



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**EDUARDO HENRIQUE DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE FONTE DE LUZ ÚNICA  
(MONO E MULTIWAVE) PARA CIMENTAÇÃO DE  
CERÂMICA**

UBERLÂNDIA  
2022

**EDUARDO HENRIQUE DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE FONTE DE LUZ ÚNICA  
(MONO E MULTIWAVE) PARA CIMENTAÇÃO DE  
CERÂMICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Odontologia da UFU, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Odontologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karla Zancopé

UBERLÂNDIA

2022

EDUARDO HENRIQUE DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DE FONTE DE LUZ ÚNICA  
(MONO E MULTIWAVE) PARA CIMENTAÇÃO DE  
CERÂMICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Odontologia da UFU, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Odontologia.

Uberlândia, 2022.

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Karla Zancopé – Doutora (UFU)

---

Prof.<sup>a</sup> Germana de Villa Camargos – Doutora (UFU)

---

Prof. Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira – Doutor (UFU)

## **AGRADECIMENTOS**

Conquistar o que queremos exige tempo, esforço e muita força de vontade. A concretização deste sonho não foi diferente. Neste momento de imensa alegria e realização é tempo de celebrar e agradecer àqueles que sempre estiveram ao meu lado durante cada passo desta caminhada. Aos meus pais, Genilda e Cristiano, sou imensamente grato pela dedicação, apoio e compreensão. Se hoje comemoro esta vitória é graças a vocês que me permitiram sonhar os mais belos sonhos e conquistar meus objetivos. Aos meus irmãos, Leonardo, Fernando e Nicolas, pelo companheirismo. Aos amigos, meu muito obrigado por sempre estarem ao meu lado e por permitirem que essa jornada fosse tão leve e memorável e sim, digo com convicção que foram presentes que ganhei para a vida. Aos meus professores, especialmente a Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karla Zancopé, sou eternamente grato por todo conhecimento compartilhado. Sobretudo, agradeço a Deus, pelas bençãos e por sempre ter guiado pessoas de luz à minha trajetória. Por fim, meu muito obrigado a todos por vibrarem a cada conquista, torcerem pelo meu sucesso e participarem da minha formação.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa  
ignorância.”

(John F. Kennedy)

## Resumo

**Objetivo:** este trabalho é um estudo qualitativo que visa avaliar o grau de transmitância de luz através de uma lâmina de cerâmica (1mm) e a quantidade de luz que passa por ela, chegando ao topo e a base de diferentes cimentos resinosos. **Materiais e métodos:** três tipos de cimentos resinosos foram utilizados, com diferentes fotoiniciadores: canforoquinona (Megalink Esthetic, Odontomega), sistema APS (Allcem Veneer, FGM) e ivocerin (Variolink Aesthetic LC, Ivoclar Vivadent). Trinta amostras foram confeccionadas e divididas em 6 grupos (n=5). As amostras de cimento resinoso foram feitas no formato de um incisivo central superior (dente 11) e fotoativado sob uma lâmina de cerâmica com espessura de 1,0 mm. Foi utilizado um fotopolimerizador (LCU) que emite dois tipos de luz (mono e multiwave), apenas alterando a ponteira (Radii Xpert, SDI). Foram examinados os perfis dos feixes de todos os grupos com e sem interposição da lâmina de cerâmica (1 mm) e os cimentos. Para obter todas as imagens, o feixe de luz foi examinado com o auxílio de uma câmera de perfil e diferentes filtros. Para comparar a potência radiante emitida foi analisado o tempo de integração até que nenhum pixel fosse saturado da LCU mais potente. Para caracterização das LCU foi posicionada uma tela difusora holográfica de 60°, e as imagens foram capturadas através deste filtro, então este filtro foi removido e a faceta cerâmica com e sem cimento. As imagens foram coletadas usando um software específico. **Resultados:** quanto mais quente for a cor, mais luz está passando. Com a colocação da lâmina de cerâmica, a passagem de luz diminui a cerca de 40% da luz total com a ponta monowave e cerca de 30% com a ponta multiwave. Ao interpor os diferentes cimentos, a quantidade de luz diminui para cerca de 20% com a ponta monowave e cerca de 15% com a ponta multiwave. O cimento Megalink permitiu passar mais luz com a ponta monowave e o cimento Variolink permitiu passar mais luz com a ponta multiwave. **Conclusão:** a colocação da lâmina de cerâmica altera a passagem de luz. Desta forma, foi observado que as diferentes pontas demonstraram diferentes comportamentos tanto no topo quanto na base do cimento. O cimento megalink permitiu passar mais luz com a ponta monowave, já o cimento variolink permitiu passar mais luz com a ponta multiwave.

**Palavras-chaves:** cimento resinoso; fotoiniciador; fotopolimerizador.

## Abstract

**Purpose:** this work is a qualitative study that aims to evaluate the degree of light transmittance on a ceramic blade (1mm) and the amount of light passing through it, reaching the top of different resin cements and the amount of light reaching the base of the different cements. **Materials and methods:** three types of resin cements were used, with different photoinitiators: camphoroquinone (Megalink Esthetic, Odontomega), APS system (Allcem Veneer, FGM) and ivocerin (Variolink Aesthetic LC, Ivoclar Vivadent). Thirty samples were prepared and divided into 6 groups (n=5). The resin cement samples were made in the shape of a central incisor (tooth 11) and photoactivated under a ceramic blade with a thickness of 1,0 mm. A photopolymerizer (LCU) was used that emits two types of light (mono and multiwave), only changing the tip (Radii Xpert, SDI). The profiles were examined beams of all groups with and without interposition of ceramic blade (1 mm) and cements. To obtain all images, the light beam was examined with the aid of a profile camera and different filters. To compare the radiant power emitted the integration time was analyzed until no pixel was saturated from the LCU more potent. For the characterization of the LCUs, a 60° holographic diffuser screen was positioned and the images were captured through this filter, so this filter was removed and the ceramic veneer with and without cement. The images were collected using specific software. **Results:** the hotter it is the color; the more light is passing through. With the placement of the ceramic blade, the light pass drops about 40% of the total light with the monowave tip and about 30% with the multiwave tip. When interposing the different cements, the amount of light decreases to about 20% with the monowave tip and about 15% with the multiwave tip. Megalink cement allowed more light to pass through the tip monowave and the Variolink cement allowed more light to pass through with the multiwave tip. **Conclusion:** the placement of the ceramic blade changes the passage of light. In this way, it was observed that the different tips showed different behaviours both at the top and at the base of the cement. The megalink cement allowed more light to pass with the monowave tip, while the variolink cement allowed more light to pass with the multiwave tip.

**Keywords:** resin cement; photoinitiator; photopolymerizer.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
	2.1. Preparação dos espécimes.....	11
	2.2. Distribuição dos grupos.....	13
	2.3. Transmissão de luz – perfil do feixe.....	13
3	RESULTADOS.....	15
4	DISCUSSÃO.....	16
5	CONCLUSÃO.....	18
6	REFERÊNCIAS.....	19



## 1. INTRODUÇÃO

A fotopolimerização tem recebido a atenção especial devido às inúmeras aplicações e a sua importância na área de materiais. Fotopolimerização é uma reação química em que o processo é ativado pela luz e moléculas de monômeros reagem para formar cadeias poliméricas tridimensionais (Soares CJ *et al.*, 2017). Os primeiros aparelhos fotoativadores, classificados como de primeira geração, eram à base de LEDs (luz emitida por diodo), e conforme o advento de novos materiais, principalmente, na área da odontologia, foram sendo aprimorados gradativamente.

A partir desse ideal, para solucionar as lacunas existentes, surgiram novos aparelhos fotoativadores, classificados como de segunda geração. Assim como os da primeira geração, mostram um pico de emissão (monowave) que corresponde ao espectro de absorção de CQ (430-500 nm) (Contreras SCM *et al.*, 2021). Os da terceira geração, considerados dispositivos de amplo espectro têm dois ou mais picos de emissão (multiwave) com comprimentos de onda mais estreitos, que garantem a ativação de fotoiniciadores, como a canforoquinona, o TPO (óxido trimetilfosfínico), Ivocerin (benzonil germânico) e PPD (fenil propanodiona) (Rocha MG *et al.*, 2022; Price RB *et al.*, 2020). A SDI (SDI Limited., Victoria, Australia) lançou no mercado um aparelho fotoativador que possui as duas possibilidades de pico de emissão, apenas trocando a ponta do aparelho: uma ponta monowave e uma ponta multiwave.

Desse modo, é evidente que a qualidade do polímero formado está intimamente relacionada com fonte de luz emitida, sendo então importante considerar a qualidade do aparelho fotopolimerizador. Consequentemente, para uma adequada fotopolimerização de materiais, o grau de conversão dos monômeros depende de alguns fatores, como: intensidade e comprimento de onda da luz emitida pelo aparelho fotopolimerizador, tempo de exposição à luz, volume de material a ser fotopolimerizado, quantidade e tipo de fotoiniciador presente no material, distância da ponta do aparelho fotopolimerizador em relação ao material a ser fotopolimerizado, bem como a questão de interposição de camadas de diferentes materiais (Pereira SK *et al.*, 1997).

Alguns materiais reagem a emissão de luz, entre eles, temos os cimentos resinosos que são resinas compostas, porém com menor quantidade de carga, a fim de apresentarem a fluidez necessária para a cimentação. Quanto à reação de polimerização, os cimentos resinosos podem ser classificados em: autopolimerizáveis,

polimerizáveis por ação de luz visível e dupla reação ("dual"). Neste último, a reação de polimerização é iniciada pela emissão da luz visível e segue por uma reação química. Essa categoria serve para assegurar a completa polimerização do cimento, mesmo sob restauração opacas e espessas, onde a luz não é capaz de alcançar (Carvalho RM & Prakki A, 2001).

A polimerização adequada do cimento resinoso sob restaurações cerâmicas é um fator importante para a obtenção de suas propriedades físicas. Assim sendo, verificar a quantidade de luz transmitida através de restaurações cerâmicas é um aspecto determinante, visto que n fatores são postos em análise, como intensidade da luz da unidade fotopolimerizador, bem como a espessura, tipo, translucidez e cor dos materiais cerâmicos utilizados. Esses coeficientes influem diretamente no nível de transmitância da luz (Oh S *et al.*, 2018).

Portanto, o objetivo desse estudo é avaliar o grau de transmitância de luz em uma lâmina de cerâmica de dissilicato de lítio (1mm) que simula uma faceta de cerâmica e a quantidade de luz que passa por ela, chegando ao topo de diferentes cimentos resinosos (interface com a cerâmica) e a quantidade de luz que chega a base dos diferentes cimentos (interface com o dente restaurado).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Três tipos de cimentos resinosos fotoativados com diferentes fotoiniciadores foram utilizados neste estudo, de acordo com a tabela 1.

NOME	FABRICANTE	FOTOINICIADOR	COR
<b>Variolink Aesthetic LC</b>	Ivoclar Vivadent	Ivocerin	Translúcido
<b>Allcem Veneer</b>	FGM	APS	Translúcido
<b>Megalink Esthetic</b>	Odontomega	Canforoquinona	Translúcido

**Tabela 1.** Informações dos cimentos resinosos utilizados no estudo.

Um bloco cerâmico de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) HT/A1/C14 foi cortado na espessura de 1 mm, simulando uma faceta, usando uma serra de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). A amostra cerâmica foi então cristalizada em um forno odontológico (Programat EP 3010, Ivoclar Vivadent). Não foi realizado tratamento na superfície da cerâmica. O fotopolimerizador Rarii Xpert (SDI Limited., Victoria, Austrália) com duas pontas de fonte de luz, uma monowave e uma multiwave, com intensidade de luz de 1500mW/cm<sup>2</sup>, foi utilizado para fotopolimerizar os cimentos de acordo com cada grupo experimental (Tabela 2).

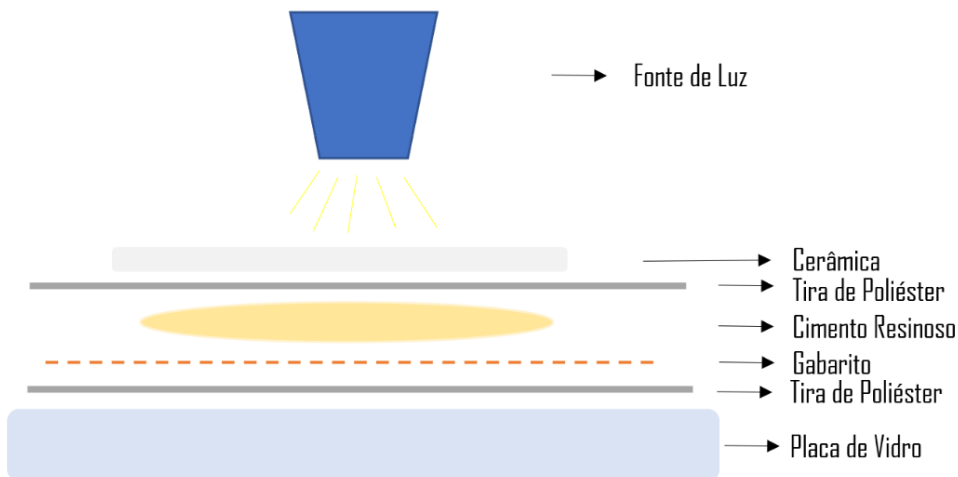
<b>MULTIWAVE</b>	SDI Limited	395 – 480 nm	Violeta e Azul
<b>MONOWAVE</b>	SDI Limited	440 – 480 nm	Azul

**Tabela 2.** Informações unidades de fotoativação (LCU).

### 2.1. Preparação dos espécimes

As amostras foram inicialmente desenvolvidas usando um gabarito seguindo a forma de um incisivo central superior. Foi utilizada uma placa de acetato transparente

de 3 mm de espessura. Nesta placa foi desenhado um incisivo central superior (dente 11), tomando como referência a forma trapezoidal do dente, com 10 mm de altura e 9 mm de largura e recortado com ponta diamantada nº 3122 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil). Com o corte e o tamanho ideal feito na placa, as amostras foram confeccionadas com cimento resinoso da seguinte forma: inicialmente foi colocada uma placa de vidro como suporte, uma tira de poliéster por cima e depois a placa de acetato com o molde do dente, uma porção do cimento resinoso, foi colocada outra tira de poliéster e a amostra cerâmica com 1 mm de espessura (figura 1), seguida de fotopolimerização por 40 segundos. Vale ressaltar que em todas as amostras, o cimento presente foi fotoativado uma única vez no centro.



**Figura 1.** Ordem de preparação das amostras.

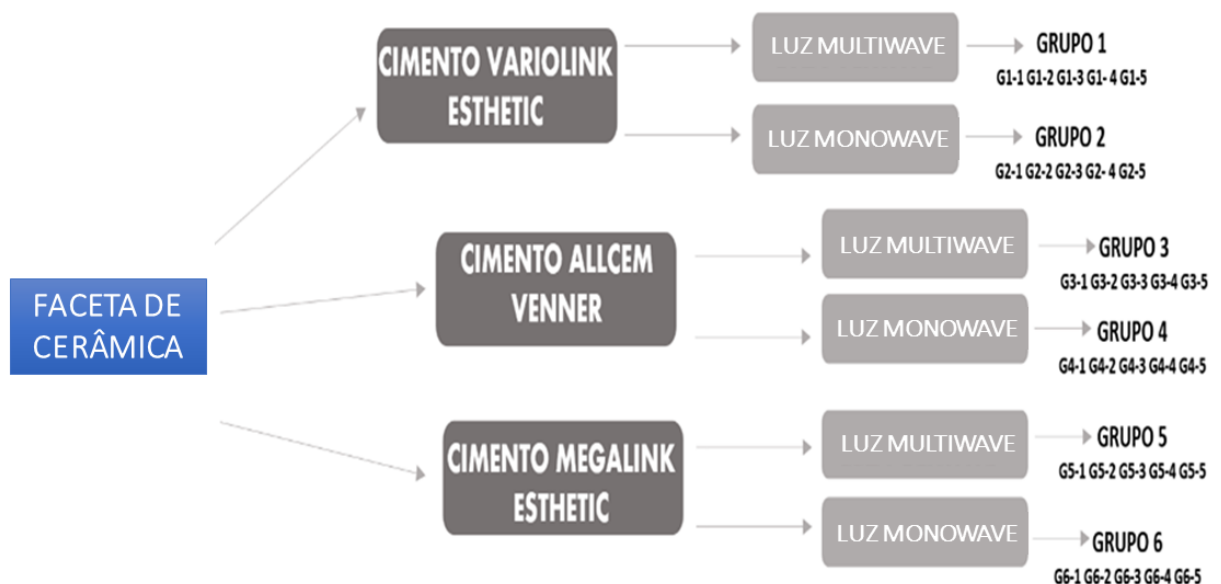
Para fotoativar as amostras, foi utilizado o Rádi Xpert (SDI Limited, Victoria, Austrália), pois em um único aparelho é possível colocar uma ponta multiwave ou monowave (Figura 2). O dispositivo foi posicionado em um suporte específico para que o equipamento não se movimente durante a fotoativação para a produção das amostras. Utilizando as duas ponteiros fornecidas pelo fabricante, as amostras foram fotoativadas de acordo com os grupos pré-definidos. Após a fotoativação, o cimento foi inserido na placa de acetato, exatamente no formato do dente. As amostras foram armazenadas em uma incubadora por 24 horas até os exames laboratoriais.



**Figura 2.** Equipamento de fotopolimerização e as duas pontas.

## 2.2. Distribuição dos grupos

Foram utilizadas 30 amostras, divididas em 6 grupos, e 3 tipos de cimentos resinosos fotoativáveis, alterando a fonte de luz entre multiwave e monowave. Dentro de cada amostra, foram avaliadas 5 regiões diferentes (cervical, mesial, distal, centro e incisal), gerando os seguintes grupos experimentais:



## 2.3. Transmissão de luz - perfil do feixe

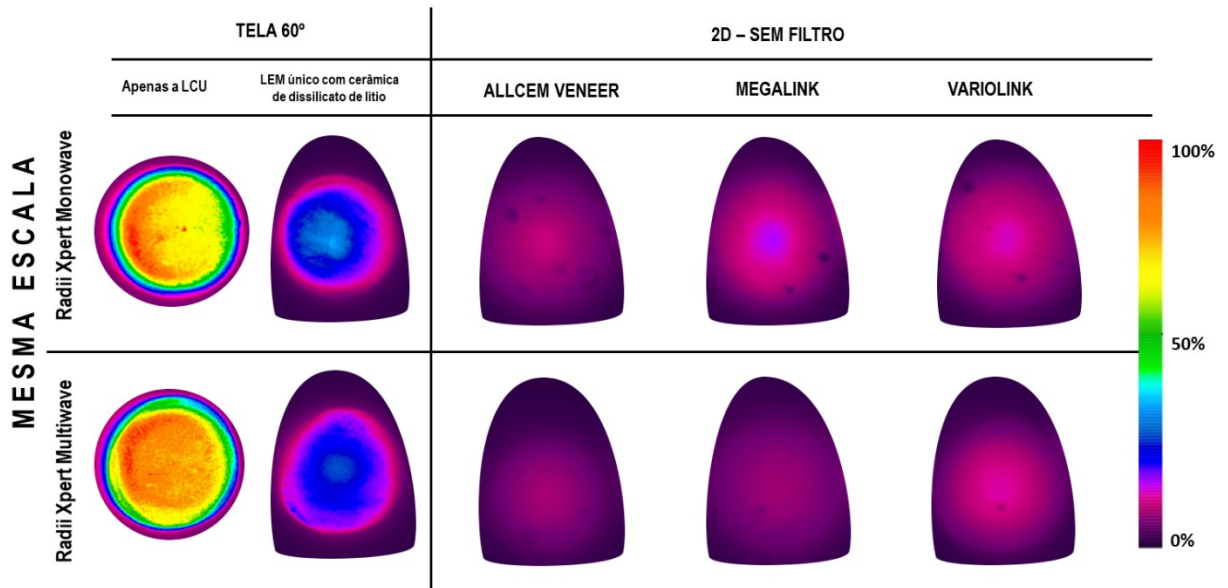
Foram examinados os perfis dos feixes de todos os grupos com e sem a interposição da cerâmica e do cimento. Para obter todas as imagens, o feixe de luz foi examinado do outro lado da ponta usando uma câmera de perfil com lente de distância

focal de 50 mm (SP928, Ophir-Spiricon, Logan, UT, EUA) com 2 filtros azuis (HOYA UV-VIS colorido filtro passa-banda de vidro - Edmund Industrial Optics, Barrington, NJ, EUA) e 2 filtros de densidade neutra (5,0 e 0,5, Edmund Optics). Para comparar toda a potência radiante emitida pelas unidades de fotoativação (LCUs) no perfil do feixe, o tempo de integração foi adquirido primeiro para cada LCU até que nenhum pixel fosse saturado da LCU mais potente. Em seguida, a mesma configuração foi usada para gravar todas as imagens de perfil de feixe das LCUs usadas neste estudo.

Para caracterização das LCUs foi posicionada uma tela difusora holográfica de 60° (Edmund Optics), e as imagens foram capturadas através deste filtro. Então, este filtro foi removido e a lâmina de cerâmica (dissilicato de lítio de 1 mm de espessura) com e sem cimento resinoso foi posicionada e as imagens foram capturadas através destes materiais. As imagens foram coletadas usando um software específico (Beam Gage professional 6.14.0.355, Ophir-Spiricon, North Logan, UT, EUA).

### 3. RESULTADOS

Os resultados da caracterização da fonte de luz estão mostrados na figura 3.



**Figura 3.** Caracterização da fonte de luz.

Com o experimento, foi observado que quanto mais quente for a cor, mais luz está passando. Desta forma, podemos observar que, com a colocação da lâmina de 1mm de dissilicato de lítio, a quantidade de luz que consegue passar cai para cerca de 40% da luz total para a ponta monowave e cerca de 30% para a ponta multiwave.

Quando consideramos o que passa de luz quando colocamos também os diferentes cimentos, podemos observar que a quantidade de luz cai para cerca de 20% para a ponta monowave e cerca de 15% para a ponta multiwave. O cimento Megalink permitiu passar mais luz com a ponta monowave e o cimento Variolink permitiu passar mais luz com a ponta multiwave.

## 4. DISCUSSÃO

Clinicamente, para a instalação bem sucedida de cerâmicas é necessário que o cimento resinoso atinja propriedades físicas ideais através da polimerização, por essa razão a transmitância da luz através da cerâmica deve ser considerada adequada (Oh S *et al.*, 2018). O sucesso da polimerização depende da correspondência da emissão espectral da unidade de fotoativação (LCU) com os requisitos do sistema fotoiniciador para converter os monômeros em uma rede de polímeros (Gajewski VE *et al.*, 2012). Em outras palavras, a ativação do fotoiniciador ocorre em comprimentos de onda específicos e a eficiência ótima é obtida se o pico de absorvidade do fotoiniciador corresponde à emissão espectral da unidade de fotoativação (LCU).

Um fato a ser considerado ao escolher uma fonte de luz é o pico de emissão e quais tipo de fotoiniciador poderá ser sensibilizado, por exemplo, os aparelhos à base de LEDS emitem luz azul com comprimento de onda entre 425 nm e 475 nm, coincidindo como pico máximo de absorção da canforoquinona (465 nm), fotoiniciador comumente presente nos materiais resinosos (Godoy EP *et al.*, 2007). De acordo com o fabricante, o sistema APS é uma união de diferentes fotoiniciadores, juntamente com a canforoquinona, que é melhor absorvida pela luz azul, isso justifica a indiferença no uso de luz multiwave e monowave, sabendo que a luz violeta tem menor penetração neste tipo de fotoiniciador.

Em relação ao ivocerin (Variolink Esthetic, Ivocalr Vivadent), alega-se que quando exposto à luz resulta em uma clivagem da ligação química dentro do próprio fotoiniciador, que reage com o monômero para formar uma rede de polimerização (Rueggeberg FA *et al.*, 2017). Segundo estudos (Moszner *et al.*, 2008; Jerri BA *et al.*, 2015; Ilie N *et al.*, 2017) o ivocerin seria um fotoiniciador que tem a polimerização maior e mais rápida em profundidade, reatividade superior à luz de cura com uma ampla faixa de comprimento de onda de 370nm a 460nm em comparação com a canforoquinona.

Neste estudo, observamos que com a colocação da lâmina de 1 mm de dissilicato de lítio, a quantidade de luz que consegue passar cai para cerca de 40% da luz total para a ponta monowave e cerca de 30% para a ponta multiwave. Vale ressaltar que diferentes tons de cerâmicas e o polimento da superfície podem atenuar a passagem de luz.



Nesta perspectiva, os valores dos picos de absorção de luz de cada fotoiniciador são importantes, pois demonstram a capacidade das unidades de fotoativação (LCUs) em promover um grau adequado de conversão (Boeira PO *et al.*, 2021). Esta característica é clinicamente importante, pois um grau de conversão não adequado pode impactar no resultado final.

Dessa forma, ao utilizar um fotopolimerizador com duas pontas de fonte de luz, uma monowave (440-480 nm, cor azul) e uma multiwave (395-480 nm, cores violeta e azul), com intensidade de luz de 1500mW/cm<sup>2</sup>, demonstraram que apresentam diferentes ações ao depender, por exemplo, do tipo de cimento selecionado, visto que ao colocar os diferentes cimentos, podemos observar que a quantidade de luz cai para cerca de 20% para a ponta monowave e cerca de 15% para a ponta multiwave.

Por fim, este estudo demonstrou que a unidade de fotoativação (LCU) deve ser escolhida de acordo com as características da cerâmica e com o cimento resinoso preferível, o qual deve apresentar um fotoiniciador que possa ser ativado por um espectro específico de emissão de luz.

## 5. CONCLUSÃO

Com esse estudo, foi observado que o tipo de unidade de fotoativação é um ponto trivial no sucesso de cimentação de cerâmicas, visto que a passagem de luz pelos diferentes materiais é um dos fatores a serem levado em consideração. Concluímos que a colocação da lâmina de cerâmica altera a passagem de luz.

Desta forma, foi observado que as diferentes pontas demonstraram diferentes comportamentos tanto no topo quanto na base do cimento. O cimento megalink permitiu passar mais luz com a ponta monowave, já o cimento variolink permitiu passar mais luz com a ponta multiwave. Além disso, é notório que o cimento fotopolimerizável é melhor indicado para cerâmicas menos espessas, visto que neste estudo, algumas áreas sofreram atenuação na passagem de luz.

## 6. REFERÊNCIAS

- Alkudhairy F, AlKheraif A, Naseem M, Khan R, Vohra F. Degree of conversion and depth of cure of Ivocerin containing photo-polymerized resin luting cement in comparison to conventional luting agents. *Pak J Med Sci.* 2018 Mar-Apr;34(2):253-259.
- Boeira PO, Kinalski MA, Santos MBF, Moraes RR, Lima GS. Polywave and monowave light-curing units effects on polymerization efficiency of different photoinitiators. *Braz Dent Sci* 2021 Oct/Dec;24(4).
- Carvalho RM; Prakki A. Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. *Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos.* São José dos Campos, v.4, n.1, p.21-26, Jan-Abr. 2001.
- Contreras SCM, Jurema ALB, Claudino ES, Bresciani E, Caneppele TMF. Monowave and polywave light-curing of bulk-fill resin composites: degree of conversion and marginal adaptation following thermomechanical aging. *Biomater Investig Dent* 2021 Jul; 8:72-78
- Gajewski VE, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J* 2012;23:508-514.
- Godoy EP, Pereira SK, Carvalho BM, Martins GC, Franco APGO. Aparelhos fotopolimerizadores: elevação de temperatura produzida por meio da dentina e durante a polimerização da resina composta. *Rev. Clín. Pesq. Odontol.*, 2007; 3(1):11-20.
- Ilie N. Impact of light transmittance mode on polymerisation kinetics in bulk-fill resin-based composites. *J Dent.* 2017;63:51-59.
- Jerri BA. Evaluate polymer degree of conversion of bulk-fill composite restoration. *IOSR J Dent Med Sci.* 2015;14(9):75-79.
- Moszner N, Fischer UK, Ganster B, Liska R, Rheinberger V. Benzoyl germanium derivatives as novel visible light photoinitiators for dental materials. *Dent Mater.* 2008;24(7):901-907.
- Oh S, Shin SM, Kim HJ, Paek J, Kim SJ, Yoon TH, Kim SY. Influence of glass-based dental ceramic type and thickness with identical shade on the light transmittance and the degree of conversion of resin cement. *Int J Oral Sci.* 2018 Mar 2;10(1):5.

Pereira SK, Porto CLA, Mandarino F, Rodrigues Júnior AL. Intensidade de luz e profundidade de polimerização de aparelhos fotopolimerizadores. Revista da APCD, 1997; 51(3): 257-260.

Price RB, Ferracane JL, Hickel R, Sullivan B. The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. International dental journal. 2020, Jan;70:407-17

Rocha MG, Maucoski C, Roulet JF, Price RB. Depth of cure of 10 resin-based composites light-activated using a laser diode, multi-peak, and single-peak light-emitting diode curing lights. J Dent. 2022 Jul;122:104141.

Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. Braz Oral Res. 2017; 31 (Suppl 1):e61.vol31.0061.

Soares CJ, Faria-E-Silva AL, Rodrigues MP, Vilela ABF, Pfeifer CS, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? Braz Oral Res 2017 Aug; 31: 1807-3107