

Trabajos Originales:

**INFLUENCIA DEL ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO SOBRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE RESINAS COMPUESTAS.**

THE INFLUENCE OF ACCELERATED AGING IN COMPRESSIVE RESISTANCE COMPOSITE RESINS.

*Recibido para Publicación: 18/05/2007*

*Aceptado para Publicación: 11/06/2007*

- **Alexandro Nicoluzzi<sup>1</sup>, Marcos Ribeiro Moisés<sup>2</sup>, Andréa Candido dos Reis<sup>2</sup>, José Carlos Rabelo Ribeiro<sup>2</sup>, Sérgio Candido Dias<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>. Alumno del Curso de Maestría en Clínica Odontológica de la UNINCOR, Três Corações, MG, Brasil

<sup>2</sup>. Profesor del Curso de Maestría en Clínica Odontológica de la UNINCOR, Três Corações, MG, Brasil  
Universidad Vale do Rio Verde de Três Corações, UNINCOR

**Dirección de correspondencia:**

Prof. Dr. Marcos Ribeiro Moisés. Rua José Gomes Nogueira, 151, Vila Pinto. Varginha - Minas Gerais - Brasil. Cep: 37014-040 - Fone: (35) 32222504

E-mail: [marcos.ribeiro.moise@terra.com.br](mailto:marcos.ribeiro.moise@terra.com.br)

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue verificar la influencia del Envejecimiento Artificial Acelerado sobre la resistencia a compresión de tres resinas compuestas. Los especímenes fueron confeccionados con auxilio de una matriz de nylon utilizando la técnica incremental, en cuanto a la manipulación se siguieron las instrucciones del fabricante, en total fueron confeccionados 48 especímenes utilizando las resinas compuestas Filtek Supreme (3M-ESPE), Charisma (Heraeus-Kulzer) e Filtek Z-250 (3M-ESPE). Transcurridas 24 horas, 24 especímenes, 8 de cada material, fueron sometidos a ensayos mecánicos de compresión en la Máquina Universal de Ensayos (EMIC DL-2000) con una célula de carga de 2000Kgf y velocidad de 0,05mm/min. Los otros 24 cuerpos de prueba fueron sometidos a envejecimiento artificial acelerado en la máquina de C-UV Sistema Acelerado de Envejecimiento para no metálicos - ASTM-G-53 por 192 horas, lo que equivale a aproximadamente 5 años de envejecimiento en condiciones clínicas normales, posteriormente sometidas a ensayos mecánicos de compresión. Se realizó el análisis estadístico comparativo entre los resultados obtenidos utilizando el test de ANOVA/Tukey ( $P < 0,05$ ) y fue verificado que no hubo diferencia estadística en la resistencia a compresión entre las resinas Z-250 y Filtek Supreme envejecidas y no envejecidas. Entretanto se presentó diferencia estadística entre las muestras confeccionadas con la resina Charisma envejecida y no envejecida.

**Palabras Clave:** resinas compuestas, fuerza compresiva, test de materiales

**ABSTRACT**

The objective of this work was to verify the influence of the Sped up Artificial Aging in the compressive strength of 3 composed resins. It was used a matrix of nylon for confection of 48 bodies of test with 8,0mm of height and 4,0mm of width, having been 16 with the Filtek resin Supreme(3M), 16 with Charisma (Heraeus Kulzer) and 16 with Filtek Z-250(3M). For the confection of the test bodies the incremental technique was used respecting the time of curing indicated for the manufacturers. Passed 24 hours, half of the bodies of test of each material was submitted to the compressive assay in the Universal Machine of Assays (EMIC DL-2000) with load cell of 2000Kgf and speed of 0,05mm/min. To another half it was submitted to the artificial aging sped up in the C-UV machine Sped up System of Aging for not metallic - ASTM-G-53 for 192 hours that is equivalent approximately the 5 years of aging and later submitted to the compressive assay. Analysis was become fulfilled comparative statistics between the gotten results using ANOVA/Tukey ( $P < 0.05$ ). It was verified that it did not have difference statistics in the compressive strength between the resins aged and not aged Z-250 and Filtek Supreme. However difference occurred statistics between aged and not aged the Charisma resin.

**Key words:** Composite resins, compressive strength, materials testing.

FUENTE:

[www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento\\_artificial\\_acelerado\\_resistencia\\_compresion\\_resinas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento_artificial_acelerado_resistencia_compresion_resinas.asp)

Fundación Acta Odontológica Venezolana

RIF: J-30675328-1 - ISSN: 0001-6365 - Caracas - Venezuela

## INTRODUCCIÓN

La resina compuesta es uno de los materiales más utilizados en restauraciones estéticas directas. Y, desde su introducción con Bowen, en la década de cincuenta(1), hubo constantes transformaciones a fin de perfeccionar sus propiedades físicas e mecánicas, haciéndola cada vez más aceptable para restauraciones dentales, inclusive posibilitando su empleo en la restauración de dientes posteriores(2).

La resistencia a compresión indica la habilidad demostrada por un material para resistir presiones verticales(3), siendo una propiedad mecánica importante para las resinas compuestas, pues se sabe que durante el acto masticatorio las fuerzas que son transmitidas sobre esas restauraciones pueden fracturarlas o hasta provocar la fractura dental (4,5,6,7). La resistencia a compresión del esmalte (384 MPa), de la dentina (297 MPa)(8) y la resistencia fractura de los dientes naturales (molar: 305 MPa; premolar: 248 MPa)(9) pueden servir como padrón mecánico para seleccionar la resistencia ideal de las resinas compuestas para dientes posteriores.

Promover el envejecimiento de los materiales restauradores en laboratorio, con el objetivo de predecir su comportamiento mecánico y su durabilidad, ha sido una alternativa utilizada por los investigadores para la realización de pesquisas científicas, una vez que un acompañamiento clínico de una muestra significativa se torna difícil. Para los materiales poliméricos los métodos de envejecimiento sugeridos van desde el almacenamiento a seco por muchos días, almacenamiento en saliva artificial, agua destilada, solución de Ringer, termociclaje, almacenamiento en estufa a 37 C, hasta la exposición a radiación ultravioleta entre otros(10,11,12,13,14,15,16,17).

Así, este estudio pretende evaluar la resistencia a compresión de tres marcas comerciales de resinas compuestas en función de su Envejecimiento Artificial Acelerado.

## MATERIALES Y MÉTODOS:

Fueron seleccionadas tres resinas compuestas de diferentes composiciones: Charisma (Heraeus Kulser, Wehrheim, Germany - Lote: 09044); Filtek Supreme YT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA - Lote: 3 AL); Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA - Lote: 3 PH). Para la confección de los especímenes fue utilizada una matriz de nylon que permitió confeccionar 16 especímenes cilíndricos, para cada tipo de resina, con las siguientes dimensiones: cuatro milímetros de diámetro y ocho milímetros de altura. Las resinas fueron inseridas en incrementos clínicamente iguales a 2 milímetros (cuatro porciones), utilizando una espátula para inserción de resina no 1 Duflex (S.S. White, Minas Gerais, Brasil). Después de inserida, cada camada era fotopolimerizada, por el tiempo recomendado por propio fabricante, apoyando la punta de la lámpara sobre la superficie externa de la matriz. Para dejar plano y uniforme el último incremento de resina, fue colocada sobre la matriz y en contacto con la resina, una tira de poliéster seguida de una lamina de vidrio. Sobre este conjunto fue colocada una carga de 1kg (peso de balanza) durante 10 segundos. Después de removidas la carga y lamina de vidrio se procedía a la fotopolimerización, con la punta de la lámpara apoyada sobre la matriz de poliéster. El aparato utilizado fue el fotopolimerizador Optilight 600 (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil), previamente calibrado por un radiómetro analógico (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Durante todo el experimento, hubo una variación de la intensidad de luz de 580 a 600 mw/cm<sup>2</sup>. De los 16 especímenes confeccionados con cada de las resinas compuestas escogidas, 8 fueron almacenados en agua destilada dentro de una estufa biológica a 37 + 2 OC, durante 24 horas y los 8 restantes fueron llevados al Sistema Acelerado de Envejecimiento para no metálicos C-UV-ASTM-G-53 (Comexim Matérias Primas Ltda, São Paulo, Brasil). El Sistema Acelerado de Envejecimiento para no metálicos es un equipo de laboratorio utilizado para simular la capacidad destructiva ambiental, prediciendo la durabilidad relativa de los materiales expuestos a la intemperie o determinado medio semejante, en este caso, el medio bucal. Este equipo simula medios químico y físico que pueden sustituir parcialmente condiciones de la cavidad bucal, la saliva es simulada por condiciones de 100% de humedad y por un proceso de condensación con agua destilada saturada de oxígeno. El efecto de la luz es simulado por ocho fuentes de luz UV con radiación concentrada entre 280/320 nm. Para la simulación del Envejecimiento Artificial Acelerado (EAA), los especímenes fueron posicionados y fijados con silicona específica para este fin (Rhodiastic 303) en un aparato perteneciente a la propia máquina de envejecimiento artificial acelerado. La exposición a la luz UV y la condensación fueron realizadas en ciclos separados que se repetían automáticamente. La condensación fue producida por la exposición de la superficie de los especímenes de resina compuesta a una mezcla tibia de vapor de agua saturada de oxígeno y alto grado de pureza química, siendo que, el propio sistema produce el agua destilada para condensación. Un cronómetro indica el tiempo total de la operación y tiempo de exposición a la luz UV-B. La temperatura era indicada por un termómetro de bulbo remoto con precisión de más o menos 1oC operando entre de 0oC a 60oC. En pocos días, la máquina de envejecimiento artificial acelerado producirá degradaciones que ocurrirían en meses o años. Pasadas 192 horas de ensayo en la máquina de envejecimiento artificial acelerado, que equivalen a cinco años aproximadamente de uso del material, condición que se basa en trabajos de Abrão(18), quien determinó que 382 horas equivalen a diez años de envejecimiento. La realización del ensayo mecánico de compresión fue utilizada la Máquina de Ensayos Mecánicos Universal EMIC DL 2000 (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), con una célula de carga de dos mil kilogramos fuerza. Esta fue regulada para trabajar a una velocidad de 0,5 mm/min, incidiendo sobre los especímenes con fuerza máxima hasta la ruptura de los mismos. El programa TESC versión 2.00 (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), que acompaña a la referida máquina, comandaba todo el ensayo y archivaba los resultados, en un computador, bajo la forma de gráficos y valores numéricos (en MPa).

El análisis de variancia fue empleado con el objetivo de comparar dos o más grupos independientes en relación a la media de las medidas de tensión máxima (MPa). Para verificar si hubo diferencia significativa entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tuckey con un grado de validez de 5% (p<0,05) teniendo, por tanto, 95% de confianza de que el resultado presentado

---

## FUENTE:

[www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento\\_artificial\\_acelerado\\_resistencia\\_compresion\\_resinas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento_artificial_acelerado_resistencia_compresion_resinas.asp)

Fundación Acta Odontológica Venezolana

RIF: J-30675328-1 - ISSN: 0001-6365 - Caracas - Venezuela

estuviese correcto.

## RESULTADOS

**Cuadro 1: Resultados del Análisis de Variancia con un factor (Material) referente a la resistencia compresiva.**

Fuente de variación	F	p
Material	20.2880	0,00001

**Cuadro 2: Análisis descriptivo y comparativo entre los materiales estudiados en cuanto a la resistencia compresiva en MPa.  
GRUPOS**

GRUPOS	Almacenamiento (Envejecimiento)	n	Medidas descriptivas			P 0,00001
			Mínimo	Máximo	Media	
G5(Filtek Z-250)	24 horas	8	227,7	340,2	302,7	A
G6(Filtek Z-250)	Envejecida 5 años	8	252,7	317,6	285,0	AB
G3(Charisma)	24 horas	8	218,8	329,3	280,5	AB
G1(Filtek Supreme)	24 horas	8	222,0	273,6	249,1	BC
G2(Filtek Supreme)	Envejecida 5 años	8	173,3	298,1	231,5	C
G4(Charisma)	Envejecida 5 años	8	152,7	195,2	169,4	D

Nota: el valor de p en la tabla se refiere al test de análisis de variancia con 1 factor.  
Medias seguidas por letras distintas son diferentes entre si.

## DISCUSIÓN

La degradación de los materiales poliméricos es un conjunto de reacciones en la cuales la cadena polimérica es fraccionada en partes menores. Esta degradación es proveniente, principalmente de la exposición a medios físicos como: luz ultravioleta, humedad y alteración de calor, además de alteraciones producto de la exposición al medio químico(18). En el presente trabajo los resultados obtenidos, expresados en MPa, fueron: G1 (Supreme 24 horas) 249.1, G2 (Supreme Envejecida) 231.5, G3 (Charisma 24 horas) 280.5, G4 (Charisma Envejecida) 169.4, G5 (Z-250 24 horas) 302.7, G6 (Z-250 Envejecida) 285.0. Puede observarse que la resistencia a compresión es más elevada para las resinas compuestas antes del Envejecimiento Artificial Acelerado, sugiriendo alteración en el comportamiento mecánico de las resinas compuestas cuando sometidas a esta condición. La resina compuesta contiene grupos carboxílicos, enlaces dobles y anillos aromáticos, siendo, por tanto, susceptibles de envejecimiento y degradación de la matriz orgánica por efecto de la luz ultravioleta(18). La presencia de oxígeno y humedad en la superficie de la resina posibilita una reacción de oxidación, por electrólisis de la molécula de agua, contribuyendo de esta manera para el proceso de degradación del polímero(7,18). La luz ultravioleta y el oxígeno inducen a reacciones de degradación en polímeros, que pueden no solamente modificarlos visualmente como también perjudicar sus propiedades físicas y mecánicas(15). Cabe resaltar que a pesar de que los valores medios más elevados de resistencia a compresión de las resinas compuestas sometidas a estos ensayos después de 24 horas, solamente la resina Charisma presentó diferencia estadísticamente significativa. Las resinas compuestas Z-250 y Supreme presentaron comportamiento químico estructural más estable después del Envejecimiento Artificial Acelerado, probablemente debido a su composición, geometría y orientación de la fase dispersa (cargas inorgánicas), de la fase continua (matriz orgánica), y la interacción entre ellas, pues contribuyen con propiedades físicas y mecánicas propias(7).

Con relación a las resinas compuestas después de 24 horas de almacenamiento, Brosh et al.(19) analizaron diez marcas comerciales de resinas compuestas fotopolimerizables, donde los valores variaron de 198 e 300 MPa de resistencia a compresión. En nuestro trabajo el mayor valor de resistencia a compresión fue de 302,7 MPa (G5: Z- 250) y el menor valor fue de 169,4 MPa (G4: Charisma). Moschetti et al.(20) compararon la resistencia a compresión de algunas resinas compuestas disponibles en el mercado utilizando 40 segundos de fotopolimerización. Diferente de nuestra metodología, donde usamos el tiempo de polimerización recomendado por los propios fabricantes. El mayor valor de resistencia a compresión encontrado fue

## FUENTE:

www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento\_artificial\_acelerado\_resistencia\_compresion\_resinas.asp

Fundación Acta Odontológica Venezolana

RIF: J-30675328-1 - ISSN: 0001-6365 - Caracas - Venezuela

de 222,3 MPa (Z-250) y el menor valor fue 72,3 (Filtek Supreme). La resina Filtek Supreme contiene nanopartículas como carga, que según Mitra et al. (21), le proporciona propiedades físicas y de resistencia a desgaste equivalente a las resinas híbridas. En este trabajo se esperaba que la referida resina compuesta obtuviese valores próximos a los de las resinas híbridas, entretanto, no fue lo que se encontró. Mitra et al. (21) compararon algunas marcas de resinas compuestas en cuanto a resistencia a compresión, dentro de ellas Filtek Z-250 y Filtek Supreme siendo que la resina la primera obtuvo el valor medio de resistencia a compresión de 454,5 MPa y la resina Filtek Supreme 458,6 MPa. Estos resultados son diferentes a los de Moschetti et al. (20) y de los obtenidos en el presente estudio en relación a los valores mostrados por la resina compuesta Filtek Supreme. Pues, las medias de resistencia a compresión de la referida resina, que según Mitra et al. (22) fue elevada, en el trabajo de Moschetti et al. (20), así como en este estudio mostró el menor valor. Las diferencias metodológicas utilizadas pueden interferir en los resultados, entretanto pueden observarse valores discrepantes con la resina compuesta Filtek Supreme, haciendo necesarias más pesquisas para verificar el comportamiento mecánico, en relación a la resistencia compresiva de las resinas de nanopartículas.

En general, ninguna propiedad aislada puede ser utilizada para medir la cualidad de un material o de una técnica. Se deben analizar varias propiedades combinadas, determinadas por pruebas de laboratorio así como pruebas clínicas, con la finalidad de obtener una medida más precisa sobre el material o técnica estudiada. La simulación del Envejecimiento Artificial Acelerado realizado en este experimento, se constituye en un eficiente recurso laboratorial destinado a someter polímeros a procesos de degradación y envejecimiento (15). Entretanto para extrapolar los resultados obtenidos en este estudio, para la clínica, se debe fijar en el pensamiento de que el éxito de la restauración no depende apenas de sus propiedades mecánicas, más también de sus propiedades físicas, estéticas e biológicas, ya que las simulaciones laboratoriales no son capaces de reproducir todas las tensiones y acciones a las que un determinado material es sometido dentro de la cavidad oral. Además de esto, las diferencias metodológicas empleadas en cada estudio pueden contribuir para la obtención de resultados variados, siendo la observación de estas diferencias de suma importancia.

#### CONCLUSIÓN

Los valores medios de resistencia a compresión de las resinas compuestas sometidas al Envejecimiento Artificial Acelerado fueron menores en relación a las no envejecidas entretanto, solamente la resina Charisma presentó diferencias estadísticamente significantes.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bowen, RL. Use of epoxy resins in restorative materials. *J Dent Res.* 1956; 35(3): 360-9.
2. Chalifoux PR. Aesthetic guidelines for posterior composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1996; 8(1): 39-48.
3. Craig RG., Powers JM. *Materiais Dentários Restauradores.* 11. ed. São Paulo: Livraria e Editora Santos; 2004. p.38-44.
4. Baharav H, Abraham D, Cardash HS, Helft M. Effect of exposure time on the depth of polymerization of a visible light-cured composite resin. *J Oral Rehabil.* 1988; 15(2): 167-72.
5. Bakke JC, Duke ES, Norling BK, Windler S, Mayhem RB. Fracture strength of class II preparations with posterior composite. *IADR/AADR. 1985 Abstracts*, art. 1578.
6. Oliveira F de C, Denehy GE, Boyer DB. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. *J Am Dent Assoc.* 1987; 115(1): 57-60.
7. Roulet JF. The problems associated with substituting composite resins for amalgam: a status report on posterior composites. *J Dent.* 1988; 16(3): 101-13.
8. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Composite resins in the 21st century. *Quintessence Int.* 1993; 24(9): 641-58.
9. Mills RW, Uhl A, Blackwell GB, Jandt KD. High power light emitting diode (LED) arrays versus halogen light polymerization of oral biomaterials: Barcol hardness, compressive strength and radiometric properties. *Biomaterials.* 2002; 23(14): 2955-63.
10. Forsten, L. Bond between subsequently added light activated composite resin and hardened

#### FUENTE:

[www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento\\_artificial\\_acelerado\\_resistencia\\_compresion\\_resinas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento_artificial_acelerado_resistencia_compresion_resinas.asp)

Fundación Acta Odontológica Venezolana

RIF: J-30675328-1 - ISSN: 0001-6365 - Caracas - Venezuela

- material. *Scand. J. Dent. Res.* 1984; 92(4): 371-3.
11. Frankenberger R, Kramer N, Ebert J, Lohbauer U, Kappel S, ten Weges S, Petschelt A. Fatigue behavior of the resin-resin bond of partially replaced resin-based composite restorations. *Am J Dent.* 2003; 16(1): 17-22.
  12. Kao EC, Pryor HG, Johnston WM. Strength of composites repaired by laminating with dissimilar composites. *J Prosthet Dent.* 1988; 60(3): 328-33.
  13. Swift EJ Jr, Brodeur C, Cvitko E, Pires JA. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater.* 1992; 8(3): 193-6.
  14. Matsumura H., Hisamatsu N., Atsuta M. Effect on unfilled resins and a silane primer on bonding between layers of lighth-activated composite resin veneering material. *J Prosthet Dent.* 1995; 73(4): 386-91.
  15. Reis AC. Envelhecimento artificial acelerado de resinas compostas - Análise de superfície e estudo da alteração de cor por meio de colorímetro espectrofotométrico. [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003.
  16. Sau CW, Oh GS, Koh H, Chee CS, Lim CC. Shear bond strength of repaired composite resins using a hybrid composite resin. *Oper Dent.* 1999; 24(3): 156-61.
  17. Moura AS. Estudo in vitro da microinfiltração marginal em reparos de restaurações de resina composta após irradiação com laser de Er:YAG. [Dissertação de Mestrado]. Salvador, Bahia: Universidade Federal da Bahia, 2004.
  18. Abrão W. Envelhecimento das resinas acrílicas para base de dentaduras nas condições extremas. [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto, São Paulo: Universidade de São Paulo, 1990.
  19. Brosh T., Ganor Y., Belov I., Pilo R. Analysis of strength properties of light-cured resin composites. *Dent Mater.* 1999; 15(3): 174-9.
  20. Moschetti MB, Bertoja G, Pires LAG, Mota EG, Oshima HS. Comparação da resistência à compressão de resinas compostas. In: Anais da 21a. Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica - SBPqO; 2004 set, 8-12; Águas de Lindóia (SP). São Paulo: SBPqO; 2004. p.79.
  21. Mitra SB, Wu D, Holmes NH. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134(10): 1382-90.

FUENTE:

[www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento\\_artificial\\_acelerado\\_resistencia\\_compresion\\_resinas.asp](http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/envejecimiento_artificial_acelerado_resistencia_compresion_resinas.asp)

Fundación Acta Odontológica Venezolana

RIF: J-30675328-1 - ISSN: 0001-6365 - Caracas - Venezuela