

Tópicos Especiais em Dentística

**FOTOPOLIMERIZADORES:
saiba como escolher
e usar de forma adequada**

Darlon Martins Lima
Bruna Ramos da Costa
Daniel Coelho de Carvalho
Nádia Vanessa de Carvalho Figueirêdo
Olívia Maria de Carvalho Figueirêdo
Leily Macedo Firoozmand



AUTORES

Darlon Martins Lima
Bruna Ramos da Costa
Daniel Coelho de Carvalho
Nádia Vanessa de Carvalho Figueirêdo
Olívia Maria de Carvalho Figueirêdo
Leily Macedo Firoozmand

**FOTOPOLIMERIZADORES:
SAIBA COMO ESCOLHER E
USAR DE FORMA ADEQUADA**

SÃO LUÍS



EDUFMA

2023

Copyright © 2023 by EDUFMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Natalino Salgado Filho
Reitor

Prof. Dr. Marcos Fábio Belo Matos
Vice-Reitor

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Sanatiel de Jesus Pereira
Diretor

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Antônio Alexandre Isídio Cardoso
Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarçoni
Prof. Dr. André da Silva Freires
Prof. Dr. José Dino Costa Cavalcante
Prof^a. Dra. Diana Rocha da Silva
Prof^a. Dra. Gisélia Brito dos Santos
Prof. Dr. Edson Ferreira da Costa
Prof. Dr. Marcos Nicolau Santos da Silva
Prof. Dr. Carlos Delano Rodrigues
Prof^a. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro
Prof. Dr. João Batista Garcia
Prof. Dr. Flávio Luiz de Castro Freitas
Bibliotecária Dra. Suênia Oliveira Mendes
Prof. Dr. José Ribamar Ferreira Junior

Revisão

Prof. Dr. Darlon Martins Lima
Profa. Dra. Lelily Macedo Firoozmand

Autores e Projeto Gráfico
Bruna Ramos da Costa
Daniel Coelho de Carvalho
Nádia Vanessa de Carvalho Figueirêdo
Olívia Maria de Carvalho Figueirêdo

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Fotopolimerizadores [recurso eletrônico]: saiba como escolher e usar de forma adequada / Darlon Martins Lima... [et al.]. - São Luís:EDUFMA, 2023.

71 p.: il. (Tópicos Especiais em Dentística).

Modo de acesso: World Wide Web

<www.edufma.ufma.br>

ISBN 978-65-5363-249-3

1. Fotopolimerizadores. 2. Fotoativação. 3. Fotopolimerizador - Uso - Biossegurança. I. Lima, Darlon Martins. II. Costa, Bruna Ramos da. III. Carvalho, Daniel Coelho de. IV. Figueirêdo, Nádia Vanessa de Carvalho. V. Figueirêdo, Olívia Maria de Carvalho. VI. Firoozmand, Lelily Macedo.

CDD 617.6

CDU 616.314:544.522.122

Criado no Brasil [2023]

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotocópia, microimagem, gravação ou outro, sem permissão do autor.

EDUFMA | Editora da UFMA

Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga

CEP: 65080-805 | São Luís | MA | Brasil

Telefone: (98) 3272-8157

www.edufma.ufma.br | edufma@ufma.br

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus pela vida.

Agradecemos a própria equipe de trabalho pelo apoio interno que contribuiu para o crescimento individual de cada um, a nossos pais e familiares pelo apoio de sempre.

Ao corpo docente da Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em especial aos professores coordenadores da disciplinas "Tópicos Especiais em Dentística Restauradora" que oportunizaram a criação desse trabalho.

A EDUFMA que viabilizou a editoração e publicação deste projeto e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização.

PREFÁCIO

No decorrer deste e-book, gostaríamos que este se tornasse um manual a todos os alunos de graduação em Odontologia e Cirurgiões-dentistas.

Abordaremos este tema de forma simplificada e didática.

Veremos o que é a fotoativação, as técnicas de fotopolimerização, a evolução dos aparelhos, os tipos de fotopolimerizadores mais utilizados na atualidade e o desempenho dos materiais diante dos diferentes fotopolimerizadores influenciando na fotoativação e portanto no sucesso clínico.

Finalizamos esse e-book com dicas para ajudar os colegas a adquirir um equipamento ideal para a sua realidade clínica e também a manutenção para que a longevidade do mesmo seja alcançada.

Todo este conteúdo deste ebook está embasado na literatura publicada até o presente momento.

Boa leitura!

EQUIPE AUTORA



DARLON MARTINS LIMA

Especialista, Mestre e Doutor em
Dentística Restauradora (UNESP)
Docente do Programa de Pós-
Graduação em Odontologia (PPGO-
UFMA)



LEILY MACEDO FIROOZMAND

Especialista, Mestre e Doutora em
Odontologia Restauradora
(UNESP), Pós Doc (UIC, Chicago,
EUA)
Docente do Programa de Pós-
Graduação em Odontologia
(PPGO-UFMA)



**NÁDIA VANESSA DE
CARVALHO FIGUEIRÊDO**

Cirurgiã-Dentista
Ortodontista
Mestranda em
Odontologia (PPGO-
UFMA)



**BRUNA RAMOS DA
COSTA**

Cirurgiã-Dentista
Esp Residência
Multiprofissional
Mestranda em
Odontologia (PPGO-
UFMA)



**DANIEL COELHO DE
CARVALHO**

Cirurgião-Dentista
Esp Prótese Dentária
Mestrando em
Odontologia (PPGO-
UFMA)



**OLÍVIA MARIA DE CARVALHO
FIGUEIREDO**

Cirurgiã-Dentista
Ortodontista
Mestranda em Odontologia (PPGO-
UFMA)

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO.....	PÁG 8
1	CAPÍTULO 1 - PROPRIEDADES DA FOTOPOLIMERIZAÇÃO.....	PÁG 10
2	CAPÍTULO 2 - APARELHOS FOTOPOLIMERIZADORES.....	PÁG 27
3	CAPÍTULO 3 - FATORES QUE DETERMINAM A FOTOPOLIMERIZAÇÃO.....	PÁG 36
4	CAPÍTULO 4 - FOTOATIVAÇÃO DE MATERIAIS RESINOSOS E SISTEMAS ADESIVOS.....	PÁG 48
5	CAPÍTULO 5 - DICAS CLÍNICAS.....	PÁG 57
6	CAPÍTULO 6 - A BIOSSEGURANÇA NO USO DO FOTOPOLIMERIZADOR.....	PÁG 62
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	PÁG 67
	REFERÊNCIAS.....	PÁG 68

INTRODUÇÃO

FOTOPOLIMERIZAÇÃO

TAMBÉM CHAMADA DE FOTOATIVAÇÃO É UMA TÉCNICA UTILIZADA NA ODONTOLOGIA ADESIVA, POR MEIO DE EQUIPAMENTO (FOTOPOLIMERIZADOR) QUE EMITE UM COMPRIMENTO DE LUZ ESPECÍFICO, CAPAZ DE ATIVAR O PROCESSO DE POLIMERIZAÇÃO DOS MONÔMEROS E OS TRANSFORMAR EM POLÍMEROS.



Para tal processo ser efetivo, conferindo longevidade aos tratamentos, é necessário entender sobre o funcionamento desses equipamentos, a luz e suas propriedades, bem como as técnicas mais recomendadas.

GAGLIANONE et al 2012



Convidamos você a seguir conosco, aprofundando seu conhecimento na área e esperamos agregar com a sua prática clínica.

Os primeiros sistemas de fotopolimerização eram feitos por raios ultravioleta (UV), que produziam ondas de comprimento entre 340 nm e 380 nm. Porém tinham como principal desvantagem baixa profundidade de polimerização e troca constante das lâmpadas.

GAGLIANONE et al 2012



As lâmpadas halógenas de quartzo-tungstênio, utilizadas desde 1970, emitem luz quando o filamento de tungstênio é aquecido a altas temperaturas, e essas lâmpadas funcionam em um amplo espectro de comprimentos de onda, entre 400 e 500 mW/cm². Como vantagens, tem a sua efetividade e baixo custo e quanto às desvantagens incluem superaquecimento da lâmpada e degradação a longo prazo dela e do filtro, que reduz a eficácia ao longo do tempo.

MASIOLI et al., 2012

A tecnologia LED foi introduzida em 1990, como uma alternativa de fonte de cura de materiais restauradores dentários para superar os problemas inerentes dos aparelhos de luz halógena. LEDs consomem pouca energia e não requerem filtros para produzir luz azul. No entanto, os LEDs emitem luz dentro de um espectro de comprimento de onda muito mais estreito, de 450 e 490 nm, com um pico a 470 nm.

GAGLIANONE et al 2012; MASIOLI et. al, 2012

- CAPÍTULO 1 -



PROPRIEDADES DA FOTOPOLIMERIZAÇÃO

Que luz é essa?



A luz é um tipo de **onda eletromagnética** que transmite **energia** pelos meios (ar, água, materiais biológicos e artificiais) e é perceptível ao olho humano.

A tonalidade da luz é determinada pela quantidade de oscilações sofridas a cada segundo.

CONCEIÇÃO et al., 2007

Em várias especialidades Odontológicas são usados materiais fotoativados como:

- Resinas compostas;
- Sistemas adesivos;
- Selantes de fóssulas e fissuras;
- Cimentos resinosos;
- Barreiras gengivais, etc.



MONDELLI et al., 2004.

VAMOS ENTENDER
O QUE É O ESPECTRO
VISÍVEL DE LUZ?



REGIÃO DO
ULTRAVIOLETA

REGIÃO DO
INFRAVERMELHO



COMPRIMENTO DE ONDA NM

↑
400 NM

↑
460 NM

↑
500 NM

↑
600 NM

↑
700 NM

FAIXA DE LUZ APROXIMADA USADA PELOS
FOTOPOLIMERIZADORES DE LED

Quais seriam
então, as
propriedades
físicas dessa **LUZ** ?



**INTENSIDADE DE
LUZ**

**DENSIDADE DE
ENERGIA**

IRRADIÂNCIA



Intensidade de luz é a quantidade de luz emitida pela unidade fotoativadora, sua medida é expressa em mW/cm^2 .

(MASIOLI et. al, 2012).



Densidade de energia é a energia total resultante ou energia disponível. Sua medida é expressa através da multiplicação da intensidade de luz (mW/cm^2) pelo tempo (segundos).

(MASIOLI et. al, 2012).



Irradiância é a quantidade de energia que chega ao material a ser ativado pela luz.

(Ajaj et al. 2018)



**HÁ ALGO IMPORTANTE SOBRE
O COMPRIMENTO DE ONDA
DA LUZ E A POTÊNCIA.**



FOTOPOLIMERIZADOR A FOTOPOLIMERIZADOR B

100 MW/CM²



1.000 MW/CM²



**AMBOS COM FÓTONS DE MESMO
COMPRIMENTO DE ONDA (470NM)**

Dois aparelhos com o mesmo comprimento de onda, podem ter potências diferentes. E é isso o que causa uma entrega (irradiância) diferente de energia (Joule) ao material resinoso.



O que são os **FOTOINICIADORES?**

São compostos responsáveis por iniciar a conversão DE MONÔMEROS EM POLÍMEROS.



É MUITO IMPORTANTE VOCÊ SABER QUAL O **FOTOINICIADOR** PRESENTE NOS MATERIAIS UTILIZADOS



Ivocerin®

IVOCERIN (TETRIC EVO)

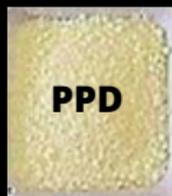
≅ 390-450NM.

MENOR STRESS DE CONTRAÇÃO E MELHOR ESTABILIDADE DE COR

PHENYL PROPANODIONA (PPD)

≅ 393NM

COR MAIS CLARA
MAIOR GRAU DE CONVERSÃO DE MONÔMEROS EM POLÍMEROS



PPD

CANFOROQUINONA + AMINA TERCIÁRIA (CQ/TA)

≅ 450-500NM (PICO MÁXIMO 465NM)

40 ANOS DE USO; MAIS USADO NOS MATERIAIS RESINOSOS; DESVANTAGEM: FALTA DE ESTABILIDADE DE COR (AMARELADA) CAUSADA PELA AMINA, E GRANDE CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO.



CQ

LUCEDRIN (TPO)

≅ 380-425NM

COR MAIS CLARA
MAIORES VALORES DE GRAU DE CONVERSÃO COM MENOR EXPOSIÇÃO A LUZ.



TPO

BIS-ACRYL- PHOSPHINOXIDE (BAPO)

≅ 320-390NM (COM PICO DE 381 NM)

COR MAIS CLARA
MAIORES VALORES DE GRAU DE CONVERSÃO COM MENOR EXPOSIÇÃO A LUZ.

**É MUITO IMPORTANTE
CONHECER OS TIPOS DE
LUZ QUE EXISTEM, PARA
DEPOIS ENTENDERMOS A
EVOLUÇÃO DOS
FOTOPOLIMERIZADORES.
VAMOS LÁ?**



TIPOS DE LUZ:

ULTRAVIOLETA (UV)

HALÓGENAS DE QUARTZO-TUNGSTÊNIO

LASER DE ARGÔNIO E ARCO PLASMA

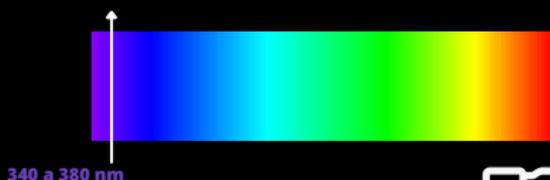
LUZ EMITIDA POR DIODO (LED)



**VAMOS CONHECER AS VANTAGENS E
DESVANTAGENS DESSAS LUZES?**

TIPOS DE LUZ

ULTRAVIOLETA (UV)



DESVANTAGEM

- Baixa profundidade de polimerização;
- Troca constante das lâmpadas;
- Prejudicial aos tecidos biológicos do operador e paciente.



HALÓGENAS DE QUARTZO-TUNGSTÊNIO

- Comprimento de onda: 400 a 500 mW/cm²;
- Alta efetividade ;
- Baixo custo.



DESVANTAGEM

- Superaquecimento;
- Degradação da lâmpada a longo prazo e do filtro;
- Baixa efetividade a longo do tempo se não houver manutenção.



LASER DE ARGÔNIO E ARCO PLASMA

Luz eficiente para fotopolimerizar a resina composta

DESVANTAGEM

Alto custo

Possíveis danos ao tecido pulpar devido ao calor exagerado



LED – LUZ EMITIDA POR DIODO

VANTAGEM

Consomem pouca energia e não requerem filtros para produzir luz azul



DESVANTAGEM

Comprimento de onda muito mais estreito, de $\cong 450$ e 490 nm, com um pico a 470 nm;

Destacam-se por ser pequeno e eficiente em energia;

Bateria de níquel-hidreto metálico de alto desempenho (NiMH) ou de ion-lítio.





QUAIS OS MÉTODOS DE FOTOATIVAÇÃO?



UNIFORME CONTÍNUA

- Luz constante do início ao fim, na potência máxima do aparelho.



STEPED

- Baixo valor inicial de intensidade de luz (período determinado)
- Alto valor de intensidade de luz por tempo específico



MODO ESCALONADO (RAMPED)

- Baixo valor de intensidade de luz (gradativamente vai aumentando)
- Permanece pelo tempo restante da exposição



PULSED

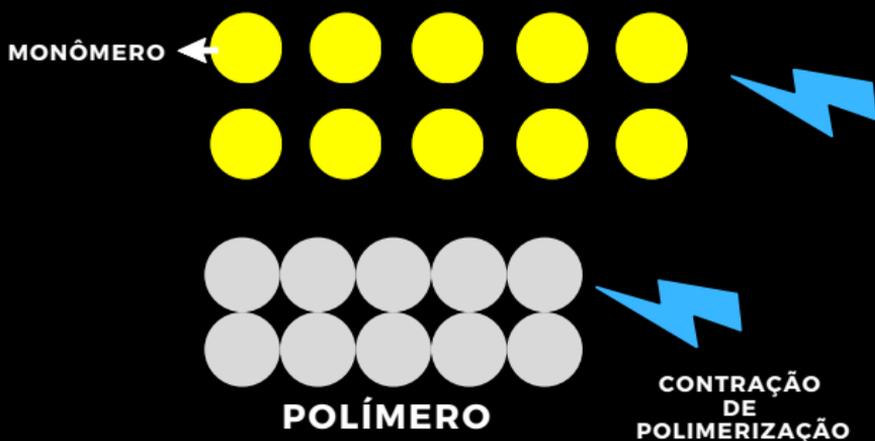
- Baixo nível inicial de intensidade de luz (período específico)
- Aguarda-se de 3 a 5 minutos, enquanto o processo de polimerização interna ocorre
- Segunda exposição com um alto nível de intensidade de luz



O que ACONTECE A NÍVEL MOLECULAR?



CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO



A nível molecular ocorre principalmente uma contração durante as fases de transformação dos **MONÔMEROS EM POLÍMEROS**.

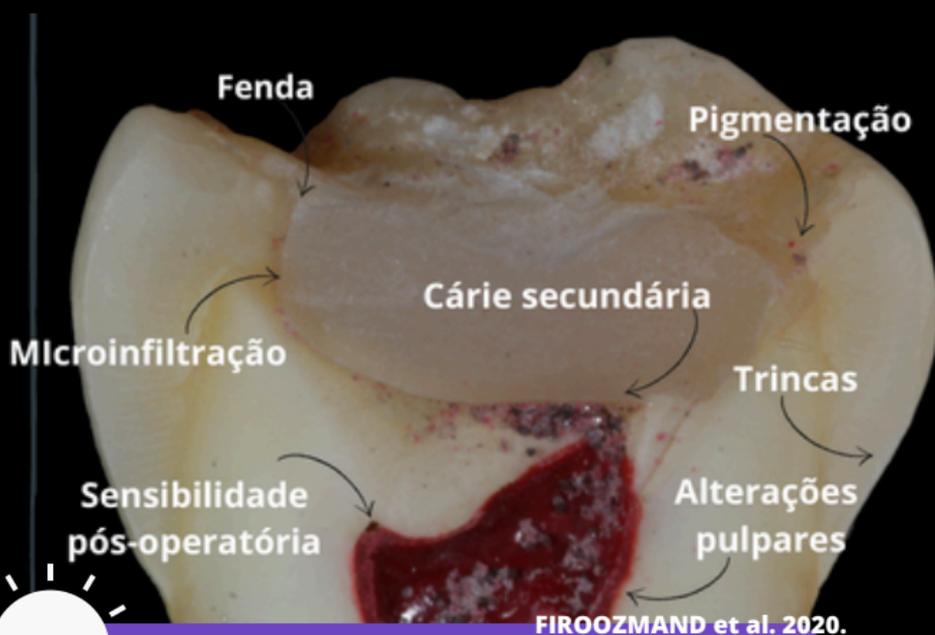
De acordo com as características e ou o volume do material que você está usando, essa contração pode ser excessiva, o que pode causar consequências clínicas a curto ou longo prazo no resultado dos seus tratamentos.

CONCEIÇÃO, 2007; MONDELLI, 2004; MASIOLI et. al, 2012

A CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO



GERA CONSEQUÊNCIAS, SÃO ELAS:



**PARA DIMINUIR A INCIDÊNCIA DESSAS
CONSEQUÊNCIAS É POSSÍVEL LANÇAR
MÃO DE ESTRATÉGIAS. VAMOS A ELAS!!!**

CONCEIÇÃO, 2007; MONDELLI, 2004; MASIOLI et. al, 2012

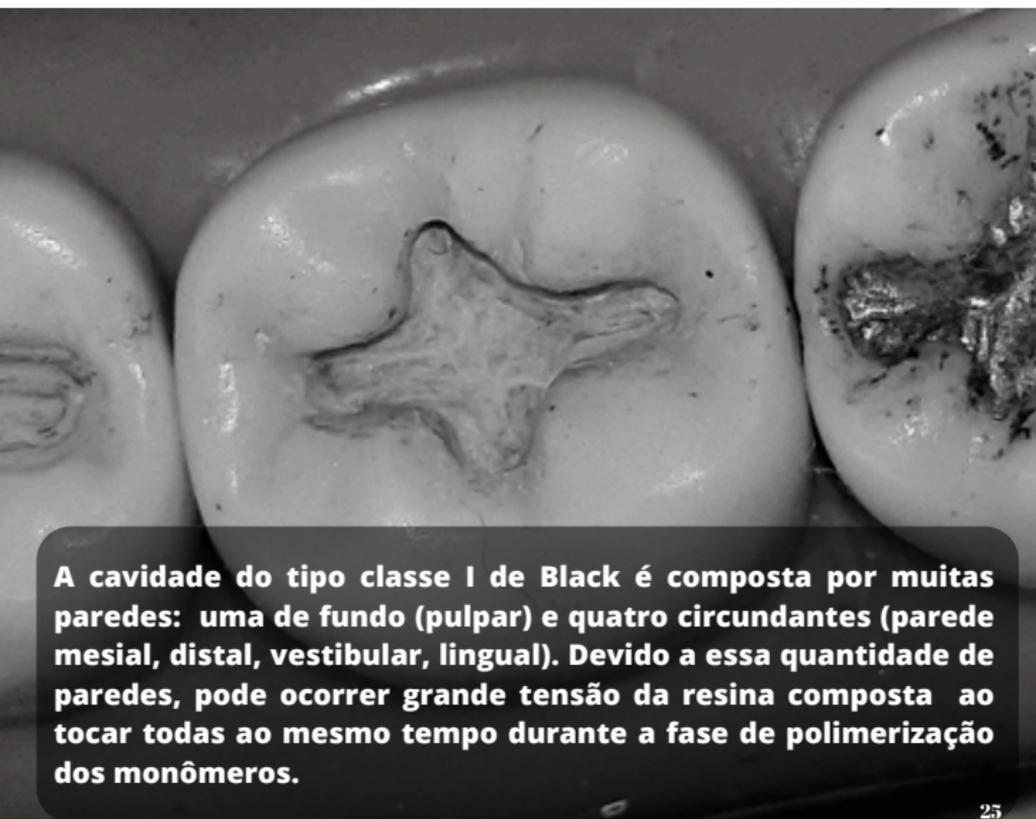
ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DA CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO, SÃO:

1

FATOR DE CONFIGURAÇÃO CAVITÁRIO (FATOR C)

Foi o cálculo proposto de acordo com a configuração da cavidade, ou seja, a quantidade de paredes interligadas pelo contato do material restaurador (superfícies aderidas x superfícies livres). Quanto menos paredes possíveis forem unidas, menor será o fator C, e menor serão as tensões na interface. Por exemplo, em uma classe I temos um fator C de 5, enquanto que em uma classe IV seria de 1.

CONCEIÇÃO, 2007; MONDELLI, 2004; MASIOLI et. al, 2012



A cavidade do tipo classe I de Black é composta por muitas paredes: uma de fundo (pulpar) e quatro circundantes (parede mesial, distal, vestibular, lingual). Devido a essa quantidade de paredes, pode ocorrer grande tensão da resina composta ao tocar todas ao mesmo tempo durante a fase de polimerização dos monômeros.

2

TÉCNICA INCREMENTAL

Deve-se acomodar a resina evitando unir paredes opostas, acomodando cada incremento de forma diagonal. Sempre que possível, tente unir a menor quantidade de paredes adjacentes com um mesmo incremento, antes de fotoativar.

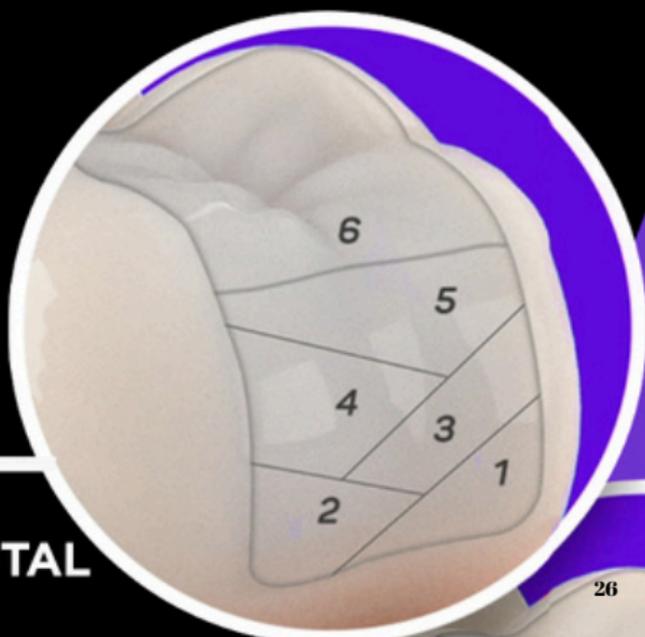
3

REDUÇÃO DO VOLUME DE CADA INCREMENTO

Optar pela inserção de pequenos incrementos (até 2mm) e fotoativar cada um por 5 segundos, aumentando assim gradativamente o grau de conversão das resinas inseridas anteriormente.

CONCEIÇÃO, 2007; MONDELLI, 2004; MASIOLI et. al, 2012

TÉCNICA
INCREMENTAL



- CAPÍTULO 2 -



APARELHOS FOTOPOLIMERIZADORES

AGORA....

ACOMPANHE A LINHA DO TEMPO DA EVOLUÇÃO DOS FOTOPOLIMERIZADORES AO LONGO DOS ANOS....

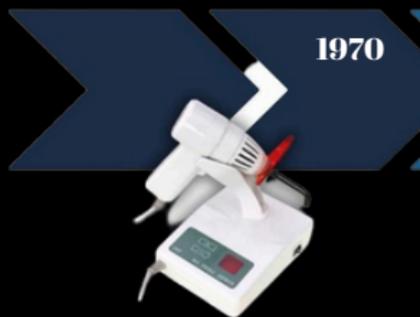
O primeiro fotopolimerizador conhecido como **LUZ HALÓGENA** de quartzo-tungstênio foi a fonte de luz visível mais conhecida na área Odontológica.

O que limitava seu desempenho:

- Lâmpada durava entre 40 a 50 horas;
- Possuía uma luz incandescente, que convertia energia elétrica em calor;
- Refletor e filtro que não trocava comprometendo a eficácia da polimerização, aumentando o risco de erro na restauração.
- Baixo custo, possuindo uma boa intensidade de potência e um amplo espectro de emissão de luz.



Aparelho de Luz Halógena de Quartzo-Tungstênio



Tecnologia de baixo custo
380-510 nm

Emissão de calor
Vida útil: 40-50 h

No intuito de reduzir o tempo necessário para a cura das resinas compostas, foram lançados no mercado os fotopolimerizadores a base de **LASER DE ARGÔNIO E ARCO DE PLASMA**.

O que parecia ser clinicamente muito positivo, mostrou-se parcialmente efetivo, apresentando as seguintes desvantagens: contração de polimerização, danos ao tecido pulpar devido ao calor exacerbado e alto custo de aquisição e manutenção do aparelho.



Arco de plasma e Laser de Argônio

LED
(LUZ EMITIDA POR DIODOS)
LED 1ª Geração

2001



Amplo espectro de emissão

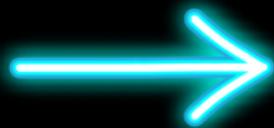
Contração de polimerização
Danos ao tecido pulpar

Alto custo

São mais leves, duráveis, silenciosos, ergonômicos e geram menos calor.

Baixo custo

Estreito espectro de emissão: 470 nm
Baixa potência: 75 a 150 mW/cm²



LED (LUZ EMITIDA POR DIODOS) LED 1ª Geração

As primeiras unidades de fotoativação a partir de fontes de luz LED foram lançadas no mercado em 2001.

Dentre as vantagens:

- Incorporam diodos emissores de luz em faixas de comprimento de onda específicas e estreitas;
- São mais leves, duráveis, silenciosos, ergonômicos e geram menos calor;
- Largura de onda espectral: 5 a 20 nm = fotopolimerização mais eficaz;
- Baixo custo.

Os LEDs de primeira geração **possuem baixa potência** variando entre **75 a 150 mW/cm²**.

(GRANADEIRO, 2021)

LED 2 e 3ª Geração



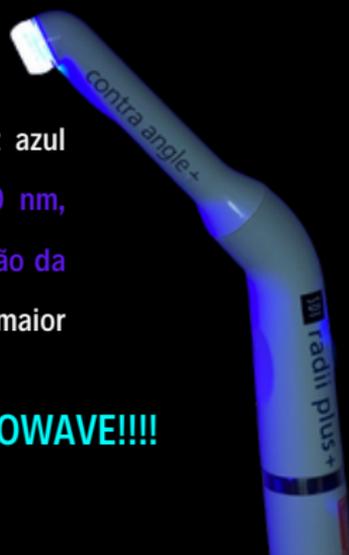
Os LEDs de segunda e terceira geração foram lançados no mercado Odontológico apresentando uma série de vantagens, como melhorias na potência e profundidade de cura, ausência de aquecimento no tecido pulpar e maior facilidade em polimerizar incrementos acima de 2mm de forma adequada e sem futuros malefícios.

Sua eficácia luminosa, também deve ser citada:

- Funcionam 25 min em média com a bateria totalmente carregada;
- São capazes de fotopolimerizar 75 ciclos de 20 segundos;
- O tempo de vida útil do aparelho vai em torno de 100.000 horas;

Os LEDs de segunda geração contendo luz azul possui faixa de irradiação chegando a 460 nm, sendo muito próximo ao espectro de absorção da canforoquinona que é de 468nm, obtendo maior grau de conversão das resinas compostas.

SURGIRAM ASSIM OS MONOWAVE!!!!



Os LEDs de terceira geração possuem um LED azul central voltado por quatro LEDs violetas. Apresentam comprimentos de onda adequados para fotopolimerizar incrementos que possuem os seguintes fotoiniciadores: fenilpropodiona (PPD) e bis- aquil e fosfínico (BAPO).

SURGIRAM ASSIM OS POLYWAVE!!!!



POR QUE MONOWAVE E POLYWAVE?

MONOWAVE

RESTRITO PICO DE EMISSÃO (COMPRIMENTO
DE ONDA NA FAIXA DE $\cong 460\text{nm}$)
SENSIBILIZA APENAS UM FOTOINICIADOR



POLYWAVE

AMPLA EMISSÃO ESPECTRAL (COMPRIMENTO
DE ONDA NA FAIXA DE $\cong 360$ A 490)
SENSIBILIZA MAIS DE UM FOTOINICIADOR

CHEN et al. 2019

MONOWAVE



Ao analisar um aparelho fotopolimerizador, é necessário ler em seu manual algumas características importantes para ter eficiência em seu uso. Vem expresso a faixa de comprimento de onda em que ele atua (440 a 480nm), sendo que nesta vem o pico máximo (460nm) que corresponde ao pico do fotoiniciador canforoquinona. E esta não tem relação direta com a intensidade do aparelho, ou seja, uma não depende da outra, um aparelho pode ser monowave e ter alta ou baixa intensidade. Por isso, é importante saber qual o fotoiniciador do seu material, o pico dele, para ver se ele é compatível com o seu aparelho.

COMPRIENTO DE ONDA	≈ 440 A 480 NM, PICO 460 NM
INTENSIDADE DE IRRADIAÇÃO	ATÉ 2400 MW/CM2

CHEN et al. 2019

POLYWAVE

Tipo de lâmpada : LED;

Faixa de comprimento de onda : $\cong 350\text{nm a } 480\text{nm}$;

Feixe de luz colimado;

Alta intensidade de luz;

Aumenta o grau de conversão ;

Baixa geração de calor;

Diminuição do tempo clínico;

Potência de luz: $1000 \text{ a } 3200 \text{ mW/cm}^2$.



Composto por uma luz azul central, envolto por quatro LEDs violetas. Indicado para polimerização de materiais resinosos em cavidades profundas, em adesão de facetas cerâmicas e bráquetes ortodônticos, devido a sua alta potência.



CHEN et al. 2019

3 Modos de Polimerização:

Standard

High Power

Xtra Power

Standard:

Potência de luz de **1000 mW/cm²**

Temporização de 5, 10, 15 e 20 segundos;

High Power

Potência de luz de **1400 mW/cm²**

Temporização de 1, 2, 3 e 4 segundos;

Xtra Power

Potencia de luz de **3200 mW/cm²**

Temporização de apenas 3 segundos, com atraso de 2 segundos entre ativações para limitar o aquecimento, e devido a sua alta potência, é utilizado para polimerizações profundas;

CHEN et al. 2019



- CAPÍTULO 3 -



**FATORES QUE
DETERMINAM A
FOTOPOLIMERIZAÇÃO**



FATORES QUE DETERMINAM A FOTOPOLIMERIZAÇÃO

Para escolhermos um fotopolimerizador, O **CIRURGIÃO DENTISTA** deve levar em consideração:

- A função a que se destina;
- A cura adequada dos materiais fotopolimerizáveis sensíveis a à luz.



Fica claro dessa forma, que negligenciar a escolha adequada e as técnicas de fotoativação de cada material nos leva ao insucesso.

Assim, devem ser considerados os seguintes fatores:

- A irradiância;
- O espectro de emissão de luz do equipamento;
- O tempo e o modo de exposição;
- O posicionamento da ponta condutora de luz;
- A condição dos componentes do aparelho emissor de luz .

IRRADIÂNCIA: FATOR QUE É COLABORADO PELA COLIMAÇÃO



A **IRRADIÂNCIA** é a quantidade de energia que chega ao material a ser ativado pela luz. Alguns fatores determinam essa energia como por exemplo, os fatores relacionados à **COLIMAÇÃO**.

mas... o que é **Colimação**?

A **colimação** da luz é a projeção dos raios luminosos de forma paralela, com precisão, ocorrendo pouca dispersão e espalhamento desta, após sair da ponta do fotopolimerizador e alcançar a superfície da cavidade ou do material resinoso.

Logo a **fotoativação** está sendo operada no sentido da direção da luz, a angulação do feixe de luz, da distância da luz ao material a ser ativado.

COMO MENSURAR A IRRADIÂNCIA



RADIÔMETRO



Como forma válida para o acompanhamento da integridade dos aparelhos fotopolimerizadores, **os radiômetros são utilizados para mensurar a intensidade da luz.**

Dessa forma, a faixa de intensidade deve variar entre **400 e 600 mW/cm²** e que aparelhos operando com intensidades inferiores a esses valores necessitam de avaliação técnica, reparo ou reposição.



Quanto
tempo
devo
expor o
material
à luz



POTÊNCIA	ENERGIA	TEMPO
400mW/cm ²	16 J/cm ²	40 s
800 mW/cm ²	16 J/cm ²	20 s
1600 mW/cm ²	16 J/cm ²	10 s



Incremento de 2 mm

Energia Total
=
16J/cm²

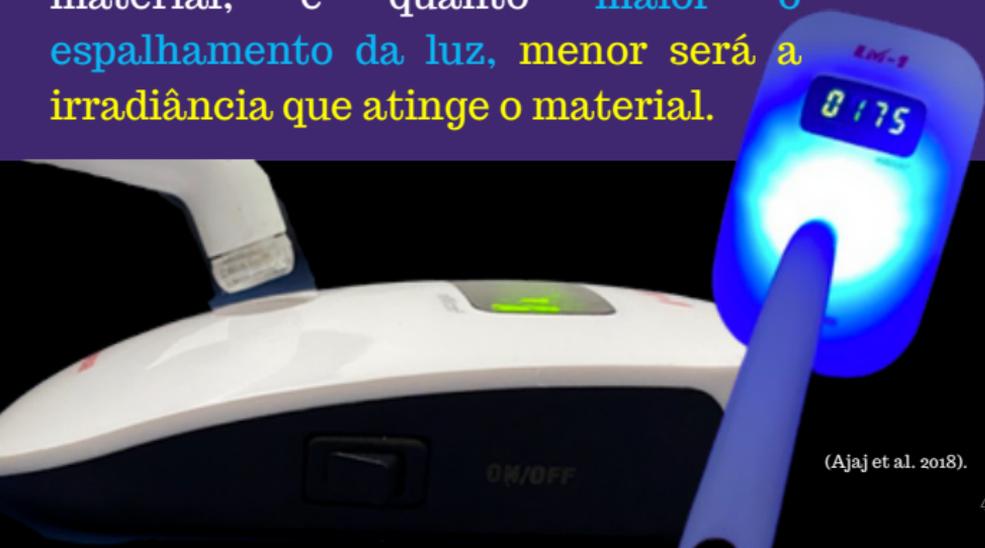




DISTÂNCIA

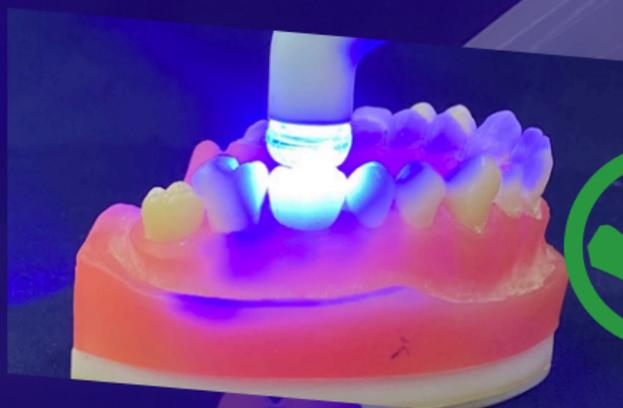
A distância entre o material a ser irradiado e o aparelho é um dos fatores que também afetam a irradiância na superfície do material e, portanto, a cura ideal.

Quanto maior a distância entre a ponta do fotopolimerizador e o material, e quanto maior o espalhamento da luz, menor será a irradiância que atinge o material.



(Ajaj et al. 2018).

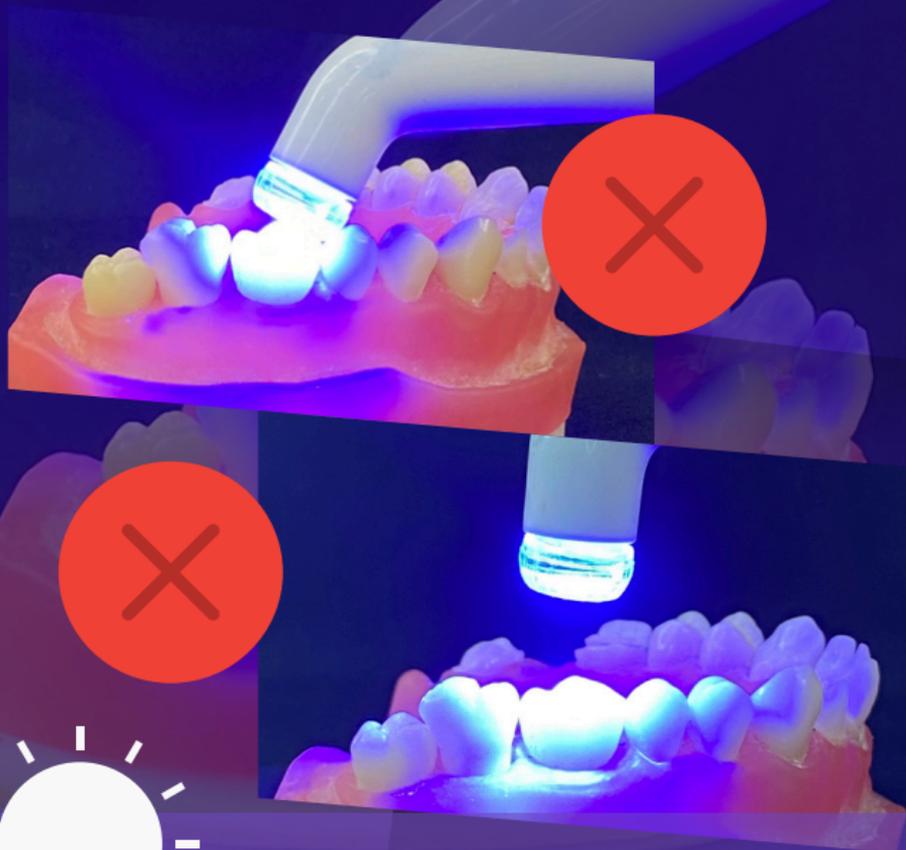
Sendo assim, é importante posicionar o fotopolimerizador na posição adequada.



Sempre aproxime a ponta do fotopolimerizador e deixe ele a uma angulação perpendicular (90°) à superfície.

(Ajaj et al, 2018).

Observar que uma **angulação** errada do fotopolimerizador **compromete a CURA** do material resinoso.



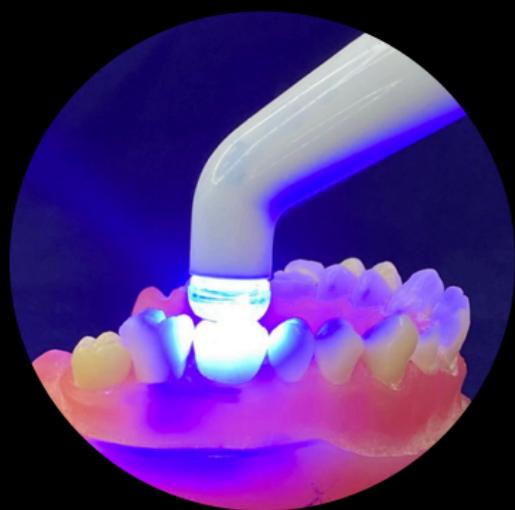
Ao realizar um procedimento clínico, evite angular em mais, ou menos, de 90° a ponta do aparelho à superfície do material resinoso. Assim como, distanciar dela.

(Ajaj et al, 2018).

OUTRO ASPECTO IMPORTANTE É: **O DIÂMETRO DA PONTEIRA**



Quanto maior a irradiância, menor pode ser o diâmetro da ponta do LED. É muito importante entender quando utilizar a ponta do fotopolimerizador de menor ou maior diâmetro. Ao fotoativar uma área ampla, como toda a vestibular de um incisivo central superior, opte por um aparelho com o diâmetro maior, que cubra toda a face, ou terá que fotoativar muitas vezes, até irradiar em toda a área. No caso de uma cavidade profunda, opte por uma ponteira com diâmetro menor e compatível ou acessórios próprios dos aparelhos, como ponteira de cimentação ou ponteira/lente magnética.



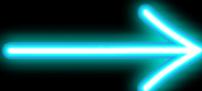
O **design** de alguns fotopolimerizadores afeta o acesso a alguns dentes, isso faz com que o operador **aumente a distância da cura e angule a ponta da luz**, fazendo que a **energia fornecida ao incremento seja menor e a polimerização ineficaz**.



POTÊNCIA

A Potência do fotopolimerizador é a medida de valor da energia que o aparelho emite, ou aquela que os fabricantes determinam que o mesmo tem a possibilidade de executar.

FOTOPOLIMERIZADORES

1000 mW/cm²  3200 mW/cm²
POTÊNCIA

DENSIDADE DE POTÊNCIA

ATENDE A UM ESPECTRO DE LUZ DE:

400 A 500 nm

A intensidade da luz ou densidade de potência, que é a quantidade de luz emitida pela unidade fotopolimerizadora, pode ser medida por um aparelho que se chama radiômetro, que se mede a potência de saída dessa luz nesses aparelhos.

Fibra Óptica



rad



FIBRA ÓPTICA BEM LIMPA, LÊ TUDO NO PAPEL! É uma dica prática para testar se a fibra é de boa qualidade e está limpa, permitindo a leitura.

- CAPÍTULO 4 -



FOTOATIVAÇÃO DE MATERIAIS RESINOSOS E SISTEMAS ADESIVOS

RESINAS COMPOSTAS



Quando a intensidade de luz não for adequada, as propriedades da resina composta são prejudicadas, bem como alteração de cor final da restauração, instabilidade dimensional, possíveis quedas das restaurações, sorção de água, biocompatibilidade reduzida, maior desgaste, diminuição da dureza e do módulo de elasticidade.

**Maior tempo
fotopolimerização**

**Resinas
Microparticuladas**

**Corpo
Dentina
Opacas**



**Menor tempo
fotopolimerização**

**Resinas
Microhíbridas**

**Esmalte,
Translúcida
Incisais**

As **resinas microparticuladas** precisam de um maior tempo de fotopolimerização, quando comparadas às **resinas micro-híbridas** ou **nanoméricas**. Isso é devido a maior quantidade de monômeros presentes, o que leva a necessidade de **maior energia luminosa** para converterem monômeros em polímeros.

As resinas opaca, de dentina e de corpo (body) demoram mais a polimerizar do que as de esmalte, translúcidas ou incisais. Ao utilizar essas resinas deve-se aumentar o tempo de polimerização ou diminuir a espessura dos incrementos.

(CONCEIÇÃO, 2007)

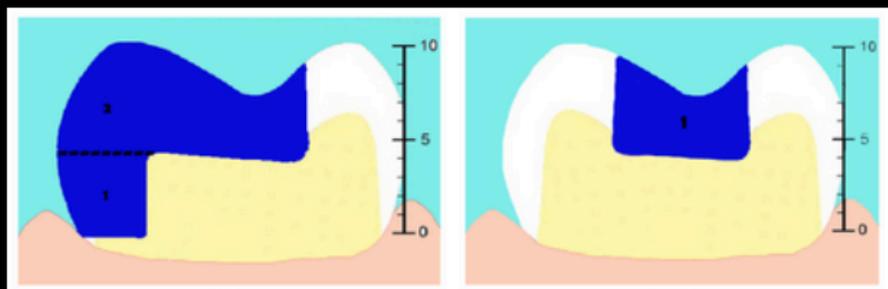
Resinas Convencionais

Resinas Bulk Fill



Uma das **grandes vantagens** obtidas pela utilização das resinas Bulk Fill está ligada a **polimerização em incremento de até seis milímetros de espessura com redução da contração de polimerização.**

(Van Ende, De Munck, Van Landuyt et al.;2013)



FIROOZMAND et al. 2020.

Resinas Convencionais



Resinas Bulk Fill

Nas resinas Bulk Fill, a contração de polimerização ocorre somente na superfície oclusal da restauração.

Já **nas resinas compostas convencionais**, a contração de polimerização ocorre tanto na superfície oclusal como no interior da cavidade próximo à camada híbrida (Li, Van Meerbeek et al. 2015).

VANTAGENS DAS BULK FILL:

- maior translucidez comparada às resinas convencionais;
- redução do tempo clínico de trabalho;
- maior escoamento, o que proporciona o preenchimento de ângulos e áreas de difícil acesso.

(Van Ende, De Munck, Van Landuyt et al.;2013).



SISTEMAS ADESIVOS

Os sistemas adesivos são materiais à base de resina que atingem propriedades mecânicas finais por meio de um processo de polimerização.

A baixa polimerização do polímero está intimamente ligada à falha da interface adesiva. Os sistemas adesivos são misturas elaboradas de diferentes moléculas de natureza hidrofílica e hidrofóbica, incluídas na formulação para infiltrar adequadamente o substrato dentário ou adicionadas para prolongar a estabilidade da camada adesiva ao longo do tempo. Cada componente do adesivo pode influenciar a reação de polimerização do material.

A fotopolimerização é uma reação complexa que tem várias implicações clínicas e, além da composição do material, é influenciada por vários fatores, incluindo as características do substrato, a técnica do operador e as propriedades da unidade de fotopolimerização (Cadenaro, 2019).



SISTEMAS ADESIVOS

Durante a reação de polimerização, monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos devem se reticular adequadamente para obter uma camada adesiva forte.

A **canforoquinona (CQ)**, o fotoiniciador mais comumente encontrado em sistemas adesivos, tem **natureza hidrofóbica** e pode não fornecer a conversão ideal dos monômeros hidrofílicos.

Em adesivos autocondicionantes, o grau de conversão de sistemas baseados CQ é influenciado negativamente por monômeros funcionais ácidos, que inativam a amina necessária co-iniciadora, através de uma reação ácido-base. Por esta razão, o uso de fotoiniciadores hidrofílicos alternativos, além dos sistemas convencionais de CQ-amina, tem sido proposto.

(CADENARO, 2019)



SISTEMAS ADESIVOS

O **TPO** (etil 4-dimetilaminobenzoato e óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoil-fosfina) tornou-se um iniciador alternativo popular para **melhorar o grau de conversão de alguns sistemas adesivos hidrofílicos**. A adição de um iniciador compatível com água **melhorou a estabilidade** dos adesivos, aumentando a **polimerização** de domínios hidrofílicos e hidrofóbicos.

O tempo de fotopolimerização recomendado para adesivos, não é adequado para obter uma polimerização ideal sendo necessário um tempo mais longo.

(CADENARO, 2019)



TÉCNICA DE POLIMERIZAÇÃO

Um aumento do tempo de fotopolimerização, mesmo utilizando os LEDs, pode resultar na geração de calor dentro do dente e tecidos circundantes.

O aumento da temperatura é mais pronunciado durante fotopolimerização do adesivo em comparação com compósitos. Em caso de exposição prolongada, o dente deve ser resfriado com jato de ar durante o procedimento ou um intervalo de 1-2 s deve ser incluído a cada 10 s de exposição à luz.

(CADENARO, 2019)



- CAPÍTULO 5 - DICAS CLÍNICAS



DICAS CLÍNICAS



SISTEMAS ADESIVOS	CAMADA	POTÊNCIA	TEMPO
AMBAR	CADA CAMADA (TOTAL 2)	Lâmpadas LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	10 SEG (CAVIDADES PROFUNDAS 20 SEG)
ADAPTER SINGLE BOND 2	CAMADA ÚNICA	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	10 SEG
AMBAR COM APS	CADA CAMADA (TOTAL 2)	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	10 SEG (CAVIDADES PROFUNDAS 20 SEG)

***CONFORME SUGESTÃO DOS FABRICANTES FGM E 3M ESPE.**

OBS: APLICAR CADA CAMADA DE SISTEMA ADESIVO E AGUARDAR 20 SEG, ANTES DE FOTOATIVAR. O DENTE DEVE SER RESFRIADO AO AR. INTERVALO DE 1-2 S A CADA 10 S DE EXPOSIÇÃO À LUZ.

DICAS CLÍNICAS



RESINAS COMPOSTAS	ESPESSURA	POTÊNCIA	TEMPO
CONVENCIONAIS (translúcidas/ esmalte/incisais)	2 MM	Lâmpadas LED (1.000 a 2.000 mW/cm ²)	20 SEG
CONVENCIONAIS (opacas/dentina/ corpo)	2 MM	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm ²)	40 SEG
BULK FILL (regular e flow)	4 MM	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm ²)	20 SEG

Allcem DUALCimento resinoso dual
Dual-curing resin cement
Cemento resinoso dualBASE - CATALISADOR
BASE - CATALYST**A1**

DICAS CLÍNICAS



CIMENTOS RESINOSOS FOTOATIVADOS/ DUAIS	ESPESSURA	POTÊNCIA	TEMPO
ONLAY/OVERLAY/ COROA TOAL CERÂMICA	2 MM (Fragmento)	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	20 SEG / CADA FACE
PINOS INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRO/ CARBONO	-	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	40 SEG (Diretamente no pino já inserido)
ORTHOBITE	2 MM	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	20 SEG
Transbond XT (Cimento/adesivo para fixação de bráquetes ortodônticos.)	2 MM	Lâmpada LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)	20 SEG NA FACE MEDIAL E 20 SEG NA DISTAL DO BRACKET

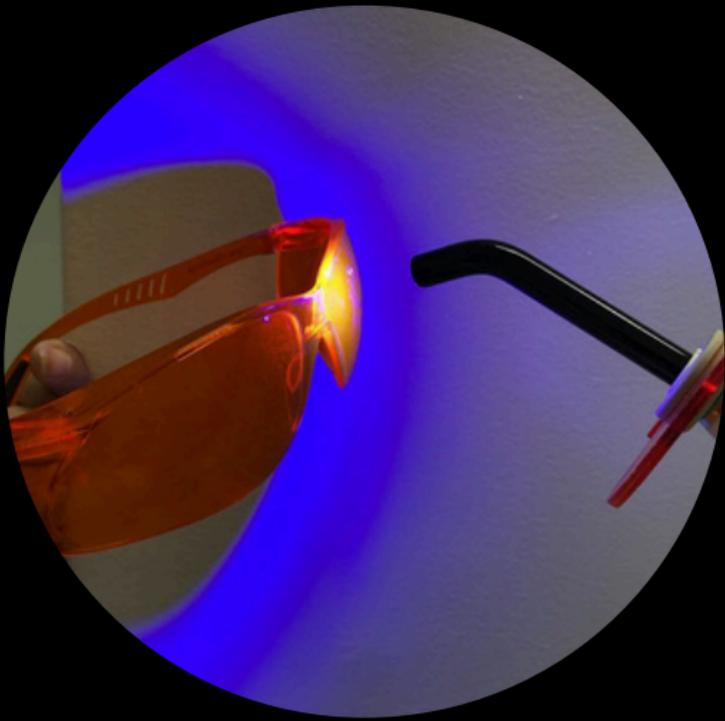
FGMDENTALGROUP (2022); 3M ESPE (2022)

DICAS CLÍNICAS



APARELHO FOTOPOLIMERIZADOR	RECOMENDADO
QUALIDADE	SEMPRE USAR APARELHOS COM REGISTRO OFICIAL DE SEGURANÇA (INMETRO; ANVISA)
POTÊNCIA	LÂMPADA LED (1.000 a 2.000 mW/cm²)
BATERIA	SEMPRE RECARREGAR APÓS O USO
BARREIRAS FÍSICAS PLÁSTICAS	USAR TRANSLÚCIDA DE ESPESSURA FINA
ÓCULOS ESPECIAIS	SEMPRE NECESSÁRIO AO PROFISSIONAL E PACIENTE
MONOWAVE OU POLYWAVE?	DEPENDE DE QUAL FOTOINICIADOR TEM NO MATERIAL QUE IRÁ USAR

- CAPÍTULO 6 -



**A BIOSSEGURANÇA
NO USO DO
FOTOPOLIMERIZADOR**



CONTROLE DE INFEÇÃO DO FOTOPOLIMERIZADOR

A desinfecção deve ser feita a cada paciente e os fotopolimerizadores devem ter guias de luz removíveis, autoclaváveis e com superfícies facilmente desinfetadas. É importante notar que a autoclavagem repetida da guia de luz de fibra óptica pode reduzir a capacidade de saída de luz, e alguns desinfetantes de superfície podem reduzir a transmissão de luz e degradar o corpo plástico do fotopolimerizador.

**O operador deve higienizar
as mãos em primeiro lugar.**





COMO FAZER A DESINFECÇÃO DO FOTOPOLIMERIZADOR

**LIMPAR O
FOTOPOLIMERIZADOR
COM ÁGUA E SABÃO**



**BORRIFAR
ÁLCOOL
PERACÉTICO EM
UM ALGODÃO E
ESPERAR SECAR
NATURALMETE**

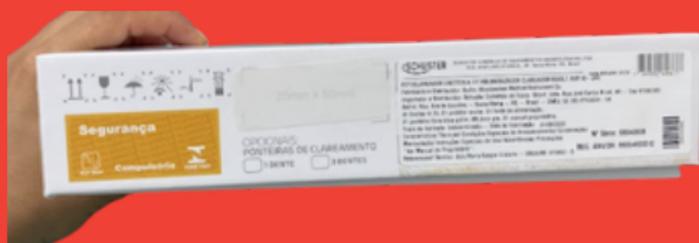


**SECANDO COM
ALGODÃO SECO**

**DEIXAR SECAR
NATURALMENTE!!!**



FOTOPOLIMERIZADOR SEM REGISTRO



Fotopolimerizadores sem registro podem ser muito perigosos para a qualidade dos tratamentos realizados com materiais resinosos e para a saúde dos pacientes.

Estes aparelhos podem ser adquiridos via internet por valores muito a baixo do mercado, fato pelo qual chamam atenção.

Muitos são importados de outros países ou fabricados no Brasil, sem seguir regras de fabricação ou passar por testes de qualidade. Sem esses testes não é possível comprovar a sua eficiência e segurança para a saúde, como os aparelhos licenciados pelo INMETRO e ANVISA.

CHEN et al. 2019

ALGUNS DOS REQUISITOS QUE NORMALMENTE SÃO ALTERADOS NESTES APARELHOS "PIRATAS" SÃO:

- LED COM MENOS POTÊNCIA QUE O RELATADO (QUE CAUSAM SUB-POLIMERIZAÇÕES);
- COMPONENTES DA BATERIA DE MATERIAL INFERIOR (DESCARREGAMENTO MUITO RÁPIDO, PODENDO TAMBÉM VAZAR E CAUSAR CONTAMINAÇÃO);
- SUPER AQUECIMENTO, CURTO CIRCUITO, ETC

CONCEIÇÃO, 2007; MONDELLI, 2004; MASIOLI et. al, 2012



COMO CONSERVAR O FOTOPOLIMERIZADOR



É ESSENCIAL COLOCAR UMA FINA BARREIRA COM PLÁSTICO FILME (PVC), PARA QUE A IRRADIÂNCIA NÃO SEJA PREJUDICADA E NEM A CURA DOS MATERIAIS SEJAM ALTERADAS, CAUSANDO PREJUÍZOS ÀS PRÁTICAS RESTAURADORAS.



REALIZAR ESSE PROTOCOLO A CADA PACIENTE!!!!

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse ebook chegamos as seguintes conclusões:

- O fotopolimerizador precisa ter o comprimento de onda ideal para ativar o fotoiniciador;
- Quanto mais alta a potência do fotopolimerizador, menor é o tempo de exposição do material à luz podendo tornar o atendimento clínico mais rápido;
- É muito importante a ergonomia da fotopolimerização, pois compromete os resultados clínicos, as propriedades mecânicas e físicas das resinas compostas, caso não seja fornecida uma irradiância adequada;
- A escolha do fotopolimerizador deve estar intimamente relacionada ao dia-a-dia do Cirurgião-Dentista e suas necessidades;
- Se faz imprescindível os cuidados com o equipamento fotopolimerizador quanto a sua longevidade e evitar a contaminação cruzada.



REFERÊNCIAS

AJAJ, R. A.; NASSAR, H. M.; HASANAIN, F. A. Barreira de controle de infecção e tempo de cura como fatores que afetam a irradiância de unidades fotopolimerizáveis. *J Int Soc Prevent Communit Dent*, v. 8, p. 523-528, 2018.

ALDARELLI, P. G. Aparelhos fotopolimerizadores: evolução e aplicação clínica - uma revisão de literatura. *Odontol. Clin.-Cient. (Online)*, v. 10, n. 4, p. 317-322, 2011.

ALENCAR, W. R. M. et al. Resina Bulk Fill: demonstração da técnica restauradora em molar permanente. *J. Journal of Orofacial Investigation*, v. 2, n. 2, 2015.

AL-ZAIN, A. O. et al. Degree of conversion and crosslink density within a resin-matrix composite. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, v. 106, n. 4, p. 1496-1504, 2018.

BARATIERI, L. N. *Odontologia restauradora: fundamentos e técnicas*. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2010.

BARATIERI LN. ODONTOLOGIA RESTAURADORA-FUNDAMENTOS E POSSIBILIDADES, S.; PAULO, ;.; CAMACHO, D. P. Resinas acrílicas de uso odontológico à base de polimetilmetacrilato. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, v. 116, n. 3, p. 63-72, 2002.

BORTOLOTTI, T.; BETANCOURT, F.; KREJCI, I. Marginal integrity of resin composite restorations restored with PPD initiator-containing resin composite cured by QTH, monowave and polywave LED units. *Dental materials journal*, v. 35, n. 6, p. 869-875, 2016.

CADENARO, M. et al. The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, v. 35, n. 1, p. e1-e22, 2019.

CARVALHO, D. C.; MARQUES, D. M. C. Pinos de fibra de vidro na reabilitação funcional e estética: relato de caso clínico. *Revista de Ciências da Saúde*, v. 21, p. 45-54, 2019.

CHEN, Y. et al. The effect of monowave and polywave light-polymerization units on the adhesion of resin cements to zirconia. *The journal of prosthetic dentistry*, v. 121, n. 3, p. 549.e1-549.e7, 2019.

CONTRERAS, S. C. M. et al. Monowave and polywave light-curing of bulk-fill resin composites: degree of conversion and marginal adaptation following thermomechanical aging. *Biomaterial investigations in dentistry*, v. 8, n. 1, p. 72-78, 2021.

DERCHI, G. et al. Stiffness effect of using polywave or monowave LED units for photocuring different bulk fill composites. *Dental materials journal*, v. 37, n. 5, p. 709-716, 2018.

Ewerton Nocchi Conceição. (Org.). *Dentística - Saúde e estética*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007, v. 1, p. 299-318.

FIROOZMAND, LM [ET AL.]. *RESINAS BULK FILL: GUIA DE ONDE, QUANDO E COMO USAR*. SÃO LUÍS, EDUFMA, 2020.

FRANCCI, CE et al. Adesão intrarradicular. In: *Reabilitação estética em dentes tratados endodonticamente*. São Paulo: Santos; 2010.

FRANCO, EB Fotopolimerização e qualidade das restaurações adesivas. *Pro- Odonto Estética*, v. 2, p. 49-106, 2008.

FRANCO EB, Lopes LG, D'Alpino PH, Pereira JC. Influence of pH of different adhesive systems on the polymerization of a chemically cured composite resin. *Braz Dent J*. v. 16 p.107-111, 2005.

FRANCO, E. B.; LOPES, L. G. Conceitos atuais na polimerização de sistemas restauradores resinosos. *Revista Biodonto*, v. 1, n. 2, p. 6-11, 2003.

GORACCI, C. et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European journal of oral sciences*, v. 112, n. 4, p. 353-361, 2004.

KING, N. M.; PASHLEY, D. H. Incompatibility of self etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two step vs one-step systems. *Oper Dent*. n, v. 6, p. 747-755, 2003.

LI, X. et al. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J. Journal of dentistry*, v. 43, n. 6, p. 664-672, 2015.

LIPORONI, P. et al. Influence of thickness and translucency of lithium disilicate ceramic on degree of conversion of resinous materials. *Journal of clinical and experimental dentistry*, p. e745-e748, 2020.

MARSON, F. C.; MATTOS, R.; SENSI, L. G. Avaliação das condições de uso dos fotopolimerizadores. *Revista Dentística on line*, v. 9, n. 19, 2010.

MASIOLI, M. A. *Odontologia Restauradora de A a Z*. Florianópolis: Editora Ponto. [s.l.: s.n.].

MASIOLI, M. A.; COLODETTI, H.; VIMERCATI, B. M. Como reduzir o estresse de polimerização das resinas compostas. *Dicas*, v. 4, n. 1, 2012.

MENEES, T. S. et al. Depth of cure of bulk fill composites with monowave and polywave curing lights. *American journal of dentistry*, v. 28, n. 6, p. 357-361, 2015.

MONDELLI, José. *Estética e cosmética em clínica integrada restauradora*. Anais.. Ponta Grossa: ABO-Associação Brasileira de Odontologia, 2004.

MORIMOTO, S. et al. Influence of physical assessment of different light-curing units on irradiance and composite microhardness top/bottom ratio. *Odontology*, v. 104, n. 3, p. 298-304, 2016.

PAR, M. et al. Raman spectroscopic assessment of degree of conversion of bulk-fill resin composites-changes at 24 hours post cure. *Rev. Operative dentistry*, v. 40, n. 3, p. 92-101, 2015.

PIRMORADIAN, M. et al. Degree of conversion and microhardness of bulk-fill dental composites polymerized by LED and QTH light curing units. *Journal of oral biosciences*, v. 62, n. 1, p. 107-113, 2020.

PRICE, RB.; LABRIE, D.; FELIX, C. M. Irradiance uniformity and distribution from dental light curing units. *J Esthet RestorDent*, v. 22, p. 86-101, 2010.

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

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

RUNNACLES, P. et al. Comparison of in vivo and in vitro models to evaluate pulp temperature rise during exposure to a Polywave® LED light curing unit. *Journal of applied oral science*, v. 27, 2019.

SAGRANADEIRO, C. F. et al. Evolução dos aparelhos fotopolimerizadores - Revisão de literatura. *Revista Pró-univerSus*, v. 12, n. 2, p. 60-64, 2021.

SANTOS, M. J. M. C.; SILVA E SOUZA, M. H., Jr; MONDELLI, R. F. L. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. *JBD, Curitiba*, p. 14-21, 2002.

SHIMOKAWA, C. A. K. et al. Ability of four dental radiometers to measure the light output from nine curing lights. *Journal of dentistry*, v. 54, p. 48-55, 2016.

SILVA, J. D. S. Forças de contração de polimerização em resinas compostas constituídas com novas matrizes orgânicas e fotoativadas por diferentes técnicas. *Rev Odontol Bras Central*, v. 79, p. 21-25, 2017.

SINGH, T. K. et al. Light Curing Devices - A Clinical Review. *Journal of Orofacial Research*, v. 1, n. 1, p. 15-19, 2011.

SOARES, C. J. et al. An evaluation of the light output from 22 contemporary light curing units. *Brazilian dental journal*, v. 28, n. 3, p. 362-371, 2017.

STRASSLER, H. E.; PRICE, R. Understanding light curing, Part II. Delivering predictable and successful restorations. *Dent Today*, v. 2014, p. 1-8, [s.d.].

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.

VAN ENDE, A. et al. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, v. 29, n. 3, p. 269-277, 2013.