

# Estudo do “creep” em cinco resinas compostas fotopolimerizáveis

## *Study of the creep of five posterior light-cured resins composite*

**Marcelo Guerino Pereira COUTO**

Doutorando em Dentística, opção Materiais Dentários, da FOB-USP/Professor Titular de Materiais Dentários FO/UNIGRANRIO-RJ e FONF-RJ.

**Paulo Afonso Silveira FRANCISCONI**

Professor Assistente Doutor da Disciplina de Materiais Dentários da FOB-USP.

**Halim NAGEM FILHO**

Professor Titular do Curso de Odontologia da Universidade do Sagrado Coração-SP.

**Mario Pereira COUTO JÚNIOR**

Professor Titular de Materiais Dentários FO/UNIGRANRIO-RJ, FONF-RJ e UNESA-RJ.

**A**s resinas compostas vêm sofrendo aperfeiçoamentos objetivando seu uso em dentes posteriores para substituir o amálgama dental, com a função de melhorar a estética. Entretanto, problemas clínicos associados à sua utilização são comumente observados, dentre eles sua resistência ao desgaste e à abrasão, a contração de polimerização, a microinfiltração marginal, e sua deformação permanente, importante propriedade em situações clínicas onde existem áreas sujeitas às forças oclusais e que, normalmente não é considerada. Visando determinar o “creep”, por meio da deformação permanente, espécimes confeccionadas com resinas compostas fotopolimerizadas: ALERT [A] (Jeneric®/Pentron®), CHARISMA F [C] (Heraeus/Kulzer), HELIOMOLAR RADIOPAQUE [H] (Vivadent), SOLITAIRE [S] (Heraeus/Kulzer) e TETRIC CERAM [T] (Vivadent) após armazenamento em água, à temperatura de 37 + 1°C, foram submetidos a uma carga compressiva constante de 36MPa, por períodos de: 15 minutos, 1 hora e 24 horas. Os resultados obtidos apresentam os valores quantitativos da diferença entre o comprimento original da amostra e o seu comprimento após o ensaio, em cada período estabelecido. A análise estatística dos dados apresentados pelas cinco resinas, demonstrou resultados de “creep estático” (em ordem decrescente), para o período de 15 minutos: [H] (X=1,0192%), [T] (X=0,8787%), [C] (X=0,7469%), [S] (X=0,6738%) e [A] (X = 0,5095%). Para o período de 1 hora: [H] (X=1,5546%), [T] (X=1,2082%), [C] (X=0,9744%), [S] (X=0,8245%), [A] (X=0,6348%) e, para o último período observado, 24 horas, obteve-se a seguinte seqüência: [H] (X=2,3747%), [T] (X=1,7993%), [C] (X=1,2812%), [S] (X=1,2645%) e [A] (X=0,7600). Os valores médios do “creep estático” das resinas CHARISMA F e SOLITAIRE não foram estatisticamente diferentes entre si em qualquer um dos períodos estudados, sendo que no período de 15 minutos, os resultados obtidos para a resina TETRIC CERAM também se assemelharam aos destas e, em 1 hora, os da resina composta ALERT foram similares aos das duas primeiras; porém, a resina HELIOMOLAR RADIOPAQUE, apresentou resultados divergentes das anteriores, demonstrando piores características de deformação permanente, por possuir maiores valores de “creep estático” em qualquer dos períodos estudados.

**Unitermos:** Resinas compostas; Resistência ao desgaste, Creep.

## INTRODUÇÃO

No final da década de 50, BOWEN<sup>6</sup> desenvolveu um novo material odontológico: as resinas compostas que, durante os anos 60, foram utilizadas pelos dentistas, como material restaurador em dentes anteriores e posteriores. A aplicação desse produto em regiões de pré-molares e molares não apresentou um desempenho clínico satisfatório quanto à resistência ao desgaste, fadiga e deformação plástica.

Com alterações na química, no tamanho, na concentração e na forma das partículas e uma modificação no complexo resinoso da matriz, houve aceitação desses produtos como restauradores de dentes posteriores, pois apresentaram melhoria em suas propriedades físico-químicas.

Uma das propriedades importantes a serem avaliadas em um material restaurador, principalmente para região posterior, é o "creep", que é um processo pelo qual o material, quando sujeito a uma pressão de carga, sofre uma alteração, em comprimento, em relação à duração da carga aplicada<sup>12,13,16</sup>. A velocidade desta alteração depende da intensidade da carga<sup>8</sup>, da temperatura<sup>18,23,25</sup>, do tempo de duração do teste<sup>7,8,20</sup>, da composição química do material<sup>6,23</sup> e de sua estrutura interna<sup>12</sup>.

Existem 2 tipos de "creep", o estático, no qual a carga aplicada não sofre variação e o dinâmico, aquele em que a carga aplicada sofre variações. O estudado por nós, no presente trabalho é o "creep" estático.

Em materiais viscoelásticos, quando submetidos a baixas tensões por longo período de tempo, ocorre uma deformação permanente denominada "creep estático"<sup>1,2,7,11,12,13,16,17,21,23,24</sup>. Por serem, as resinas compostas, materiais viscoelásticos<sup>1,12,13,16,20,21</sup>, estas apresentam deformação permanente a baixas tensões em função do tempo<sup>17,19</sup>.

Considerando existir uma relação entre o "creep estático" de uma resina composta e seu desempenho clínico como material restaurador em dentes posteriores<sup>7,8,9,10,11,13,16,19,20</sup> e, diante de uma crescente utilização das resinas compostas para esse fim<sup>10,15,21</sup>, pareceu-nos ser de interesse a avaliação dessa propriedade nos produtos comercializados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Selecionou-se cinco resinas compostas híbridas fotoativadas, comumente empregadas, pelos cirurgiões-dentistas, como material restaurador estético.

Confeccionou-se dez corpos-de-prova com cada produto comercial à partir de uma matriz de teflon. Após

polimerização complementar, as superfícies (superior e inferior) de cada espécime foram regularizadas e seu comprimento mensurado, por meio de um micrômetro. A amostra, colocada em recipiente metálico contendo água, foi levada à máquina para ensaio de resistência à compressão, localizada no interior de uma estufa com temperatura controlada de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ <sup>11,13</sup>.

Foi aplicada então, uma carga de 36 MPa, verificando-se a deformação provocada, sem a remoção da carga, em períodos determinados (15 minutos, 1 hora e 24 horas) e anotando-se os valores registrados<sup>11,13</sup>, que posteriormente foram submetidos à análise estatística para comparações individuais caso houvesse significância entre os dados obtidos e, assim, permitirem conclusões.

## MATERIAL

Os cinco produtos selecionadas para a realização deste trabalho são ativados por luz visível e apresentam, na sua composição, além dos componentes básicos propostos por BOWEN, a canforoquinona fotossensível e uma amina redutora da canforoquinona e se encontram designados na Tabela 1.

A mesma cor A<sub>2</sub> (A<sub>20</sub>) foi utilizada para todas as resinas compostas estudadas, para uma possível padronização no índice de conversão dos monômeros e não interferência nos resultados obtidos, após o ensaio de deformação compressiva.

### PRODUTOS UTILIZADOS NO TRABALHO

MARCA COMERCIAL	FABRICANTE
ALERT	Jeneric/Pentron
CHARISMA F	Heraeus/KULZER
HELIOMOLAR RADIOPAQUE	Vivadent
SOLITARE	Heraeus/KULZER
TETRIC CERAM	Vivadent

## MÉTODOS

### Obtenção das amostras

Uma matriz em teflon, com um orifício cilíndrico central, medindo 8,0 milímetros de altura por 4,0 milímetros de diâmetro foi utilizada para confecção dos corpos-de-prova.

Cada corpo-de-prova foi obtido por inserção da resina

**TABELA 1-** Médias dos comprimentos (mm) e desvios-padrão das diferentes resinas, durante os diversos períodos de avaliação

MATERIAL	PERÍODO DE AVALIAÇÃO			
	Comprimento inicial (I <sub>0</sub> )	Aos 15 minutos (I <sub>1</sub> )	Em 1 hora (I <sub>2</sub> )	Em 24 horas (I <sub>3</sub> )
ALERT	7,9941 ± 0,0061	7,9546 ± 0,0080	7,9446 ± 0,0088	7,9346 ± 0,0075
CHARISMA F	7,7380 ± 0,1458	7,6810 ± 0,1503	7,6627 ± 0,1510	7,6390 ± 0,1529
HELIOMOLAR RADIOPAQUE	7,8424 ± 0,1321	7,7624 ± 0,1268	7,7204 ± 0,1262	7,6562 ± 0,1318
SOLITAIRE	7,9531 ± 0,0488	7,8995 ± 0,0446	7,8875 ± 0,0453	7,8525 ± 0,0516
TETRIC CERAM	7,6983 ± 0,1121	7,6307 ± 0,1612	7,6053 ± 0,1213	7,5598 ± 0,1197

composta, em camadas de 2,0 a 3,0 milímetros, nesta matriz, previamente lubrificada e que se encontrava apoiada sobre uma placa de vidro à temperatura ambiente em  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Após a inserção da primeira camada de resina na matriz, a luz do fotopolimerizador Optilight II (Gnatus) foi aplicada durante 20 segundos. Seqüencialmente, adicionou-se a segunda camada à primeira e foi ela também ativada por 20 segundos. Inserida a terceira e última camada, fez-se uma suave compressão sobre o material adicionado por meio de uma lamínula de vidro, e fotoativou-se durante 20 segundos, perfazendo um total de 60 segundos de fotoativação.

O espécime de resina polimerizada foi removido do interior da matriz de teflon e uma fotoativação complementar foi realizada: a luz era aplicada, paralelamente ao longo eixo do corpo-de-prova, por 30 segundos em sua superfície superior, em seguida, também paralelamente e por mais 30 segundos, mas na superfície inferior do espécime. Então, aplicou-se o feixe luminoso perpendicularmente ao longo eixo do corpo-de-prova, por mais 30 segundos em cada lado do espécime.

O tempo total de fotoativação para cada amostra foi de 180 segundos, sendo 60 segundos quando esta se encontrava no interior da matriz, mais 60 segundos, paralelamente ao longo eixo e os 60 segundos restantes, perpendicularmente ao longo eixo do espécime.

Após o término da polimerização total, as superfícies externas dos espécimes foram regularizadas com lixa de granulação nº 600 para torná-las lisas, planas e paralelas entre si, estando o espécime pronto para ser medido e levado à máquina de compressão.

Por meio de um micrômetro digital (marca Mitutoyo) mediu-se o comprimento inicial do corpo-de-prova, sendo esse valor devidamente registrado.

Os espécimes eram levados à máquina de ensaios, que se situava no interior de uma estufa, com temperatura controlada, para a determinação da deformação compressiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando uma força externa, denominada como *carga*, age sobre um corpo sólido, uma força interna, chamada de *tensão*, deste corpo reagirá em igual magnitude e em direção contrária àquela força externa. Sempre que uma tensão esteja presente existirá como consequência uma deformação que pode ser tanto elástica como plástica ou permanente<sup>1,12,13,16,21</sup>. Uma pressão inferior ao limite de proporcionalidade, produz uma deformação elástica<sup>56</sup>. Isto quer dizer que, uma vez retirada a carga, as dimensões do corpo devem coincidir com as dimensões originais. Porém, muitos materiais, tais como as resinas compostas, após a remoção da carga, mantêm uma deformação residual, denominada permanente<sup>1,13,16</sup>. Esta deformação não coincide com um comportamento elástico, que se preconiza ter a resina composta, mas seu desempenho é como o de um material viscoso, pois deforma-se permanente e progressivamente em função do tempo de aplicação da carga e não em função do aumento desta<sup>12,21</sup>.

As resinas compostas, mesmo com baixas cargas, podem sofrer deformações, dependendo do período de

tempo da aplicação da carga, e esse fenômeno ocorre devido as resinas compostas serem materiais viscoelásticos, pois possuem uma “performance” parcialmente elástica e parcialmente viscosa<sup>44</sup>.

A viscoelasticidade das resinas compostas está relacionada com a carga exercida e com o tempo de aplicação dessa<sup>20,21</sup>, sendo o “creep” um processo em que o material, quando sujeito a uma pressão de carga, sofre uma alteração, em comprimento<sup>21</sup>. Esta é, portanto, uma propriedade extremamente importante para se conhecer e selecionar a resina composta de melhor qualidade, almejando sua performance clínica.

Por ser a resina, um material não cristalino, este tipo de deformação ocorre mesmo em temperatura baixa. Portanto, em virtude deste material apresentar uma deformação residual em baixas cargas e temperaturas, empregou-se, neste experimento, uma carga de pressão constante de 36MPa<sup>11,13,24</sup>, correspondente à força mastigatória e uma temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , semelhante à da cavidade bucal. Consequentemente, a alteração no comprimento dos corpos-de-prova é resultado da variabilidade do tempo durante o qual a força foi mantida.

A variação nos comprimentos dos corpos-de-prova, em milímetros, indica a deformação permanente nas resinas compostas, decorrente da carga aplicada durante os períodos de tempo determinados (Tabela 1).

Pode-se observar que o tempo é um do fator importante na resultante do “creep estático” e influencia diretamente na deformação do corpo-de-prova para todas as marcas comerciais de resinas compostas estudadas. Se, a temperatura e a carga forem constantes, como neste experimento, quanto maior for o período de tempo de aplicação da carga, maior será a deformação permanente presente no corpo-de-prova.

A diferença dos valores individuais entre o tamanho inicial do corpo-de-prova ( $l_0$ ) e o comprimento deste no período de 15 minutos ( $l_1$ ), 1 hora ( $l_2$ ) e 24 horas ( $l_3$ ) após a aplicação constante da carga (36MPa), representa o estado de deformação permanente de cada espécime, em comprimento linear (mm). Quando esta diferença é dividida pelo tamanho da amostra inicial ( $l_0$ ) e multiplicada por 100, o valor de “creep” é dado em porcentagem (%).

Todas as resinas compostas analisadas neste experimento sofreram uma variação de comprimento, como deformação permanente, em todos os períodos estudados.

Pode-se verificar que houve uma tendência de aumento das diferenças entre o comprimento original e os demais períodos observados, para todos os produtos. Com isto, pode-se deduzir que, independentemente da composição da resina composta, esta sofreu uma

alteração em sua dimensão linear, demonstrando ocorrer esse fenômeno no estado viscoso. Para uma melhor visualização, determinou-se a diferença, em centímetros, entre o comprimento inicial de cada amostra ( $l_0$ ) para cada marca comercial e o comprimento final ( $l_1, l_2, l_3$ ) em cada período analisado (15 minutos, 1 hora e 24 horas), sob temperatura e carga estabelecidos (Tabela 2), estando também visualizados os desvios-padrão.

## CONCLUSÕES

1. Todos produtos comerciais analisados, neste experimento, sofreram deformação permanente nos períodos observados.

2. A variação do índice foi maior no primeiro período em relação aos demais e houve uma tendência crescente com o aumento dos intervalos do tempo.

3. A resina ALERT apresentou, estatisticamente, menores valores de “creep”, em todos os períodos, sendo similar à SOLITAIRE e à CHARISMA F no período de 1 hora.

4. A resina composta SOLITAIRE não se diferiu da CHARISMA F em qualquer período estudado, apresentando-se não estatisticamente diferente, do TETRIC CERAM, aos 15 minutos de ensaio.

5. A TETRIC CERAM comportou-se de forma inferior em relação à ALERT, SOLITAIRE e CHARISMA F, mas ainda com mensurações estatisticamente superiores às da resina HELIOMOLAR RADIOPAQUE.

6. Os maiores valores para “creep” foram obtidos pelo ensaio com a resina HELIOMOLAR RADIOPAQUE, portanto, este produto possuiu maior deformação permanente quando submetido às condições deste experimento.

## ABSTRACT

Posterior resins composite dental restorative materials, have been, extensively, used in substitution of dental amalgam, in function of its best aesthetic. Although the use of those resins, in areas subject to the occlusal forces, increased significantly, the need of evaluating the behavior of “static creep”—important property to be considered in those situations—it is not very disclosed. The objective of the present study was to determine the “static creep” of the resins: Alert [A], Charisma F [C], Heliomolar Radiopaque [H], Solitaire [S] and Tetric Ceram [T], by evaluating the permanent deformation. That deformation was determined in specimens

**TABELA 2-** Médias (em mm) e desvios-padrão obtidos pela diferença entre os comprimentos das amostras das resinas compostas estudadas, nos diferentes períodos observados

MATERIAL	PERÍODO OBSERVADO	MÉDIA (X)	DESVIO PADRÃO (DP)
Alert	Comp.inicial-Comp. aos 15 minutos	0,0395	0,0072
	Comp.inicial-Comp. em 1 hora	0,0495	0,0075
	Comp.inicial-Comp. em 24 horas	0,0595	0,0061
Charisma F	Comp.inicial-Comp. aos 15 minutos	0,0570	0,0092
	Comp.inicial-Comp. em 1 hora	0,0753	0,0100
	Comp.inicial-Comp. em 24 horas	0,0990	0,0117
Heliomolar	Comp.inicial-Comp. aos 15 minutos	0,0800	0,0138
	Comp.inicial-Comp. em 1 hora	0,1220	0,0215
Radiopaque	Comp.inicial-Comp. em 24 horas	0,1862	0,0156
Solitaire	Comp.inicial-Comp. aos 15 minutos	0,0536	0,0055
	Comp.inicial-Comp. em 1 hora	0,0656	0,0058
	Comp.inicial-Comp. em 24 horas	0,1006	0,0266
Tetric Ceram	Comp.inicial-Comp. aos 15 minutos	0,0676	0,0096
	Comp.inicial-Comp. em 1 hora	0,9300	0,0059
	Comp.inicial-Comp. em 24 horas	0,1385	0,0021

submitted to a constant compressive load of 36MPa, in  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , immersed in water, for periods of 15 minutes, 1 hour and 24 hours. The results obtained in this experiment present the quantitative values of the “creep” in crescent order, for the period of 15 minutes: H, T, C, S, A; in 1 hour: H, T, C, S, A and in 24 hours: H, T, C, S, A. The profile analysis of the “creep” for five resin composites evaluated in the four pre-determined periods demonstrated similar results for C, S, T in 15 minutes, A, C, S, in 1 hour and C, S in 24 hour, and different results for H in all observed times.

**Uniterms:** Resistance; Creep; Composite resins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - ANUSAVICE, K. J. Phillips/Materiais Dentários. 10 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998. Cap 3/4, p 19-43.  
2 - ASMUSSEN, E. Clinical relevance of physical, chemical, and bonding properties of composite resins. Oper. Dent., v. 10, n. 2, p. 61-73, Spring 1985.

3 - BOWEN, R. L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J. Amer. dent. Ass., v. 66, p. 57-64, Jan. 1963.  
4 - COHEN, S. M.; SCHULMAN, A. Composites: yesterday, today and tomorrow. N. Y. St. dent. J., v. 54, n. 7, p. 34-9, Aug./Sept. 1988.  
5 - COUTO, M.G.P. Resistência à compressão de um amálgama de composição convencional em duas idades, triturado por três diferentes amalgamadores. Bauru, 1995. 86p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo  
6 - FRITH, E. M.; TUCKETT, R. F. Linear polymers. In: \_\_\_\_\_. The physical properties of linear polymers. Toronto, Longmanos Grenn, 1951. Cap. 2, p. 272-348.  
7 - HIRANO, S.; HIRASAWA, T. Creep on a composite resin in water. Dent. Mat. J., v. 8, n. 1, p. 93-9, June 1989.  
8 - HIRANO, S.; HIRASAWA, T. Compressive creep and recovery of composite resins with various filler contents in water. Dent. Mat. J., v. 11, n. 2, p. 165-76, Dec. 1992.  
9 - HIRANO, S.; HIRASAWA, T. Compressive creep of posterior and anterior composite resins in water. Dent. Mat. J., v. 13, n.2, p. 214-9, Dec. 1994.  
10 - LEINFELDER, K. F. New developments in resin restorative systems. J. Amer. dent. Ass., v. 128, n. 5, p.573-81, May 1997.  
11 - MAIA, H. P.; NAGEM FILHO, H. Avaliação do “creep” estático em resinas compostas. Rev. FOB, v. 2, n. 3, p. 46-9, jul./set., 1994.  
12 - MACCHI, R. L. Propriedades de los materiais. In: \_\_\_\_\_. Materiales dentales - fundamentos para su estudio. Buenos Aires, Panamericana, 1980. Cap. 2, p.20-45.  
13 - MARIA, V. S. Determinação da deformação permanente em resinas compostas fotopolimerizáveis. Bauru, 1998. 101p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.  
14 - MCCUNE, R. J. et al. A clinical comparison for posterior restorative materials. J. dent. Res., v.46, 1967. Supplement 6 /Abstract n.546/  
15 - MCCUNE, R. J. et al. Clinical comparison of anterior and posterior restorative materials. IADR Meeting, Houston, Texas, Mar. 1969. /Abstract n.482/

- 16 - NAGEM FILHO, H. Materiais dentários: resinas compostas. Bauru, Produções Artes Gráficas, 1999. p.84.
- 17 - ODÉN, A.; RUYTER, I. E.; ØYSÆD, H. Creep and recovery of composites for use in posterior teeth during static and dynamic compression. *Dent. Mat.*, v. 4, n. 3, p. 147-50, June 1988.
- 18 - ØYSÆD, H.; RUYTER, I. E. Composites for use in posterior teeth: mechanical properties tested under dry and wet conditions. *J. Biomed. Mat. Res.*, v. 20, n. 2, p. 261-71, Feb. 1986.
- 19 - PAPADOGIANIS, Y.; BOYER, D. B.; LAKES, R. S. Creep of conventional and microfilled dental composites. *J. Biomed. Mat. Res.*, v. 18, n. 1, p. 15-24, Jan. 1984.
- 20 - PAPADOGIANIS, Y.; BOYER, D. B.; LAKES, R. S. Creep of posterior dental composites. *J. Biomed. Mat. Res.*, v. 19, n.1, p. 85-95, Jan. 1985.
- 21 - PHILLIPS, R. W. Physical properties of dental materials. Rheology. Color. Thermical properties. In: \_\_\_\_\_. *Skinner's science of dental materials*. 9. ed. Philadelphia, W.B.Sauders, 1991.
- 22 - PHILLIPS, R. W. et al. One-year observations on a composite resin for Class II restorations. *J. prosth. Dent.*, v. 26, p. 68-77, July 1971.
- 23 - RUYTER, I. E.; ØYSÆD, H. Compressive creep of light cured resin based restorative materials. *Acta odont. scand.*, v. 40, n. 5, p. 319-24, 1982.
- 24 - SANG, J. et al. Creep studies of visible light-cured posterior composite resins. *J. dent. Res.*, v. 71, p. 137, Mar. 1992. / Abstract n. 249/
- 25 - SCHMIDT, A. X.; MARLIES, C. A. Principles of high-polymer theory and practice. New York, McGraw-Hill Book, 1948.

Endereço para contato:  
R. General Roca, 913, sl.708  
Rio de Janeiro – RJ  
20521-070