

# Avaliação da dureza de dois compósitos restauradores em função da variação da distância da fonte de luz polimerizadora, de uma polimerização adicional e do acabamento superficial<sup>1</sup>

Susana Werner Samuel\*  
 Angelo Stefano Secco\*\*  
 João Felipe Mota Pacheco\*\*  
 Léo Werner Süffert\*

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a dureza de dois compósitos fotoativados. Os resultados mostraram que a dureza dos materiais variou com o tipo de material, a distância da fonte de luz, a polimerização adicional (60s) e o acabamento superficial.

## SUMMARY

Surface hardness studies have been performed on two visible light-activated composit resins. It was found that the surface hardness of these materials varied with: the material, the distance of the light source, the 60 second additional exposure and the surface finish.

## UNITERMOS

Compósitos, Fotopolimerização, Dureza

## Introdução

O surgimento dos compósitos odontológicos tem provocado uma verdadeira revolução no âmbito da Odontologia Restauradora. A melhora progressiva de suas propriedades físicas tem aumentado rapidamente a sua popularidade (12). O aperfeiçoamento no tamanho, forma e tratamento superficial das partículas de carga dos compósitos tem melhorado o desempenho desses materiais restauradores (1,5,8,19), da mesma forma que a utilização de componentes orgânicos com menor contração de polimerização tem lhes trazido grandes vantagens (2,7,17,18).

Há cerca de dez anos foram introduzidos os compósitos polimerizáveis pela luz visível (9,19) que se apresentam sob a forma de uma pasta única que contém os componentes do sistema iniciador. Quando

a luz incide sobre o material, se produzem radicais livres, os quais iniciam a polimerização.

Uma grande vantagem dos materiais fotopolimerizáveis é o longo tempo disponível para a manipulação e a relativa rapidez de polimerização quando ativados. Algumas das desvantagens são associadas com a polimerização incompleta abaixo da superfície e a taxa de endurecimento dependente essencialmente da concentração do ativador e da intensidade da fonte de luz (14).

O desempenho clínico satisfatório de um material restaurador é determinado principalmente pela sua adaptação ao preparo cavitário e sua resistência à degradação no meio oral. A degradação é o resultado da combinação de vários efeitos, entre eles o desgaste por abrasão e pelas forças mastigatórias que por sua vez

dependem da natureza do material (21), do grau de polimerização do compósito (13) e da intensidade da luz incidente na superfície da restauração (11).

Portanto, considerando que existem situações clínicas em que pode haver uma pequena variação na distância entre a fonte polimerizadora e o material restaurador, nos propomos verificar a influência da distância da fonte de luz polimerizadora e de uma polimerização adicional na dureza superficial de alguns compósitos. Além disso, segundo

\* Professores de Materiais Dentários - UFRGS

\*\* C.D. Interno da disciplina de Materiais Dentários - UFRGS

Projeto CNPQ-Institucional: Realizado no laboratório de Materiais Dentários da FO/UFRGS

<sup>1</sup> Referenciado com Menção Honrosa durante o IV Salão de Iniciação Científica PROPEP-UFRGS/1992.

Von Fraunhofer (21) existe nos compósitos convencionais uma camada superficial de baixa dureza devido, provavelmente, a polimerização incompleta da superfície que permanece em contato com o ar. O autor sugere que 0,25mm de material deveria ser removido da superfície para alcançar uma região de maior resistência. Levando em consideração estes aspectos, analisamos também a influência do acabamento superficial sobre a dureza dos compósitos estudados.

## Materiais e Métodos

Os corpos de prova foram confeccionados em uma matriz metálica que apresenta uma cavidade cilíndrica com 6mm de diâmetro e 2,5mm de espessura. Os materiais utilizados foram P50 (3M) e Silux Plus (3M).

Cinco corpos de prova de cada material foram polimerizados com um aparelho STAR LIGHT por 60 segundos (16) nas seguintes distâncias: tocando a superfície (0mm), a 5mm, a 10mm e a 15mm cada, num total de 20 corpos de prova para cada material utilizado.

A matriz metálica foi adaptada à mesa de um microscópio óptico modificado e o condutor de luz permaneceu fixo a um pedestal de tal forma que a movimentação da matriz em relação a fonte de luz foi medida com auxílio de uma escala milimetrada.

Após a polimerização da resina, protegida com uma tira de poliéster, os corpos de prova foram submetidos a ensaios de dureza Knoop em um N.U. Research Microscope na superfície e fundo. Para obtenção do valor de dureza foram feitas cinco medidas em cada corpo de prova. Os corpos de prova sofreram então acabamento com discos Soflex (3M) de granulação fina e superfina. Após a obtenção dos resultados, os corpos de prova foram submetidos a uma nova incidência de luz nas mesmas distâncias por mais 60

segundos e novas medidas de dureza da superfície foram tomadas.

Concluídas as medições de dureza na superfície, foram realizadas medições de dureza do fundo dos corpos de prova.

Os resultados foram submetidos à análise estatística pelos testes de F e Tukey.

## Resultados

Os resultados foram apresentados sob a forma de gráficos correspondentes aos valores médios obtidos com os ensaios de dureza Knoop. No gráfico 1 temos a comparação de dureza Knoop entre os compósitos P50 (3M) e Silux Plus (3M), nas regiões de superfície e fundo, variando a distância da fonte de luz polimerizadora. Observa-se no gráfico 1 que os valores de dureza Knoop para a região de fundo a 10 e 15mm no compósito Silux Plus (3M) e 15mm no compósito P50 (3M) não estão representados sob forma de colunas, pois a região de fundo não polimerizou nestas distâncias, não sendo

possível realizar o ensaio de dureza.

No gráfico 2 temos a dureza Knoop para o compósito P50, comparando as superfícies sem acabamento, com acabamento e acabamento mais polimerização adicional, variando a distância da fonte de luz polimerizadora.

No gráfico 3 encontra-se a dureza Knoop para o compósito Silux Plus (3M), comparando a superfície sem acabamento, com acabamento e acabamento mais polimerização adicional variando a distância da fonte de luz polimerizadora.

Os resultados foram submetidos a análise estatística, através dos testes de F e Tukey, sendo analisada a influência do acabamento superficial, polimerização adicional e da variação da distância da fonte de luz, na dureza superficial e de fundo dos compósitos.

Na tabela 1 temos a análise para os resultados com o compósito Silux Plus (3M), quanto ao acabamento de superfície e polimerização adicional.

## P50/SILUX PLUS, MÉDIAS DE DUREZA SUPERFÍCIE/FUNDO

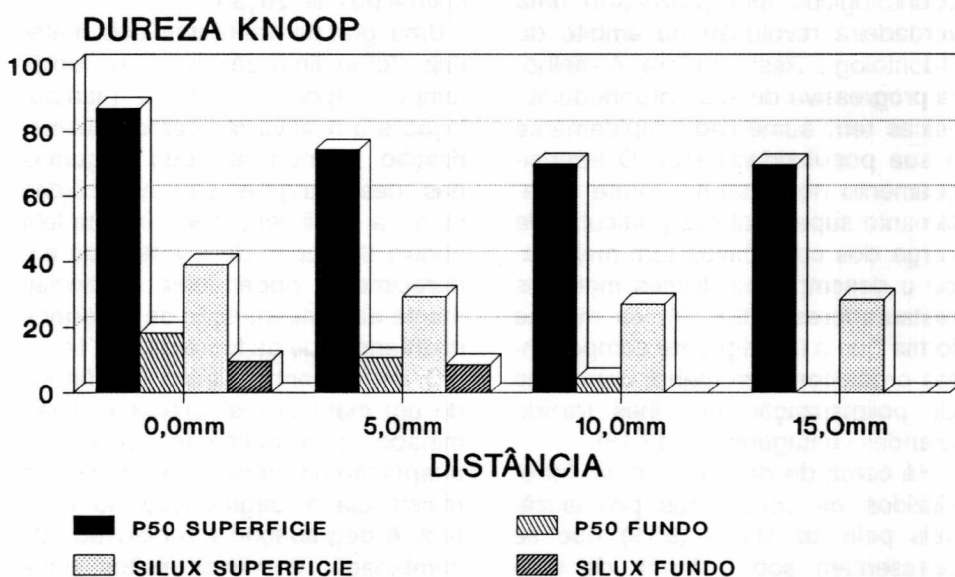


GRÁFICO 1: Médias de dureza Knoop da superfície e fundo dos materiais P50 e Silux Plus em função da distância da fonte de luz

## P50 - 3M

### MÉDIAS DUREZA PARA TRAT. DE SUPERFÍCIE

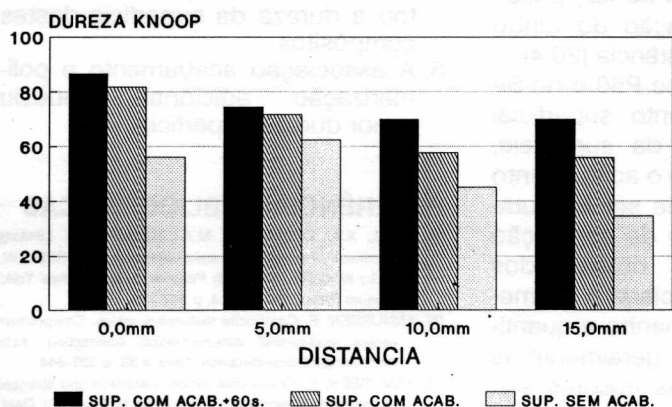


GRÁFICO 2: Médias das durezas Knoop para o P50 (3M), em cada distância, quando submetidos aos diversos tratamentos

## SILUX PLUS - 3M

### MÉDIAS DUREZA PARA TRAT. DE SUPERFÍCIE

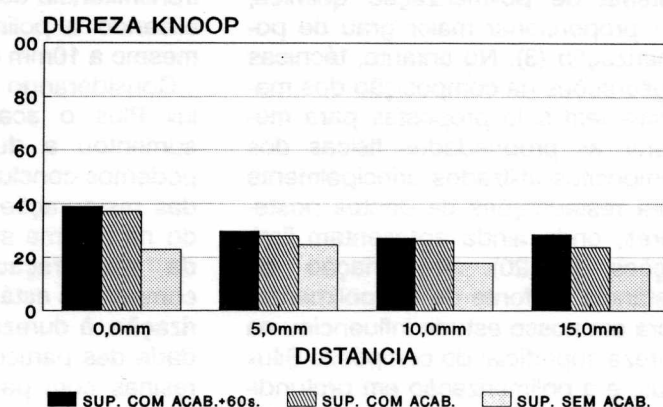


GRÁFICO 3: Médias das durezas Knoop para o Silux Plus (3M), em cada distância, quando submetidos aos diversos tratamentos

**TABELA 1**  
Silux Plus: Médias de dureza superficial x tratamento

Nº Trat.	Nome	Nº Rep.	Médias	5%	1%
3 SILUX	Sup. c/acab. + 60s.	20	31,0875	a	A
2 SILUX	Sup. c/acab.	20	28,7800	b	B
1 SILUX	Sup. s/acab.	20	20,3150	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D.M.S. 5% = 1,3788 - D.M.S. 1% = 1,7453

**TABELA 2**  
P50: Médias de dureza superficial x tratamentos

Nº Trat.	Nome	Nº Rep.	Médias	5%	1%
3 P50	Sup. c/acab. + 60s.	20	74,1935	a	A
2 P50	Sup. c/acab.	20	66,7125	b	A
1 P50	Sup. s/acab.	20	49,5940	c	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D.M.S. 5% = 6,8435 - D.M.S. 1% = 8,6624

**TABELA 3**  
Silux Plus: Médias de dureza superficial x distância

Nº Trat.	Nome	Nº Rep.	Médias	5%	1%
1 SILUX	0,0mm	15	33,1140	a	A
2 SILUX	5,0mm	15	27,3933	b	B
3 SILUX	10,0mm	15	23,6693	c	C
4 SILUX	15,0mm	15	22,7333	c	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D.M.S. 5% = 1,7530 - D.M.S. 1% = 2,1669

**TABELA 4**  
P50: Médias de dureza superficial x distância

Nº Trat.	Nome	Nº Rep.	Médias	5%	1%
1 P50	0,0mm	15	74,8993	a	A
2 P50	5,0mm	15	69,5133	a	A
3 P50	10,0mm	15	56,1426	b	B
4 P50	15,0mm	15	53,4466	b	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D.M.S. 5% = 8,7057 - D.M.S. 1% = 10,7609

De acordo com as tabelas 1 e 2 (teste de Tukey), houve diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade para a dureza do compósito Silux Plus e P50 em função dos tratamentos de superfície, ou seja, a superfície com acabamento, obteve dureza estatisticamente superior à superfície sem acabamento. A superfície que sofreu acabamento e 60 segundos de polimerização adicional apresentou dureza estatisticamente superior à superfície com acabamento.

A influência da distância da fonte de luz polimerizadora na dureza superficial do compósito Silux Plus está representado na tabela 3.

Na tabela 3 podemos observar que para este compósito a distância da fonte de luz interferiu na dureza superficial. E ainda no gráfico 1 observamos que a dureza de fundo foi significativamente alterada com a variação da distância da fonte de luz polimerizadora, pois, para a distância de 10 e 15mm o fundo do corpo de prova não polimerizou, impedindo a realização dos ensaios de dureza.

Na tabela 4 temos os resultados para o compósito P50 (3M).

De acordo com a tabela 4, não houve diferença (5% e 1%) na dureza superficial do compósito P50 quando a fonte de luz estava a 0mm e 5mm, porém esta dureza mostrou-se estatisticamente inferior quando a distância foi aumentada para 10mm e 15mm.

## Discussão

A ativação pelo sistema de luz visível tem sido preferido em relação ao sistema de polimerização química, por proporcionar maior grau de polimerização (3). No entanto, técnicas e alterações na composição dos materiais tem sido propostas para melhorar as propriedades físicas dos compósitos utilizados principalmente para restaurações de dentes posteriores, onde ainda apresentam limitações (4,5,20). A variação da distância da fonte de luz polimerizadora em nosso estudo influenciou na dureza superficial do compósito Silux Plus, e a polimerização em profundidade foi significativamente afetada, como podemos observar no gráfico 1. Parece que a 10 e 15mm de distância a luz polimerizadora foi incapaz de converter totalmente o monômero, em profundidade, resultando uma polimerização incompleta do material. O tipo de partícula inorgânica, o índice de refração, o tamanho, a forma e quantidade das partículas, deste compósito talvez justifiquem este fenômeno (20). O aumento na diferença de dureza entre superfície e fundo, em função da variação da distância, também foi confirmado num estudo de Kanka (10) em 1985. O aumento da distância da fonte de luz ocasiona uma difração dos raios luminosos, prejudicando a polimerização do material.

O grau de dureza superficial dos compósitos Silux Plus e P50 foi diminuído significativamente pelo aumento da distância da fonte de luz, uma vez que a dureza a 0mm e 5mm foi significativamente maior do que nas distâncias de 10mm e 15mm, para o P50 e a dureza para o Silux foi maior a 0mm que a 5mm e estas duas maiores que a dureza a 10mm e 15mm de distância. A dureza de fundo foi igualmente prejudicada com o aumento da distância da fonte de luz, entretanto a diferença observada entre a dureza superficial e de fundo para o P50 foi menor do que a encontrada para o compósito Silux Plus, no qual não houve polimerização do fundo, já à distância de 10mm. Talvez as diferentes características da carga inorgânica destes

materiais expliquem este fato, já que o maior tamanho das partículas do compósito P50 permite uma maior transmitância da onda de luz, possibilitando a polimerização do fundo mesmo a 10mm de distância (20,4).

Considerando que no P50 e no Silux Plus o acabamento superficial aumentou a dureza da superfície, podemos concluir que o acabamento das restaurações pode ser executado na mesma sessão de confecção da restauração. A dureza dos compósitos está associada à polimerização, à dureza, tamanho e quantidade das partículas e geralmente as resinas com partículas maiores são mais duras que aquelas de micro-partículas (10). Por isso, talvez, o acabamento que removeu a camada superficial de matriz orgânica mal polimerizada (13,15), expôs maior quantidade de partículas mais duras do P50 promovendo aumento na dureza superficial deste compósito polido, quando comparado com o Silux Plus que apresenta partículas menores e em menor quantidade. Pelo fato de termos encontrado uma grande diferença de dureza da superfície em relação ao fundo e considerando que o monômero residual não polimerizado é extremamente prejudicial em termos mecânicos e de biocompatibilidade (19), sugerimos a técnica incremental como sendo o melhor método para preenchimento de cavidades, observando rigorosamente a espessura das camadas de resina. A dureza superficial diminui com o aumento da distância da fonte de luz polimerizadora e aumenta com uma polimerização adicional, por isso sempre que se aumentar a distância da fonte de luz devemos aumentar o tempo de exposição, para compensar a difração da luz polimerizadora.

Resumindo, aproximando ao máximo a fonte de luz da superfície do compósito, dando acabamento superficial e acrescentando uma polimerização adicional produzimos melhores propriedades de dureza nos compósitos testados.

## Conclusões

### SILUX PLUS (3M) - P50 (3M)

1. O aumento da distância da fonte

de luz polimerizadora diminuiu a dureza superficial e de fundo destes compósitos.

2. O acabamento superficial aumentou a dureza da superfície destes compósitos.
3. A associação acabamento e polimerização adicional produziu maior dureza superficial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ABELL, A.K.; CRENSHAW, M.A.; TURNER, D.T. Limiting Hardness of polymer/ceramic composites. In: GEBLEIN, G.G.; KOBLITZ, F.F. (Ed) *Polymer Science*. New York, Plenum Press, 1991. Vol. 4, p.347-354.
02. ASMUSSEN, E. Composite restorative resins. Composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odontologica Scandinavica*. Oslo, v.33, p.337-344.
03. ASMUSSEN, E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v.90, n.6, p.484-489, dec. 1982.
04. BLANKENAU, R.J.; KELSEY, W.P.; CAVEL, W.T. et al. Wavelength and intensity of seven systems for visible light-curing composite resins: a comparison study. *J. Am. Dent. Ass. Chicago*, v.106, n.4, p.471-474, apr. 1983.
05. BOWEN, R.L. Effects of particle shape and size distribution in a reinforced polymer. *J. Am. Dent. Assoc. Chicago*, v.69, p.481-485, 1964.
06. BOWEN, R.L. Compatibility of various materials with oral tissues. I: the components in composite restorations. *J. Dent. Res.*, Chicago, v.58, n.5, p.1493-1503, May 1979.
07. CRAIG, R.G. (Ed) *Restorative dental materials*. 6ed. St. Louis: Mosby, 1980. p.186-188.
08. De GEE, A.J.; TEN HARKEL, E.C.; DAVIDSON, C.L. Abrasion of microfilled BIS-GMA/TEGMA resin in relation to its filler content. *J. Dent. Res. Washington, DE* v.63, p.532 (Abst. nº 17), 1984.
09. HANSEN, B.K. Visible light-cured composite resins polymerization contraction pattern and hyposcope expansion. *Scand. J. Dent. Res. Copenhagen* v.90, p.329-335, 1982.
10. KANCA, J. Visible light-activated composite resins for posterior use - a comparison of surface hardness and uniformity of cure. *Update. Quintess. Int. Berlin*, v.16, n.10, p.687-690, Oct. 1985.
11. KILIAN, R.J. Visible light cured composite-dependence of cure on light intensity. *IADR Program and Abstracts*, n.603, 1979.
12. LEINFELDER, K.F. Wear patterns and rates of posterior composite resins. *Int. Dent. J. Bristol*, v.37, n.3, p.152-157, Sept. 1987.
13. LUNDIN, S.A.; KOCH, G. Cure profiles of visible-light-cured class II composite restorations in vivo and in vitro. *Dent. Mater. Washington, DE* v.7-9, 1982.
14. Mc LEAN, J.; WILSON, H.J.; BROWN, D. *Materiais dentários e suas aplicações*. São Paulo: Santos, 1989.
15. ONOSE, H.; SANO, H.; KANTO, H. et al. Selected curing characteristics of light-activated composite resins. *Dent. Mater. Washington, DE* v.1, n.1, p.48-54, feb. 1985.
16. OTA, K.; KIKUSHI, S.; KOPEL, H.M. et al. Effect of light exposure time on the depth of curing in various composite resin systems. *Pediatr. Dent. Chicago*, v.7, n.1, p.19-22, 1983.
17. RUPP, N.W. Clinical placement and performance of composite resin restorations. *J. Dent. Res.*, Washington, v.58, p.1551-1557, 1979.
18. SCHWARTZ, J.L.; ANDERSON, M.H.; PELLEU, G.B. Reducing microleakage with the glass-ionomer/resin sandwich technique. *Oper. Dent. i, Seattle* v.15, p.186-192, 1990.
19. SWARTZ, M.L.; PHILLIPS, R.W.; RHODES, B.F. Visible light-activated resins depth of Cure. *J. Am. Dent. Assoc. Chicago*, v.106, p.634-637, 1983.
20. TIRTHA, R.; FAN, P.L.; DENNISON, J.B. et al. "In vitro" depth of cure of photo-activated composites. *J. Dent. Res. Chicago*, v.61, n.10, p.1184-1187, Oct. 1982.
21. VON FRAUNHOFER, J.A. The surface hardness of polymeric restorative materials. *Br. Dent. J. London*, n.130, p.243-245, Mar. 1971.

R. Fac. Odontol.	Porto Alegre	V. 33	N. 2	p.35-38	DEZEMBRO	1992
------------------	--------------	-------	------	---------	----------	------