

## Influência da energia de fotoativação na microdureza Vickers de uma resina composta

### *Influence of energy for cure in the Vickers microhardness of a composite resin*

Katia Terumi Tanaka \*  
Miriam Lacalle Turbino \*\*  
Valéria Soprano \*\*\*  
Luis Carlos Belan \*\*\*\*

#### Resumo

**Introdução** – Este estudo tem a finalidade de verificar a microdureza da superfície oposta de uma resina composta, Palfique Estelite® (J Morita), quando ativada por duas diferentes fontes de irradiação, a luz halógena convencional e de alta intensidade. **Material e Métodos** – Foram realizados corpos de prova com resina composta na cor A3. Utilizando matrizes de polipropileno pretas com diâmetro de 4 mm e 1 mm de altura os corpos de prova foram confeccionados por meio da técnica incremental e apresentaram 2 mm de altura. Para fotoativação foram utilizados os aparelhos Jet Lite® (J Morita) com intensidade de 800mW/cm<sup>2</sup> e Degulux® Soft Start (Degussa-HulsAG) com intensidade de 300 mW/cm<sup>2</sup>. Foram realizados 4 grupos com 5 corpos de prova cada. Para o grupo I e II foram fornecidos 16 joules de energia e para o grupo III e IV foram fornecidos 48 joules de energia. Cada corpo de prova recebeu 5 aferições. **Resultados** – Os valores de microdureza Vickers foram reduzidos a uma média aritmética, fornecendo um total de 20 valores médios, que foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, mostrando haver diferenças estatisticamente significante ao nível de 1%. A comparação entre as médias dos postos mostrou que GIII (51,0 Kgf/mm<sup>2</sup>) foi maior que GI (45,7 Kgf/mm<sup>2</sup>), com significância de 1%, e GIV (51,7 Kgf/mm<sup>2</sup>) foi maior que GII (46,0 Kgf/mm<sup>2</sup>), com significância de 1%. **Conclusão** – O aumento de densidade de energia aumenta a dureza Vickers. A forma de disponibilizar a energia não influencia a microdureza Vickers, desde que se mantenha o controle do binômio tempo/intensidade mantendo a mesma densidade de energia.

Palavras-chave: Resinas compostas; Testes de dureza; Luz

#### Abstract

**Introduction** – This study had the purpose to verify the hardness in the opposite surface using a composite resin, Palfique Estelite® (J.Morita) it was cured for two different sources of the light, a conventional halogen light and a high intensity halogen. **Material and Methods** – For the samples were realized specimens with resin composite of the A3 shade, it was placed in polipropilene black molds with 4 mm in diameter and 1 mm in high, the specimens were prepared through of the increments until 2 mm in high. For the cure were used the LCUs (Light curing unit) Jet Lite® (J. Morita) with intensity of 800 mW/cm<sup>2</sup> and Degulux® Soft Start (Degussa-HulsAG) with intensity of 300mW/ cm<sup>2</sup>. The samples were divided in 4 groups with 5 specimens for each. The group I and II were catered 16J by energy and group III and IV were catered 48J by energy. In each specimen were realized 5 indentations. **Results** – The Vickers hardness values were reduced to a arithmetic mean, whereby obtained 20 means values, that were submitted to Kruskal-Wallis' test. The results showed to have differences statistically significant at a level 0.01. The comparison among the means showed that the G III (51.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) was greater than G I (45.7 Kgf/mm<sup>2</sup>), with a significance level 0.01 and G IV (51.7 Kgf/mm<sup>2</sup>) was greater than G II (46.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) and a significance 0.01. **Conclusion** – The increase of the energy density increased the Vickers hardness. The energy form available didn't interfered with the Vickers hardness results, since the cure time/intensity (Binomy Control) get in proportion resulting in the same energy density.

Key words: Composite resins; Hardness tests; Light

#### Introdução

As resinas compostas fotoativadas foram introduzidas no mercado nos anos 70. Atualmente existem vários

aparelhos fotoativadores no mercado os mais utilizados ainda são os de lâmpada halógena de quartzo de tungstênio. A luz é gerada pela energia elétrica que aquece um filamento de tungstênio e emite uma luz visí-

\* Especialista em Dentística pela Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Odontologia (FUNDECTO). E-mail: htanaka@hotmail.com

\*\* Professora Doutora do Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP).

\*\*\* Mestranda do Departamento de Dentística da FOUSP.

\*\*\*\* Professor Doutor do Curso de Especialização de Dentística na FUNDECTO.

vel. Nesses aparelhos existe um filtro que limita a saída do comprimento de onda na faixa de 400-500 nm.

Com a evolução das resinas compostas os fabricantes investiram em aparelhos fotoativadores para obter uma melhor polimerização e assim, uma melhor longevidade das restaurações de resina composta fotoativadas. Porém, é necessário atenção para alguns parâmetros que podem influenciar a polimerização, tais como: intensidade da luz, tempo de polimerização, cor e espessura utilizados.

Os aparelhos fotoativadores podem ser classificados em convencionais, que geram densidade de energia em torno de 600 mW/cm<sup>2</sup> e os de alta intensidade que geram densidade de energia em torno de 1000 mW/cm<sup>2</sup>. Os aparelhos convencionais requerem incrementos de 2 mm e tempo de fotoativação em torno de 20-40 segundos, já os aparelhos de alta intensidade afirmam que a polimerização ocorre com um menor tempo, diminuindo assim o tempo de trabalho.

A adequada polimerização das resinas é um fator importante para obtenção das propriedades mecânicas e biológicas aceitáveis<sup>3</sup>.

Uma das propriedades mecânicas importantes é a microdureza da resina composta. O teste de microdureza Vickers é indicado para aferir a dureza de materiais friáveis, portanto, tem sido empregado para a mensuração de materiais dentários<sup>11</sup>. O teste é realizado por um aparelho apropriado que para uma determinada carga, quanto menor for a indentação, maior será o seu número e mais duro será o material.

Este estudo tem a finalidade de avaliar como a quantidade de energia recebida pela resina composta durante a fotoativação e como a forma de disponibilização da energia, em alta ou baixa intensidade, pode influenciar na microdureza Vickers.

## Material e Métodos

Para a realização do experimento foi utilizada a resina composta Palfique Estelite<sup>®</sup> (J Morita) na cor A3. Esta cor foi o padrão, já que cores variadas podem apresentar diferentes graus de transmissão de luz, influenciando na polimerização dos materiais e, portanto, nas medições de microdureza<sup>8-9</sup>.

Foram confeccionados corpos-de-prova com matrizes de polipropileno pretas, já que a cor e/ou transparência das matrizes utilizadas para confecção dos corpos de prova interferem na polimerização das resinas compostas<sup>12</sup>, com 4 mm de diâmetro. A resina composta foi inserida com uma espátula antiaderente e acomodada na cavidade com a técnica incremental, sobrepondo-se duas matrizes de 1 mm cada. Uma lâmina de vidro foi colocada sob a primeira matriz de modo que a superfície inferior ficasse totalmente plana, facilitando a posterior aferição da microdureza. Uma segunda laminula de vidro foi colocada sobre a superfície, do último incremento, para planificar o material, dando a certeza de que a espessura é a mesma em todos os corpos-de-prova.

A resina composta foi ativada somente após o centro da ponta do aparelho fotoativador estar coincidindo com o centro do corpo-de-prova para que a distância

da ponta de irradiação não diminuísse a intensidade da luz fotoativadora<sup>10</sup>. A ponta do aparelho irradiador foi encostada na laminula de vidro para a fotoativação.

Imediatamente após a polimerização, o corpo-de-prova foi marcado na superfície irradiada com uma lâmina de bisturi e removido do porta-matriz. Desta forma foi possível saber com precisão qual a porção superior e qual a porção inferior. A região inferior, ou oposta, foi a de interesse para a aferição da microdureza Vickers.

Foram realizados 4 grupos de teste, com 5 corpos de prova em cada grupo, num total de 20 corpos. Os corpos de prova do grupo I (GI) foram fotoativados com o aparelho convencional de luz halógena Degulux<sup>®</sup> Soft-Start (Degussa-Hulls) por 54 segundos (2 x 20s + 14 s) a 300 mW/cm<sup>2</sup>, recebendo um total de energia de 16 joules. O grupo II foi formado pela fotoativação com o aparelho de alta intensidade Jet Lite<sup>®</sup> (J Morita) de luz halógena por 20 segundos (2 x 10s) a 800 mW/cm<sup>2</sup>, recebendo a mesma energia de 16 joules. O grupo III foi formado com os corpos de prova fotoativados com o aparelho convencional por 160 segundos (2 x 80s) a 300 mW/cm<sup>2</sup>, com energia total recebida de 48 joules. O grupo IV foi formado por meio da fotoativação com o aparelho de alta intensidade por 60 segundos (2 x 30s), na intensidade de 800 mW/cm<sup>2</sup>, com energia total recebida de 48 joules.

A intensidade dos aparelhos foi verificada, com um radiômetro, durante o estudo, para que possíveis deteriorações da lâmpada ou outros componentes não interferissem nos resultados.

Os corpos-de-prova demarcados foram acondicionados em um recipiente que não permitia a passagem de luz. O recipiente ficou em uma estufa a 37° Celsius por uma semana, a seco<sup>15</sup>.

Com o auxílio do computador e do microdurômetro HVM 2000<sup>®</sup> SHIMADZU foram iniciados os testes de microdureza Vickers baseados no método de indentação ou penetração permanente. O software CAMS<sup>®</sup> – WIN, acoplado ao microdurômetro, permitiu a seleção da carga de 50 gramas e do tempo de 45 segundos possibilitando a visualização da imagem deixada pelo indentador na superfície da resina.

Foram realizadas cinco medidas na região de interesse, na superfície do lado oposto ao que recebeu a irradiação. O teste descrito foi repetido em todos os corpos-de-prova. No total, obteve-se 100 medidas.

Os valores de microdureza Vickers obtidos em cada corpo de prova foram anotados em uma planilha eletrônica, utilizando-se um micro computador portátil e o programa Microsoft Excel<sup>®</sup> (Tabela 1). As cinco medidas na região de interesse foram reduzidas a uma média aritmética e foram realizadas as análises estatísticas dos valores médios, submetendo-os ao teste de Kruskal-Wallis (Tabela 2).

## Resultados

A comparação entre as médias dos postos mostrou que GIII (51,0 Kg/mm<sup>2</sup>) foi maior que GI (45,7 Kg/mm<sup>2</sup>), com significância de 1% e GIV (51,7 Kg/mm<sup>2</sup>) foi maior que GII (46,0 Kg/mm<sup>2</sup>) com significância de 1%. Entre G1 e G2 e entre G3 e G4 não houve diferenças estatisticamente significantes (Tabela 2).

**Tabela 1. Valores de microdureza Vickers para cada corpo de prova**

Grupo I Fotopolimerizador Degulux							
300 mW	54s			2,0 joules			
	Central	Superior	Inferior	Direita	Esquerda	Médias	Média final
Corpo 1	44,2	43,3	33,4	49,2	42	42,42	
Corpo 2	44,4	49,4	51,5	45,6	45,4	47,26	
Corpo 3	40,5	45,8	46,4	41,5	47,4	44,32	
Corpo 4	63,3	49,4	41,7	44	45	48,68	
Corpo 5	40,5	49,2	48,7	44,6	47	46	
45,736							

  

Grupo II Fotopolimerizador Jetlite							
800 mW	20s			2,0 joules			
	Central	Superior	Inferior	Direita	Esquerda	Médias	Média final
Corpo 1	52	52,7	51,5	47,2	50,6	50,8	
Corpo 2	45,6	47,2	45,2	47,4	41,7	45,42	
Corpo 3	40,5	38,2	48,3	41,3	41,3	41,92	
Corpo 4	43,3	43,5	43,8	52,7	43,6	45,38	
Corpo 5	50,1	42,5	44,8	41,3	51,3	46	
45,904							

  

Grupo III fotopolimerizador Degulux							
300 mW	160 s			6,0 joules			
	Central	Superior	Inferior	Direita	Esquerda	Médias	Média final
Corpo 1	58,4	51	57,8	53	56,1	55,26	
Corpo 2	54,2	51,3	43,1	50,3	54	50,58	
Corpo 3	51	50,6	48,7	50,1	47,9	49,66	
Corpo 4	64	45,4	46,4	50,1	47,9	50,76	
Corpo 5	48,1	47,4	47,6	52	47,4	48,5	
50,952							

  

Grupo IV fotopolimerizador Jetlite							
800 mW	60 s			6,0 joules			
	Central	Superior	Inferior	Direita	Esquerda	Médias	Média final
Corpo 1	50,3	50,5	51	50,8	53	51,12	
Corpo 2	49	51,7	50,1	52	51,3	50,82	
Corpo 3	49	51,7	50,1	51,3	49,1	50,24	
Corpo 4	60,4	54	50,8	61,1	51	55,46	
Corpo 5	50,3	52,2	46,4	49,9	56,1	50,98	
51,724							

**Tabela 2. Análise estatística dos valores médios – teste de Kruskal – Wallis**

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4		
42,4	50,8	55,3	51,1	Para quantidades diferentes de energia	
47,3	45,4	50,6	50,8	Diferenças entre as médias	
44,3	41,9	49,7	50,2	g1-g3 7,5 significativa a 1%	
48,7	45,4	50,8	55,5	g2-g4 10,10 significativa a 1%	
46,0	46,0	48,5	51,0	Para quantidades diferentes de energia	
Médias	45,7	45,9	51,0	51,7	Diferenças entre as médias
Desvio padrão	2,452566	3,17652	2,569809	2,115155	G1-G2 7,5 significativa a 1%
					G3-G4 10,10 significativa a 1%

Os testes de microdureza realizados demonstraram que os grupos que receberam menos energia (16J, GI e GII) apresentaram resultados estatisticamente equivalentes, não importando se a fonte irradiadora foi em baixa ou alta intensidade.

## Discussão

As resinas fotoativadas revolucionaram a clínica odontológica. Hoje permite um maior tempo e trabalho, melhor estabilidade de cor, melhor adaptação marginal, reduzindo a microinfiltração e melhor resistência ao desgaste<sup>5-6</sup>. Mas para se obter uma adequada polimerização é necessário atenção a alguns parâmetros que podem influenciar essa reação. Os relacionados à resina como, tamanho das partículas, cor e espessura do incremento e os fatores relacionados à fonte fotoativadora como intensidade de luz e o tempo de irradiação<sup>5</sup>.

Os testes de microdureza realizados demonstraram que nos grupos fotoativados com fonte de irradiação de baixa ou alta intensidade, mas com pouca energia tiveram praticamente o mesmo resultado de baixa microdureza. Os grupos que receberam uma quantidade de energia maior (48J, GIII e GIV) independente de como a energia foi fornecida, alta ou baixa intensidade, tiveram um resultado de microdureza maior e estatisticamente equivalentes. Com isso verificou-se que a quantidade total de energia fornecida influencia diretamente na microdureza da resina composta.

A quantidade de energia recebida mostrou-se fortemente relacionada com a dureza da resina composta<sup>1</sup>. Alguns autores explicaram que ao aumentar a intensidade da luz ocorre maior polimerização<sup>2,7,14</sup>. A redução da energia recebida produziu uma resina composta menos dura. Enquanto o aumento da energia recebida elevou a dureza. Alguns autores analisaram a variação na intensidade de luz de 450 mW/cm para 250 mW/cm, e afirmaram que não afetou significativamente a dureza para camadas de 4,5 mm de profundidade<sup>13</sup>, desde que a mesma energia fosse utilizada.

A quantidade de energia fornecida pode variar aumentando o tempo de exposição da resina à fonte fotoativadora ou aumentando à intensidade de energia do aparelho fotoativador<sup>3</sup>.

As resinas compostas deveriam apresentar rotineiramente em suas embalagens a energia ideal para a sua polimerização, bem como a faixa de comprimentos de onda adequados para ativar o iniciador da polimerização. O objetivo destas informações é que se tenha um ótimo grau de conversão de monômeros em polímeros, importante para as propriedades mecânicas finais da restauração<sup>4</sup>.

O clínico, de posse de um radiômetro e das instruções do fabricante da resina quanto ao tempo de exposição e das características do aparelho fotoativador, pode facilmente calcular o tempo de exposição adequado para o seu próprio equipamento. Basta utilizar a seguinte fórmula:

$$T_{exp} = \frac{I_{rec} \times T_{rec}}{I_{atual}}$$

$T_{exp}$  = tempo de exposição ideal para o aparelho atual

$I_{rec}$  = intensidade recomendada pelo fabricante

$T_{rec}$  = tempo recomendado pelo fabricante

$I_{atual}$  = intensidade atual do aparelho

Desta forma é possível manter um bom padrão de polimerização das restaurações diretas de resina composta, contribuindo para o desempenho clínico satisfatório destas restaurações.

## Conclusão

Fornecendo a mesma quantidade de energia, em alta ou baixa intensidade, obteve-se a mesma microdureza superficial.

Aumentando a energia fornecida, independente da intensidade ser alta ou baixa, obteve-se um aumento na microdureza superficial.

## Referências

1. Abate P, Zahra VN, Macchi RL. Effect of photopolymerization variable on composite hardness. *J Prosthet Dent.* 2001;86(6):632-5.
2. Araujo RM, Araujo MAM, Mendes AJD. Influência da intensidade de luz de fotopolimerizadores na infiltração marginal. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1996;50(5):408-13.
3. Belan LC. Microdureza da resina composta ativada com luz halógena e laser de Argônio na técnica pulso espera [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2004.
4. Coelho SMJM, Silva e Souza Jr. MH, Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. *JBD.* 2002;1(1):14-21.

5. Crispin BJ, Hewlett ER, Jo YH, Hobo S, Hornbrook DS. Contemporary esthetic dentistry – practice and fundamental. Osaka: Quintessence Books; 1994.
6. Goes MF. Materiais e técnicas restauradoras. Como escolher e aplicar materiais dentários. *In*: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. Arte, ciência e técnica-dentística e laser. São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 115-31.
7. Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Polymerization efficiency of curing lamps: A universal energy conversion relationship predictive of conversion of resin-based composite. *Oper Dent*. 2004;29(1):105-11.
8. Mandarino F, Angelis PCL, Fontana UF, Cândido MSM, Oliveira Jr. OB. Efeito da tonalidade de cor sobre a profundidade de polimerização das resinas compostas fotopolimerizáveis. *Rev Bras Odontol*. 1992;49(5):38-41.
9. Martins F, Delbem ACB, Santos LRA, Soares HLO, Martins EOB. Microdureza de resina em função da cor e luz halógena. *Pesqui Odontol Bras*. 2002; 16(3):246-50.
10. Pires JA, Cvitko E, Denehy GE, Swift Jr. J. Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int*. 1993;24(7):517-21.
11. Phillips RW. Propriedades mecânicas dos materiais dentários. *In*: Phillips RW. Materiais dentários de Skinner. 8ª ed. Trad. de Dioracy Fonterrata Vieira. Rio de Janeiro: Interamericana; 1994. p. 28-43.
12. Turbino ML, Santos LA, Matson E. Microdureza de resina composta fotopolimerizável: a cor da matriz experimental pode alterar os resultados dos testes? *Pesqui Odontol Bras*. 2000;14(3):232-6.
13. Unterbrink GL, Muessner R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent*. 1995; 23(3):183-9.
14. Yap AUJ, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent*. 2002;26(3):260-6.
15. Watts DC, Amer OM, Combe EC. Surface hardness development in light-cured composites. *Dent Mater*. 1987;3(5):265-9.

Recebido em 14/4/2005

Aceito em 17/6/2005



## **Influence of energy for cure in the Vickers microhardness of a composite resin**

Katia Terumi Tanaka \*  
Miriam Lacalle Turbino \*\*  
Valéria Soprano \*\*\*  
Luis Carlos Belan \*\*\*\*

### **Abstract**

**Introduction** – This study had the purpose to verify the hardness in the opposite surface using a composite resin, Palfique Estelite® (J.Morita) it was cured for two different sources of the light, a conventional halogen light and a high intensity halogen. **Material and Methods** – For the samples were realized specimens with resin composite of the A3 shade, it was placed in polipropilen black molds with 4 mm in diameter and 1 mm in high, the specimens were prepared through of the increments until 2 mm in high. For the cure were used the LCUs (Light curing unit) Jet Lite® (J. Morita) with intensity of 800 mW/cm<sup>2</sup> and Degulux® Soft Start (Degussa-HulsAG) with intensity of 300mW/cm<sup>2</sup>. The samples were divided in 4 groups with 5 specimens for each. The group I and II were catered 16J by energy and group III and IV were catered 48J by energy. In each specimen were realized 5 indentations. **Results** – The Vickers hardness values were reduced to a arithmetic mean, whereby obtained 20 means values, that were submitted to Kruskal-Wallis' test. The results showed to have differences statistically significant at a level 0.01. The comparison among the means showed that the G III (51.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) was greater than G I (45.7 Kgf/mm<sup>2</sup>), with a significance level 0.01 and G IV (51.7 Kgf/mm<sup>2</sup>) was greater than G II (46.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) and a significance 0.01. **Conclusion** – The increase of the energy density increased the Vickers hardness. The energy form available didn't interfered with the Vickers hardness results, since the cure time/intensity (Binomy Control) get in proportion resulting in the same energy density.

Key words: Composite resins; Hardness tests; Light

### **Introduction**

The resin-based composites were introduced in the market around 1970. Actually there are several light curing units in use, but the units more widely are the with halogen light lamp (QHT-source quartz halogen tungsten). The light is put up by electric energy that heat a tungsten filament and a visible light is emitted. In this units there is a filter that limite the wavelenght ranged from 400-500nm.

With the evolution of the resins composites the manufacturers are investing in light curing units to obtain a better polimerization and then, a over the lifetime of the restorations with the resin-based composites. Although, for it is necessary attention for some parameters that can interfere with a cure, such as: light intensity, cure time, shade and the thickness.

The LCUs can be divided in conventional light with energy density around 600 mW/cm<sup>2</sup> and the high intensity with energy density around 1000 mW/cm<sup>2</sup>.

The conventional light require 2mm in thickness, cure time 20-40 seconds, already the high intensity unit assert that the cure occur with a lower cure time, reducting the time in clinical application.

The effectiveness of cure is an important factor to

obtain mechanical and biology properties acceptable. One of the important mechanical properties is the microhardness of the resin. Vickers hardness test is indicated to measure the hardness of the dental materials. Realized this test with a specific load when how lower the indentation, greater will be the value and highest will be mean values this material.

This study had the purpose of evaluate a quantity of energy received by resin during the cure and the form of the available of energy in high or low intensity can to influence in the Vickers hardness.

### **Material and Methods**

The research was realized with a resin composite Palfique Estelite® (J Morita) A3 shade. This color was standardered, because of the resin color, the degree of the light transmission can to present difference in depth of cure but also in the hardness values.

The specimens were prepared in polipropilen black molds, when obtained the care with the color or transparency of the molds to haven't influence in cure with 4 mm in diameter. The composite was placed in the cavity with the incremental technique, overlap two molds with 1 mm in high each one.

\* Specialist in Restorative Dentistry, Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Odontologia (FUNDECTO). E-mail: kttanaka@hotmail.com

\*\* PhD, Professor, Department Restorative Dentistry, School of Dentistry, University of São Paulo.

\*\*\* Graduate Student, Master's Degree, Department of Restorative Dentistry, School of Dentistry, University of São Paulo.

\*\*\*\* PhD, Professor, Specialization Course, Restorative Dentistry, FUNDECTO.

A glass slide was placed below of the first specimen to plan the inferior surface to become easier the hardness measurement. A second glass slide was placed on the top surface, the last layer to plan the resin and guaranter the same thickness all the specimens.

A composite resin was cured only after the centre of the contact tip of LCU to coincide with the centre of the specimen to didn't occur reduction in the cure light intensity. The tip of LCU was placed on the glass slide.

Immediately after the cure the specimens were marked on the top surface with a scalpel slide and removed the mold, like this was possible to divide the top side and the bottom side, the opposite surface of the light cure was measured the Vickers hardness.

A total sample of the 20 specimens divided in 4 groups of the test with 5 specimen in each. These specimens of the group I (G1) were cured with a conventional LCU halogen Degulux® Soft Start (Degussa-HulsAG) for 54 seconds (2 x 20s + 14s) with 300 mW/cm<sup>2</sup> and received 16J by energy. The GII was cured with the high intensity unit Jet Lite® (J Morita) halogen light for 20 seconds (2 x 10s) with 800 mW/cm<sup>2</sup> and 16J. The G III was formed of specimens cured with conventional unit for 160 seconds (2 x 80 s) with 300 mW/cm<sup>2</sup> and 48J. Already the G IV was used high intensity for 60 seconds (2 x 30 s) with 800 mW/cm<sup>2</sup> and 48J.

The measurement of intensity of LCUs were verified using a radiometer, during the study, whereby would be detected reduced values that could interfere in the results. Possibly problems in the unit such as a degrade of the lamp or in others components can to change the value of the radiometer.

The specimens marked were put in a container protected of the light and they were stored at 37°C by dry for one week<sup>15</sup>.

The Vickers hardness were realized with a computer and a micro hardness tester Shimadzu HMV-2000® through of the indentation or permanent penetration. The software CAMS® WIN, was interacted to hardness tester, when selected 50-gram load and 45 seconds dwell time, the image was visually presented by indentator on the resin surface.

On the opposite surface (bottom side) were realized 5 indentations in all specimens, a total 100 measurements.

Vickers hardness values obtained in each specimen were noted in a electronic spreadsheet, used for it a notebook and the Microsoft Excel® program (Table 1). The 5 measures on the surface were reduced to arithmetic mean and submitted the statistical analisys of the means values, Kruskal-Wallis' test (Table 2).

## Results

The comparison among the means showed the G3 (51.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) was greater than G1 (45.7 Kgf/mm<sup>2</sup>), with a significance level 0.01 and G4 (51.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) was greater than G2 (46.0 Kgf/mm<sup>2</sup>) significance level 0.01. Between G1 and G2 haven't differences statistically significant, the same occurred between G3 and G4 that also haven't significant differences (Table 2).

The hardness test realized showed that the groups with lower energy (16J- G1 and G2) presented equivalent statistically results, independently if the LCU used was low or high intensity.

## Discussion

The resin-based composites revoluted the clinical dentistry. Nowadays this material permitted maximizing working time, a better stability color, reduction of the microleakage and resistance to wear<sup>5,6</sup>. But to obtain a proper cure is necessary attention to any parameters that can to interfere in this reaction (cure) such as fillers size, color and thickness, besides the light intensity, cure time related with a LCU<sup>5</sup>.

The hardness test realized showed that the group using conventional or high intensity with low energy had decrease the hardness results.

The groups that received greater energy (48J, G3 and G4) independently of the LCU used, they had increase hardness results statistically equivalent. Verified that the total energy value influenced directly with hardness values of composite resin.

The energy quantity received for LCU showed strongly associate hardness values in the resin<sup>1</sup>. Same authors explain that if increase the light intensity will be occur a better cure<sup>2,14,7</sup>. The energy reduction received for LCU produced a composite resin less hard. Any authors presented the variation in the light intensity from 450 mW/cm<sup>2</sup> for 250 mW/cm<sup>2</sup>, and they affirmed that it didn't affect significantly the hardness for thickness of 4.5 mm in depth<sup>19</sup>, since the same energy was used.

The energy quantity provided can to vary rising the cure time or the energy intensity of LCU<sup>3</sup>.

The composites resins should be presented routinely on its packings the ideal energy to cure, but also the wavelength range to activate the initiator to polymerization process. The purpose these informations would have as result a optimum degree of conversion (DC) of the monomers in polymers, important to mechanical properties the final restoration<sup>4</sup>.

The dentists, with a radiometer and instructions by manufacturer in relation cure time and LCU characteristics, they would can easily to calcul the ideal cure time for the equipment theirs. For it there is a formula:

$$T_{exp} = \frac{I_{rec} \times T_{rec}}{I_{used}}$$

T exp = Ideal exposure time to LCU used.

I rec = Intensity recommended by manufacturer.

T rec = Time recommended by manufacturer.

I used = Intensity to LCU used

So this form is possible have a ideal cure standard of the direct restoratives by composite resin with a clinical performance satisfactory.

**Table 1. Vickers hardness values obtained in each specimen**

Group I LCU halogen Degulux®							
300 mW	54s		2,0 joules				
	Central	Upper	Down	Right	Left	Average	Final average
Specimen 1	44,2	43,3	33,4	49,2	42	42,42	45,736
Specimen 2	44,4	49,4	51,5	45,6	45,4	47,26	
Specimen 3	40,5	45,8	46,4	41,5	47,4	44,32	
Specimen 4	63,3	49,4	41,7	44	45	48,68	
Specimen 5	40,5	49,2	48,7	44,6	47	46	
Group II High intensity unit Jet Lite® (J Morita)							
800 mW	20s		2,0 joules				
	Central	Upper	Down	Right	Left	Average	Final average
Specimen 1	52	52,7	51,5	47,2	50,6	50,8	45,904
Specimen 2	45,6	47,2	45,2	47,4	41,7	45,42	
Specimen 3	40,5	38,2	48,3	41,3	41,3	41,92	
Specimen 4	43,3	43,5	43,8	52,7	43,6	45,38	
Specimen 5	50,1	42,5	44,8	41,3	51,3	46	
Group III LCU halogen Degulux®							
300 mW	160 s		6,0 joules				
	Central	Upper	Down	Right	Left	Average	Final average
Specimen 1	58,4	51	57,8	53	56,1	55,26	50,952
Specimen 2	54,2	51,3	43,1	50,3	54	50,58	
Specimen 3	51	50,6	48,7	50,1	47,9	49,66	
Specimen 4	64	45,4	46,4	50,1	47,9	50,76	
Specimen 5	48,1	47,4	47,6	52	47,4	48,5	
Grupo IV fotopolimerizador Jetlite							
800 mW	60 s		6,0 joules				
	Central	Upper	Down	Right	Left	Average	Final average
Specimen 1	50,3	50,5	51	50,8	53	51,12	51,724
Specimen 2	49	51,7	50,1	52	51,3	50,82	
Specimen 3	49	51,7	50,1	51,3	49,1	50,24	
Specimen 4	60,4	54	50,8	61,1	51	55,46	
Specimen 5	50,3	52,2	46,4	49,9	56,1	50,98	

**Tabela 2. Statistical analysis of the mean values – Kruskal–Wallis test**

Group 1	Group 2	Group 3	Group 4		
42,4	50,8	55,3	51,1	Energy unequal	
47,3	45,4	50,6	50,8	Different among means	
44,3	41,9	49,7	50,2	g1-g3 7,5 significance a 1%	
48,7	45,4	50,8	55,5	g2-g4 10,10 significance a 1%	
46,0	46,0	48,5	51,0	energy eqal	
Means	45,7	45,9	51,0	51,7	Different among means
Standard deviation	2,452566	3,17652	2,569809	2,115155	G1-G2 7,5 significance a 1%
					G3-G4 10,10 significance a 1%



## Conclusion

Concluded that provided the same energy quantity, in high or low intensity, obtained the same hardness

superficial. But also if increase the energy received independent of the high or low intensity obtained a increase in the hardness superficial.

## References

1. Abate PF, Zahra VN, Macchi RL. Effect of photopolymerization variables on composite hardness. *J Prosthet Dent.* 2001;86(6):632-5.
2. Araujo RM, de Araujo MAM, Mendes AJD. Influencia da intensidade de luz de fotopolimerizadores na infiltração marginal. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1996;50(5):408-13.
3. Belan LC. Microdureza da resina composta ativada com luz halógena e laser de Argônio na técnica pulso espera [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2004.
4. Coelho SMJM, Silva e Souza Jr. MH, Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerização das resinas compostas. *JBD.* 2002;1(1):14-21.
5. Crispin BJ, Hewlett ER, Jo YH, Hobo S, Hornbrook DS. *Contemporary esthetic dentistry – practice and fundamental.* Osaka: Quintessence Books; 1994.
6. Goes MF. Materiais e técnicas restauradoras. Como escolher e aplicar materiais dentários. *In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN. Arte, ciência e técnica-dentística e laser.* São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 115-31.
7. Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Polymerization efficiency of curing lamps: A universal energy conversion relationship predictive of conversion of resin-based composite. *Oper Dent.* 2004;29(1): 105-11.
8. Mandarino F, Angelis PCL, Fontana UF, Cândido MSM, Oliveira Jr. OB. Efeito da tonalidade de cor sobre a profundidade de polimerização das resinas compostas fotopolimerizáveis. *Rev Bras Odontol.* 1992;49(5):38-41.
9. Martins F, Delbem ACB, Santos LRA, Soares HLO, Martins EOB. Microdureza de resina em função da cor e luz halógena. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(3):246-50.
10. Pires JA, Cvitko E, Denehy GE, Swift Jr.J. Effects do curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness. *Quintessence Int.* 1993;24(7):517-21.
11. Phillips RW. Propriedades mecânicas dos materiais dentários. *In: Phillips RW. Materiais dentários de Skinner.* 8ª ed. Trad. de Dioracy Fonterrata Vieira. Rio de Janeiro: Interamericana; 1994. p. 28-43.
12. Turbino ML, Santos LA, Matson E. Microdureza de resina composta fotopolimerizável: a cor da matriz experimental pode alterar os resultados dos testes? *Pesqui Odontol Bras.* 2000;14(3):232-6.
13. Unterbrink GL, Muessner R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent.* 1995; 23(3):183-9.
14. Yap AUJ, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post-gel shrinkage. *Oper Dent.* 2002;26(3):260-6.
15. Watts DC, Amer OM, Combe EC. Surface hardness development in light-cured composites. *Dent Mater.* 1987;3(5):265-9.

Received in 14/4/2005

Accepted in 17/6/2005