

Trabajos Originales:

EVALUACIÓN DEL DESGASTE POR CEPILLADO, IN VITRO, DE UNA RESINA COMPUESTA, FOTOPOLIMERIZADA POR LÁMPARA HALÓGENA, EN DOS TIEMPOS DIFERENTES

Recibido para arbitraje: 06/05/2009

Aceptado para publicación: 27/01/2010

- **Juan Carlos Pontons Melo**
Especialista en Ortodoncia, CDO, Perú
Especialista y Máster en Odontología Restauradora, FOB-Universidad de São Paulo, Brasil
- **César Antunes de Freitas**
Profesor Asistente del Departamento de Odontología Restauradora, Endodoncia y Materiales Dentales, FOB-Universidad de São Paulo, Brasil
- **José Mondelli**
Profesor Titular del Departamento de Odontología Restauradora, Endodoncia y Materiales Dentales, FOB-Universidad de São Paulo, Brasil

Dirección para correspondencia:

Juan Carlos Pontons Melo. Jr. Contisuyo 102 Lima 32, Lima-Perú. T. (511) 422 2481

Email: drjcpontons@yahoo.es

EVALUACIÓN DEL DESGASTE POR CEPILLADO, IN VITRO, DE UNA RESINA COMPUESTA, FOTOPOLIMERIZADA POR LÁMPARA HALÓGENA, EN DOS TIEMPOS DIFERENTES

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desgaste abrasivo por cepillado in vitro de la resina compuesta 4Seasons, de dos colores diferentes (A3 y C4) y polimerizadas por dos diferentes tiempos (20 e 40 s), utilizando cepillo dental y dentífrico; también se usó como material de referencia, el PMMA. Fueron confeccionados 10 especímenes, para cada uno de los 5 grupos (PMMA, A3 20s, A3 40s, C4 20s, C4 40s). Después de su confección, cada espécimen era almacenado en agua desmineralizada a 37 ± 2 °C, por 24 horas, regularizados con lija; después del lavado en ultrasonido, volvían a ser almacenados en las mismas condiciones por 7 días. El cepillado fue realizado en una máquina para desgaste por cepillado, aplicándose una carga de 3N, con frecuencia de 4,5 ciclos/seg; el período de cepillado de un espécimen comprendía 150,000 ciclos. Fueron realizados 5 lotes de cepillado, de modo que un espécimen de cada material de cada grupo fuese sometido a cada una de las posiciones ocupadas por los 10 cepillos. La cantidad de masa pérdida fue calculada por pesaje (pre y post cepillado). Este trabajo también fue ilustrado con gráficos de rugosidad y MEB. La tasa media de desgaste fue de 2,8 mg para PMMA, de 5,5 mg para A3-20s, 4,7 mg para A3-40 s, 5,4 para C4-20s y 4,2 mg para C4-40s. ANOVA mostro que no hubo diferencia significativa entre los grupos, para $p=0,166$. Concluyéndose que no existió diferencia de resistencia al desgaste abrasivo entre los grupos.

Palabras-clave: desgaste, resina compuesta, cepillado, abrasión.

WEAR EVALUATION OF THE IN VITRO TOOTHBRUSHING OF A COMPOSITE RESIN CURED BY HALOGEN LIGHT CURING IN TWO DIFFERENT TIMES

ABSTRACT

To evaluate abrasive wear, by weight changes, of a resin composite to in vitro toothbrushing, of two different colors (A3 and C4), cured by two times (20 and 40 s). Resin composite 4Seasons was material

studied and PMMA was used as reference material. Ten cylindrical samples had been prepared for each one of the five evaluated groups (PMMA, A3 20s, A3 40s, C4 20s, C4 40s). After confection, samples were immersed in deionized water, at $37 \pm ^\circ\text{C}$, for 24 h, and then regularized by abrasive gritting with sandpaper, after that, were cleaned in ultrasound bath, and restored to the same described conditions, for 7 days. The toothbrushing was then conducted in a proper machine that holds 10 specimens, with 3 N load of each toothbrush on the respective sample using dentifrice and water. 150.000 cycles were applied per group. Five lots of toothbrushing had been performed; in a way that one sample of each group had been submitted to the brushing action at one position in the machine. The amount of weight loss for each sample was calculated by means of weighting. Roughness and MEV were also evaluated. Data were analyzed with one-way ANOVA. The average rate of wear was of 2.8 mg for PMMA, 5.5 mg for A3-20s, 4.7 mg for A3-40 s, 5.4 for C4-20s, and 4,2 mg for C4-40s. One-way ANOVA showed no significant difference between groups ($p=0.166$). It was possible to conclude that difference of the resistance to the abrasive wear between the studied groups did not exist.

Key-words: wear, resin composite, toothbrushing, abrasion, wear resistance.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda por los servicios de Odontología Estética, así como los avances en Odontología restauradora adhesiva, contribuyeron para el aumento en el número de indicaciones de resina compuesta, sea por la elaboración de nuevas restauraciones o por la sustitución de la amalgama. La resina compuesta como alternativa de tratamiento restaurador ocurrió en el inicio de los años setenta, como resultado de obtener un material que fuese superior a los ya existentes: la resina acrílica y el cemento de silicato. A partir de la introducción de la resina compuesta a base de Bis GMA (bisfenol-A glicidil metacrilato) por Bowen(1), en 1963, este material se tornó el centro de la atención en la Odontología, ya que además del factor estético que proporciona, brinda una asociación con el acondicionamiento ácido y el sistema adhesivo, lo que resulta en restauraciones con adecuada retención y sellado marginal. Entretanto, se observa la necesidad de resistencia de forma adecuada, con el objetivo de aumentar el tiempo de vida útil y así alcanzar un mayor éxito clínico.

El principal problema de este material es el desgaste. El ideal sería que ese material restaurador se desgastase de modo semejante al esmalte dental, lo que en la práctica no ocurre. Dentro de las varias razones que llevan a la sustitución de restauraciones de resina compuesta, se encuentra el desgaste abrasivo, que se inicia desde el momento que el diente entra en función.

El desgaste es definido por Jones *et al.*,(2) como la pérdida progresiva de sustancia de la superficie de un cuerpo provocado por una acción mecánica. El término desgaste envuelve diferentes procesos encontrados en la cavidad bucal como erosión, abrasión, atrición y abfracción. El mecanismo de desgaste clínico consiste en un proceso muy complejo, que puede resultar en la pérdida de forma, incremento de la rugosidad, pigmentación y retención de placa (3). Por lo que la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales restauradores es necesaria para poder conocer sus indicaciones y limitaciones (4,5,6), de este modo, los pruebas de abrasión por cepillado *in vitro* son válidas para obtener datos comparativos sobre la resistencia a la abrasión de las resinas compuestas, así como para simular el desgaste presente en la cavidad bucal, debido a que esta técnica permite obtener resultados más rápidos y confiables cuando las pruebas son estandarizadas.

Este trabajo tuvo por finalidad evaluar la resistencia al desgaste de una resina compuesta mediante pruebas de cepillado, utilizando un aparato de lámpara halógena como fuente activadora.

MATERIAL Y MÉTODO

La composición de resina compuesta microhíbrida (4) Seasons (Ivoclar-Vivadent) empleada en este estudio, puede ser observado en la Tabla 1. Los colores utilizados fueron A3 y C4, fotoactivadas por dos diferentes tiempos (20 y 40 s). Los factores de este estudio fueron verificar, para cada uno de los

colores, si la polimerización por el mismo tiempo provoca diferentes tasas de desgaste y, si para cada uno de estos colores, los diferentes tiempos de polimerización promueven diferencia en las respectivas tasas de desgaste. Fueron confeccionados 50 especímenes distribuidos en 5 grupos (PMMA, A3 20s, A3 40s, C4 20s, C4 40s), incluyendo el PMMA conforme la especificación técnica de la ISO/TS 14569-17,8, para desgaste de materiales por cepillado. En el cual establece la utilización de especímenes de referencia a base de este material. La variable observada fue en lo relacionado a la pérdida de masa.

Tabla 1
Composición del material estudiado.

Material	Matriz orgánica	Partícula inorgánica	Peso (%)	Tamaño medio de partícula (µm)
4 Seasons®	Bis-GMA, TEDGM, UDMA	Vidrio de bario, Trifluoreto de iterbio, vidrio de fluorsilicato de Ba-Al, dióxido de dilicio altamente disperso y óxidos mistos esferoidales	75-77	0,6

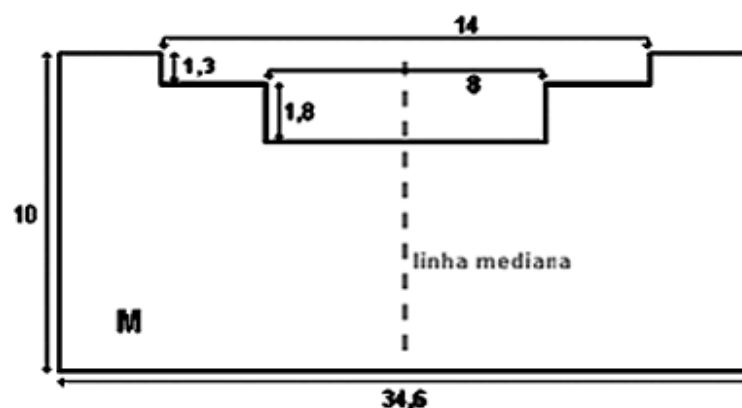
*Información proporcionada pelo fabricante.

Preparación del espécimen

Durante la confección de los especímenes de forma cilíndrica (1.8mm de altura y 8 mm de diámetro) fueron seguidas las recomendaciones al respecto de las condiciones ambientales de temperatura y humedad exigidas por la American Dental Association (ADA)(9,10), de manipulación recomendada por el fabricante del material a ser estudiado, así como las exigencias de la Norma ISO(7,8).

Cada espécimen del material a ser estudiado fue confeccionado con la ayuda de una matriz constituida por politetrafluoretileno (Fig. 1) y, una placa de soporte de acero inoxidable con un orificio central cónico, en la cual la resina compuesta fue colocada en un único incremento siendo levemente presionada con una tira de poliéster y una lamina de vidrio. La polimerización para cada uno de los tiempos fue realizada con un aparato de lámpara de luz halógena con 500 mW/cm² (Ultralux EL, Dabi Atlante), el cual fue monitoreado con el radiómetro modelo 100 (Demetron Research Corporation).

Fig.1
Dimensiones (mm) de la matriz de politetrafluoretileno (PTFE).



El espécimen del grupo referencia (PMMA) fue confeccionado en un pequeño torno mecánico hasta obtenerse un cilindro. Esta pieza acrílica era fijada en la placa-soporte, por medio de una resina acrílica químicamente activada.

Cada espécimen, después de su confección era inmerso en agua desmineralizada, a 37 ± 2 °C, por 24 h, momento en el que eran regularizados con lija de agua (#600 y 1000), bajo irrigación con agua, hasta que la altura del cuerpo sea reducida en 0,3 mm. Después de este proceso, los especímenes eran lavados en ultrasonido por 2 min para posteriormente ser almacenados en agua desmineralizada, donde permanecían dentro de una estufa, a una temperatura de 37 ± 2 °C, por 7 días.

Determinación de masa inicial

La masa inicial fue determinada por el pesado de los especímenes por tres veces, en una balanza analítica con acuidad de 0,0001 g (Sartorius-Werke). A media aritmética de los resultados obtenidos, expresados en microgramos, paso a ser considerada la masa inicial. Previamente al pesado, cada uno de los especímenes a ser cepillados eran secados con papeles absorbentes y dejados secar espontáneamente por 15 min.

Prueba de abrasión por cepillado

El proceso de desgaste por abrasión fue realizado en una máquina de cepillado Elquip, São Paulo (Fig. 2), que posee un sensor de temperatura que posibilita el cepillado a 37 ± 2 °C, además de permitir el trabajo de 10 especímenes de cada vez, por tanto, se decidió componer lotes de 8 especímenes de resina compuesta y 2 de PMMA (Fig. 3). La carga de cada cepillo Sorriso Kolynos (Colgate-Palmolive) de cerdas medias, sobre el respectivo espécimen era de aproximadamente 3 N, la velocidad de cada cepillo era de 18 cm/s, con frecuencia (ida y vuelta, con un recorrido de 4 cm) de 4,5 ciclos/s, el periodo de cepillado de un espécimen comprendía 150.000 ciclos. La suspensión abrasiva utilizada consistía de dentífrico (Colgate Tripla Ação, Colgate-Palmolive) y agua desmineralizada en la proporción de 1:2 en peso, de acuerdo con las especificaciones de la ISO(7,8). Esta solución era mezclada en el interior de un Becker y, inmediatamente depositada en el interior de las 10 jeringas que eran acopladas en la máquina, las cuales automáticamente dispensaban 0,4 ml a cada 2 min, como ilustración de este proceso se puede observar la Figura 4.

Fig.2
Máquina de cepillado utilizada en este estudio.



Fig.3
Apariencia de los especímenes de PMMA y de resina compuesta.



Pesaje final y medición de rugosidad

Después del lavado en ultrasonido, fue utilizado el mismo protocolo de pesado (de la masa inicial) para la determinación de la masa final. La pérdida de masa se obtuvo por la alteración entre las medidas iniciales y finales. La rugosidad fue observada como la diferencia entre las lecturas iniciales y finales.

Análisis estadístico

Los datos colectados fueron tratados con análisis de variancia a un criterio, modelo fijo.

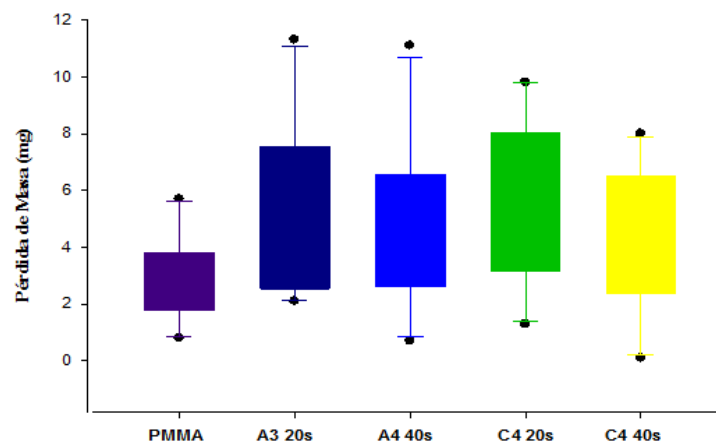
RESULTADOS

Los valores individuales de la pérdida de masa de todos los grupos estudiados, juntamente con la media, el desvío padrón y el coeficiente de variación están presentados en la Tabla 2 y en el Gráfico 1.

Tabla 2

CP	Grupos				
	PMMA	A3 20s	A3 40s	C4 20s	C4 40s
1	5,7	6,1	2,8	3,5	3,1
2	2,7	11,3	4,2	5,0	0,1
3	1,4	2,4	6,8	9,8	3,9
4	2,5	2,6	3,7	6,0	5,4
5	3,5	6,6	0,7	4,6	6,4
6	4,7	2,7	5,7	1,3	3,8
7	0,8	7,1	3,7	4,4	1,4
8	2,0	5,0	11,1	9,6	6,8
9	2,8	2,1	6,5	2,1	2,7
10	1,9	8,8	2,1	7,5	8,0
m	2,8	5,5	4,7	5,4	4,2
dp	1,5	3,1	2,9	2,9	2,5
cv	0,53	0,56	0,62	0,54	0,59

Gráfico 1 - Box plot de las medias de pérdida de masa.



El test de Levene, aplicado a los valores obtenidos, mostro existir homogeneidad de las variancias entre los grupos, siendo $p > 0.5$.

Los resultados de la análisis de variancia indicaron no haber diferencias estadísticamente significante entre los grupos ($p = 0,166$).

Con respecto a la rugosidad de los especímenes antes del proceso de abrasión fue posible observar características semejantes para todos estos. En lo relacionado a la rugosidad final se observo un aumento de ésta, con índices bastante variables. Por medio del examen visual de las fotomicrografías al MEB (Fig. 5) se puede observar que la rugosidad, en término general, es bastante semejante tanto para antes como después de la cepillado, lo que es coherente con lo que fue observado en las lecturas de rugosidad.

Fig. 4
Vista del proceso de abrasión por cepillado.

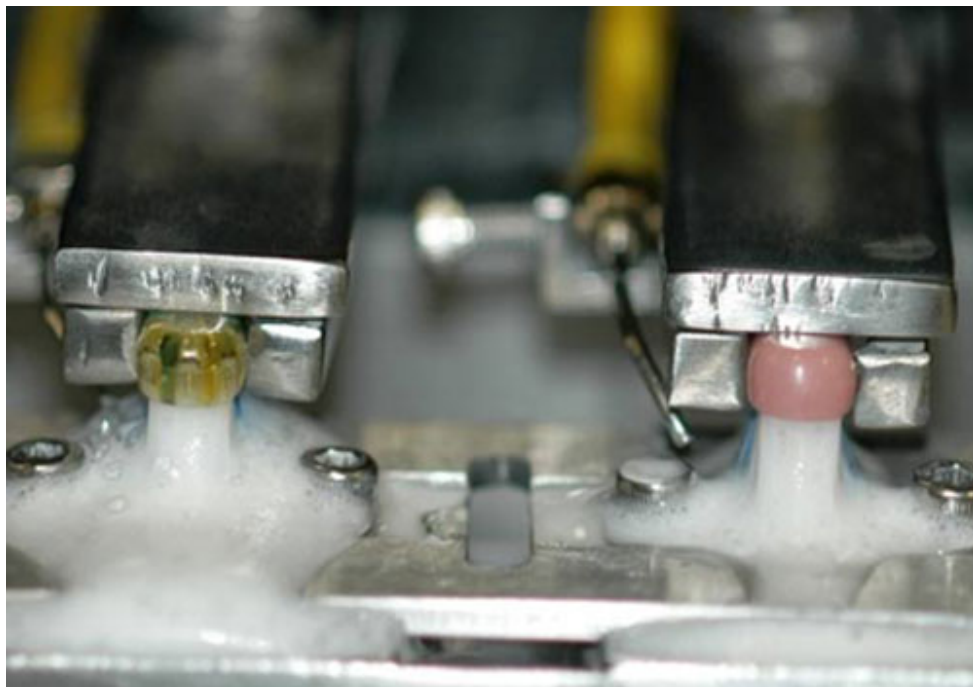
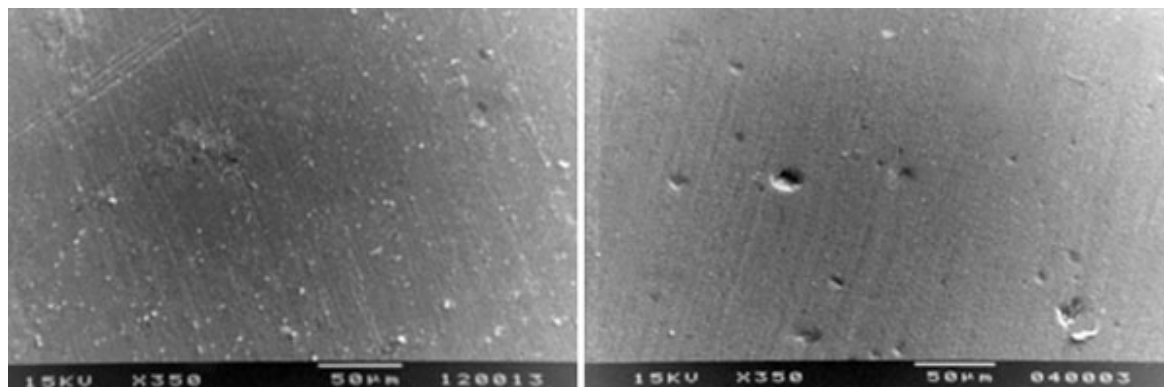


Fig 5
Fotomicrografía con MEB a 350x .En A- espécimen sin cepillar, obsérvese la superficie uniforme; en B- espécimen cepillado, con aumento de la rugosidad.



DISCUSIÓN

De acuerdo con Mair *et al.* (11), el desgaste de los materiales, incluyendo la resina compuesta, ocurre por diferentes mecanismos, como la adhesión, abrasión, fatiga y corrosión, los cuales pueden actuar aisladamente o en conjunto. Considerando el complejo medio ambiente de la cavidad oral. Lim *et al.* (12), afirmaron que el proceso de desgaste de los materiales dentales es muy complejo, siendo los más observados los fenómenos de abrasión y atrición. Ferracane (13) también indicó otra posibilidad, que sería la elución de los componentes y sus implicaciones en el mecanismo de desgaste. Así, diversos investigadores y centros de investigación de materiales odontológicos observaron la necesidad de evaluar la resistencia al desgaste de materiales a base de resina compuesta.

Según Bianchi *et al.*, (14), el método clínico, realizado hace muchos años, representa un método que utiliza las reales condiciones a las cuales están sometidos esos materiales, sin embargo son de difícil concretización, pues depende no sólo del experimento en sí, sino también de la colaboración de los pacientes. Además de eso, Heath, Wilson (15); Aker (16) y Bianchi *et al.*, (14) lo indicaron como un método en el cual el análisis de resultados es difícil, debido a la grande variabilidad de hábitos alimenticios de los pacientes y de las respectivas fuerzas de mordida.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, el material investigado mostro aparentes diferencias en lo relacionado al peso y a la rugosidad superficial antes y después del desgaste por cepillado, pero cuando fue aplicado ANOVA mostro no existir diferencias estadísticamente significantes.

La diferencia en la resistencia al desgaste de los diversos materiales puede estar relacionada a la composición de la matriz orgánica, tipo y tamaño de carga y tratamiento del silano (17,18). Según Aker (16), el tamaño de las partículas de carga afecta la resistencia a la abrasión y, la pérdida de masa es causada por la combinación de la remoción de la matriz, con el eventual desplazamiento/desgaste de algunas partículas. Inclusive Harrison, Draughn (19); Manhart *et al.* (20); Tanoue *et al.* (21), Teixeira *et al.* (22) y Wonglamsam *et al.* (23) observaron que la resistencia al desgaste de resinas compuestas podría estar influenciado no solo por el tipo de carga y por los tamaños de sus partículas, sino también por otros factores de interacción entre la carga-matriz. Kawai *et al.*, (18) describió que la abrasión del compuesto ocurre mayormente en dos etapas; inicialmente un desgaste selectivo en la matriz orgánica, el cual lleva a la exposición de las partículas inorgánicas.

Asmussen y Peutzfeldt (24); Kawai *et al.* (18), observaron que la composición de la matriz orgánica influencia en las propiedades mecánicas de los compuestos. Estos observaron una mejora en la resistencia al desgaste cuando era adicionado UDMA y TEGDMA respectivamente. Inclusive, segundo Grabenstetter *et al.* (25), las distintas formulaciones de resina compuesta presentan comportamientos

totalmente diferentes, ante la acción abrasiva de los diferentes dentífricos. Otro factor importante es en lo relacionado al sistema de polimerización de la resina compuesta, en el cual se pueden observar diferentes comportamientos (21).

Es importante resaltar, que diversos factores tienen influencia en los resultados de diversos trabajos envolviendo desgaste por cepillado, que van desde el tipo de material, el número de ciclos y el tipo de abrasivo, entre otros. En este sentido, en el presente trabajo fue posible notar que la resistencia al desgaste de la resina compuesta, para ambos colores y tiempos de fotoactivación, fue semejante al del PMMA. Por tanto, los resultados del presente estudio fueron obtenidos sobre las condiciones específicas del método de trabajo aquí utilizado.

CONCLUSIÓN

Basado en los resultados obtenidos fue posible concluir que, la resistencia al desgaste abrasivo de los grupos (PMMA, A3 20s, A3 40s, C4 20s, C4 40s) fue semejante entre sí.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el aporte financiero para esta investigación de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES-Brasil).

REFERENCIAS

1. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Amer Dent Assoc.* 1963;28:57-64.
2. Jones DW, Jones PA, Wilson HJ. A simple abrasion test for composites. *J Dent.* 1972;1:28-34.
3. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G, Quirynen M. The influence of direct composite additions for the correction of tooth form and/or position on periodontal health. A retrospective study. *J Periodontol.* 1998;69:422-7.
4. Jorgensen KD. Restorative resins: abrasion vs. mechanical properties. *Scand J Dent Res.* 1980;88:557-68.
5. Van Dijken JWV, Stadigh J, Meurman JH. Appearance of finished and unfinished composite surfaces after toothbrushing. A scanning electron microscopy study. *Acta Odont Scand.* 1983;41:377-83.
6. Buchalla W, Trett A, Hellwig E. Toothbrushing abrasion of polyacid-modified composites in neutral and acid buffer solutions. *J Prosthet Dent.* 1998;80:148-50.
7. International Organization for Standardization. ISO/TS 14569-1: Dental Materials- Guidance on testing of wear resistance. Part 1: Wear by tooth brushing. Technical Specification. Switzerland; 1999.
8. International Organization for Standardization. ISO/TR 14569-1: Dental Materials- Guidance on testing of wear resistance. Part 1: Wear by tooth brushing. Technical Report. Switzerland; 2007.
9. American Dental Association. Council on Dental Materials and Devices. Specification n. 27 for direct filling resins. *J Am Dent Assoc.* 1977;94:1191-5.

10. American Dental Association. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. Obstacles to the development of a standard for posterior composite resins. *J Am Dent Assoc.* 1989;118:649-51.
11. Mair LH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *J Dent* 1996;24:141-48.
12. Lim B-S, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dent Mater.* 2002;18:1-11.
13. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil.* 1994;21:441-52.
14. Bianchi EC, Aguiar PR, Poggi MR, Salgado MH, Freitas CA, Bianchi ARR. Estudo do desgaste abrasivo das resinas compostas disponíveis no mercado brasileiro. *Mat res.* 2003;6:255-64.
15. Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste. *J Oral Rehab.* 1976;3:121-38.
16. Aker JR. New composite resins: comparison of their resistance to toothbrush abrasion and characteristics of abraded surfaces. *J. Am. Dent. Assoc.* 1982;105:633-5.
17. Leinfelder KF. Composite resin systems for posterior restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1993;5 (Suppl 1):23-7.
18. Kawai K, Iwami Y, Ebisu S. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. *J Oral Rehab.* 1998;25:264-8.
19. Harrison A, Draughn RA. Abrasive wear, tensile strength, and hardness of dental composite resins-Is there a relationship? *J Prosthet Dent.* 1976;36:395-8.
20. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *Journal of Biomedical Materials Research,* 2000;53:353-61.
21. Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. *J Dent.* 2000;28:355-9.
22. Texeira ECN, Thompson JL, Piascik JR, Thompson JY. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. *J Esthet Restor Dent* 2005;17:172-82.
23. Wonglamsam A, Kakuta K, Ogura H. Effects of occlusal and brushing on wear of composite resins in combined wear test. *Dent Mater J.* 2008;27:243-50.
24. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. *Dent Mater.* 1998;14:51-6.
25. Grabenstetter RJ, Broge RW, Jackson FL, Radjke AW. The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. *J Dent Res.* 1958; 37:1060-8.