

Dureza Knoop de resinas compostas em função de três anos de armazenagem e da profundidade

Knoop hardness of composites due to three years of storage and depth

Resumo

A finalidade da pesquisa foi determinar a dureza Knoop de três resinas compostas (Z100 A2, Silux Plus XL e Heliomolar RO 20) nos tempos de uma semana, um mês, um ano e três anos, nos lados da irradiação (frente) e do oposto (fundo). Discos de poliacetal foram perfurados (2,5mm de diâmetro por 2,0mm de profundidade, correspondente à espessura dos discos), constituindo as "cavidades", que foram preenchidas com as resinas para a obtenção dos corpos-de-prova; para a polimerização, foi usada a intensidade de 300mW/cm² por 40 segundos. Os resultados permitiram concluir que: o lado do fundo apresentou menor dureza, tanto significativa, quanto numericamente; a comparação das durezas correspondentes aos tempos de uma semana e três anos mostrou um aumento significativo apenas na resina Heliomolar RO, mas todos os materiais toleraram bem o meio de armazenagem soro fisiológico; foi observado que as durezas dos lados do fundo não convergem para as da face de irradiação.

Palavras-chave: resina composta, dureza Knoop.

Marco Aurélio de Menezes¹, Antonio Muench²,
Milton Satoiqui Masuda³, Rosa Helena Miranda Grande²

Introdução

As resinas compostas já foram estudadas sob muitas variáveis. Certos autores (DeWald e Ferracane, 1987; Hirabayashi et al., 1993) verificaram correlação positiva entre dureza e grau de polimerização das resinas compostas.

A diminuição da dureza em função da profundidade ou distanciamento da superfície de ativação também já foi abordada por muitos autores. Cook (1980), empregando ativação por luz ultravioleta, verificou que, após certo distanciamento da superfície de irradiação, a dureza diminuía rapidamente, resultados que foram confirmados posteriormente por Matsumoto et al. (1986), empregando fontes ativadoras de luz visível. A diminuição da dureza em função da profundidade ainda foi observada através dos tempos por vários autores (Prévost et al., 1985; Ferracane et al., 1986; DeWald e Ferracane, 1987; Harrington et al., 1996; Menezes e Muench, 1998; Masuda et al., 1999; Masuda, 1999).

A influência do tempo de armazenagem na dureza da resina composta tem sido abordada por muitos autores, porém em tempos muito limitados, dificilmente ultrapassando um ano. Bassiouny e Grant (1980) encontraram

estabilidade com um dos materiais utilizados após seis meses de imersão em água. Por outro lado, Matsumoto et al. (1986), com armazenagem a seco (37 °C), também por seis meses, notaram uma tendência de aumento de dureza nas profundidades de 3 e 4mm. Ferracane e Marker (1992), por sua vez, verificaram, após cerca de 14 meses, trincas em corpos-de-prova de resina composta imersos em álcool, mas não naqueles armazenados em água. Também Söderholm et al. (1996), após um ano de armazenagem dos corpos-de-prova de resinas compostas experimentais em água e saliva artificial, encontraram menor lixiviação das partículas de carga no primeiro meio do que no segundo.

A influência da armazenagem por alguns anos na dureza de resinas compostas não foi encontrada na literatura, fato que é, de certa forma, compreensível em razão das exigências dos prazos a serem cumpridos. À vista de dados já disponíveis de pesquisa anterior, correspondentes às durezas de resinas compostas nos tempos de uma semana e um mês, pretende-se acrescentar os valores dos tempos de um e três anos de

¹ Professor de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da UFSM / RS.

² Professores de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da USP / SP.

³ Professor da Faculdade de Odontologia da Universidade de Santo Amaro e Universidade Brás Cubas / SP.

imersão.

Material e métodos

Os corpos-de-prova utilizados consistiam de parte de pesquisa anterior (Menezes e Muench, 1998). As resinas compostas utilizadas foram de cores claras: Z100 A₂ (3M Dental Products) de partículas ultrafinas (de 0,01 a 3µm); Silux Plus XL (3M Dental Products) e Heliomolar RO 20 (Vivadent), ambas de micropartículas (sílica pirolítica com 0,04µm).

Os corpos-de-prova foram obtidos em discos de poliacetal de 2mm de espessura, com perfuração de 2,5mm de diâmetro, constituindo as matrizes. Essas foram apoiadas sobre uma placa de vidro, sendo as perfurações preenchidas com resina, que era comprimida com uma tira de poliéster a fim de tornar a superfície do corpo-de-prova plana e regular. Em sequência, foi feita a ativação da polimerização por 40 s, com a intensidade de 300mW/cm², com fotopolimerizador XL 1500 (3M Dental Products), de intensidade máxima de 580mW/cm², determinada com radiômetro (Demetron Research Corp.). Interpondo um cilindro oco de poliacetal entre a superfície da resina e a fonte ativadora, obtinha-se a intensidade de 300mW/cm². Após a ativação, os corpos-de-prova eram armazenados em soro fisiológico a 37 °C.

A dureza Knoop foi determinada em aparelho Durimet (Leitz – Alemanha) até tempos de um mês de armazenagem (Menezes e Muench, 1998), na superfície de irradiação (lado da frente) e na oposta (lado do fundo). Aos dados correspondentes dos tempos de uma semana e um mês, provenientes de trabalho anterior (Menezes e Muench, 1998), foram acrescentados os relativos a um ano e três anos.

As análises estatísticas (de variância e teste de Tukey) foram feitas por material com os fatores: lado (frente e fundo); tempos de uma semana, um mês, um ano e três anos, com duas repetições. As análises foram feitas por material, pois o que interessava era observar cada um deles ao longo do tempo

de armazenagem.

Resultados

As médias de dureza Knoop encontram-se na Tabela 1. Como as análises estatísticas foram feitas em separado por material, os contrastes entre médias também valem para cada material. Essas médias são semelhantes entre si ($p>0,05$), quando pelo menos uma das letras que as acompanham seja comum.

A resina Z100 no lado da frente apresentou a maior dureza, numericamente, no tempo de um mês. A partir desse tempo, houve uma diminuição, embora não significativa, e as médias foram semelhantes em todos os tempos até os três anos de observação. O lado do fundo dessa resina apresentou, em função do tempo, comportamento semelhante ao do lado da frente, embora sempre com valores menores, significativamente até um ano e com tendência a diminuir a dureza aos três anos.

O material Silux Plus, em linhas gerais, apresentou comportamento semelhante ao Z100. Entretanto, em ambos os lados existem, em maior ou menor grau, tendências de aumento de dureza em função do tempo, embora não caracterizando significâncias. Por outro lado, numericamente, sempre as durezas do lado do fundo foram menores, havendo diferença estatística apenas no tempo de três anos.

A resina Heliomolar RO apresentou um comportamento diferente das outras duas. Tanto no

lado da frente como no do fundo, houve um aumento significativo da dureza, desde o tempo de uma semana até três anos. Ainda, na maioria dos tempos, no lado do fundo, a dureza foi significativamente menor.

Discussão

Uma análise geral dos resultados da Tabela 1 mostra uma certa tendência de a resina Z100 diminuir a dureza com o passar do tempo, o que não se evidenciou com os outros dois materiais. Esse fato poderia ser atribuído ao tamanho das partículas de carga uma vez que a Z100 contém ultrafinas e as outras duas, micropartículas. De acordo com Montes-G e Draughn (1986), essas últimas (Silux e Heliomolar) sofrem menos a ação da água de imersão. Uma explicação possível para isso é que há exposição de menor quantidade de massa ao líquido de imersão, já que as micropartículas subjacentes à primeira camada se encontram no interior da resina, como que “encapsuladas”.

A menor dureza encontrada no lado do fundo, quer numericamente, quer significativamente, mostra o quanto em uma espessura de 2mm a dureza sofre diminuição, mostrando a difícil penetração da radiação fotoativadora. Indica isso um menor grau de polimerização no lado do fundo, observado pela menor dureza, o que está de acordo com DeWald e Ferracane (1987) e Hirabayashi et al. (1993). As menores durezas encontradas no lado do fundo ainda estão de acor-

Tabela 1. Médias de dureza Knoop (kp/mm²) e valores críticos para contrastes de cada material (em um mesmo material, médias com letras iguais são semelhantes, $p>0,05$).

Material	Lado	Tempo				Tukey (5%)
		1 sem.	1 mês	1 ano	3 anos	
Z100 (A2)	Frente	93,4 ab	98,9 a	92,5 ab	83,0 abc	27,92
	Fundo	51,3 d	65,7 bcd	63,2 cd	58,4 cd	
Silux Plus (XL)	Frente	34,6 efg	40,4 ef	39,4 efg	46,9 e	15,19
	Fundo	24,4 g	30,9 fg	27,2 fg	27,0 fg	
Heliomolar RO 20	Frente	26,1 ijk	31,5 hij	33,4 hi	34,3 h	7,75
	Fundo	13,7 l	19,4 kl	27,8 hij	25,3 jk	

do com as observações de vários autores (Cook, 1980; Prévost et al., 1985; Ferracane et al., 1986; Matsumoto et al., 1986; DeWald e Ferracane, 1987; Harrington et al., 1996; Menezes e Muench, 1998; Masuda et al., 1999; Masuda, 1999).

A apreciação geral dos resultados mostra que as resinas compostas suportaram bem o armazenamento no soro fisiológico por três anos, não demonstrando degradação, com exceção de pequena alteração do material Z100. Uma explicação para esse fenômeno seria o tamanho das partículas de carga (de 0,01 a 3µm) da resina Z100, que mais facilmente sofreriam a ação da água, o contrário do que ocorreu com o material com micropartículas. A resina Heliomolar RO apresentou mesmo um aumento de dureza significativa com o passar do tempo, talvez por causa de uma continuação de polimerização. A continuação de polimerização poderia ocorrer principalmente no lado oposto da irradiação (fundo), já que esta, em virtude de menores durezas apresentadas, está sob menor grau de polimerização (De Wald e Ferracane, 1987; Hirabayashi et al., 1993).

O menor grau de polimerização, principalmente no lado oposto da irradiação, é um indicativo de ser possível que mais monômeros integrem cadeias poliméricas já formadas. Esses resultados estão de acordo com os outros autores, embora não se tenham encontrado pesquisas na literatura com tempos longos como na presente investigação (Bassiouny e Grant, 1980, seis meses; Ferracane e Marker, 1992, 14 meses; Söderholm et al., 1996, 12 meses). Masuda (1999), embora tenha conduzido a pesquisa apenas por quatro meses, também não encontrou diminuição da dureza das diversas resinas, imersas em soro fisiológico. Por outro lado, encontrou considerável diminuição da dureza com imersão em soluções ácidas, o que era dependente do material e do ácido empregado, ou seja, nem todos os materiais sofriam alteração em

todos os ácidos.

Um aspecto que chama atenção nos resultados é não se visualizar uma convergência das durezas do lado do fundo com as do lado da frente. Isso se poderia supor em virtude de um aumento do grau de polimerização, que poderia ocorrer em três anos, aumentando a dureza; no entanto, não se verificou. Se, com a resina Z100 no tempo de três anos, não houve diferença significativa entre lados, isso ocorreu mais em virtude da diminuição numérica do lado da frente. Na resina Heliomolar RO, se a dureza do lado do fundo aumentou, também no lado da frente aumentou.

Conclusões

Os resultados da presente pesquisa permitiram concluir que:

1. O lado do fundo de corpos-de-prova com 2mm de espessura apresentou menor dureza, quer significativamente, quer numericamente.
2. As durezas, correspondentes ao tempo de três anos, em relação às de uma semana, aumentaram significativamente apenas no material Heliomolar RO.
3. Os três materiais utilizados toleraram bem a imersão em soro fisiológico por três anos.
4. A imersão em soro fisiológico por três anos mostrou que as durezas do lado do fundo não convergem para as do lado da irradiação.

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the Knoop hardness of 3 composites (Z100 A₂, Silux Plus XL and Heliomolar RO 20) at times of 1 week, 1 month, 1 and 3 years on the irradiation and opposite surfaces. Specimens were obtained in 2.0mm thick poliacetal discs with perforations of 2.5mm diameter. Photoactivation was performed for 40 seconds with an intensity of 300mW/cm². The con-

clusions were: the opposite surface presented lower hardness values, either significantly or numerically; the comparison of hardness, corresponding to the time of 1 week and 3 years, showed a significant increase only for Heliomolar RO, but all the materials presented good compatibility when stored in a 0.9% NaCl solution; the hardness of the opposite side did not present convergence with that of the irradiated side.

Key words: composite resin, Knoop hardness.

Referências bibliográficas

- BASSIOUNY, M.A.; GRANT, A.A. Physical properties of visible-light-cured composite resin. *J. Prosthet. Dent.*, v.43, n.5, p.536-541, 1980.
- COOK, W.D. Factors affecting the depth of cure of UV-polymerized composites. *J. Dent. Res.*, v.59, n.5, p.800-808, 1980.
- DEWALD, J.P.; FERRACANE, J.L. A comparison of four modes evaluating depth of cure of light-activated composites. *J. Dent. Res.*, v.66, n.3, p.727-730, 1987.
- FERRACANE, J.L.; MARKER, V.A. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J. Dent. Res.*, v.71, n.1, p.13-19, 1992.
- FERRACANE, J.L.; ADAY, P.; MATSUMOTO, H. et al. Relationship between shade and depth of cure for light-activated dental composite resins. *Dent. Mater.*, v.2, n.2, p.80-84, 1986.
- HARRINGTON, E.; WILSON, H.J.; SHORTALL, A.C. Light-activated restorative materials: a method of determining effective radiation times. *J. Oral Rehabil.*, v.23, n.3, p.210-218, 1996.
- HIRABAYASHI, S.; HOOD, J.A.A.; HIRASAWA, T. The extent of polymerization of class II light-cured composite resin restorations. Effects of incremental placement technique, exposure time and heating for resin inlays. *Dent. Mater. J.*, v.12, n.2, p.159-170, 1993.
- MASUDA, M.S. *Dureza Knoop de resinas compostas em função de tempos de imersão em meios ácidos e profundidades*. São Paulo. Tese (doutorado), Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 1999.
- MASUDA, M.S.; MALUF, W.I.; MUENCH, A. Dureza Knoop de resinas compostas em função do tempo de irradiação, das espessuras das camadas, da idade e da profundidade. *RPG*, v.6, n.1, p.25-30, 1999.
- MATSUMOTO, H.; GRES, J.F.; MARKER, V.A. et al. Depth of cure of visible light-cured resin: clinical simulation. *J. Prosthet. Dent.*, v.55, n.5, p.574-578, 1986.

- MENEZES, M.A.; MUENCH, A. Dureza Knoop de resinas compostas em função do número relativo de radicais livres. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, v.12, n.3, p.281-285, 1998.
- MONTES-G, G.M.; DRAUGHN, R.A. *In vitro* surface degradation of composite by water and thermal cycling. *Dent. Mater.*, v.2, n.5, p.193-197, 1986.
- PRÉVOST, A.P.; DESAUTELS, P.; BENOIT, C.A. et al. Polymerization: ability of 15 visible light curing generators. *J. Can. Dent. Assoc.*, v.51, n.3, p.221-225, 1985.
- SÖDERHOLM, K.-J.M.; MUKHERJEE, R.; LONGMATE, J. Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *J. Dent. Res.*, v.75, n.9, p.1692-1699, 1996.

Endereço para correspondência:

Prof. Dr. Antonio Muench
Departamento de Materiais Dentários
Faculdade de Odontologia
Av. Prof. Lineu Prestes, 2227
Cidade Universitária
CEP 05508-900
São Paulo - SP
Fone/Fax 0(**)11 818.7840