

## EFICIÊNCIA DE SENSOR DE AFERIÇÃO DE EFICIÊNCIA ACOPLADO A APARELHO FOTOPOLIMERIZADOR TIPO LED COMPARADO A RADIÔMETRO DE BANCADA

**EDUARDA FOLHA FEDRIZZI<sup>1</sup>**; **TATIANA RAMOS<sup>2</sup>**; **BRUNO VASCONCELLOS LOPES<sup>3</sup>**; **NEFTALI LENIN VILLAREAL CARREÑO<sup>4</sup>**; **WELLINGTON LUIZ DE OLIVEIRA DA ROSA<sup>5</sup>**; **EVANDRO PIVA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas, FO – eduarda.fedrizzi@hotmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas, CDCBio/FO – tsrfarma@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas, PPGCEM/CDTEC – lopesbruno13@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas, PPGCEM/CDTEC – neftali@ufpel.edu.br*

<sup>5</sup>*Universidade Federal de Pelotas, PPGO/FO – darosa.wlo@gmail.com*

<sup>6</sup>*Universidade Federal de Pelotas, PPGO/FO e PPGCEM/CDTEC – piva@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Com a consolidação dos materiais fotoativados foi possível ao clínico um melhor controle do tempo de trabalho de materiais odontológicos. Além das características inerentes a qualidade do material como partículas de carga, monômeros e sistema de fotoiniciação, a unidade de cura utilizada e a técnica clínica aplicada durante a irradiação de luz cumprem papel crucial na qualidade final do material fotoativado (MEEREIS et al., 2018; MÜNCHOW et al., 2018).

Os primeiros aparelhos fotopolimerizadores utilizavam lâmpadas ultravioleta, posteriormente passaram a utilizar lâmpadas halógenas e depois evoluíram para aparelhos LED (*light emitting diode*), estando disponíveis hoje comumente como aparelhos portáteis com vários modos de fotoativação podendo, inclusive, combinar diodos com potencial de gerar vários picos (aparelhos *multiwave*) e ampliando, assim, o espectro de emissão entre 360 a 520 nm.

Essas unidades fotoativadoras requerem alguns cuidados para que a eficiência seja mantida, como proteção e limpeza da saída de luz (lente ou fibra óptica) além do cuidado com a vida útil da bateria (PRICE et al., 2015). Alguns fabricantes disponibilizam radiômetros acoplados a base de carregamento para medir a intensidade de luz, proporcionando ao clínico informações básicas sobre a eficiência de fotopolimerizadores no momento prévio ao uso.

Considerando que os radiômetros acoplados proporcionam informações simplificadas do estado do aparelho sem parâmetros pré-definidos de comparação com os radiômetros de bancada (*laboratory grade meter*), o objetivo do presente trabalho foi avaliar o tipo de resposta desse dispositivo diante situação simulada de variação de intensidade de aparelho fotopolimerizador tipo LED.

### 2. METODOLOGIA

Neste estudo foi utilizado um aparelho fotopolimerizador tipo LED radii Xpert (SDI, Sydney, Australia) contendo sensor de mensuração de eficiência com cinco níveis de LED. Mediante o posicionamento da ponteira no sensor do dispositivo e acionamento do aparelho fotopolimerizador, o acionamento de cinco LEDs indica eficiência máxima da unidade de fotoativação enquanto o acinamento de único LED indica eficiência mínima de irradiação do aparelho fotopolimerizador.

O equipamento MARC™ Resin Calibrator (Blue Light Analytics, Halifax, Canadá) foi utilizado na condição de equipamento controle para obtenção dos parâmetros de luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador. Os dados foram obtidos com tempo de integração de 4 ms e os parâmetros exportados para planilhas do Excel.

Foi utilizado um afastamento calculado da ponta do equipamento do sensor para simular situação de queda de irradiância. Desta forma, seis posições foram testadas conforme delineamento experimental representado na Tabela 1. Um afastamento gradativo de 8 mm representou diminuição de eficiência de 20%, ou seja, a cada 8 mm um LED a menos do indicador ligava sendo que 4 mm de afastamento não resultou em acionamento de nenhum LED do aparelho mensurador de eficiência acoplado. Por fim, essas mesmas distâncias foram simuladas no radiômetro de bancada para registro dos parâmetros de irradiação do mesmo aparelho fotopolimerizador objetivando-se verificar relação entre variáveis.

Para a análise do comprimento de onda (nm) e da irradiância (mW/cm<sup>2</sup>), a sonda do aparelho foi posicionada sob os sensores do calibrador e ativadas por um período de 20 segundos. O aparelho possui bateria sendo classificado como Classe II, tipo II conforme a ISO 10650:2018, sendo que foi mantido na base de carregamento por 24 horas previamente a realização dos ensaios.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aparelho testado demonstrou fornecer uma irradiância máxima de 971 mW/cm<sup>2</sup> e um pico espectral único de 454 nm. Durante 20 segundos de acionamento a dose energética fornecida é de 19,5 J/cm<sup>2</sup>, 99,23% de energia emitida na faixa entre 420 a 540 nm (*mid-high range energy*), o que confirma que o aparelho é convencional com típica emissão em um único pico de faixa espectral.

Tabela 1. Delineamento Experimental Utilizado no Estudo

Distância (mm)	LEDs Acionados do Radiômetro Acoplado ao Fotopolimerizador radii Xpert	Irradiância mW/cm <sup>2</sup> Obtida no Radiômetro Controle (Mark)
0 (Controle)	5	971
0,8	4	949
1,6	3	868
2,4	2	701
3,2	1	665
4	0	445

O modelo de regressão linear aplicado foi significativo ( $p=0,002$ ). Observou-se uma relação linear significativa entre o distanciamento da ponteira do fotopolímerizador do radiômetro – mm (variável independente) e a irradiância captada pelo sensor –  $\text{mW/cm}^2$  (variável dependente). Desta forma as variáveis demonstraram serem inversamente proporcionais, pois quanto maior o distanciamento, menor a irradiância registrado pelo radiômetro. O coeficiente de determinação  $R^2$  foi de 0,935 para a relação distanciamento x irradiância (Figura 1). De forma semelhante, a dose de energia x distanciamento mostrou ser inversamente proporcional com base em modelo de regressão linear (Figura 2).

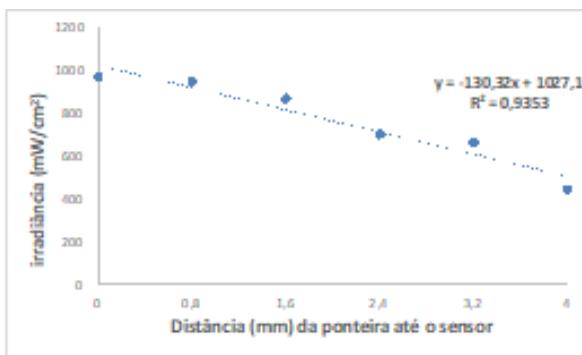


Figura 1. Correlação Inversa Entre Distância da Ponta Ativa e Irradiância

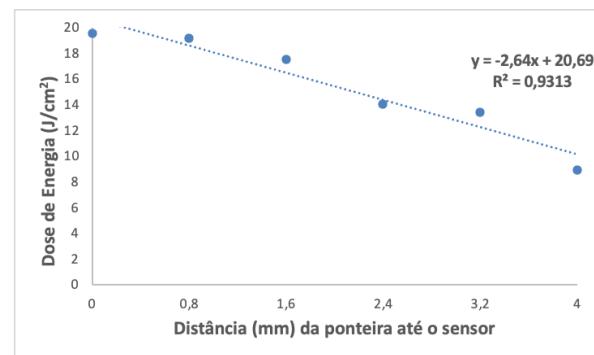


Figura 2. Correlação Inversa Entre Distância da Ponta Ativa e Dose de Energia

Desta forma o recuo progressivo de 8 mm da ponteira do fotopolímerizador demonstrou que o distanciamento é inversamente proporcional a irradiância, e que esse modelo preditivo de regressão mostrou grande ajuste. O radiômetro acoplado demonstrou eficácia em captar variações de irradiância e dose energética aproximadamente entre 65 a 100% a irradiância máxima do aparelho.

A simulação de distanciamento só foi viável devido a tecnologia do fabricante de proporcionar colimação da luz gerada pelo aparelho fotopolímerizador. Esse aspecto técnico diminui a dispersão de luz em situações clínicas onde eventualmente há um inevitável distanciamento entre a sonda do aparelho e o compósito a ser irradiado como, por exemplo, durante a colocação de incrementos na parede de fundo de uma cavidade classe II profunda. Não foi possível a aquisição de dados utilizando a mesma metodologia para o aparelho *multiwave VALO* (Ultradent).

A diminuição de intensidade tem impacto negativo em propriedades seletivas de compósitos fotoativados (RUIZ-PEÑARRIETA et al., 2024). As evidências obtidas reforçam a recomendação que a aferição regular deve ser feita rotineiramente pois a condição da bateria, da ponta da sonda e inclusive fatores técnicos da fonte emissora (LEDs) podem acarretar perda de eficiência e consequentes problemas em relação a materiais odontológicos fotoativados nas rotinas clínicas odontológicas.

#### 4. CONCLUSÕES

Considerando o delineamento experimental utilizado foi possível caracterizar o aparelho fotopolímerizador LED recentemente introduzido no mercado. O sistema de aferição de eficiência acoplado demonstrou capacidade de detectar variações de emissão do aparelho fotopolímerizador. Desta forma, a aferição deve ser realizada de

forma diária e rotineira previamente ao uso dos aparelhos fotopolimerizadores como forma de manter a eficiência destes equipamentos utilizados na Odontologia.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEEREIS, C.T.W., et al. Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: A systematic review and meta-analyses of composition strategies. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, Amsterdã, v. 82, p. 268-281, 2018.

MÜNCHOW, E.A., et al. Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: A systematic review and meta-analyses of technique protocol and photo-activation strategies. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, Amsterdã, v. 82, p. 77-86, 2018.

PRICE, R.B.; FERRACANE, J.L.; SHORTALL, A.C. Light-curing units: a review of what we need to know. **Journal of Dental Research**, Alexandria, v. 94, n. 9, p. 1179-1186, 2015.

**INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION.** ISO 10650:2018 - Dentistry — Powered polymerization activators. Genebra: ISO, 2018.

RUIZ-PEÑARRIETA, M., et al. Relationship between the polymerization distance of monowave and polywave light-curing units and the irradiance and physical properties of dental resin-based composites. **Journal of Oral Science**, Tóquio, v. 66, n. 3, p. 182-188, 2024.

GIANNINI, M., et al. Accuracy of irradiance and power of light-curing units measured with handheld or laboratory grade radiometers. **Brazilian Dental Journal**, Bauru, v. 30, n. 4, p. 397-403, 2019.