

CARACTERIZAÇÃO DE EMISSÃO DE LUZ E GERAÇÃO DE TEMPERATURA DE FOTOPOLIMERIZADORES *MULTIWAVE* DO MERCADO NACIONAL

NATHÁLIA PEREIRA DA SILVA PORTO¹; KATIA CRISTIANE HALL², TATIANA DA SILVA RAMOS³, LUIZA SIMÕES FIGUEIREDO⁴, EVERTON GRANEMANN SOUZA⁵; EVANDRO PIVA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas, FO – nathaliapsporto@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, PPGO/FO - katiachall11@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas, CDCBIO/FO - tsrfarma@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas, PPGCEM/CDTEC - luiza.figueiredo@sou.ucpel.edu.br

⁵Universidade Católica de Pelotas, CCST - evertton.granemann@ucpel.edu.br

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

1. INTRODUÇÃO

A fotoativação consiste na irradiação de luz, através de aparelhos fotopolimerizadores, gerando o processo de conversão de monômeros em polímeros, a polimerização de blendas e compósitos odontológicos (REIS, 2021). A escolha do aparelho, características de emissão, modo de fotoativação deve considerar aspectos de composição de materiais odontológicos como tipo de fotoiniciador utilizado bem como aspectos da técnica de aplicação como a qualidade do material empregado, profundidade de polimerização, controle da tensão de contração, posicionamento da ponteira e tempo de irradiação. Para garantir uma polimerização adequada, é essencial disponibilizar uma quantidade suficiente de irradiação (mW/cm^2) com um comprimento de onda (espectro em nm) adequado ao material (ERNEST, et al., 2018), entregando uma dose de energia (J/cm^2) e dentro de parâmetros de segurança biológica sem aumentos expressivos de temperatura durante a irradiação.

Atualmente, muitos fabricantes de materiais odontológicos não revelam os fotoiniciadores utilizados na composição de materiais odontológicos fotopolimerizáveis. Alguns fotoiniciadores podem requerer comprimentos de onda diferentes daquele emitido pelos aparelhos convencionais desenvolvidos para canforoquinona (470 nm). Neste contexto foram desenvolvidos aparelhos fotopolimerizadores do tipo multiondas também chamados *poliwave* (ROSIN, et al., 2022) que proporcionam a emissão de luz de mais amplo espectro que aparelhos convencionais (RUEGGEBERG, et al., 2011) justamente para aumentar a probabilidade de fornecer a energia no comprimento de onda necessária para ativar não apenas fotoiniciadores tradicionais, como a canforoquinona, mas também fotoiniciadores alternativos (KARATAS, et al., 2016).

Além disso, buscando maior eficiência na conversão monômero-polímero de compostos resinosos e redução do tempo clínico, esses dispositivos são capazes de emitir luz acima de $2.000 \text{ mW}/\text{cm}^2$. Como consequência, mais calor é gerado durante a polimerização, resultando em um aumento considerável na temperatura (RUNNACLES, et al., 2015) e risco biológico ao complexo dentinho-pulpar.

A verificação regular do desempenho da LCU continua sendo esporádica entre os profissionais (ISMAIL, et al., 2023) e vários fatores podem interferir no funcionamento eficiente da unidade de fotopolimerização de LED, como contaminação do guia de luz, danos ao feixe de fibra óptica (TONGTAKSIN, et al., 2017), redução da emissão de luz após repetidas esterilizações e diminuição da carga da bateria (MILLS, et al., 1999). Com isso, é imprescindível que os

equipamentos sejam aferidos regularmente, uma vez que podem ter sua capacidade reduzida com o passar do tempo (AL-ZAIN et al., 2024)

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar aparelhos fotopolimerizadores *poliwaves* disponíveis no mercado brasileiro quanto aos aspectos da emissão e o impacto da mesma na variação de temperatura de

2. METODOLOGIA

Os aparelhos fotopolimerizadores *poliwaves* analisados no estudo foram: Emitter Now Duo (ED, Schuster, n=1), Bluephase N G4 (BN, Ivoclar, n=1), Valo Grand Led (VL, Ultradent, n=1), Ratii Xpert (RX, SDI, n=1) e Quazar Rocket (QR, FGM, n=1).

Para a análise do comprimento de onda (nm) e da irradiância (mW/cm^2), foi utilizado o equipamento *MARC™ Resin Calibrator* (Blue Light Analytics, Halifax, Canadá). Com isso, os aparelhos foram posicionados sob os sensores do calibrador e ativadas por um período de 3-20 segundos, de acordo com o fabricante, gerando gráficos para a análise dos dados. Todos os aparelhos com bateria (Classe II, tipo II da ISO 10650:2018) foram carregados por 12 horas antes do uso para minimizar as possibilidades de erro.

Para a aferição da temperatura, foi utilizado um termopar modelo HH506RA (Omega Engineering, Inc.) que consiste em um termômetro digital portátil projetado para medir temperaturas com alta precisão. Os fotopolimerizadores foram ativados para simular os protocolos de fotoativação sobre o sensor e as temperaturas máximas ($^{\circ}\text{C}$) foram registradas em um intervalo de 3-20 segundos, de acordo com o fabricante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A energia total (J/cm^2), o pico de emissão máximo (nm), a irradiância máxima (mW/cm^2) e a energia emitida nas faixas de 360-420 nm e 420-540 nm dos seis aparelhos fotopolimerizadores analisados estão presentes na tabela 1.

O Quazar Rocket® se destaca com a maior energia total na configuração *Standard* ($4,59 \text{ J}/\text{cm}^2$), seguida pelo modo *High* do VALO® ($3,53 \text{ J}/\text{cm}^2$). O *High Power* do VALO® apresenta a maior irradiância máxima ($5235 \text{ mW}/\text{cm}^2$) quando comparado aos outros aparelhos. Já os aparelhos Emitter Now Duo e o modo *Turbo* do Quazar Rocket® também mostram valores altos de irradiância ($3459 \text{ mW}/\text{cm}^2$ e $2420 \text{ mW}/\text{cm}^2$, respectivamente), sendo que uma alta irradiância favorece situações desafiadoras na clínica como fototivação de cimentos resinosos sob coroas. O Bluephase®, embora tenha maior tempo de ativação no modo *High* (5s) entrega valores do dose de energia compatíveis aos demais aparelhos.

Na avaliação das temperaturas geradas pela fotoativação, o fotopolimerizador ED, em modo normal, foi o que apresentou uma maior elevação térmica. Quando ocorreu a ativação em sequência contínua, o aparelho ED no modo turbo também registrou as maiores temperaturas em comparação com os dispositivos VL e BN.

Tabela 1: Irradiância média detectada no equipamento *Marc Resin Calibrator* para os respectivos aparelhos *poliwave* e diferentes modo de ativação.

Aparelho fotopolimerizador	Fabricante	Modo de ativação (s)	Caracterização da energia emitida		Energia total (J/cm ²)	Pico máximo de emissão (nm)	Irradiância máxima (mW/cm ²)
			360-420 nm	420-540 nm			
VALO®	Ultradent	<i>Standard (20)</i>	10	54,71	64,71	464	3338
		<i>Extra Power (4s)</i>	1,23	5,36	6,59	460	2248
		<i>High Power (3s)</i>	3,53	16,97	20,5	463	5235
Bluephase®	Ivoclar	<i>High (20s)</i>	0,39	5,94	6,34	452	1303
		<i>Soft (10s)</i>	1,25	17,87	19,12	452	1239
		<i>Low (10s)</i>	1,82	11,51	13,33	454	682
Emmitter Now Duo	Schuster	<i>High (3s)</i>	0,09	6,32	6,41	450	1916
		<i>Standard (20s)</i>	0,15	18,49	18,64	452	946
Quazar Rocket®	FGM	<i>Standard (20s)</i>	4,59	24,07	28,66	452	1448
		<i>High (5s)</i>	1,17	6,07	7,24	452	2420
		<i>Turbo (3s)</i>	1,79	8,49	10,28	450	3459

Na análise do comprimento de onda dos aparelhos ED, BN, VL, RX e QR, observou-se que os espectros entre 380-420 nanômetro (nm), característica dos fotopolimerizadores *poliwave*, estavam presentes nos dispositivos VL, QR e BN. Nesse dispositivo, o pico de emissão foi mais expressivo na região em torno de 470 nm, associado à canforoquinona. No entanto, no aparelho ED, o espectro específico de identificação de múltiplos picos de emissão espectral não foi observado, sendo observado apenas um único pico de 450 nm de emissão típicos de aparelhos fotopolimerizadores convencionais.

Deve ser destacado que a aferição periódica é fundamental para garantir a eficácia dos aparelhos fotopolimerizadores, especialmente os recarregáveis, que tendem a perder desempenho com o tempo de uso. É essencial que os fabricantes comprovem as informações comerciais sobre irradiância e tipo de emissão, além de apresentá-las de maneira clara nos manuais de instrução.

4. CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos no presente estudo, foi possível caracterizar os aparelhos quanto a emissão de luz e a segurança biológica. Por parte dos fabricantes são necessárias medidas adicionais em termos de informações técnicas bem como mecanismos que impeçam o religamento imediato após cada ciclo, a fim de evitar o uso inadequado do modo de alta intensidade, que pode representar riscos biológicos durante o processo de fotoativação. Por parte do cirurgião dentista é importante a compreensão de que os fotopolimerizadores necessitam de revisão periódica a fim de manter os melhores parâmetros de eficiência durante a fotoativação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REIS, A.; LOGUERCIO, A. **Materiais Odontológicos Diretos**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2016.

ERNST, C.-P. et al. Visible Light Curing Devices - Irradiance and Use in 302 German Dental Offices. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 20, n. 1, p. 41-55, 2018.

FDI. FDI policy statement on dental amalgam and the Minamata Convention on Mercury. **International Dental Journal**, v. 64, n. 6, p. 295-296, 2014.

ROSIN, M. et al. Resinas compostas: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e257111335128, 2022.

RUEGGERBERG, F. A. State-of-the-art: Dental photocuring—A review. **Dental Materials**, v. 27, n. 1, p. 39-52, 2011.

KARATAS, O. et al. Color changes in resin cement polymerized with different curing lights under indirect restorations. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 19, n. 1, p. 46, 2016.

RUNNACLES, P. et al. Direct measurement of time-dependent anesthetized in vivo human pulp temperature. **Dental Materials**, v. 31, n. 1, p. 53-59, 2015.

ISMAIL, E. H. et al. Shedding light on the problem: Proficiency and maintenance practices of light-curing units among dental assistants. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 36, n. 4, p. 680-689, 2023.

TONGTAKSIN, A.; LEEVAILOJ, C. Battery charge affects the stability of light intensity from light-emitting diode light-curing units. **Operative Dentistry**, v. 42, n. 5, p. 497-504, 2017.

MILLS, R.; JANDT, K.; ASHWORTH, S. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology. **British Dental Journal**, v. 186, n. 8, p. 388-391, 1999.

AL-ZAIN, A. O. et al. Evaluation of the information provided in the instruction manuals of dental light-curing units. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 2024.

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