

# Influência do tempo de fotopolimerização de diferentes resinas compostas na sorpção de água

## Influence of polymerization time of different composites on water sorption

### Resumo

**Objetivo:** Verificar a influência do tempo de polimerização de resinas compostas na absorção de água por diferentes resinas compostas.

**Metodologia:** As resinas multiuso Z250<sup>®</sup>, compactável P60<sup>®</sup> e de micropartículas A110<sup>®</sup> foram utilizadas para a confecção de corpos-de-prova (n=5 por grupo) de acordo com o tempo de fotopolimerização (o indicado pelo fabricante, a metade e o dobro do tempo preconizado). A quantidade de água absorvida pelos espécimes foi medida pela variação da massa dos mesmos, que foram pesados imediatamente após sua confecção, a cada 24h por 10 dias, e após 15 e 30 dias. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey.

**Resultados:** A absorção de água das resinas compostas foi diferente quando o tempo de polimerização foi alterado. A resina de micropartículas teve o melhor comportamento perante a mudança no tempo de fotopolimerização, enquanto que a resina de multiuso foi a que mais absorveu água quando o tempo foi alterado para menos ( $P<0,05$ ).

**Conclusão:** O tempo de polimerização sugerido pelo fabricante deve ser respeitado para assegurar a manutenção das propriedades desses materiais, independentemente do tipo de resina utilizado.

**Palavras-chave:** Fotopolimerização; resina composta; sorpção de água

### Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to evaluate the influence of polymerization time of different composites on water sorption.

**Methods:** Composites used in this study were: multipurpose Z-250, packable P-60, and microfilled A-110. The specimens (n=5 per group) were build up using a cylinder Teflon matrix and grouped according composite type and polymerization time (one group as indicated by the manufacturer, half time, and double time). Water sorption was measured by specimen mass variation immediately after building up and after 24 hours for 10 days, and in 15 and 30 days.

**Results:** Water sorption of composites was modified as a function of polymerization time. The microfilled composite showed the best performance while the multipurpose composite had the largest water sorption values when polymerization time decreased ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** The results suggest that the polymerization time indicated by the manufacturer should be followed to assure good material properties independently from composite type.

**Key words:** Light curing; composites; water sorption

**Fabício Barbosa Rocha Guimarães<sup>a</sup>**  
**Hugo Rocha Gomes<sup>a</sup>**  
**Rosimeire Silva Fonseca<sup>a</sup>**  
**Letizia Monteiro de Barros<sup>b</sup>**  
**Vítor Alexandre Marinho<sup>b</sup>**  
**Amanda Beatriz D. Aniceto de Freitas<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> Graduados Curso de Odontologia UNIFENAS, Alfenas, MG, Brasil

<sup>b</sup> Curso de Odontologia da UNIFENAS, Alfenas, MG, Brasil

### Correspondência:

Amanda Beatriz Dahdah Aniceto de Freitas  
Rua Mauro Borin, 300 – Jd. Aeroporto  
Alfenas, MG – Brasil  
37130-000  
E-mail: amandafreitas@unifenas.br

Recebido: 14 de março, 2007  
Aceito: 22 de outubro, 2007

## Introdução

O grau de conversão das resinas compostas interfere diretamente em seu desempenho clínico, podendo alterar suas propriedades físicas, químicas, biológicas e estéticas. Entende-se por grau de conversão a quantidade de monômeros resinosos que se tornam polímeros durante o processo de polimerização. Quanto maior a quantidade de monômeros que se transformam em polímeros, maior o grau de conversão da resina e melhores as propriedades do material. Entretanto, a completa polimerização das resinas compostas não é conseguida na maioria das vezes, e seu grau de conversão é de 50 a 70% em média (1). O grau de conversão depende, dentre outros fatores, do tempo de exposição à luz do fotopolimerizador. Quando esse tempo não é respeitado, pode-se obter uma restauração subpolimerizada, com grau de conversão baixo e, conseqüentemente, com propriedades comprometidas.

Os monômeros residuais são responsáveis por vários problemas, como diminuição das propriedades mecânicas e efeitos tóxicos para células pulpares; além disso, o monômero residual pode propiciar uma estrutura para o desenvolvimento do biofilme bacteriano (2). Muitos fatores interferem na qualidade da fotopolimerização, como a degradação dos componentes do fotopolimerizador, tempo de polimerização e características inerentes à resina (3). As principais conseqüências de uma polimerização inadequada são o comprometimento estético, maior possibilidade de infiltração marginal e o teor aumentado de monômeros residuais, impossibilitando que as propriedades físicas e biológicas desejadas em uma restauração sejam alcançadas. A degradação hidrolítica das resinas compostas acontece principalmente pelo acúmulo de água na interface carga/matriz, o que provoca o deslocamento das partículas

inorgânicas (4). O trabalho realizado por Tanaka et al. (5) demonstrou que monômeros residuais (Bis-GMA e TEGDMA) permanecem fixados à matriz mesmo após sete dias de imersão da resina composta em água a 37°C. Entretanto, neste período já se observa algum acúmulo de porção inorgânica deslocada do material. O efeito da água na estrutura dos materiais é usualmente estudado em função de seu reconhecido potencial degradante (6). A água pode participar ativamente na clivagem das ligações poliméricas, como também servir de meio para a ação de enzimas.

Como a absorção de água por uma restauração de resina composta é uma das propriedades que sofre influência do grau de conversão, além de interferir diretamente no comportamento clínico da restauração alterando suas propriedades mecânicas e estéticas, o objetivo deste estudo foi verificar a interferência do tempo de exposição à luz do aparelho fotopolimerizador na absorção de água por espécimes de diferentes resinas compostas.

## Metodologia

As resinas compostas utilizadas neste estudo foram: a multiuso Z250®, a compactável P60® e a de micropartículas A110® (Tabela 1). Foram confeccionados corpos-de-prova cilíndricos (diâmetro 7mm, altura 5 mm), a partir de uma matriz de teflon bipartida. Os corpos-de-prova foram agrupados considerando o tipo de resina e o tempo de fotopolimerização, perfazendo cinco corpos-de-prova para cada grupo experimental. Utilizou-se o aparelho fotopolimerizador Ultraled® – Dabi Atlante (Ribeirão Preto, SP, Brasil). Os tempos de fotopolimerização estudados foram: o preconizado pelo fabricante, a metade e o dobro deste tempo. Os grupos experimentais estão listados na Tabela 2.

**Tabela 1.** Resinas compostas utilizadas no estudo: fabricante e características do material

Resina	Z250	A110	P60
Fabricante	3M Espe St. Paul, MN, EUA	3M Espe St. Paul, MN, EUA	3M Espe St. Paul, MN, EUA
Matriz	Bis-GMA Bis-EMA UDMA	BIS-GMA TEGDMA	Bis-GMA Bis-EMA UDMA
Carga inorgânica	Zircônia/Sílica 60% em volume	Sílica 40% em volume	Zircônia/Sílica 61% em volume
Tamanho das partículas	0,01 a 3,5µm	0,01 a 0,09µm	0,01 a 3,5µm
Radiopacidade	radiopaca	radiolúcida	radiopaca

**Tabela 2.** Grupos experimentais em função do tipo de resina composta e do tempo de polimerização

Grupo (n=5)	Tipo de resina	Tempo de fotopolimerização
G1	A110 – 3M Espe	Metade do tempo indicado (20 s)
G2	A110 – 3M Espe	Tempo indicado (40 s)
G3	A110 – 3M Espe	Dobro do tempo indicado (80 s)
G4	Z250 – 3M Espe	Metade do tempo indicado (10 s)
G5	Z250 – 3M Espe	Tempo indicado (20 s)
G6	Z250 – 3M Espe	Dobro do tempo indicado (40 s)
G7	P60 – 3M Espe	Metade do tempo indicado (10 s)
G8	P60 – 3M Espe	Tempo indicado (20 s)
G9	P60 – 3M Espe	Dobro do tempo indicado (40 s)

A quantidade de água absorvida pelos espécimes foi medida pela variação da massa do mesmo, sendo os espécimes pesados em balança de precisão (Balança analítica eletrônica HR 202, AND Company Ltda., Tokyo, Japão), imediatamente após sua confecção. Posteriormente, os espécimes foram acondicionados em água deionizada e mantidos em estufa a 37°C e pesados a cada 24h por 10 dias e depois de 15 e 30 dias.

Os dados foram analisados estatisticamente por ANOVA e teste de Tukey-Kramer, ao nível de significância de 0,05 para detectar diferença entre os grupos experimentais.

## Resultados

Os resultados demonstraram que todos os materiais sofreram influência na absorção de água quando o tem-

po de polimerização foi alterado. A Tabela 3 mostra a média de peso das amostras nos diversos tempos de pesagem e a Tabela 4 indica a variação da massa dos espécimes em gramas, entre as pesagens imediata e após 30 dias.

Dentre as resinas, a de micropartículas A110 foi a que melhor se comportou perante a mudança no tempo de exposição à luz mostrando a menor absorção de água, e a de multiuso Z250 foi a que sofreu maior absorção de água quando o tempo de fotopolimerização foi diminuído ( $P=0,025$ ). Para as diferentes resinas não houve diferença estatisticamente significativa na absorção de água quando o tempo de ativação pela luz foi aumentado, mas foi observada maior absorção de água por espécimes que receberam menos luz durante a polimerização (Tabela 4).

**Tabela 3.** Média (desvio-padrão) de peso das amostras em gramas (g) nos diversos tempos de pesagem

Resina/tempo de polimerização	Imediato	7 dias	10 dias	15 dias	30 dias
A110/40s	0,2620 (0,0038)	0,2626 (0,0037)	0,2625 (0,0036)	0,2641 (0,0033)	0,2639 (0,0034)
A110/20s	0,2666 (0,0083)	0,2674 (0,0080)	0,2674 (0,0076)	0,2691 (0,0076)	0,2680 (0,0062)
A110/80s	0,2635 (0,0077)	0,2649 (0,0076)	0,2646 (0,0076)	0,2670 (0,0077)	0,2653 (0,0081)
P60/20s	0,3312 (0,0159)	0,3321 (0,0156)	0,3322 (0,0156)	0,3337 (0,0153)	0,3343 (0,0156)
P60/10s	0,3227 (0,0100)	0,3235 (0,0099)	0,3239 (0,0102)	0,3253 (0,0101)	0,3259 (0,0100)
P60/40s	0,3368 (0,0134)	0,3373 (0,0129)	0,3375 (0,0131)	0,3392 (0,0135)	0,3396 (0,0132)
Z250/20s	0,3399 (0,0067)	0,3494 (0,0067)	0,3491 (0,00672)	0,3504 (0,0068)	0,3504 (0,0065)
Z250/10s	0,3356 (0,0062)	0,3371 (0,0061)	0,3369 (0,0060)	0,3387 (0,0062)	0,3393 (0,0062)
Z250/40s	0,3391 (0,0125)	0,3406 (0,0126)	0,3405 (0,0125)	0,3416 (0,0126)	0,3431 (0,0123)

**Tabela 4.** Variação da massa dos espécimes (g) – Pesagem Imediata × 30 dias

Resina/ tempo de polimerização	Variação da massa (g) Imediato × 30 dias
A110/40s	0,0019
A110/20s	0,0013
A110/80s	0,0018
P60/20s	0,0031
P60/10s	0,0032
P60/40s	0,0028
Z250/20s	0,0021*
Z250/10s	0,0037*
Z250/40s	0,0029

\* Teste Tukey-Kramer ( $P= 0,025$ ).

## Discussão

O grau de conversão das resinas compostas interfere diretamente em seu desempenho clínico e depende, dentre outros fatores, do tempo de exposição à luz do fotopolimerizador. O objetivo deste estudo foi verificar a interferência do tempo de polimerização na absorção de água por diferentes resinas compostas, uma vez que, quando absorvida, a água pode alterar as propriedades do material. Dentre as resinas compostas avaliadas, a de micropartículas A110 foi a que melhor se comportou perante a mudança no tempo de exposição à luz mostrando a menor absorção de água, e a de multiuso Z250 foi a que sofreu maior absorção de água quando o tempo de fotopolimerização foi diminuído. Isto ocorreu provavelmente devido ao tipo, à quantidade e à distribuição da carga inorgânica, que não permitiu a reflexão da luz por toda espessura do

incremento no tempo de 10 segundos (metade do tempo indicado). Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa na absorção de água quando o tempo de ativação pela luz foi aumentado para as diferentes resinas compostas.

Foi observada maior absorção de água por todos os espécimes polimerizados pela metade do tempo indicado pelo fabricante, o que significa menor grau de conversão e prejuízo de suas propriedades. Estes resultados confirmam achados anteriores. Santos et al. (7) avaliaram a eficácia de dois aparelhos fotopolimerizadores do tipo pistola (de alta intensidade de luz), comparando-os a de um aparelho a cabo (de baixa intensidade de luz), com tempos de exposição de 20 e de 40 segundos, e em profundidades de 1 a 4 milímetros. Os autores obtiveram diferença significativa entre os tempos, sendo que com 40 segundos a microdureza Knoop foi maior do que com 20 segundos, para as 4 diferentes profundidades.

Já Rodrigues Filho et al. (8) analisaram a resistência à flexão de três resinas compostas para restaurações estéticas diretas: um compósito poliácido-modificado (Dyract AP), uma resina composta unimodal (Filtek Z250) e uma resina composta híbrida (Point 4). Os autores observaram que, para todos os materiais, a armazenagem em água por 30 dias diminuiu a resistência à flexão, com o método de fotoativação crescente. Isso possivelmente aconteceu porque os espécimes que foram polimerizados pelo método da fotoativação crescente receberam menor quantidade de luz num mesmo período de tempo, levando a um menor grau de conversão e ao prejuízo das propriedades físicas do material. Isto corrobora os resultados obtidos na presente pesquisa, em que foi observada maior absorção de água por espécimes que receberam menos luz durante a polimerização. De modo similar, as técnicas de ativação e de inserção da resina composta não afetam a microinfiltração marginal, mas ocorre uma diminuição na microdureza do material em restaurações classe II, quando a ativação progressiva é utilizada (9).

Com objetivo de alertar os cirurgiões-dentistas quanto a possíveis problemas durante o processo de polimerização de uma resina composta, Rissi e Cabral (10) observaram as principais variáveis clínicas que podem interferir neste processo, e sugerem um constante controle clínico, não só pela utilização da técnica incremental, mas, principalmente,

através da monitoração da quantidade de energia luminosa empregada no processo de fotopolimerização. Os autores avaliaram a interferência da distância da fonte de luz, da cor e espessura de incrementos de uma resina composta fotopolimerizável, na quantidade de energia luminosa disponível para o processo de polimerização e concluíram que a fotopolimerização sofre influência de todas essas variáveis, o que pode comprometer o sucesso clínico das restaurações.

A pressão osmótica, gerada na ligação silânica, é a principal causa de hidrólise de uma resina composta (11). A absorção de água teria efeito benéfico, pois provoca o relaxamento do estresse gerado pela contração de polimerização (12). No entanto Hirasawa et al. (13) afirmam que esta absorção é insuficiente para provocar uma expansão linear que compense a contração de polimerização, trazendo mais prejuízos do que benefícios, porque pode comprometer as propriedades mecânicas do material.

Restaurações de resina composta subpolimerizadas, além de demonstrarem propriedades físicas, químicas, biológicas e estéticas pioradas, também podem levar ao desenvolvimento de cárie secundária por maior acúmulo de biofilme em sua superfície. Takahashi et al. (2) demonstraram que o monômero residual é utilizado como estrutura para formação do biofilme dental e, além disso, algumas bactérias, por produção de peróxido, levam à formação de polímeros que podem agir como uma barreira para proteger as bactérias, tornando-as mais tolerantes às substâncias químicas ou a ataques físicos.

A metodologia empregada no presente estudo possibilita aferição da quantidade de água absorvida pela resina composta de modo simples e rápido. Este método, associado às demais técnicas para avaliação das propriedades da resina diante das variações de polimerização e armazenamento, pode definir mais precisamente a influência da absorção de água nas propriedades do material e, com isso, alterar a longevidade da restauração.

## Conclusão

Diante dos resultados conclui-se que o tempo de polimerização indicado pelo fabricante deve ser respeitado para a manutenção das propriedades das resinas, independentemente do tipo de resina utilizado.

## Referências

1. Imazato S, McCabe JF, Tarumi H, Ehara A, Ebisu S. Degree of conversion of composites measured by DTA and TIR. *Dent Mater.* 2001;17:178-83.
2. Takahashi Y, Imazato S, Russell RRB, Noiri Y, Ebisu S. Influence of resin monomers on growth of oral streptococci. *J Dent Res.* 2004;83(4):302-6.
3. Medeiros EB, Nascimento ABL. Causas e conseqüências da fotopolimerização inadequada da resina composta. *Rev Bras Odontol.* 2002;59(6):403-5.
4. Bowen RL, Reed LE. Semiporous reinforcing fillers for composite resins. I. Preparation of provisional glass formulations. *J Den Res.* 1976;55(5):738-47.

5. Tanaka K, Taira M, Shintani H, Wakasa K, Yamaki M. Residual monomers (TEG-DMA and Bis-GMA) of a set visible-light-cured dental composite resin when imersed in water. *J Oral Rehabil.* 1991;18(4):353-62.
6. Santerre JP, Shajii L, Leung BW. Relation of dental composite formulations to their degradation and the release of hydrolyzed polymeric-resin-derived products. *Crit Ver Oral Biol Med.* 2001;12(2):136-51.
7. Santos LA, Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos etempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesq Odont Bras.* 2000;14(1): 65-70.
8. Rodrigues Filho LE, Burger LA, Kenshima S, Bauer JR, Medeiros IS, Muench A. Effect of light-activation methods and water storage on the flexural strength of two composite resins and a compomer. *Braz Oral Res.* 2006;20(2):143-7.
9. Amaral CM, Castro AKBB, Pimenta LAF, Ambrosano GMB. Efeito das técnicas de inserção e ativação da resina composta sobre a microinfiltração e microdureza. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(3):257-62.
10. Rissi RC, Cabral A. Fotopolimerização: principais variáveis clínicas que podem interferir no processo. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2002;56(2):123-8.
11. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res.* 1984;63(10):1248-54.
12. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Den Res.* 1990;69(1):36-9.
13. Hirasawa T, Hirano S, Hirabayashi S, Harashima I, Aizawa M. Initial dimension change of composites in dry and wet conditions. *J Den Res.* 1983;62(1):28-31.