

Eficiência de polimerização de duas gerações de aparelhos LED em Resina Composta

Saulo Galvão dos SANTOS¹
Andrezza C. Dias CARDOSO²
Marcos Ribeiro MOYSÉS³
José Carlos Rabelo RIBEIRO⁴
João Gustavo Rabelo RIBEIRO⁵

¹ Professor da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor / Departamento de Odontologia Restauradora – Mestre em Clínica Odontológica (UNINCOR – Três Corações -MG) – cdsaulo@gmail.com

² Aluna do Curso de Mestrado da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor / Departamento de Diagnóstico Bucal — andrezzaocardoso@yahoo.com.br

³ Professor da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor / Departamento de Odontologia Restauradora – Mestre e Doutor em Dentística Restauradora (UNESP – Araraquara-SP) – marcos.ribeiro.moise@terra.com.br

⁴ Professor da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor / Departamento de Odontologia Restauradora – Mestre e Doutor em Dentística Restauradora (UNESP – Araraquara-SP) – professorcae@uol.com.br

⁵ Professor da Universidade Vale do Rio Verde – UninCor / Departamento de Odontologia Restauradora – Mestre e Doutor em Reabilitação Oral (UNESP – Araraquara-SP) – jgurr@hotmail.com

Recebido em: 30/10/2012 - Aprovado em: 23/12/2012 - Disponibilizado em: 30/12/2012

Resumo: Objetivou-se avaliar a eficiência de polimerização de duas gerações de aparelhos LED por meio da resistência a flexão (RF) em dois meios de imersão. Para realização do trabalho foram selecionadas sete resinas compostas (Z-250, P-60, Supreme, Charisma, Durafill VS, Tetric-ceram e Opallis) e dois aparelhos fotopolimerizadores Ultraled I (LED I) e Ultraled XP (LED II). Os corpos de prova (CPs) foram confeccionados utilizando uma matriz de aço inoxidável bipartida com a inserção da resina composta em porção única. Metade dos CPs de cada aparelho fotopolimerizador foi armazenada em água destilada e a outra metade em etanol a 100% antes do ensaio mecânico. Para a realização do ensaio mecânico de flexão foi utilizada a Máquina de Ensaio Mecânicos Universal EMIC DL 2000, com célula de carga de 2.000 Kgf com velocidade de 0,5 mm/min. Os dados foram submetidos ao Teste de Variância Anova e Tukey a 5%. As resinas compostas Z-250, P60 e Supreme apresentaram os melhores resultados de RF e Charisma e Durafill VS os piores, independente do aparelho fotopolimerizador e meio de imersão. A RF das resinas compostas polimerizadas com LED II, imersas em água destilada por 24 horas, foi melhor quando comparado ao do LED I. A RF das resinas compostas polimerizadas com LED II, imersas em etanol a 100% por 24 horas, foi semelhante quando comparado ao do LED I. O aparelho fotopolimerizador influenciou na RF da resina composta somente quando o meio de imersão foi a água destilada.

Palavras Chav: Resistência à Flexão, Testes de materiais, Resina Composta, Envelhecimento, Materiais Dentários, Propriedades Mecânicas.

Abstract: The aim this study was to evaluation the polymerization efficiency of the two photo-curing Apparels LED generations by means of flexural strength test (FS) in two immersion means. They had been selected seven composed resins (Z-250, P-60, Supreme, Charisma, Durafill VS, Tetric-ceram e Opallis) and two Photo-curing apparels Ultraled I (LED I) and Ultraled II (LED II). The specimens had been confectioned using a stainless steel bipartite mold. The composed resin was inserted in only portion. The half of samples of each device was stored in distilled water and to another half in ethanol 100% before the mechanical assay. For Flexural Strength Test it was used schemes it of mechanical assays universal EMIC DL 2000, with load cell 2.000Kgf with speed of 0,5 mm/min. The data had been submitted to the test of variance Anova and Tukey 5%. The composed resins Z-250, P60 e Supreme they had presented better resulted of FS and Charisma e Durafill VS the worse results, independent of the Photo-curing device and immersion means. The FS of the composed resins curing with LED II, immersed in distilled water for 24 hours, better when it was compared with the one of LED I. The FS of the composed resins curing with LED II, immersed in ethanol 100% for 24 hours, it was similar when compared with LED I. The photo-curing device it influenced in the FS of the composed resin only when the immersion mean it was the distilled water.

Key Words: Flexural Strength, Materials Tests, Composite Resins, Aging, Dental Materials, Mechanical Properties.

Introdução

No decorrer dos anos, diversos métodos e materiais foram desenvolvidos e aperfeiçoados na busca de uma restauração considerada ideal. Um dos maiores incentivos a essa procura foi a crescente conscientização dos pacientes quanto à possibilidade de se obter restaurações mais estéticas e que se assemelhassem à estrutura dental, exigindo também, do ponto de vista econômico, algo com maior durabilidade e menor custo. O material restaurador direto que mais se assemelha a essas características é a resina composta, sendo dessa forma exaustivamente pesquisado, o levando a uma rápida evolução (NEVES et al., 2002).

A melhoria dessa classe de materiais restauradores está principalmente no que diz respeito ao tipo, tamanho e concentração de partículas de carga adicionadas à matriz resinosa, assim como de sistemas de ativação de polimerização mais eficientes (KILDAL; RUYTER, 1994) sendo que as fontes de luz e substâncias fotoiniciadoras nas resinas compostas estão diretamente relacionadas com as suas propriedades mecânicas, e a polimerização insuficiente da resina composta está entre as principais causas de insucesso clínico, caracterizado pelo comprometimento estético com maior tendência ao manchamento superficial e possibilidade de infiltração marginal, além da incapacidade de polimerização das camadas mais profundas e teor aumentado de monômeros residuais

(FERRACANE, J.; MARKER, V.A.; 1992) reduzindo assim suas propriedades físicas (ASMUSSEM, 1982).

Uma das fontes de luz disponíveis no mercado como opção para polimerizar materiais fotossensíveis sem os inconvenientes dos aparelhos de luz halógena é o LED. São fontes de luz no estado sólido, compostas pela combinação de diferentes semicondutores para emissão de luz azul. Trata-se de uma tecnologia marcadamente diferente de uma lâmpada halógena, com a grande vantagem de que a energia luminosa concentra-se em uma estreita faixa do espectro de luz visível, a qual coincide com espectro de absorção máxima da cânforaquinona (468nm) (BURTSCHER, P.; RHEINBERGER, V.; 2002; FUJIBAYASHI, K. et al; 1998)

Dessa forma julgamos licito avaliar a eficiência de polimerização de duas gerações de aparelhos LED por meio da resistência a flexão de diferentes resinas compostas imersas em etanol 100% e água destilada.

Materiais e Métodos

Para realização deste trabalho, foram selecionados sete tipos de resinas compostas, de diferentes composições (tabela1).

Tabela 1 – Resinas compostas utilizadas

Resinas Compostas	Fabricante	Matriz orgânica
Charisma	Heraeus Kulser,	Bis GMA e

	Wehrheim, Germany	TEGDMA
Durafill VS	Heraeus Kulser, Wehrheim, Germany	Bis-GMA, UDMA e TEGDMA
P-60	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, UDMA Bis-EMA
Supreme	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA
Z-250	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Bis-GMA, UDMA Bis-EMA
Tetric Ceram	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Bis-GMA, UDMA
Opallis	FGM Joinville Santa Catarina Brasil	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA

Foram usados também dois sistemas de polimerização (tabela 2).

Tabela 2 – Aparelhos fotopolimerizadores utilizados

Aparelhos	Fabricantes	Intensidade de luz (mW/cm ²)
Ultraled I	Dabi Atlante Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil	180
Ultraled XP	Dabi Atlante Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil	400

Para confecção dos corpos-de-prova foi utilizada uma matriz de aço inoxidável bipartida, com um nicho interno tetragonal com dimensões de 10,0X2,0X2,0mm (MUENCH et al., 2005; YAP e THEO, 2003).

A obtenção dos espécimes de resina composta obedeceu a seguinte seqüência: sobre uma placa de vidro foi colocada uma tira de poliéster e sobre esta posicionada a matriz de aço, formando o molde dos espécimes. Este molde foi preenchido com resina composta em uma única porção, com auxílio de uma espátula de aço. Em seguida,

sobre a resina, colocou-se outra tira de poliéster e, sobre esta, uma lâmina de vidro. Sobre este conjunto foi colocada uma carga de 1kg (peso de balança) por 10 segundos com a finalidade de tornar plana e uniforme a superfície do espécime. A polimerização do compósito obedeceu as recomendações dos respectivos fabricantes das resinas compostas utilizadas. Para avaliação da resistência a flexão, foram confeccionados 40 corpos de provas para cada resina estudada, sendo 20 espécimes para cada fonte de luz; das quais 10 amostras foram armazenadas em água destilada e 10 amostras foram armazenadas em etanol 100% numa estufa biológica à 37 ± 2^oC, durante 24 horas, e posteriormente realizado o ensaio mecânico.

Para a realização do ensaio mecânico de flexão utilizou-se a Máquina de Ensaio Mecânicos Universal EMIC DL 2000 (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), com célula de carga de 2000 kg/f. Esta regulada para trabalhar à velocidade de 0,5 mm/min, incidindo sobre os corpos-de-prova a força máxima até a fratura. Foi realizada a Análise de Variância, e para verificar se houve diferença significativa entre os tratamentos, realizou-se o teste de Tuckey ao nível de significância de 5%.

Resultados

Os resultados de RF se encontram na tabela 3. Quando os corpos de prova foram

armazenados em água destilada por 24 horas demonstraram valores mais elevados para a

TABELA 3- Análise descritiva e comparativa entre os sete materiais estudados quanto à resistência a flexão em MPa

	Resinas	Água destilada		Etanol 100%	
		LED I	LED II	LED I	LED II
G1	Z-250	150,0 A a	153,0 BC a	84,0 A b	78,0 B b
G2	Tetric Ceram	103,0 C a	146,0 CD b	44,0 B c	46,0 D c
G3	Supreme	122,0 B a	167,0 AB b	73,0 A c	60,0 C c
G4	P-60	142,0 A a	174,0 A b	84,0 A c	102,0 A c
G5	Opallis	87,0 D a	131,0D b	50,0 B c	31,0 E d
G6	Durafill VS	43,0 F a	60,0 E b	22,0 C c	25,0 E c
G7	Charisma	59,0 E a	101,0 F b	27,0 C c	27,0 E c

Letras maiúsculas comparam médias na coluna e letras minúsculas na linha. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si

resinas polimerizadas com o LED II quando comparadas ao LED I e estatisticamente diferentes entre si, exceto para a resina Z-250, que não apresentou diferença estatística.

Os resultados de resistência à flexão dos corpos de prova armazenados em etanol a 100% por 24 horas demonstraram valores sem diferenças estatísticas para os aparelhos LED II e LED I, exceto para a resina Opallis, onde o LED I foi estatisticamente superior ao LED II. Os resultados de resistência à flexão dos corpos de prova polimerizados pelo Ultraled I armazenados em água destilada por 24 horas foram superiores e estatisticamente diferentes comparados aos corpos de prova polimerizados pelo Ultraled I armazenados por 24 horas em Etanol a 100%.

Os resultados de resistência à flexão dos corpos de prova polimerizados pelo Ultraled XP armazenados em água destilada por 24 horas foram superiores e estatisticamente diferentes se comparados aos corpos de prova polimerizados pelo Ultraled XP armazenados por 24 horas em Etanol a 100% (tabela 3)

Discussão

Testes laboratoriais são frequentemente utilizados na avaliação do desempenho dos biomateriais (KELLY, 1995; BESNAULT e ATTAL, 2003), sendo o ensaio mecânico de resistência à flexão o teste mais utilizado (ROCHA et al., 2001; LOHBAUER et al., 2003; ERSOY et al., 2004; WITZEL et al., 2005;

PEUTZFELD e ASMUSSEN 2005; ROCHA et al., 2006; TAKESHIGE et al., 2007; RODRIGUES JUNIOR et al., 2007), pois durante o ensaio mecânico observa-se a formação de tensões complexas de tração, compressão e cisalhamento semelhantes àquelas que determinam a ruptura de uma restauração (SINHORETI et al., 2000; ANUSAVICE, 2003), determinando indiretamente a resistência à fratura em áreas de grande esforço mastigatório (REINHARDT, BOYER e STEPHENS, 1994) e assim prever o desempenho clínico de um material restaurador (BIRD et al., 1998).

Os ensaios mecânicos de resistência a flexão seguem os padrões da especificação 4049 da ISO (International organization for standardization – ISO 1998.), exceto no que diz respeito ao tamanho dos espécimes (ASMUSSEN, PEUTZFELDT, 1990; REINHARDT; BOYER; STEPHENS, 1994). A dificuldade na polimerização de espécimes extensos (25mm), com o diâmetro reduzido da fonte de luz (± 1 mm), pode influenciar nos resultados. O ideal seria que a fonte de luz cobrisse toda a extensão do espécime, proporcionando um padrão único de polimerização (FERRACANE e MITCHEM 1994). A utilização de

espécimes de dimensões menores não influencia nos resultados de resistência à flexão (CORRÊA, 2000). Dessa forma, no presente estudo, foram utilizados espécimes com dimensões de 10x2x2mm, o que proporciona economia de tempo, de material e se aproxima da realidade clínica (YAP e TEOH 2003).

Nesse estudo, diferentes resinas polimerizadas com a mesma fonte de luz apresentaram diferentes resultados de resistência a flexão, talvez por apresentarem diferentes composições. Durante a polimerização, parte da luz que penetra no material sofre dispersão na interface matriz/partícula, além de ser absorvida por estes dois componentes. A luz penetra na superfície da restauração, mas sua absorção impede que adentre nas porções mais profundas. Desta forma a luz dilui-se ao passar através da resina, limitando a profundidade de polimerização, que é inversamente proporcional à dispersão de luz. Deste modo, o grau de polimerização da resina composta depende de sua composição e da interação entre os fatores que dificultam ou facilitam a transmissão da luz, tais como: propriedades ópticas da mistura resina/partícula, tamanho e quantidade

de partículas (Asmussen, E. 1982; Park, Y.J. et al. 1999; Taira, M. et al 1988).

Foi observado ainda, que uma mesma resina, armazenada em água, apresentou diferentes resultados quando variada a fonte de luz, LED I (180 mW/cm²) e LED II (400 mW/cm²), os espécimes polimerizados com o LED II apresentaram maiores valores de resistência a flexão quando comparados aos espécimes polimerizados com o LED I, porque a qualidade do polímero formado pelo processo de polimerização (NAGEM FILHO, H.; 2000), é suscetível a mudanças de intensidade de luz (RUEGGEBERG; CAUGHMAN; CURTIS JR, 1994).

Porém quando armazenados em etanol 100%, os resultados de resistência a flexão entre os grupos polimerizados com LED I e LED II foram semelhantes. O etanol causa o amolecimento da superfície da resina composta por remover da estrutura do polímero os monômeros não reagidos, oligômeros e polímeros lineares (ASMUSSEN e PEUTZFELDT 2001), diminuindo suas propriedades físicas e aumentando o desgaste. Em uma resina composta com o mesmo grau de conversão dos monômeros, é possível que o etanol exerça uma dissolução mais seletiva para um polímero relativamente linear do que aquela que

pode se esperar para uma estrutura de ligações cruzadas (YAP). Possivelmente o LED II induziu a formação de uma cadeia mais linear, sugerindo que as duas gerações de LED induzem a uma densidade de ligações cruzadas semelhante.

Os resultados apresentados por esse estudo não podem ser usados de maneira isolada para prever os resultados clínicos dos materiais utilizados, pois outros fatores devem ser considerados. Porém, permitem avaliações comparativas, subsídios para o estudo das propriedades mecânicas e perspectiva quanto ao seu desempenho clínico e longevidade.

Conclusão:

O aparelho fotopolimerizador influenciou na RF da resina composta somente quando o meio de imersão foi a água destilada.

Referencias Bibliográficas

ANUSAVICE, K. J. **Phillips' Science of Dental Materials**, 11th edn. Philadelphia: W.B.Saunders; 2003.

ASMUSSEN E, HANSEN EK. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. **Scand J Dent Res.** 1986; 94:174–7

- ASMUSSEN E, PEUTZFELDT A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. **J Dent Res.** 2001; 80:1570-3.
- ASMUSSEN E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. **Scand J Dent Res.** 1982; 90:484-9.
- BESNAULT C, ATTAL JP. Simulated oral environment and microleakage of class II resin- based composite and sandwich restorations. **J Dent.** 2003; 16:186-190.
- BIRD S, et al. Mechanical properties of posterior composite materials. **J Dent Res.** 1998; 77:203.
- BURTSCHER, P.; RHEINBERGER, V. Efficiency of LED Lights in comparison to halogen lamps. **J Dent Res.** 2002; 81:A-486.
- ERSOY M, et al. Physical properties of different composites. **Dent Mater J.** 2004; 23:278-83.
- FERRACANE JL, MARKER VA. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. **J Dent Res.** 1992; 71:13-9.
- FERRACANE JL, MITCHEM JC. Properties of posterior composite: results of round robin testing for a specification. **Dent Mater.** 1994; 10:92-9
- FUJIBAYASHI, K.; ISHIMARU, K.; TAKAHASHI, N.; KAHNO, A. Newly developed curing unit using blue light-emitting diodes. **Dent Jpn.** 1998; 34:49-53.
- KELLY JR. Perspectives on strength. **Dent Mater.** 1995; 11:103-10.
- KILDAL KK, RUYTER IE. How different curing methods affect the degree of conversion of resin-based inlay/onlay materials. **Acta Odontol Scand.** 1994; 52:315-22.
- LOHBAUER U, et al. Flexural fatigue behavior of resin composite dental restoratives. **Dent Mater.** 2003; 19:435-40.
- MCKINNEY JE, WU W. Chemical softening and wear of dental composites. **J Dent Res.** 1985; 64:1326-31
- MUENCH A, et al. Flexural strength of composite related of specimens dimensions and photoactivation. **J Appl Oral Sci.** 2005; 13:265-68.
- NAGEM FILHO, H. Materiais dentários: resinas compostas. 2nd edn. Bauru: Produções Artes Gráficas; 2000.
- NEVES AD, DISCACCIATI JA, ORÊFICE RL, JANSEN WC. Correlation between degree of conversion, microhardness and inorganic content in composites. **Pesqui Odontol Bras.** 2002;16:349-54.
- PEUTZFELDT A, ASMUSSEN E. Resin composite properties and energy density of light cure. **J Dent Res.** 2005; 84:659-62.
- REINHARDT JW, BOYER DB, STEPHENS NH. Effects of secondary curing on indirect posterior composite resins. **Oper Dent.** 1994; 19:217-20.
- ROCHA SS, ADABO GL, FONSECA RG. Flexural strength of direct composite submitted to post-polymerization heat. **Cienc Odontol Bras.** 2006; 9:19-25.
- ROCHA SS, et al. Flexural strength of posterior composite. **J Dent.** 2001; 17:147-55.

Rodrigues Junior SA, Zanchi CH, Carvalho RV, Demarco FF. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. **Braz Oral Res.** 2007; 21:16-21.

RUEGGERBERG FA, CAUGHMAN WF, CURTIS JW JR. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. **Oper Dent.** 1994; 19:26-32.

SINHORETI MAC, et al. Flexural strength evaluation of direct restorative materials. **Biosc J.** 2000; 16:53-62.

TAKESHIGE F, KAWAKAMI Y, HAYASHI M, EBISU S. Fatigue behavior of resin composites in aqueous environments. **Dent Mater.** 2007; 23:893-9.

WITZEL MF, et al. Influence of photoactivation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. **J Dent.** 2005; 33:773-9.

YAP AU, TEOH SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural tests. **J Oral Rehabil.** 2003; 30:171-7.