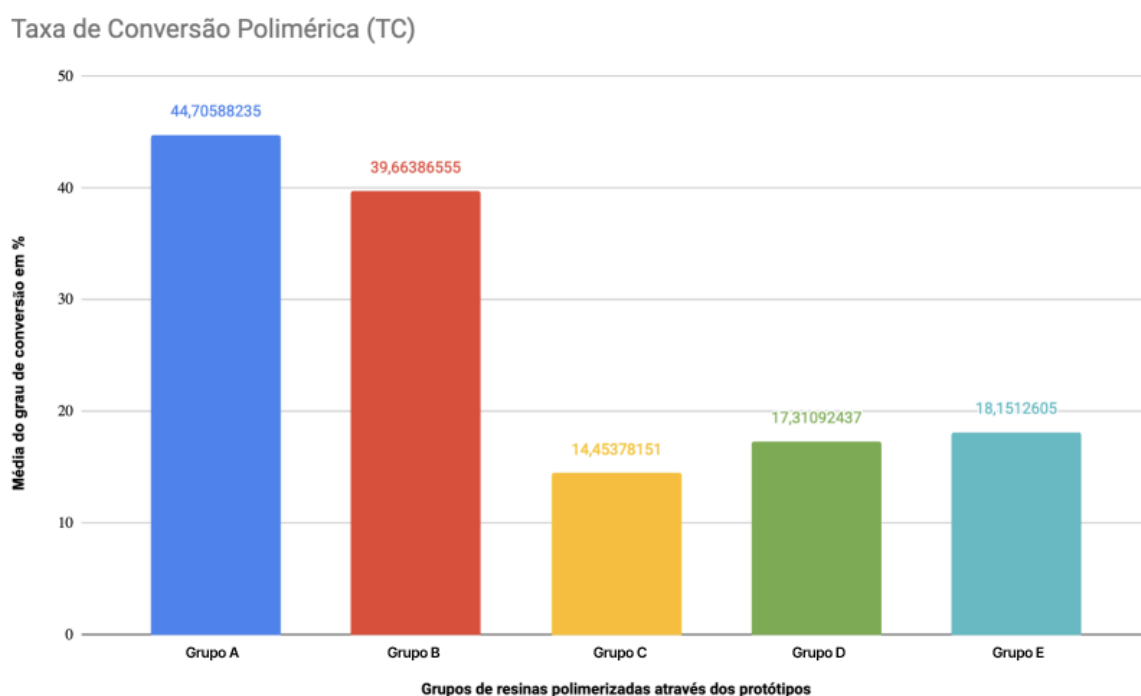


Gráfico 4 – Comparação entre as médias de conversão polimérica entre os grupos testados através do One-way ANOVA.

#### 4. DISCUSSÃO

A Ergonomia é a disciplina científica responsável por estudar e compreender as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema, aplicando princípios teóricos e métodos específicos. Em Odontologia, pode ser definida como a adaptação do ambiente, das ferramentas e métodos de trabalho, no que diz respeito à sua capacidade física e psicológica, visando um trabalho saudável e confortável na sua atividade profissional (CASTILHO, 2017).

O seu principal objetivo enquanto ciência é otimizar a experiência de uso desse sistema, promovendo um bem-estar do usuário e um melhor desempenho do sistema em geral, além de gerenciar e desenvolver métodos de trabalhos para fornecer cuidados em saúde bucal de maneira eficiente para os pacientes, de maneira que o Cirurgião-Dentista trabalhe com satisfação e seja capaz de evitar riscos à saúde na prática odontológica (CASTILHO, 2017).

A utilização de equipamentos ergonomicamente bem ajustados tem ajudado a superar as deficiências da Odontologia. Os avanços tecnológicos vêm permitindo a conquista de novos instrumentos e técnicas que facilitam o trabalho dos Cirurgiões-Dentistas, considerando a importância que a ergonomia tem para o sucesso e incremento das ações envolvidas durante o atendimento odontológico. A adoção de métodos ergonômicos em ambientes de trabalho é uma das medidas que melhoraria o desempenho profissional através de práticas saudáveis e satisfatórias na realização do trabalho (PEREIRA et al., 2022)

Isso é importante porque, no exercício profissional, o trabalho físico exige a adequação mais perfeita em relação ao equipamento e, caso não haja, ocorrerão prejuízos sob o ponto de vista de alterações na saúde, bem como econômicas. A adequação do operador com o equipamento e o instrumental não é observada frequentemente na realização dos procedimentos, fazendo com que o profissional assuma posturas inadequadas de trabalho (NARESSI, 2013), o que provoca maior tempo de trabalho gasto por paciente, podemos levar a uma redução na eficiência, satisfação e também produtividade em termos de tempo de trabalho perdido ou redução horário de trabalho (PEJČIĆ et al., 2020). De acordo com Castilho (2017), as más posturas, juntamente com a falta de planejamento ergonômico dos equipamentos do ambiente e dos sistemas de trabalhos, é uma das principais causas da diminuição da produtividade dos Cirurgiões-Dentistas durante a jornada de trabalho. Isto acaba prejudicando a qualidade de vida, afastando os profissionais temporariamente do trabalho e até mesmo os condenando a abandonar a carreira precocemente, visto que os profissionais da Odontologia estão mais expostos às doenças de caráter ocupacional, ocasionando afastamento do trabalho, por incapacidade temporária ou permanente (OLIVEIRA et al., 2023).

Saliba et al., 2016, reafirmaram esta problemática ao relatar que na Dentística Restauradora busca-se a otimização dos movimentos para devolver a correta anatomia aos dentes que estão sendo restaurados, o alto grau de detalhe objetivado pode levar o profissional a buscar posições diferentes para a melhor visualização do local do procedimento, bem como para disponibilização de espaço para diferentes movimentos das mãos, que acabam levando o profissional a adotar posições dolorosas para o seu corpo. Estes aspectos, somados às dificuldades no uso produtivo das atuais tiras de poliéster transparentes podem contribuir para o aumento da insegurança dos atendimentos sob o ponto de vista ergonômico.

#### 4.1. Intensidade de Luz

A maioria dos materiais adesivos disponíveis atualmente contém fotoiniciadores que requerem radiação óptica na faixa de 350 a 500 nm para polimerizar. As fontes de luz comuns são LEDs odontológicos, que emitem radiação eletromagnética na faixa azul/azul-verde (430-490 nm), com alguns também emitindo em torno de 400 nm, entre a UV e a luz visível. Ambas UV e luz visível podem ser prejudiciais biologicamente. A quantidade de luz emitida, chamada de fluxo radiante, é medida pela irradiância em watts por metro quadrado ( $W/m^2$ ) ou miliwatts por centímetro quadrado ( $mW/cm^2$ ). A exposição radiante total, chamada de "dose de luz" ou "energia emitida", resulta da multiplicação da irradiância pelo tempo de exposição (cura), em joules por metro quadrado ( $J/m^2$ ) ou mili-joules por centímetro quadrado ( $mJ/cm^2$ ). Em geral, para uma polimerização eficaz de resina composta, é necessário um intervalo típico de exposição radiante de cerca de 8-50  $J/cm^2$  (MUSANJE; DARVELL, 2003).

As características do aparelho fotoativador têm um impacto significativo, influenciando tanto a intensidade da luz quanto às condições de ativação, incluindo o modo e o tempo de exposição. Existe uma relação significativa entre os protocolos de fotoativação e as propriedades mecânicas da resina composta. Um fator crucial a ser considerado é a energia total recebida pela resina composta em  $J/cm^2$ . Isso desempenha um papel fundamental na qualidade do polímero formado, uma vez que uma polimerização adequada requer que a resina receba uma quantidade suficiente de fótons para converter pelo menos 80% dos monômeros. É importante observar que alcançar essa taxa de conversão pode ser desafiador, especialmente nas camadas mais profundas das restaurações (PRICE; DÉRAND; SEDAROUS; ANDREOU; LONEY, 2000).

Pequenas variações na intensidade da luz de cura podem causar mudanças significativas no grau de conversão (DC) em uma camada superficial da resina composta. Vários fatores podem reduzir a saída de luz da unidade de cura em situações clínicas, como quedas na voltagem da rede elétrica, desgaste da lâmpada e filtro, contaminação da ponta da luz e quebra de fibras fotocondutoras, além da distância e orientação da ponta de luz (Knezevic et al., 2001, p. 587 apud Myazaki et al., 1996).

A adequada polimerização por meio de luz de toda a restauração é um requisito fundamental ao aplicar resinas compostas restauradoras. Os requisitos

energéticos e espectrais das resinas compostas restauradoras devem estar em conformidade com a saída da unidade de cura de luz (LCU) para assegurar uma polimerização ideal, enquanto se controla o aumento excessivo de temperatura na câmara pulpar. Existem evidências indiretas substanciais que indicam que resinas subcuradas são uma causa significativa de falha na restauração, resultando em fraturas, cáries secundárias ou desgaste excessivo. Além disso, quando as resinas compostas dentárias não são polimerizadas de forma ideal – e, portanto, não atingem um grau suficiente de conversão de monômeros –, há maior probabilidade de liberação de substâncias tóxicas (PRICE; SHORTALL; PALIN, 2014).

Neste trabalho, todos os grupos testados atingiram um valor médio de intensidade compatível com uma polimerização satisfatória, no entanto, os grupos com saturação mais forte (D e E) obtiveram uma intensidade de luz significativamente menor, o que poderia comprometer o grau de conversão polimérica dos materiais fotoativados através destes. A análise da absorbância corrobora com este resultado uma vez que o gráfico correspondente aos grupos D e E, apresentaram comportamento diferente.

#### **4.2. Temperatura de polimerização**

Durante tratamentos odontológicos, várias etapas, como o uso de instrumentos de alta velocidade, unidades de cura para polimerização de materiais restauradores e o polimento, geram calor, afetando a temperatura da polpa dentária (LAU, et al. 2023).

No processo de restauração, por exemplo, a luz emitida pela unidade de cura e o calor gerado pela reação exotérmica da resina composta podem elevar a temperatura na polpa dentária. Essa temperatura é influenciada pela potência da unidade de cura, e o aumento da intensidade luminosa é conhecido por contribuir para o aumento da temperatura da polpa durante a fotoativação da resina. Conforme a luz emitida pela unidade de cura atinge a superfície, parte da luz é refletida, parte é transmitida, parte é dispersa e parte é convertida em calor. Esse calor é transferido e absorvido pelas estruturas circundantes, e um gradiente de temperatura é criado na estrutura circundante e no tecido pulpar. A elevação da temperatura pulpar é afetada principalmente pela quantidade de energia entregue, não pelos valores de saída radiante (irradiância) fornecidos pelas unidades de cura (MAUCOSKI et al., 2023).



Elevações menores de temperatura causam pouco ou nenhum dano, o qual pode ser revertido por meio de reações fisiológicas dos tecidos pulpare. Aumentos de temperatura acima de 5,5°C podem representar um alto risco de inflamação pulpar e, conseqüentemente, necrose pulpar (SCHMITZ, et al. 2023). As condições dos dentes podem desempenhar um papel na transferência de calor para a câmara pulpar. Os dentes têm uma má condutividade térmica; portanto, a microestrutura da junção dentina-esmalte atua como proteção contra as mudanças de temperatura para a polpa. Camadas mais espessas de tecidos dentina-esmalte parecem prevenir o aumento da temperatura na câmara pulpar. Assim, dentes íntegros podem ser menos vulneráveis ao aumento da temperatura na câmara pulpar do que dentes restaurados. A condutividade térmica das resinas compostas pode induzir uma reação mais agressiva nos tecidos pulpare (SCHMITZ, et al. 2023).

O tecido pulpar contém fibras e terminações nervosas nos túbulos dentinários. Essas terminações nervosas são essenciais para a detecção de estímulos térmicos. Embora a transferência de calor nos dentes seja comum na vida diária e na Odontologia clínica, não se sabe ao certo quanto calor é transferido durante procedimentos dentários. Isso é crucial, pois o trauma deve ser controlado para evitar danos à polpa dentária, que pode ser afetada por estímulos térmicos, microbianos, químicos e mecânicos (LAU, et al. 2023).

A diminuição da temperatura durante a polimerização, por outro lado, é um indicador positivo, visto que, segundo Lauer et al., (1990), a temperatura crítica capaz de causar danos irreversíveis aos tecidos pulpare é de 41° a 42° C. No presente trabalho, a temperatura durante a polimerização se mostrou favorável ao utilizar os protótipos pigmentados.

### 4.3 Taxa de conversão polimérica

A taxa de conversão polimérica está intrinsecamente ligada à quantidade de monômero presente na resina composta que se transforma em cadeias poliméricas durante o processo de polimerização do compósito. Uma conversão insuficiente do compósito pode resultar na presença de monômeros livres não reativos, os quais podem se dissolver em ambientes úmidos, levando à degradação do material e comprometendo a durabilidade da restauração. O grau de conversão desempenha um papel fundamental na avaliação do desempenho mecânico e na biocompatibilidade da resina, pois está diretamente relacionado com a resistência à fratura, a dureza e a solubilidade do material (DE LIMA et al., 2016).

À medida que o grau de conversão aumenta, as propriedades das resinas compostas tendem a se aprimorar. Por exemplo, um maior grau de conversão pode resultar em uma menor quantidade de monômero não convertido, o que leva a uma maior compatibilidade da restauração. Do modo contrário, uma conversão polimérica insatisfatória pode estimular reações alérgicas e estimular a proliferação bacteriana nas margens da restauração, além de os monômeros não convertidos atuarem como plastificantes e comprometer as propriedades mecânicas dos compósitos (ESTEVES, 2013).

No caso das resinas compostas fotopolimerizadas, uma fonte de luz com intensidade e comprimento de onda adequados, na faixa de 400 a 500 nm, ativa a substância sensível à luz conhecida como canfronquinona, com máxima absorção em 468 nm. Quando essa molécula é excitada a um nível de energia mais alto por meio da absorção de uma quantidade adequada de energia (estado 'tripleto'), ela pode reagir com agentes redutores. Isso resulta na formação de radicais livres que iniciam o processo de polimerização. O grau de conversão (DC) das resinas compostas, que depende do número de ligações de carbono duplas convertidas em ligações simples, varia de 43,5% a 73,8% quando uma unidade de cura padrão é utilizada (KNEZEVIC et al., 2001, p. 586).

A absorção geral da luz pelos fotoiniciadores durante a fotoativação tem um impacto direto na polimerização da resina. Esse parâmetro pode ser usado para determinar a eficiência de polimerização das resinas compostas e pode ser determinado por meio da medição do grau de conversão, que, por sua vez, se reflete nas propriedades mecânicas do composto (BALBINOT et al., 2019; DE LIMA et al., 2016).

Este trabalho consiste em estudos preliminares cujo propósito é viabilizar um material alternativo, de baixo custo e que contribua para uma melhor Ergonomia para o Cirurgião-Dentista em suas atividades cotidianas.

Em suma, os estudos preliminares foram realizados a fim de produzir e viabilizar um material alternativo de menor custo, visando otimizar o trabalho do Cirurgião-Dentista, o qual demonstrou resultado promissor e sugere um potencial significativo para melhorar a prática odontológica. A exploração da ergonomia, ferramentas apropriadas e a avaliação de parâmetros como a intensidade da luz e a temperatura durante a polimerização, bem como o grau de polimerização contribuíram para um entendimento mais aprofundado dessa abordagem inovadora.

Além disso, a aplicação prática desses resultados pode ser vista como um avanço significativo na melhoria das condições de trabalho dos Cirurgiões-Dentistas, contribuindo para a redução do tempo de trabalho e, conseqüentemente, aumentando a eficiência clínica. A possibilidade de utilizar materiais alternativos de baixo custo que não comprometam a qualidade dos procedimentos odontológicos pode ter um impacto positivo não apenas no aspecto ergonômico, mas também na acessibilidade dos tratamentos odontológicos. Isso reforça a relevância deste estudo e incentiva a continuidade da pesquisa e desenvolvimento de soluções inovadoras para a prática odontológica.

## **5. CONCLUSÕES**

1. A utilização de uma tira de polipropileno levemente pigmentada de azul mostrou-se viável para ser utilizada em substituição às tiras de poliéster de poliéster transparentes.
2. Há um limite no grau de saturação do pigmento utilizado para que não haja influência da coloração da tira sobre os 3 parâmetros de fotopolimerização analisados. Quanto maior o grau de saturação do pigmento nas tiras, menores são os valores dos três parâmetros analisados: Intensidade de luz, temperatura de polimerização e grau de conversão polimérica.

## REFERÊNCIAS

1. BALBINOT, Elisa do Carmo Agostini et al. Analysis of transmittance and degree of conversion of composite resins. **Microscopy Research and Technique**, 14 ago. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jemt.23364>. Acesso em: 1 set. 2023.
2. CASTILHO, Ana Virginia Santana Sampaio. **Atendimento odontológico: eficácia do treinamento e requisitos dos equipamentos para reduzir riscos ergonômicos**. 2017. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25144/tde-29092017-172716/>. Acesso em: 23 ago. 2023.
3. DE LIMA, Anna Letícia Xavier et al. Avaliação do grau de conversão de resinas compostas fotoativadas em diferentes tempos e potências. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF**, v. 21, n. 2, 21 dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rfo.v21i2.6132>. Acesso em: 5 set. 2023.
4. MACIEL JÚNIOR, Ari de Oliveira; CATAI, Rodrigo Eduardo. Análise ergonômica do trabalho cirurgião dentista - dentística restauradora - estudo de caso. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 4, 17 dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/gi.v11n4.3013>. Acesso em: 13 set. 2023.
5. ESTEVES, Joana Cristina Gomes. Análise da microdureza e grau de conversão de resinas compostas bulk fil. 2013. **Master's thesis** — [s. n., s. l.], 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/25437>. Acesso em: 5 set. 2023.
6. FERNANDES, Paulo Roberto Roseno et al. Alterações posturais e capacidade para o trabalho em acadêmicos do curso de odontologia de uma instituição de ensino superior privada no sertão central cearense. **Fisioterapia Brasil**, v. 22, n. 2, p. 142-153, 21 maio 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/fb.v22i2.4304>. Acesso em: 23 ago. 2023.
7. GARBIN, Artênio José Isper et al. Ergonomia e o Cirurgião-Dentista: uma avaliação do atendimento clínico usando análise de filmagem. **Revista**

- Odonto Ciência**, v. 23, n. 2, 2008. Disponível em: <https://eds.s.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=9c7f0672-49ac-48e0-948d-73924e02508d%40redis>. Acesso em: 12 maio 2022.
8. KNEZEVIC, A. et al. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 28, n. 6, p. 586-591, jun. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2001.00709.x>. Acesso em: 31 ago. 2023.
  9. KOSMANN, Cleumara. **Modelo de avaliação da usabilidade dos equipamentos odontológicos**. 2004. Florianópolis, SC, [s. l.], 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86850>. Acesso em: 13 maio 2022.
  10. LAU, Xin Er et al. Heat generated during dental treatments affecting intrapulpal temperature: a review. **Clinical Oral Investigations**, 6 abr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-023-04951-1>. Acesso em: 24 ago. 2023.
  11. LAUER, H. Ch et al. Effects of the temperature of cooling water during high-speed and ultrahigh-speed tooth preparation. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 63, n. 4, p. 407-414, abr. 1990. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(90\)90228-5](https://doi.org/10.1016/0022-3913(90)90228-5). Acesso em: 4 set. 2023.
  12. LIMA, Sinara Cunha. **Influência da Espessura e Translucidez da Cerâmica de Dissilicato de Lítio na Taxa de Conversão de Cimentos Resinosos com diferentes iniciadores**. 2021. 55f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42250>. Acesso em 13 maio 2022.
  13. MAUCOSKI, Cristiane et al. In-vitro pulpal temperature increases when photo-curing bulk-fill resin-based composites using laser or light-emitting diode light curing units. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 4 fev. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jerd.13022>. Acesso em: 31 ago. 2023.

14. MUSANJE, L.; DARVELL, B. W. Polymerization of resin composite restorative materials: exposure reciprocity. **Dental Materials**, v. 19, n. 6, p. 531-541, set. 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(02\)00101-x](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(02)00101-x). Acesso em: 25 ago. 2023.
15. OLIVEIRA, Ingrid Vanessa Pereira de et al. Conhecimento de alunos e professores sobre medidas ergonômicas. **Arquivos em Odontologia**, v. 54, 1 mar. 2023b. Disponível em: <https://doi.org/10.7308/aodontol/2018.54.e09>. Acesso em: 24 ago. 2023.
16. PEJČIĆ, Nataša et al. Analysis and prevention of ergonomic risk factors among dental students. **European Journal of Dental Education**, 26 nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/eje.12621>. Acesso em: 23 ago. 2023.
17. PEREIRA, Treville et al. Assessment of ergonomics to study the correlation between physical and psychological factors with prevalence of musculoskeletal disorders in practicing dentists. **Journal of Oral and Maxillofacial Pathology**, v. 26, n. 3, p. 356, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.4103/jomfp.jomfp\\_235\\_21](https://doi.org/10.4103/jomfp.jomfp_235_21). Acesso em: 23 ago. 2023.
18. PRICE, RB; SHORTALL, AC; PALIN, WM. Contemporary Issues in Light Curing. **Operative Dentistry**, v. 39, n. 1, p. 4-14, 1 jan. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/13-067-lit>. Acesso em: 25 ago. 2023.
19. SALIBA, Tânia Adas et al. Análise ergonômica do atendimento clínico odontológico. **Revista da ABENO**, v. 16, n. 3, p. 96-105, 23 out. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.30979/rev.abeno.v16i3.284>. Acesso em: 14 maio 2022.
20. SAQUY, Paulo César et al. A ergonomia e as doenças ocupacionais do Cirurgião-Dentista: parte III-agentes químicos e biológicos. **ROBRAC: Revista Odontológica do Brasil Central**, v. 7, n. 23, p. 50-54, 1998. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001029434>. Acesso em: 14 maio 2022.

21. SCHMITZ, Gabriela Cenci et al. Pulp chamber temperature rise in light-cure bonding of brackets with and without primer, in intact versus restored teeth. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 28, n. 2, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.28.2.e2321167.oar>. Acesso em: 24 ago. 2023.

## **ANEXO A**

### **Normas da Brazilian Oral Research:**

Original Research Limited to 30,000 characters including spaces (considering the introduction, methodology, results, discussion, conclusion, acknowledgments, tables, references, and figure legends). A maximum of 8 (eight) figures and 40 (forty) references will be accepted. The abstract can contain a maximum of 250 words.

#### **Layout Title Page:**

- Main text (30,000 characters including spaces)
- Abstract: a maximum of 250 words
- Keywords: 3 (three)-5 (five) main descriptors
- Introduction
- Methodology
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgments
- References: maximum of 40 references
- Figure legends
- Figures: a maximum of 8 (eight) figures, as described above
- Tables.