




Gabriele Oliveira AMARAL\*

 <https://orcid.org/0000-0002-4852-8678>


Matheus Esnel GARCIA\*\*

 <https://orcid.org/0000-0001-5525-4145>


Marília Soares FRANCISCON\*\*\*

 <https://orcid.org/0009-0008-2532-5254>


João Paulo Soares FRANCISCON\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-1127-5750>

Gabriely Cristinni REZENDE\*\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0003-2203-4538>

Alailson Domingos dos SANTOS\*\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-0759-8311>

Recebido em: 02 de maio de 2025.

Aprovado em: 06 de novembro de 2025.

## ANÁLISE DA POTÊNCIA DOS FOTOPOLIMERIZADORES DE CIRURGIÕES DENTISTAS EM SANTA FÉ DO SUL, SÃO PAULO E REGIÃO\*

### RESUMO

A resina composta (RC) é amplamente empregada na odontologia por sua capacidade de imitar características dentárias e exigir preparos conservadores. Sua eficácia depende da polimerização, realizada por fotopolimerizadores, com destaque para os que utilizam Light Emitting Diode (LED), que emitem luz com menor calor e maior eficiência. A potência dos fotopolimerizadores é crucial para o sucesso das restaurações, impactando diretamente o grau de conversão de unidades fotopolimerizadoras tipo Light Emitting Diode (LED). Equipamentos descalibrados podem comprometer os tratamentos, gerando falhas como fraturas e recidiva de cárie. A pesquisa objetivou avaliar a calibração dos fotopolimerizadores de LED em clínicas de Santa Fé do Sul, São Paulo (SP), e região para verificar se estão dentro dos padrões de potência recomendados pelos fabricantes. Foram coletadas medições de potência de 80 fotopolimerizadores em diversas cidades, incluindo Santa Fé do Sul-SP, Ilha Solteira-SP, Aparecida do Taboado-MS e Santa Albertina-SP, utilizando um radiômetro para fornecer a potência real de cada dispositivo. As medições foram comparadas com a potência nominal fornecida pelos fabricantes. A análise revelou que 57,5% dos fotopolimerizadores avaliados estavam dentro dos parâmetros mínimos necessários (acima de 400 mW/cm<sup>2</sup>), enquanto 42,5% apresentaram potência abaixo desse padrão. Aparelhos com mais de 5 anos tinham maior probabilidade de estar abaixo do padrão comparados aos aparelhos com até 1 ano de uso. Nenhum aparelho teve potência exatamente igual à potência nominal especificada pelos fabricantes. A pesquisa conclui que a maioria dos fotopolimerizadores na região não atende aos parâmetros de potência recomendados, indicando a necessidade de calibração e manutenção mais rigorosas para garantir a eficácia dos tratamentos odontológicos.

**Palavras-chave:** Resina composta, Fotopolimerizador, Restauração.

## ANALYSIS OF THE OUTPUT POWER OF DENTAL LIGHT-CURING UNITS IN SANTA FÉ DO SUL, SÃO PAULO, AND SURROUNDING REGION

### ABSTRACT

Composite resin (CR) is widely used in dentistry due to its ability to mimic dental characteristics and allow for conservative tooth preparations. Its effectiveness depends on adequate polymerization, which is performed using light-curing units, particularly those based on light-emitting diode (LED) technology, which emit light with lower heat generation and greater efficiency. The output power of light-curing units is crucial for the success of restorative procedures, as it directly affects the degree of conversion achieved by LED light-curing devices. Improperly calibrated equipment may compromise dental treatments, leading to failures such as fractures and recurrent caries. This study aimed to evaluate the calibration of LED light-curing units used in dental clinics in Santa Fé do Sul, São Paulo (SP), and the surrounding region, in order to verify whether they meet the output power standards recommended by manufacturers. Power output measurements were collected from 80 light-curing units in several cities, including Santa Fé do Sul (SP), Ilha Solteira (SP), Aparecida do Taboado (MS), and Santa Albertina (SP), using a radiometer to determine the actual output power of each device. The measurements were compared with the nominal power values provided by the manufacturers. The analysis showed that 57.5% of the evaluated light-curing units met the minimum required parameters (above 400 mW/cm<sup>2</sup>), whereas 42.5% exhibited output power below this standard. Devices older than five years were more likely to present substandard output compared with devices with up to one year of use. None of the devices demonstrated output power exactly matching the nominal values specified by the manufacturers. The study concludes that most light-curing units in the region do not meet the recommended output power parameters, highlighting the need for more rigorous calibration and maintenance to ensure the effectiveness of dental treatments.

**Keywords:** Composite resin. Light-curing unit. Restoration.

\* Graduada em Odontologia pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: gabriele3amaral@gmail.com

\*\* Graduado em Odontologia pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: matheusesnel@hotmail.com

\*\*\* Graduada em Medicina pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Unisalesiano. E-mail: mariliafranciscon@hotmail.com

\*\*\*\* Mestre, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: dr.joaofranciscon@gmail.com

\*\*\*\*\* Doutora, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: gaby.cristinni@hotmail.com

\*\*\*\*\* Doutor, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul, SP/BR – Unifunec. E-mail: alailson.domingos@yahoo.com.br

\* Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec



## 1 INTRODUÇÃO

A resina composta (RC) é um material restaurador amplamente empregado na odontologia devido à sua capacidade de mimetizar características dentárias e à necessidade de preparos conservadores (Bruzina *et al.*, 2014). No entanto, a eficácia e longevidade das restaurações em RC dependem diretamente de uma polimerização adequada. Falhas nesse processo, frequentemente associadas a uma polimerização insuficiente, podem resultar na presença de monômeros residuais, comprometimento das propriedades mecânicas da restauração, instabilidade estrutural, fraturas e falhas na interface adesiva (Córdova, 2020; Boaventura; Basílio, 2021).

Tais falhas clínicas representam um problema significativo, justificando a importância da avaliação da potência dos equipamentos utilizados. A polimerização da RC é realizada por unidades fotopolimerizadoras, sendo os dispositivos do tipo Light Emitting Diode (LED) os mais utilizados atualmente, devido à sua eficiência na emissão de luz em comprimentos de onda específicos (400-500nm) e menor geração de calor, favorecendo a fotoativação das resinas contemporâneas (Jandt; Mills, 2013). Quando a luz azul emitida pelo LED atinge a canforoquinona, um fotoiniciador presente na RC, ocorre a formação de radicais livres que convertem monômeros em polímeros, endurecendo e solidificando o material (Bispo, 2010). Esse processo é fundamental para o sucesso clínico e sua otimização é diretamente influenciada pela potência do fotopolimerizador (Lang *et al.*, 2022).

O grau de conversão das RC está relacionado à quantidade de monômeros que se converteram em polímeros. Quando essa polimerização não ocorre de maneira adequada, podem existir monômeros residuais que acabam afetando a longevidade da restauração e falhas na interface adesiva (Córdova, 2020). Sendo assim, em uma fotopolimerização inadequada, as propriedades da RC ficam comprometidas aumentando o risco de falhas como fraturas ou instabilidade estrutural do material (Boaventura; Basílio, 2021). Por isso, o grau de conversão é uma das principais causas do insucesso clínico em restaurações com RC (Ribeiro *et al.*, 2016).

A potência do fotopolimerizador está diretamente relacionada com o grau de conversão, pois uma maior intensidade de luz produz uma maior quantidade de radicais livres que aumentam a taxa de conversão de monômeros em polímeros, levando a uma polimerização do material mais completa (Lang *et al.*, 2022). Sendo assim, o emprego de aparelhos fotopolimerizadores com potência adequada colabora significativamente para o sucesso das restaurações em RC (Rabelo *et al.*, 2020). Entretanto, vários fatores podem alterar a qualidade

do resultado final, a potência nominal do aparelho pode divergir da potência real, tempo em uso, marca, tipo de barreira biológica, danos ao aparelho, mau uso e tempo de exposição da luz, podem variar a potência emitida pelo aparelho (Imbery; Bergeron; Boyle, 2022; Boeira *et al.*, 2022; Cardenas *et al.*, 2022).

Aparelhos descalibrados podem não produzir um grau de conversão suficiente, podendo levar a falhas na restauração, como recidiva de cárie, microinfiltração chegando até a problemas endodônticos e perda do elemento dental (Bruzinga *et al.*, 2014). Esses fatores justificam a necessidade de realizar periodicamente a medição da potência emitida pelo aparelho fotopolimerizador (Ribeiro *et al.*, 2016). Essa potência pode ser metrificada a partir de um aparelho denominado radiômetro (Marson; Mattos; Sensi, 2010). Para o sucesso da polimerização e a longevidade das restaurações em RC, estudos indicam que a potência mínima necessária para unidades fotopolimerizadoras tipo LED deve ser de 400 mW/cm<sup>2</sup>, considerando incrementos de 2 milímetros de espessura e um tempo de exposição de 20 segundos (Ribeiro *et al.*, 2016). Este valor é crucial para assegurar uma adequada conversão de monômeros e evitar falhas clínicas

Devido ao impacto clínico da potência dos fotopolimerizadores e sua necessidade de manutenção, a presente pesquisa de campo visa observar na cidade de Santa Fé do Sul, SP e região, se as clínicas odontológicas estão utilizando aparelhos calibrados dentro da faixa mínima necessária para eficaz polimerização de RC e consequente sucesso em tratamentos restauradores.

Diante do impacto clínico da potência das unidades fotopolimerizadoras e da sua necessidade de manutenção, o objetivo deste estudo foi mensurar a potência real das unidades fotopolimerizadoras tipo LED utilizadas em clínicas odontológicas na cidade de Santa Fé do Sul, SP, e região, para verificar sua conformidade com os parâmetros de potência mínimos recomendados para uma polimerização eficaz de resinas compostas.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos sob o CAAE n° 57945622.4.0000.5428, desenvolvido no Centro Universitário de Santa Fé do Sul – Unifunec e contemplado com Programa Institucional de Iniciação Científica – Pibic/Unifunec. Antes da realização da pesquisa, todos os cirurgiões dentistas submetidos à investigação assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Na primeira etapa do estudo, foi aplicado um questionário aos dentistas participantes com o objetivo de coletar informações básicas sobre os fotopolimerizadores em uso.

## 2.1 O questionário

Consistiu nas seguintes perguntas fechadas:

Qual a cidade em que o fotopolimerizador é utilizado?

Qual é a marca do fotopolimerizador?

Há quanto tempo o fotopolimerizador está em uso?

Essas perguntas permitiram a subsequente estratificação dos equipamentos quanto ao tempo de uso e à marca, bem como sua associação com os resultados obtidos.

## 2.2 Critérios de Inclusão e exclusão

Critérios de Inclusão:

- ✓ Clínicas odontológicas localizadas nas cidades de Santa Fé do Sul (SP), Ilha Solteira (SP), Aparecida do Taboado (MS) e Santa Albertina (SP).
- ✓ Clínicas públicas e privadas que utilizam uma única unidade fotopolimerizadora LED de uso principal.
- ✓ Unidades fotopolimerizadoras que estavam em pleno funcionamento no momento da coleta.
- ✓ Participantes que concordaram com os termos do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Critérios de Exclusão:

- ✓ Unidades fotopolimerizadoras que não usavam tecnologia LED (e.g., halógenas).
- ✓ Unidades fotopolimerizadoras que não estavam operacionais ou utilizadas em caráter secundário.
- ✓ Equipamentos onde não foi possível obter a potência nominal por falta de manual ou informações do fabricante.

### 2.3 Cálculo amostral:

O total de 80 unidades fotopolimerizadoras foi determinado com base no caráter exploratório do estudo e na viabilidade operacional de coleta dentro das cidades selecionadas. O número também foi considerado representativo para cobrir variações em marcas, idades dos equipamentos e condições clínicas típicas da região.

### 2.4 Protocolo de Medição

As medições da potência de irradiância real dos fotopolimerizadores foram realizadas utilizando um radiômetro digital calibrado (modelo Radiômetro Led-Kondortech®). Durante o procedimento, o guia de luz do fotopolimerizador foi posicionado em contato direto (0 mm) com o sensor do radiômetro, em um ângulo de 90°, garantindo que a luz incidisse perpendicularmente sobre a superfície. Esse posicionamento foi escolhido para evitar dispersão de luz e maximizar a precisão das medições.

O radiômetro foi previamente calibrado pelo fabricante (Kondortech®). Esse procedimento garantiu a confiabilidade das leituras, sendo este equipamento verificado antes do início da coleta de dados e ao término de cada período de medição.

A segunda etapa é a avaliação da potência dos fotopolimerizadores em uso de cada uma das clínicas avaliadas. Neste estudo, foram avaliados os fotopolimerizadores, sendo apenas um de cada clínica. Acionando o fotopolimerizador por 20 segundos.

### 2.5 Leituras

Para cada unidade fotopolimerizadora, foi realizada uma única leitura da potência real de irradiância. Essa decisão se deu para simular as condições normais de uso clínico e otimizar o tempo de coleta nas clínicas. Não foram realizadas réplicas das leituras devido à estabilidade observada nas medições piloto realizadas previamente.

Uma terceira etapa foi realizada após a coleta das informações das etapas anteriores, denominada potência nominal do aparelho, em que se obteve a potência do aparelho indicada pelo fabricante. Essas informações são obtidas em uma busca criteriosa nos manuais de cada marca, de cada aparelho avaliado.

## 2.6 Obtenção dos Valores de Potência Nominal

As informações sobre a potência nominal de cada aparelho foram obtidas através das especificações técnicas fornecidas nos manuais dos fabricantes. Nos casos em que o manual não estava disponível fisicamente, os dados foram pesquisados nas páginas oficiais dos fabricantes. Para equipamentos que apresentavam uma faixa de potência nominal, foi utilizado o valor médio dessa faixa como referência. Equipamentos sem potência nominal identificada foram categorizados com Score 0 na análise.

Após a coleta dos dados, eles foram organizados e submetidos em uma tabela do programa Excel. A tabela foi estruturada de forma a organizar os dados correspondentes a cada clínica. Sendo assim, a primeira coluna corresponde ao nome da clínica e as demais colunas aos dados pertencentes a ela. Os dados submetidos para cada uma das colunas seguintes foram categorizados para possibilitar a análise. Os dados anotados foram a respeito da localização da clínica, tempo de uso do fotopolimerizador, marca do fotopolimerizador e a potência apresentada pelo radiômetro.

Quanto à localização, foi indicada a cidade em que o fotopolimerizador estava em uso. Quanto ao tempo de uso, foi anotada uma dessas alternativas: até um ano, entre um a dois anos, entre três e quatro anos, entre quatro a cinco anos e mais de cinco anos. Quanto à marca do fotopolimerizador, foi anotada a marca do fotopolimerizador. Quanto à potência do fotopolimerizador, foi submetido na tabela o valor exato apresentado pelo radiômetro correspondente ao fotopolimerizador de cada clínica avaliada. O estudo incluiu clínicas odontológicas tanto privadas quanto públicas, distribuídas entre as cidades citadas. A seleção abrangente de diferentes tipos de clínicas visou representar a diversidade de práticas clínicas da região e possibilitar uma avaliação ampla das condições de uso dos fotopolimerizadores.

A partir dos dados coletados, realizou-se a divisão em 3 grupos, sendo eles: grupo controle (GC), grupo acima do padrão (GP+) e grupo abaixo do padrão (GP-). O GC corresponde ao número total de fotopolimerizadores avaliados. GP+ corresponde ao número total de fotopolimerizadores avaliados que marcaram potência acima de  $400 \text{ mW/cm}^2$ . GP- corresponde ao número total de fotopolimerizadores avaliados que marcaram potência abaixo de  $400 \text{ mW/cm}^2$ .

A relação entre a potência nominal (potência indicada pelo fabricante) e a potência real do aparelho (potência medida com o radiômetro) foi avaliada através da seguinte fórmula:

potência real do aparelho dividido pela potência nominal do aparelho. Após isso, cada aparelho será distribuído em scores:

- ✓ Score 0- Não foi possível medir por falta de dados
- ✓ Score 1- relação de 0 até 0.25
- ✓ Score 2- relação entre 0.26 a 0.5
- ✓ Score 3- relação entre 0.51 a 0.75
- ✓ Score 4- relação entre 0.76 a 0.99
- ✓ Score 5- relação maior ou igual a 1

## 2.7 Análise Estatística

Inicialmente, os resultados foram descritos em frequência absoluta e relativa (%). Posteriormente, para explorar a associação entre o tempo de uso das unidades ( $\geq 5$  anos vs.  $\leq 1$  ano) e o *status* da potência (conforme a classificação de GP+ e GP-), foi utilizado o teste Qui-quadrado de Pearson. Além disso, foi calculado o Odds Ratio (OR) com intervalos de confiança de 95% (IC 95%).

Os dados de irradiância foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (DP) e mediana com intervalo interquartil (IQR). As análises foram realizadas com o software Jamovi, com nível de significância estabelecido em 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

## 3 RESULTADOS

O teste de calibragem do radiômetro mostrou o mesmo valor para o aparelho de referência, em todas as análises realizadas.

Tabela 1 – Corresponde às cidades analisadas o número de fotopolimerizadores analisados em cada cidade. A potência em Média  $\pm$  desvio padrão e mediana [intervalo interquartil] de cada cidade, as quantidades e porcentagens de aparelhos categorizados como GP+ (potência  $\geq 400$  mW/cm<sup>2</sup>) e GP- (potência  $< 400$  mW/cm<sup>2</sup>). (mW/cm<sup>2</sup>)

Cidade	N	Potência Real (mW/cm <sup>2</sup> ) - Média $\pm$ DP	Potência Real (mW/cm <sup>2</sup> ) - Mediana (IQR)	GP+ (N $\geq 400$ mW/cm <sup>2</sup> )	GP+ (N $\geq 400$ mW/cm <sup>2</sup> )	GP- (N $< 400$ mW/cm <sup>2</sup> )	GP- (%)
Santa Fé do Sul/SP	62	423,9 $\pm$ 338,5	400 (180 - 500)	35	56,50%	27	43,50%
Ilha Solteira/SP	14	392,9 $\pm$ 254,9	375 (200 - 500)	7	50,00%	7	50,00%
Aparecida do Taboado/MS	2	200,0 $\pm$ 0,0	200 (200 - 200)	0	0,0%	2	100,0%
Santa Albertina/SP	2	400,0 $\pm$ 141,4	400 (325 - 475)	1	50,00%	1	50,00%
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>432,5 <math>\pm</math> 334,3</b>	<b>400 (200 - 500)</b>	<b>46</b>	<b>57,50%</b>	<b>34</b>	<b>42,50%</b>

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Tabela 2 – Corresponde Marca do aparelho. A potência em Média  $\pm$  desvio padrão e mediana [intervalo interquartil], as quantidades e porcentagens de aparelhos categorizados como GP+ (potência  $\geq$  400 mW/cm<sup>2</sup>) e GP- (potência < 400 mW/cm<sup>2</sup>). (mW/cm<sup>2</sup>)

Marca de aparelho	N	Potência Real (mW/cm <sup>2</sup> ) - Média $\pm$ DP	Potência Real (mW/cm <sup>2</sup> ) - Mediana (IQR)	GP+ (N $\geq$ 400 mW/cm <sup>2</sup> )	GP+ (N $\geq$ 400 mW/cm <sup>2</sup> )	GP- (N < 400 mW/cm <sup>2</sup> )	GP- (%)
Valo®	13	976,9 $\pm$ 371,2	800 (600 - 1400)	13	100,00%	0	0,00%
Kavo®	21	426,2 $\pm$ 106,6	500 (450 - 500)	18	85,70%	3	14,30%
3M®	2	600,0 $\pm$ 0,0	600 (600 - 600)	2	100,00%	0	0,00%
Bluephase®	1	600,0 (N/A)	600,0 (N/A)	1	100,00%	0	0,00%
Ledx- T®	1	900,0 (N/A)	900,0 (N/A)	1	100,00%	0	0,00%
Azdent®	1	400,0 (N/A)	400,0 (N/A)	1	100,00%	0	0,00%
Radii-Cal®	7	302,1 $\pm$ 196,3	400 (200 - 400)	4	57,10%	3	42,90%
Schuster®	9	277,8 $\pm$ 106,3	250 (200 - 300)	1	11,10%	8	88,90%
Dabi Atlante®	7	168,6 $\pm$ 180,2	60 (50 - 450)	2	28,60%	5	71,40%
Microdont®	9	159,4 $\pm$ 89,9	150 (150 - 200)	0	0,00%	9	100,00%
Seavo®	2	125,0 $\pm$ 35,4	125 (100 - 150)	0	0,00%	2	100,00%
Sanders®	2	200,0 $\pm$ 141,4	200 (100 - 300)	0	0,00%	2	100,00%
Gnatust®	1	350,0 (N/A)	350 (N/A)	0	0,00%	1	100,00%
Ecel®	1	50,0 (N/A)	50 (N/A)	0	0,00%	1	100,00%
Não identificada	3	166,7 $\pm$ 57,7	200 (100 - 200)	0	0,00%	3	100,00%

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Tabela 3 - Corresponde ao tempo de uso. A potência em Média  $\pm$  desvio padrão e mediana [intervalo interquartil], as quantidades e porcentagens de aparelhos categorizados como GP+ (potência  $\geq$  400 mW/cm<sup>2</sup>) e GP- (potência < 400 mW/cm<sup>2</sup>). (mW/cm<sup>2</sup>)

Tempo de uso	N	Potência Real (mW/cm <sup>2</sup> ) - Média $\pm$ DP	Potência Real (mW/cm <sup>2</sup> ) - Mediana (IQR)	GP+ (N $\geq$ 400 mW/cm <sup>2</sup> )	GP+ (N $\geq$ 400 mW/cm <sup>2</sup> )	GP- (N < 400 mW/cm <sup>2</sup> )	GP- (%)
>1 ano	7	560,7 $\pm$ 493,6	400 (200 - 800)	5	71,40%	2	28,60%
1 ano	13	580,8 $\pm$ 367,5	500 (450 - 925)	10	76,90%	3	23,10%
Entre 1 e 5 anos	51	395,1 $\pm$ 288,8	400 (200 - 500)	29	56,90%	22	43,10%
< 5 anos	9	228,9 $\pm$ 215,2	100 (50 - 350)	2	22,20%	7	77,80%

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

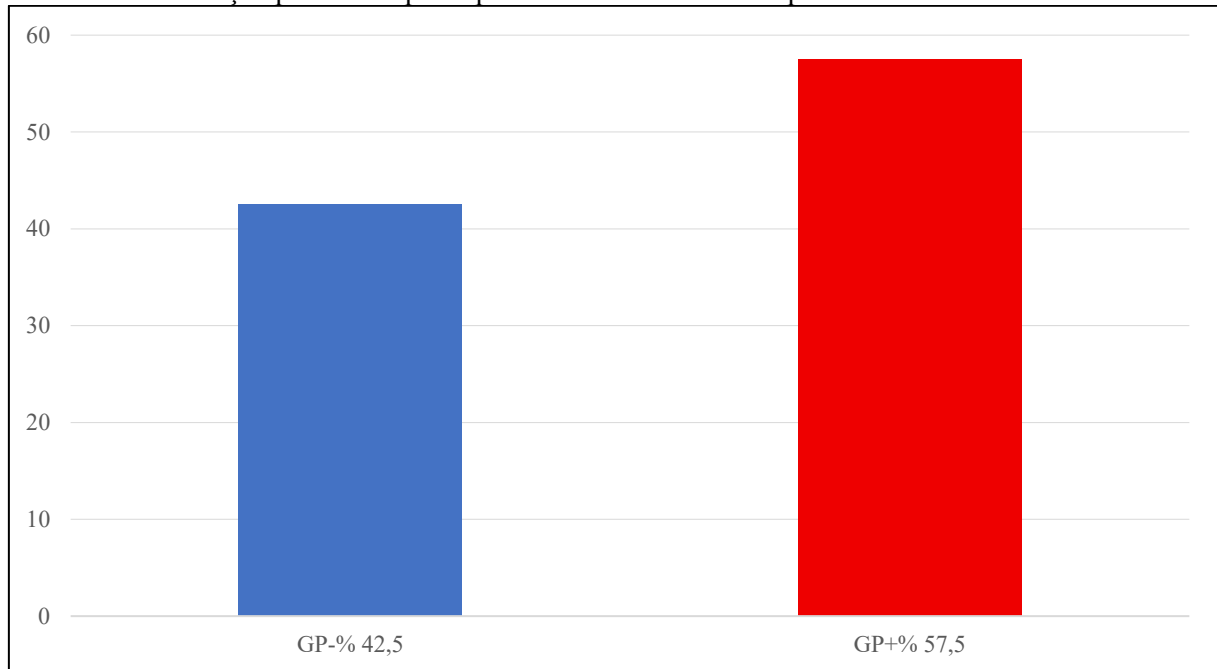
No gráfico 1 em azul:

- ✓ Porcentagem de fotopolimerizadores analisados que obtiveram resultados acima de 400 mW/cm<sup>2</sup> (GP+%).

Em vermelho:

- ✓ Porcentagem de fotopolimerizadores analisados que obtiveram resultados abaixo de 400 mW/cm<sup>2</sup> (GP-%). Símbolos GP+% (porcentagem de grupos acima do padrão) GP-% (porcentagem de grupos abaixo do padrão).

Gráfico - Distribuição percentual para aparelhos dentro e fora dos parâmetros mínimos



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

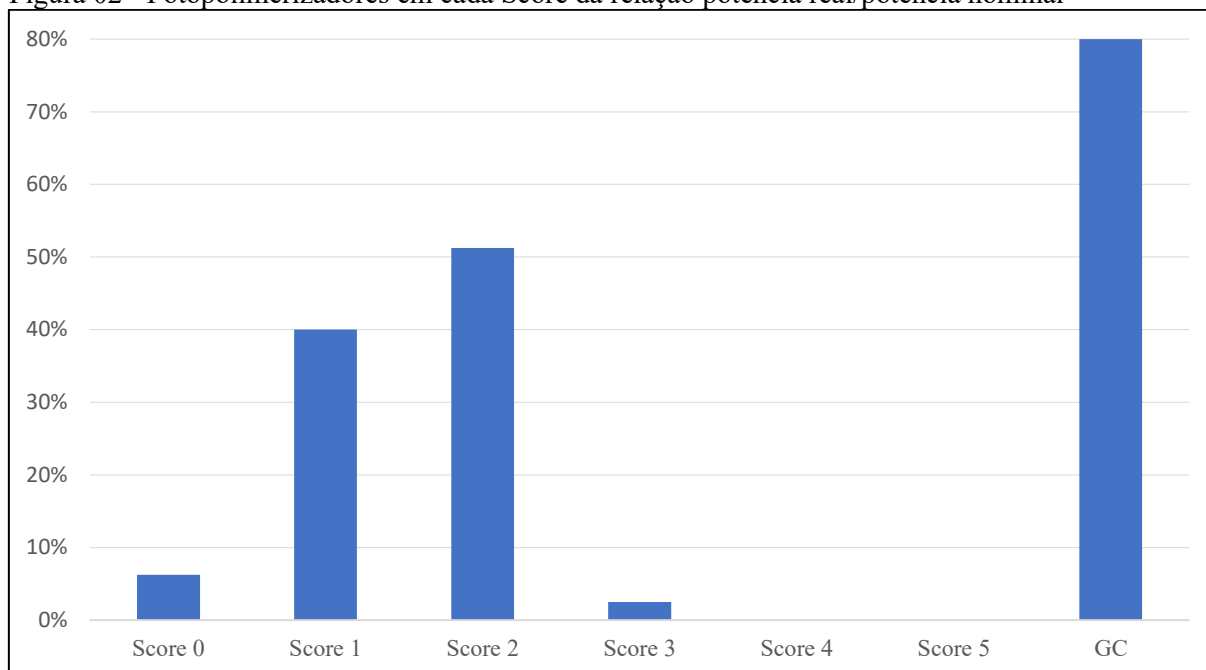
No gráfico 2 o número de fotopolimerizadores em cada score da relação potência real/potência nominal, comparados com o GC (quantidade total de fotopolimerizadores avaliados), onde:

- ✓ Score 0 - Não foi possível medir por falta de dados;
- ✓ Score 1 - relação de 0 até 0.25;
- ✓ Score 2 - relação entre 0.26 a 0.5;
- ✓ Score 3 - relação entre 0.51 a 0.75;
- ✓ Score 4 - relação entre 0.76 a 0.99;
- ✓ Score 5 - relação maior ou igual a 1;
- ✓ GC (grupo controle).

Obtiveram-se em porcentagem de distribuição dentro de cada Score:

- ✓ Score 0: 6,25%;
- ✓ Score 1: 40,00%;
- ✓ Score 2: 51,25%;
- ✓ Score 3: 2,50%;
- ✓ Score 4: 0%;
- ✓ Score 5: 0%.

Figura 02 - Fotopolimerizadores em cada Score da relação potência real/potência nominal

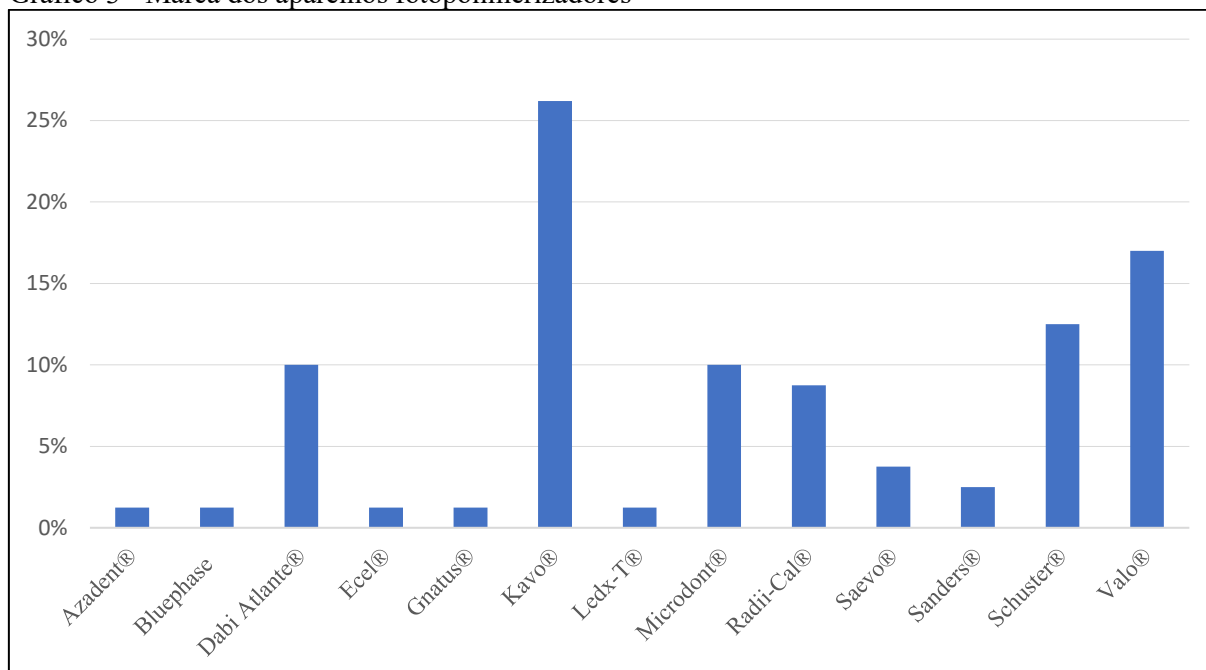


Fonte: Dos próprios autores, 2025.

No gráfico 3 a quantidade numérica de fotopolimerizadores avaliados em cada marca avaliada.

Dentre os 80 aparelhos avaliados, 26,2% eram da marca Kavo®, seguido por 17% da marca Valo®, 12,5% da marca Schuster®, 10% eram Dabi Atlante® e Microdont®, 8,75% eram da Ralii-Cal®, 3,75% eram da Saevo®, 2,5% eram da Sanders® e 3M® e 1,25% eram da Gnatus®, Ledx-T®, Ecel®, Azadent® e Bluephase®.

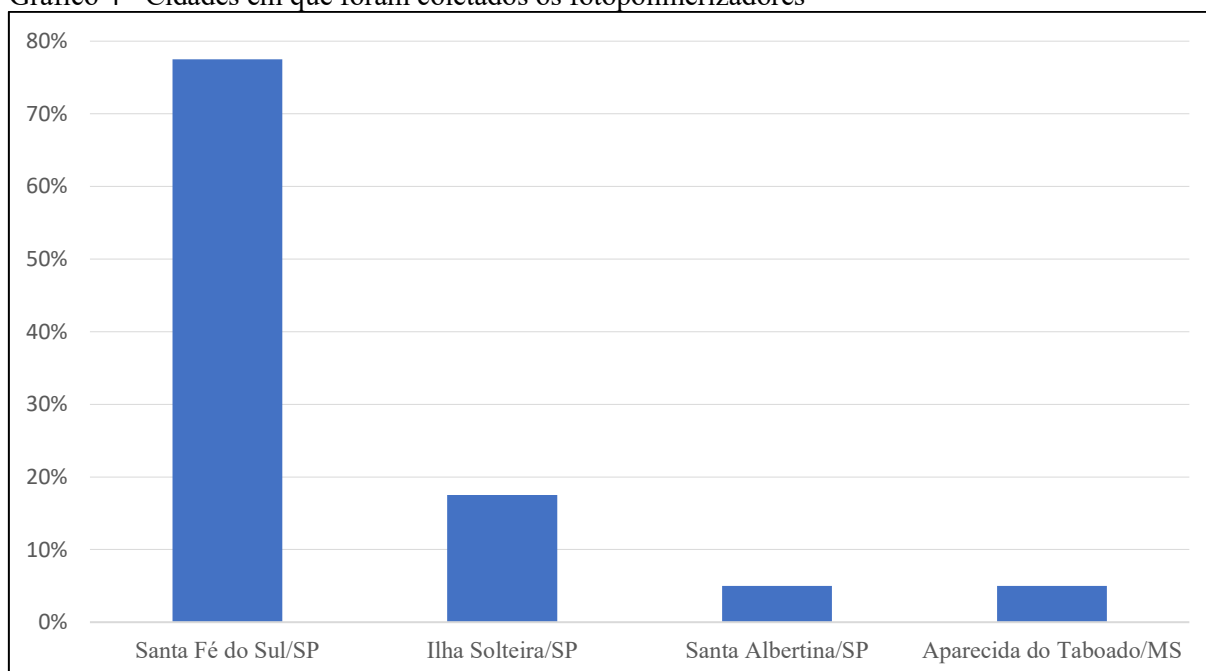
Gráfico 3 - Marca dos aparelhos fotopolimerizadores



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

No gráfico 4 a quantidade numérica de fotopolimerizadores avaliados em cada uma das cidades avaliadas. Dos 80 fotopolimerizadores coletados, 77,5% foram na cidade de Santa Fé do Sul/SP, seguido de 17,5% na cidade de Ilha Solteira/SP e 5% nas cidades de Aparecida do Taboado/MS e Santa Albertina/SP.

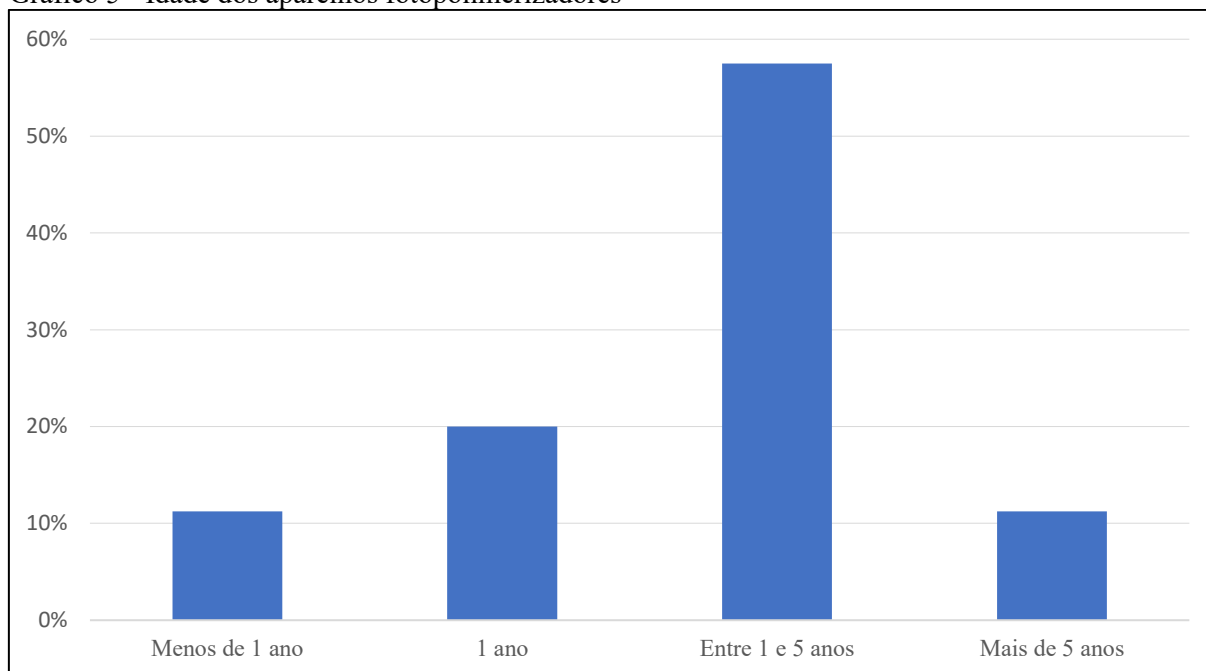
Gráfico 4 - Cidades em que foram coletados os fotopolimerizadores



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

No gráfico 5 mostra-se a distribuição percentual e numérica (N) dos 80 aparelhos fotopolimerizadores avaliados, de acordo com seu tempo de uso. Menos de 1 ano: (N=9; 11,25%) 1 ano: (N=16; 20,00%) Entre 1 e 5 anos: (N=46; 57,50%) Mais de 5 anos: (N=9; 11,25%)

Gráfico 5 - Idade dos aparelhos fotopolimerizadores



Fonte: Dos próprios autores, 2025.

Dos 80 dentistas avaliados, 46 dentistas têm seus fotopolimerizadores há mais de 1 ano e menos de 5 anos, 16 têm há 1 ano, 9 a menos de 1 ano e outros 9 há mais de 5 anos. Dos aparelhos usados até um ano (aparelhos novos), 28,5% apresentaram irradiância inferior à 400mW/cm<sup>2</sup> e 71,5% estavam dentro dos parâmetros da literatura. Dos aparelhos acima de cinco anos (aparelhos velhos), 61,5% estavam abaixo do parâmetro mínimo exigido, enquanto que 38,5% estavam acima de 400mW/cm<sup>2</sup>.

Na figura 1 teste estatístico de qui-quadrado e rácio das chances (odds-ratio; OR) para calcular associação entre tempo de uso em maior ou igual a 5 anos ou menor ou igual a 1 ano e status da potência nos grupos acima do padrão mínimo e abaixo do padrão mínimo. ≥ Menor ou igual; ≤ maior ou igual; GP+ grupo com status de potência acima do padrão mínimo; GP- grupo com status de potência abaixo do padrão mínimo.

Figura 1 - Associação entre o tempo de uso das unidades e o status da potência

Tabelas de Contingência				
Tempo de uso		GRUPOS		
		GP+	GP-	Total
≤1	Observado	33	19	52
	Esperado	31.9	20.11	52.0
<5	Observado	13	10	23
	Esperado	14.1	8.89	23.0
Total	Observado	46	29	75
	Esperado	46	29	75

Testes $\chi^2$			
	Valor	gl	p
$\chi^2$	0.324	1	0.569
N	75		

Medidas Comparativas			
	Valor	Intervalo de Confiança a 95%	
		Lim. Inferior	Superior
<b>Rácio das Chances</b>	1.34	0.492	3.63

Fonte: Dos próprios autores, 2025.

#### 4 DISCUSSÃO

Fotopolimerizadores são aparelhos produtores de luz utilizados para tornar a RC de um estado líquido para um estado sólido, a partir da conversão de monômeros na composição da RC em polímeros (Bispo, 2010). Esse processo inicia-se com a intensidade de luz gerada pelo aparelho ser absorvida por um aditivo fotoiniciador da RC denominado canforoquinona. Quando a canforoquinona é excitada, esta produz radicais livres que irão fazer a conversão mencionada, polimerizando a RC (Bispo, 2010). Dessa forma, caso a intensidade de luz fique comprometida, o que pode ocorrer por diversos fatores, incluindo a idade do aparelho, a

polimerização será insuficiente o que aumenta o risco de danos ao paciente como cárie por infiltração ou até problemas pulpares (Córdova, 2020; Boaventura; Basílio, 2021; Imbery; Bergeron; Boyle, 2022; Boeira *et al.*, 2022; Cardenas *et al.*, 2022; Bruzinga *et al.*, 2014). Sendo assim, a potência do aparelho é de grande importância e precisa ser verificada constantemente, pois aparelhos abaixo do padrão de potência proporcionam um tratamento ineficaz (Ribeiro *et al.*, 2016).

Neste estudo, avaliaram-se os aparelhos de clínicas públicas e privadas da cidade de Santa Fé do Sul, SP, para verificar se os aparelhos estão trabalhando com a potência dentro do mínimo necessário para uma polimerização eficiente, recebendo a manutenção adequada ou precisando de manutenção ou até de troca do aparelho.

Existem diversos tipos de fotopolimerizadores, sendo classificados pela fonte de luz produzida. Os aparelhos mais comuns eram os de fonte de luz halógena, entretanto, estes foram substituídos em quase todas as clínicas por aparelhos de LED azul (Bala; Olmez; Kalayci, 2005). Isso ocorre porque o LED azul trabalha em um comprimento de onda mais estreito e, geralmente, menor do que a luz halógena, o que gera menos calor e irrita menos a polpa dentária (Jandt; Mills, 2013).

Além disso, o LED, devido a sua engenharia que não necessita gás ou perde energia por calor, tem uma durabilidade muito maior do que a luz halógena, pois a luz halógena tem sua vida útil comprometida antes mesmo da lâmpada queimar, por diversas razões, incluindo o superaquecimento do aparelho, o que impacta significativamente na potência (Bala; Olmez; Kalayci, 2005). O LED também pode chegar a mais fotoiniciadores presentes na RC (Price, 2017). Apesar do LED ser considerado uma lâmpada fria, outros autores dizem que o LED de alta intensidade ainda produz calor e é capaz de irritar a polpa dentária (Aquino-Valverde *et al.*, 2022).

Entretanto, justificado pelo uso mais abrangente desses fotopolimerizadores, e pela necessidade de padronização, o presente estudo avaliou apenas fotopolimerizadores por fonte de LED azul. Apesar dessa padronização e, como o próprio estudo mostra, existem diversas marcas de fotopolimerizadores por LED e cada marca avaliada indicou em seu manual potências divergentes entre elas. Entretanto, elas indicaram uma potência no manual, que chamamos de potência nominal, pelo menos 100% acima do mínimo necessário para polimerização completa das restaurações, sendo o valor encontrado de menor potência nominal de 800 mW/cm<sup>2</sup>, o que é o dobro do mínimo necessário.

Para verificar a potência, o presente estudo fez uso de um aparelho radiômetro. O radiômetro é um aparelho capaz de medir a concentração de luz em diversas escalas. Como o manual de aparelhos, bem como estudos sobre potência de intensidade de luz, irradiância, utilizam a medida em  $\text{mW}/\text{cm}^2$  (mil watts por centímetro quadrado), nosso estudo seguiu essa diretriz (Marson; Mattos; Sensi, 2010). Para a polimerização acontecer de forma completa e evitar consequências após o tratamento, estudos trazem que a potência mínima necessária de intensidade do LED azul deve ser de  $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$  (Ribeiro *et al.*, 2016). Por isso, se utilizou esse parâmetro para analisar se os aparelhos testados estavam ou não dentro do mínimo necessário. Apesar disso, também há quem considere uma faixa mais tolerante de potência mínima, sendo considerada até  $300 \text{ mW}/\text{cm}^2$  um valor aceitável (Ribeiro *et al.*, 2016). Porém, em nossa metodologia, essa faixa não foi considerada. Se essa faixa fosse a considerada aceitável em nossa pesquisa, 6 aparelhos dos 80 analisados deixariam o grupo GP- e se enquadrariam no grupo GP+.

Segundo o site oficial do Conselho Federal de Odontologia (CFO), na página "Dados Estatísticos de Profissionais e Entidades Ativas Por Localidade", em uma pesquisa realizada no dia 01/08/2024, a cidade de Santa Fé do Sul, SP, possui 187 Cirurgiões Dentistas com CRO ativo. Na presente pesquisa, foram incluídos 80 cirurgiões dentistas de Santa Fé do Sul, SP, e Região, sendo 62 da própria cidade. O que justifica essa discrepância são os critérios de exclusão de nosso estudo, a não decisão em participar da pesquisa por alguns cirurgiões dentistas e o número amostral proposto ser uma amostra suficiente para nossa pesquisa.

A partir dos dados obtidos, 57,5% dos aparelhos testados obtiveram valor igual ou maior que  $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$ , ou seja, se enquadraram no grupo GP+. Sendo assim, 42,5% dos aparelhos testados obtiveram valor inferior a  $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$  e se enquadraram no grupo GP-. Esse dado é muito discrepante, quando comparado com um estudo semelhante realizado na Croácia, onde apenas 11,3% foram considerados inaceitáveis, com valores abaixo de  $400 \text{ mW}/\text{cm}^2$  (Dundić, 2021). Outro estudo mostra, que apenas 12,4% dos fotopolimerizadores de LED testados possuíam uma potência abaixo de  $600 \text{ mW}/\text{cm}^2$  (Alquria *et al.*, 2019). Barghi, Berry e Hatton (1994) examinaram 209 aparelhos fotopolimerizadores utilizados em consultórios particulares e relataram que menos de 30% apresentou a intensidade de luz abaixo de  $200 \text{ mW}/\text{cm}^2$ . Isso significa que a quantidade de aparelhos testados, precisando de manutenção ou troca na cidade de Santa Fé do Sul, SP, e região, é elevada, inclusive em relação a outras regiões já estudadas. Apesar disso, há estudos com proporções semelhantes. Na cidade de Montes Claros, MG, foram avaliados 85 aparelhos. A maioria dos aparelhos estavam com a irradiância acima de 400

mW/cm<sup>2</sup> (58,8%), enquanto 41,2% apresentavam um valor abaixo do que preconizado pela literatura (Bruzinga *et al.*, 2014). Outro estudo realizado no Brasil, com 30 fotopolimerizadores de luz halógena, encontrou que todos os aparelhos testados estavam com intensidade de luz abaixo do preconizado (Ribeiro *et al.*, 2016). Vieira, Erhardt e Shroeder (2000) examinaram 90 unidades de luz utilizadas em consultórios particulares e também encontraram valores de intensidade de luz abaixo dos padrões aceitáveis. A pesquisa de campo de Solomon e Osman (1999) obteve como resultado as médias variando de 22mW/cm<sup>2</sup> a 448mW/cm<sup>2</sup>.

Esses dados encontrados na presente pesquisa são alarmantes, pois 42,5% dos aparelhos testados na região e cidade de Santa Fé do Sul, SP, são potenciais causadores de danos aos pacientes do ponto de vista que podem estar levando a uma polimerização inadequada o que levaria a uma restauração deficiente (Lang *et al.*, 2022; Bruzinga *et al.*, 2014), restaurações deficientes podem levar a cárie secundária, o que necessitaria de retratamento (Kidd, 2001; Schwendicke *et al.*, 2014; Ferracane, 2017). Muitas vezes, o retratamento removerá ainda mais tecido dentário sadio (Gordan, 2000; Gordan, 2001; Gordan; Mondragon; Shen, 2002).

Segundo a literatura, é recomendada a verificação constante da potência do fotopolimerizador com o radiômetro, para assegurar que este está calibrado dentro dos parâmetros mínimos (Ribeiro *et al.*, 2016), entretanto foi possível observar em nossa pesquisa que os cirurgiões dentistas estudados não tinham conhecimento sobre a manutenção necessária e quase metade dos aparelhos testados (42,5%) estava inclusive sendo usada necessitando de troca ou manutenção. Esses dados estão de acordo com os achados de Al-Senan e colaboradores (2021), que estudaram o conhecimento de clínicos gerais e especialistas sobre o uso de fotopolimerizadores e concluíram que o conhecimento desses profissionais era insuficiente, sugerindo um programa de educação adicional. Outro estudo também concluiu a situação de conhecimento pelos cirurgiões dentistas a respeito do aparelho fotopolimerizador como alarmante, pois não tinham conhecimento suficiente e nem faziam a manutenção necessária ou mediam, nem mesmo em um intervalo de 6 meses, a intensidade de seus fotopolimerizadores (Ribeiro *et al.*, 2016). Uma revisão de literatura também está de acordo com os achados concluindo que é evidente que a maioria dos profissionais não conhecem a potência do aparelho, carece de conhecimento de manutenção do equipamento, e a grande maioria nunca realizou a medição da potência regularmente (Marques *et al.*, 2023).

Encontrou-se também que os aparelhos novos, usados por até um ano, 28,5% apresentaram potência inferior a 400mW/cm<sup>2</sup> e 71,5% estavam dentro dos parâmetros da literatura. Nos aparelhos velhos, acima de cinco anos, 61,5% estavam abaixo do parâmetro

mínimo exigido, enquanto que 38,5% estavam acima de 400mW/cm<sup>2</sup>. Isso mostra que houve uma relação percentual entre potência e tempo de uso, entretanto a associação entre ambos os dados não se mostrou estatisticamente significativa no presente estudo. Isso pode estar relacionado com o fato de o presente trabalho não objetivar padronizar um número estatístico de aparelhos para cada tipo de tempo de uso e marcas, o que se pode observar nos histogramas das figuras 06 e 07. Outro artigo da literatura que objetivou esses dados encontrou diferença estatística para concluir que a idade do aparelho interfere significativamente na potência (Imbery; Bergeron; Boyle, 2022). Sendo assim, apesar de não ter sido encontrado na literatura algo que afirme um momento para troca do aparelho, aparelhos acima de 5 anos de uso devem ser considerados para troca ou manutenção, principalmente, se não houver um teste regular de potência sendo realizado. Entretanto, vale ressaltar que a medição da potência do aparelho com o radiômetro é imprescindível e valores abaixo de 400 mW/cm<sup>2</sup> mostram a necessidade de manutenção ou troca do equipamento (Ribeiro *et al.*, 2016; Marques *et al.*, 2023).

No presente estudo, foi realizada uma pesquisa sobre a potência relatada no manual dos equipamentos avaliados. Não foi encontrado na literatura outro estudo que utilizou essa metodologia. Para compararmos a potência relatada pela fabricante, chamada de potência nominal, com a potência real do aparelho, que é a potência medida pelo radiômetro, foi realizada uma proporção de potência real dividida pela potência nominal e estabeleceram-se scores. Quanto mais próximo de score 5, mais próximo da potência indicada pelo fabricante o aparelho estava, score 4 mostrava ainda uma boa relação com a potência nominal, score 3 já mostrava que o aparelho obteve a metade da potência relatada e os scores 2 e 1 mostravam uma relação ruim entre ambas potências. Nenhum dos aparelhos obtiveram scores 4 e 5, sendo assim, não houve nenhuma marca correspondente com o valor real medido. A 6% não foi possível encontrar no manual a potência nominal ou não foi possível identificar a marca do aparelho, atribuindo-se score 0. Apenas 2,5% obtiveram score 3, isso não se deve a um valor real muito acima da média, mas sim a um valor nominal mais modesto, entre 800 a 1100 mW/cm<sup>2</sup> o que contribui para chegar mais próximo do valor encontrado pelo radiômetro. Metade dos fotopolimerizadores testados obtiveram score 2, o que mostra uma discrepância entre a potência nominal e a potência real. Além disso, 40% atingiram score 1, que era o pior score possível. Sendo assim, é possível concluir que nenhum dos equipamentos testados apresentaram valores minimamente correspondentes com os valores indicados no manual de fábrica. Isso pode ter ocorrido por diversos fatores, como mau uso do equipamento, idade, bateria, falta de

manutenção, supervalorização da potência pelas empresas. Entretanto, nada disso pode ser concluído através de nossa metodologia e novos estudos são necessários.

A significativa discrepância entre a potência nominal pelos fabricantes e a potência real medida nos fotopolimerizadores (onde nenhum aparelho atingiu os Scores 4 ou 5) pode ser atribuída a diversos fatores técnicos. As medições de fábrica são frequentemente realizadas em condições laboratoriais ideais, que podem não replicar o ambiente clínico diário. Além disso, a metodologia de medição da potência pelos fabricantes pode ser diferente daquela utilizada em estudos de campo. Fatores como a degradação e contaminação do guia de luz, o status da bateria (em aparelhos sem fio, uma carga baixa pode impactar a saída de luz), o uso de barreiras de proteção biológica (Imbery; Bergeron; Boyle, 2022; Boeira *et al.*, 2022) e a própria degradação dos LEDs ao longo do tempo de uso contribuem para essa variação (Imbery; Bergeron; Boyle, 2022.)

Do ponto de vista clínico, a diferença entre a potência nominal e a real, especialmente quando a potência real está abaixo do mínimo recomendado, tem implicações sérias que vão além dos percentuais. Uma potência insuficiente pode levar a uma profundidade de cura reduzida, resultando em polimerização incompleta nas camadas mais profundas da resina. Isso compromete as propriedades mecânicas do material, como dureza e resistência à fratura, tornando a restauração mais suscetível à falha. Conseqüentemente, pode haver um aumento na liberação de monômeros residuais, o que pode afetar a biocompatibilidade e causar sensibilidade pós-operatória. A polimerização inadequada também pode levar à má adaptação marginal, resultando em microinfiltração, descoloração, cárie secundária e, em casos mais graves, até mesmo à necessidade de retratamento ou perda do elemento dental (Lang *et al.*, 2022; Kidd, 2001; Ferracane, 2017). Tais falhas não só impactam a saúde bucal do paciente, mas também a reputação profissional e a sustentabilidade dos tratamentos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro dos limites do estudo, que na atual pesquisa de campo da cidade de Santa Fé do sul, SP, e região a maioria (57,5%) dos fotopolimerizadores de LED avaliados estava dentro dos parâmetros necessários de potência do aparelho. Entretanto, 42,5% dos aparelhos não estavam dentro do limite mínimo necessário, necessitando manutenção ou troca. Os cirurgiões dentistas avaliados não possuem conhecimento suficiente sobre os cuidados de manutenção com os aparelhos fotopolimerizadores. Aparelhos com 5 anos ou mais possuem maior

porcentagem de equipamentos abaixo do padrão do que aparelhos com até 1 ano de uso. Nenhum aparelho avaliado apresentou potência similar à potência indicada pelo manual da marca, independentemente da idade do aparelho. A manutenção e a metrificação da potência pelo radiômetro de forma regular são fundamentais para o controle da potência pelo aparelho e precisam ser melhor implementada na cidade de Santa Fé do Sul e Região.

Os achados deste estudo ressaltam a necessidade urgente de uma maior conscientização e de práticas de manutenção mais rigorosas por parte dos cirurgiões-dentistas. Com base nos resultados e na literatura, as seguintes recomendações são propostas para garantir a eficácia dos tratamentos com resina composta e a segurança do paciente: Verificação Periódica com Radiômetro, registro de leituras, manutenção adequada do equipamento e gestão de bateria. A implementação dessas práticas não só protegerá os pacientes de tratamentos deficientes, mas também contribuirá para a qualidade e durabilidade das restaurações odontológicas.

## REFERÊNCIAS

ALQURIA, T. *et al.* Types of polymerisation units and their intensity output in private dental clinics of twin cities in eastern province, KSA; a pilot study. **Journal of Taibah University Medical Sciences**, v. 14, n. 1, p. 47-51, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2018.11.008>.

AL-SENAN, D. *et al.* Knowledge and Attitude of Dental Clinicians towards Light-Curing Units: A Cross-Sectional Study. **International Journal of Dentistry**, v. 2021, Article ID 5578274, 8 pages, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/5578274>.

BALA, O.; OLMEZ, A.; KALAYCI, S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 32, n. 2, p. 134-140, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01399.x>.

BARGHI, N.; BERRY, T.; HATTON, C. Evaluating intensity output of curing lights in private dental offices. **Journal of the American Dental Association** (1939), v. 125, n. 7, p. 992-996, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1994.0204>.

BISPO, L. B. Resina composta nanoparticulada: há superioridade no seu emprego? **Revista Dentística on line**, v. 9, n. 19, p. 21-24, 2010. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/518850178/0904>.

BOAVENTURA, R. S.; BASÍLIO, M. A. Sistemas de fotoativação e seus impactos nas restaurações em resina composta: uma revisão de literatura. **Journal of Dentistry & Public Health (inactive / archive only)**, v. 12, n. 1, p. 20-31, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17267/2596-3368dentistry.v12i1.3141>.

BOEIRA, P. O. *et al.* Protective Barriers and Radiant Exposure Delivered from Light-curing Units. **Operative Dentistry**, v. 47, n. 5, p. E222-E232, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/21-061-l>.

BRUZINGA, F. F. B. *et al.* Fatores relacionados à intensidade da luz de aparelhos fotopolimerizadores, Montes Claros, MG. **EFDeportes.com, Revista Digital**. Buenos Aires, Ano 19, n. 197, 2014. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd197/a-intensidade-da-luz-de-fotopolimerizadores.htm>.

CARDENAS, A. F. M. *et al.* Influence of irradiance and exposure times on the mechanical and adhesive properties of universal adhesives with dentin. **Operative Dentistry**, v. 47, n. 4, p. 412-424, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/21-042-L>.

CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA. Dados estatísticos de profissionais e entidades ativas por localidade. Conselho Federal de Odontologia, 2024. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/dados-estatisticos-de-profissionais-e-entidades-ativas-por-localidade/>.

DUNDIĆ, A. *et al.* A measurement of irradiance of light-curing units in dental offices in three Croatian cities. **Medicinski Glasnik**, v. 18, n. 2, p. 505-509, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17392/1323-21>.

FERRACANE, J. L. Models of caries formation around dental composite restorations. **Journal of Dental Research**, v. 96, n. 4, p. 364-371, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0022034516683395>.

GORDAN, V. V. Clinical evaluation of replacement of class V resin based composite restorations. **Journal of Dentistry**, v. 29, n. 7, p. 485-488, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(01\)00030-6](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(01)00030-6).

GORDAN, Valeria V. In vitro evaluation of margins of replaced resin-based composite restorations. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 12, n. 4, p. 209-215, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2000.tb00223.x>.

GORDAN, V. V.; MONDRAGON, E.; SHEN, C. Replacement of resin-based composite: evaluation of cavity design, cavity depth, and shade matching. **Quintessence International**, v. 33, n. 4, p.273-278, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11989376/>.

IMBERY, T. A.; BERGERON, S. Y.; BOYLE, J. Radiant exitance of old, new, and damaged LED light curing units. **Operative Dentistry**, v. 47, n. 6, p. 693-700, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2341/21-177-l>.

JANDT, K. D.; MILLS, R. W. A brief history of LED photopolymerization. **Dental Materials**, v. 29, n. 6, p. 605-617, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.02.003>.

KIDD, E. A. M. Diagnosis of secondary caries. **Journal of Dental Education**, v. 65, n. 10, p. 997-1000, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11700003/>.

- LANG, M. *et al.* A review on modeling cure kinetics and mechanisms of photopolymerization. **Polymers**, v. 14, n. 10, 2074, p. 1-58, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym14102074>.
- MARQUES, A. M. S. *et al.* O conhecimento dos cirurgiões dentistas a respeito da importância dos cuidados e manutenção com os fotopolimerizadores. **Revista ft. Ciências da Saúde**, v. 27, Edição 127, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10029013>.
- MARSON, F. C.; MATTOS, R.; SENSI, L. G. Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores. **Revista Dentística on-line**, v. 9, n. 19, p. 15-20, 2010.
- PRICE, R. B. T. Light curing in dentistry. **Dental clinics of North America**, v. 61, n. 4, p. 751-778, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.008>.
- RABELO, H. Z. *et al.* A influência da irradiância dos fotopolimerizadores nas propriedades mecânicas da resina composta microhíbrida. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 10, p. e4542, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/reas.e4542.2020>.
- RIBEIRO, R. A. de O. *et al.* Avaliação da intensidade de luz e da manutenção dos aparelhos fotopolimerizadores utilizados em clínicas odontológicas da cidade do Recife-PE. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 45, n. 6, p. 351-355, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.06916>.
- SCHWENDICKE, F. *et al.* Marginal integrity and secondary caries of selectively excavated teeth in vitro. **Journal of Dentistry**, v. 42, n. 10, p. 1261-1268, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.08.002>.
- SOLOMON, C. S.; OSMAN, Y. I. Evaluating the efficacy of curing lights. **SADJ: Journal of the South African Dental Association= Tydskrif van die Suid-afrikaanse Tandheelkundige Vereniging**, v. 54, n. 8, p. 357-362, 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10860047/>.
- AQUINO-VALVERDE, A. J. *et al.* Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: una revisión. **Revista Científica Odontológica**, v. 10, n. 3, e120, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1003-2022-120>.
- VIEIRA, G. F.; ERHARDT, A. E.; SHROEDER, L. F. Intensidade de luz de aparelhos fotopolimerizadores utilizados em consultórios particulares. **JBC: Journal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia**, v. 4, n. 22, p. 41-44, 2000.