



# **EFEITO DOS TEMPOS DE FOTOATIVAÇÃO E CICLAGEM TÉRMICA NA RUGOSIDADE E BRILHO SUPERFICIAL DA RESINA COMPOSTA**

**Palavras-Chave: RESINA COMPOSTA-1, FOTOATIVAÇÃO-2, CICLAGEM TÉRMICA-3**

**Autores:**

**MARIA EDUARDA A. PEREIRA, FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**MILLENE HIKARI WATANABE, FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Prof. Dr. AMÉRICO BORTOLAZZO CORRER, FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Profa. Dra. ANA ROSA COSTA, FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Prof. Dr. DANIEL KENJI FUNABASHI (co-orientador); DEPARTMENT OF GENERAL DENTAL SCIENCES, MARQUETTE UNIVERSITY SCHOOL OF DENTISTRY, MILWAUKEE, WISCONSIN, ESTADOS UNIDOS.**

**Prof. Dr. LOURENÇO CORRER-SOBRINHO (orientador), FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

## **1. INTRODUÇÃO**

A resina composta (RC) é amplamente utilizada há mais de 30 anos na Odontologia por ser um material com propriedades mecânicas e óticas compatíveis com as estruturas dentais (Sabbagh *et al.*, 2017). A fotoativação tem um papel essencial, fazendo com que o material maleável se torne rígido (Ferracane *et al.*, 2017). A reação ocorre quando o fotoiniciador absorve luz, liberando radicais livres e iniciando a polimerização (Nair *et al.*, 2017). Dessa forma permitindo que a superfície da RC seja passível de polimento. Além disso, uma fotoativação insuficiente pode produzir propriedades físicas/mecânicas deficientes (Ferracane, 2011). O tempo de exposição fica sob o controle do operador e deve ser calculado para atingir a energia radiante necessária para polimerizar totalmente um incremento de 2 mm de espessura de RC (cerca de 16 Joules). Estudos prévios, mostraram correlação direta entre os parâmetros da fotoativação, como a intensidade luminosa, espectro de luz e tempo de exposição, com as propriedades mecânicas e o grau de conversão das RC (Rueggeberg, 2011; Ferracane *et al.*, 2017). Além disso, outro fator a ser considerado é o envelhecimento por ciclagem térmica, onde estudo prévio mostrou que a ciclagem térmica por 10.000 ciclos simula 1 ano de uso clínico (Gale e Darvell, 1999). Desse modo, o objetivo deste estudo foi comparar a rugosidade de superfície e o brilho de três RC fotoativadas por 10, 20 e 40 segundos, antes e após o envelhecimento por ciclagem térmica.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Preparação das amostras

Três resinas compostas foram selecionadas, TTRC/Tetric-N-Ceram, BTFL/Beautifil II LS e ESTL/Estelite Omega. Foram confeccionadas oito amostras (n=8) em formato de disco (6 mm de diâmetro x 2 mm de espessura) para cada resina composta utilizando uma matriz de poli-vinil siloxano. As resinas foram inseridas na matriz, cobertas por uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro, e fotoativadas por 10 s (G1), 20 s (G2) ou 40 s (G3) com a UF (Grand Valo; Ultradent, South Jordan, UT, EUA) com irradiância de 1200mW/cm<sup>2</sup> (Figura 1).

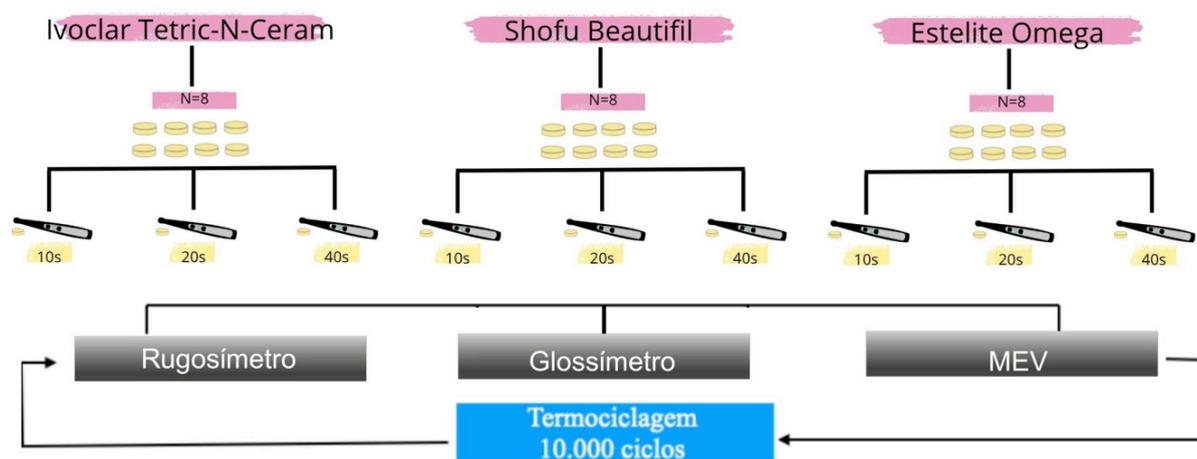


Figura 1. Desenho esquemático do estudo.

### 2.2 Acabamento e Polimento

Todas as amostras foram submetidas ao acabamento com lixas de carbetto de silício # 1200 (Norton SA, São Paulo, SP, Brazil) para remover bolhas de ar e imperfeições da superfície. Para simular um procedimento de acabamento clínico, as amostras foram acabadas manualmente com papel de SiC (nº 2000) por 15 s e armazenadas em água deionizada por 24 horas em uma estufa. Após esse período, todos os grupos foram polidos usando um sistema de polimento de dois passos (Professional Polishing Composite, pré-polimento e alto brilho, Jota AG, Rüthi, Suíça). Todos os procedimentos de polimento foram realizados usando um motor elétrico (E6 TP, W&H Dentalwerk, Bürmoos, Áustria) à 10.000 rpm, com movimentos intermitentes por 15 segundos por um único operador. Em seguida, as amostras foram limpas em banho de ultrassom com água deionizada por 10 minutos para remover quaisquer detritos superficiais. Após os procedimentos, as amostras foram armazenadas em água deionizada a 37°C, em recipientes com ausência de luz.

### 2.3 Rugosidade

A rugosidade de superfície das amostras foi avaliada utilizando o rugosímetro (Surfcoder SE 1700, Kosakalab, Tóquio, Japão). O rugosímetro apresenta uma ponta de diâmetro de 2 µm e precisão de 0,0001 µm. Três medições lineares em 0°, 45° e 90° foram realizadas utilizando parâmetros predefinidos de 2,85 mm para a extensão da leitura e 0,25 mm de corte de todas as amostras. A rugosidade das amostras foi calculada pela média aritmética das medições (Ra). Ra é um parâmetro de rugosidade que resulta da média aritmética dos desvios de picos e depressões do perfil em relação à linha média.

### 2.4 Brilho

O brilho da superfície das amostras foi analisado utilizando o medidor de brilho (Novo Curve, Rhopoint Instruments, St Leonard, Reino Unido) (Consani *et al.*, 2016). A calibração do medidor de brilho foi realizada antes das medições do brilho com base em um padrão disponibilizado pelo fabricante a 5,5 unidades de brilho (unidade de brilho - GU). Um feixe de luz de intensidade conhecida foi emitido à 60°

da superfície da amostra, refletindo sua normal e coletado por um sensor que registra a quantidade do feixe refletido, de acordo com a ISO 2813/2014. Quatro medições em 0°, 90°, 180° e 270° foram realizadas na superfície da amostra, variando de 0 a 100 (GU). A média aritmética dos quatro valores medidos foi o valor do brilho de cada amostra.

## **2.5 Ciclagem Térmica**

Todas as amostras de resina composta foram submetidas à ciclagem térmica (OMC250LC, Odeme Dental Research, Luzerna, Santa Catarina, Brasil) com água entre 5° C e 55° C (com tempo de 30 s de imersão) e tempo de transferência de 6 s entre banhos. No total, as amostras foram mantidas imersas por 224 horas (24 horas de armazenagem inicial + 200 horas da ciclagem térmica).

## **2.6 Análise da Rugosidade e do Brilho de Superfície**

Após as amostras serem submetidas a ciclagem térmica foi realizado novamente a análise da rugosidade de superfície e do brilho similar aos itens 2.3 e 2.4.

## **2.7 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

As avaliações da superfície das amostras foram realizadas em MEV. Uma amostra de cada grupo (após o polimento e após a ciclagem térmica) foi recoberta com ouro ((Balzers-SCD 050, Balzers Union, Aktiengesellschaft, Furstentun, Liechtenstein) por 180 segundos a 40mA e avaliadas usando MEV (JSM 5600LV – Jeol Inc., Peabody, MA, EUA) operado a 25 kV, por um único operador. As amostras foram examinadas sob ampliações de 2.000 X a 3.000 X.

## **2.8 Análise estatística**

Os valores (rugosidade de superfície e brilho) foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene), antes de serem analisados com ANOVA dois fatores e teste post-hoc de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

# **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1 Rugosidade**

As médias de rugosidade de superfície das três resinas compostas, fotoativadas por (10, 20 e 40 s) e submetidas ou não à ciclagem térmica estão apresentadas na Tabela 1. Na rugosidade de superfície para a condição sem ciclagem térmica para as resinas compostas BTFL e TTRC, o tempo de 10 s apresentou maior valor de rugosidade, sendo estatisticamente superior aos tempos de 20 s e 40 s para a resina BTFL e superior a 40 s para a resina TTRC ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de 20 s e 40 s para a resina BTFL e entre os tempos de 10 s e 20 s e entre 20 s e 40 s para a resina TTRC ( $p > 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de fotoativação para a resina ESTL ( $p > 0,05$ ). Após a ciclagem térmica, o tempo de 20 s apresentou valor de rugosidade de superfície estatisticamente superior ao tempo de 40 s para as resinas BTFL e ESTL ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de 10 e 40 s ( $p > 0,05$ ). Para a resina TTRC, os tempos de 10 s e 20 s apresentaram valores de rugosidade estatisticamente superior ao tempo de 10 e 40 s. Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de 10 s e 20 s ( $p > 0,05$ ).

Quando foi comparado, com ou sem ciclagem térmica, para cada tempo de fotoativação, observou-se que para as resinas BTFL e ESTL, no tempo de 20 s, as amostras submetidas a ciclagem térmica apresentaram valores de rugosidade estatisticamente superiores as sem ciclagem térmica ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada nos tempos de 10 s e 40 s ( $p > 0,05$ ). Já para a resina TTRC, as amostras submetidas a ciclagem térmica apresentaram valores de rugosidade estatisticamente superiores as amostras sem ciclagem térmica, para os três tempos de fotoativação ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1 - Valores médios de rugosidade de superfície Ra (rugosidade média -  $\mu\text{m}$ ) de três resinas compostas (BTFL, TTRC e ESTL) fotopolimerizadas por 10, 20 e 40 segundos, antes e após a ciclagem térmica.

Resina Composta	Tempo de Fotoativação (Segundos)	Ciclagem Térmica	
		SEM	COM
BTFL	10	0,189 $\pm$ 0,03 Aa	0,172 $\pm$ 0,01 Ab
	20	0,151 $\pm$ 0,02 Ab	0,180 $\pm$ 0,00 Ba
	40	0,144 $\pm$ 0,04 Ab	0,140 $\pm$ 0,01 Ab
TTRC	10	0,137 $\pm$ 0,01 Aa	0,153 $\pm$ 0,00 Ba
	20	0,124 $\pm$ 0,02 Aab	0,155 $\pm$ 0,01 Ba
	40	0,104 $\pm$ 0,01 Ab	0,127 $\pm$ 0,01 Bb
ESTL	10	0,143 $\pm$ 0,02 Aa	0,155 $\pm$ 0,01 Ab
	20	0,137 $\pm$ 0,02 Aa	0,172 $\pm$ 0,00 Ba
	40	0,131 $\pm$ 0,01 Aa	0,145 $\pm$ 0,00 Ab

Médias seguidas por letras distintas minúscula na coluna comparam a rugosidade de superfície entre os tempos de fotoativação para cada resina composta (SEM e COM) ciclagem térmica e maiúscula na linha dentro de cada tempo de fotoativação para cada resina composta com ou sem ciclagem térmica diferem entre si, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

### 3.2. Brilho

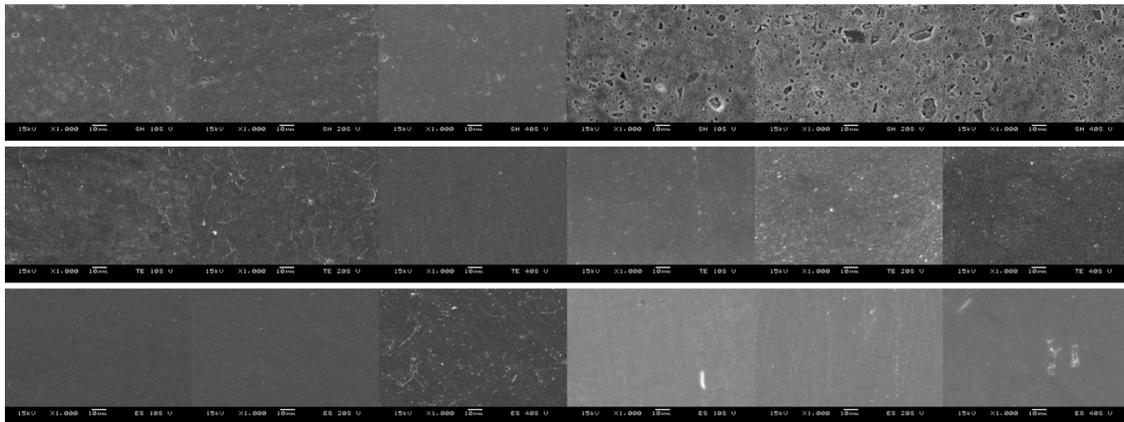
As médias do brilho (Gloss Unit - GU) das três resinas compostas, fotoativadas por (10, 20 e 40 s) e submetidas ou não a ciclagem térmica estão apresentados na Tabela 2. Quando realizado a comparação entre os tempos de fotoativação, sem ciclagem térmica para as resinas BTFL, TTRC e ESTL, nenhuma diferença estatística foi observada no brilho entre os tempos de 10 s, 20 s e 40 s ( $p > 0,05$ ). Após a ciclagem térmica, as amostras fotoativadas por 40 s apresentaram valores de brilho (GU) estatisticamente superiores aos tempos de 10 s e 20 s, para as resinas BTFL e ESTL ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de 10 s e 20 s ( $p > 0,05$ ). Para a resina TTRC, os tempos de 20 s e 40 s, apresentaram valores de brilho (GU) estatisticamente superiores ao tempo de 10 s ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de 20 s e 40 s ( $p > 0,05$ ).

Quando foi comparado, com ou sem ciclagem térmica, para cada tempo de fotoativação, observou-se que para as três resinas BTFL, TTRC e ESTL, o brilho das amostras sem ciclagem térmica foi estatisticamente superior aos amostras submetidas à ciclagem térmica ( $p < 0,05$ ), exceto para o tempo de 40 s para a resina BTFL sem diferença estatística ( $p > 0,05$ ).

Tabela 2 – Valores médios da medida do brilho (Gloss Unit - GU), de três resinas compostas fotopolimerizadas por 10, 20 e 40 segundos, antes e após a ciclagem térmica.

Resina Composta	Tempo de Fotoativação (Segundos)	Ciclagem Térmica	
		SEM	COM
BTFL	10	57,6 $\pm$ 5,8 Aa	51,8 $\pm$ 2,1 Bb
	20	57,1 $\pm$ 6,5 Aa	52,9 $\pm$ 2,6 Bb
	40	58,9 $\pm$ 3,4 Aa	57,9 $\pm$ 6,6 Aa
TTRC	10	62,8 $\pm$ 1,6 Aa	32,7 $\pm$ 7,5 Bb
	20	64,9 $\pm$ 4,6 Aa	48,6 $\pm$ 0,6 Ba
	40	63,6 $\pm$ 3,6 Aa	52,2 $\pm$ 1,6 Ba
ESTL	10	63,7 $\pm$ 4,6 Aa	48,7 $\pm$ 2,5 Bb
	20	64,6 $\pm$ 4,4 Aa	52,3 $\pm$ 1,9 Bb
	40	64,8 $\pm$ 2,3 Aa	59,5 $\pm$ 2,3 Ba

Médias seguidas por letras distintas minúscula na coluna comparam a rugosidade de superfície entre os tempos de fotoativação para cada resina composta (SEM e COM) ciclagem térmica e maiúscula na linha dentro de cada tempo de fotoativação para cada resina composta, com ou sem ciclagem térmica diferem entre si, em nível de 5% pelo teste de Tukey.



**Inicial**

**Ciclagem Térmica**

Figura 2. Imagens representativas da superfície das amostras em MEV x1000.

#### 4. CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo, pode-se concluir que:

- 1 - A ciclagem térmica promoveu aumento da rugosidade de superfície e reduziu o brilho das três resinas compostas.
- 2 – O tempo de fotoativação de 40 s foi eficiente em proporcionar menor rugosidade de superfície nas amostras, principalmente após a ciclagem térmica para as três resinas compostas.
- 3 – O tempo de fotoativação não influenciou nos valores do brilho para as três resinas compostas, antes da ciclagem térmica e na rugosidade de superfície para a resina ESTL.
- 4 – O tempo de fotoativação de 40 s foi eficiente em proporcionar maior valor do brilho nas amostras, após a ciclagem térmica para as três resinas compostas.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. Sabbagh J, McConnell RJ, McConnell MC. Clancy. Posterior composites: Update on cavities and filling techniques. *J Dent* 2017;57:86-90.
2. Ferracane JL, Hilton TJ, Stansbury JW, Watts DC, Silikas N, Ilie N, Heintze S, Cadenaro M, Hickel R. Academy of Dental Materials guidance—Resin composites: Part II—Technique sensitivity (handling, polymerization, dimensional changes). *Dent Mater* 2017;33:1171-91.
3. Nair SR, Niranjan NT, Jayasheel A, Suryakanth DB. Comparative evaluation of colour stability and surface hardness of methacrylate based Flowable and packable composite-in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2017;11:ZC51-ZC54.
4. Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater* 2011;27:29-38.
5. de Oliveira DC, Rocha MG, Gatti A, Correr AB, Ferracane JL, Sinhoret MA. Effect of different photoinitiators and reducing agents on cure efficiency and color stability of resin-based composites using different LED wavelengths. *J Dent* 2015;43:1565-72.
6. Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res* 2017;28;31(suppl 1):e61.
7. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999;27:89-99.- KE&LER A, Hickel R, Ilie N. In vitro investigation of the influence of printing direction on the flexural strength, flexural modulus and fractographic analysis of 3D-printed temporary materials. *Dent Mater J* 2021;29;40:641-49.
8. Consani RL, Folli BL, Nogueira MC, Correr AB, Mesquita MF. Effect of polymerization cycles on gloss, roughness, hardness and impact strength of acrylic resins. *Braz Dent J* 2016;27:176-80.