Influência da fonte de luz e do material restaurador sobre a dureza de um cimento resinoso *dual cure*

Light curing unit and restorative material influence on the hardness of a dual cure resin cement

Leandro Augusto Hilgert*

Vinícius Antério Graff*

Cezar Augusto Garbin**

Simone Beatriz Alberton da Silva***

RESUMO

Este estudo procurou investigar o grau de dureza de um cimento resinoso *dual cure* (RelyX ARC – 3M ESPE) quando polimerizado sem o contato com a luz e quando fotoativado sob três diferentes materiais restauradores indiretos (Solidex – Shofu, Empress – Ivoclar, sistema In Ceram Alumina – Vita), com dois tipos de fotopolimerizadores: luz halógena (XL 1500 – 3M) e LED – *light emitting diode* – (UltraLed – Dabi Atlante). Foram criados sete grupos experimentais: grupo SH (Solidex Halógeno), grupo SL (Solidex LED), grupo EH (Empress Halógeno), grupo EL (Empress LED), grupo IH (InCeram Alumina Halógeno), grupo IL (InCeram Alumina LED) e grupo SCL (sem contato com a luz). Para cada grupo foram confeccionados quatro discos de cimento resinoso dual fotopolimerizados por 40 segundos, sob o material restaurador indireto, exceto para o grupo CSL onde a polimerização se deu na ausência de luz. Após 1 semana, imersos em água destilada a 37°C, os discos foram submetidos ao teste de microdureza, em microdurômetro Shimadzu, com carga de 100g, por 15 segundos para a obtenção da dureza Vickers (VHN). Os resultados foram submetidos aos testes estatísticos de ANOVA e Tukey que demonstraram uma maior dureza superficial do grupo SH em relação a todos os outros. Os grupos SL, EH e EL não tiveram diferença estatisticamente significativa entre si, porém obtiveram valores de dureza superiores aos dos grupos IH, IL e CSL que também não mostraram diferença estatisticamente significativa entre si.

PALAVRAS-CHAVE

Prótese dentária. Resinas compostas. Materiais dentários. Restauração dentária permanente.

INTRODUÇÃO

A procura, cada vez maior, por procedimentos restauradores estéticos, que devolvam ao dentes seu aspecto natural, vem impulsionando o desenvolvimento de novas técnicas e materiais levando as pesquisas e os profissionais da área odontológica a se adequarem a essas novas exigências de mercado (SILVA et al., 2002).

Os cimentos resinosos adesivos são indicados para a cimentação de restaurações metálicas, cerâmicas, resinosas e pinos intracanal de todos os tipos. Por, muitas vezes, permitirem um melhor acabamento e ajuste na região das bordas, adesão às estruturas da peça protética e dos elementos dentais, melhores resultados estéticos, menor ou quase nenhuma solubilidade, os cimentos a base de resina têm sido amplamente utilizados (KIMPARA et al., 2001). Esses cimentos podem ser classificados, de acordo com sua forma de polimerização, em: autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis e *dual cure* (polimerização química e física) (EL-MOWAFY et al., 1999). Desses, os cimentos de

dupla polimerização parecem ser, atualmente, os mais populares, devido a sua capacidade de polimerizar tanto na presença como na ausência de luz, aliando, assim, vantagens inerentes tanto aos cimentos de polimerização química como aos fotopolimerizáveis.

A extensão da reação de polimerização, conhecida como grau ou efetividade de polimerização, é crucial por ditar muitas das propriedades físicas e mecânicas dos materiais resinosos (ASMUSSEN, 1982). Um efetivo grau de polimerização também é vital do ponto de vista biológico, já que vestígios de material monomérico não polimerizado apresentam citotoxicidade relevante (CAUGHMAN et al., 1991). Uma maneira efetiva e amplamente utilizada para estimar e avaliar o grau de polimerização é a mensuração da dureza superficial através de testes de microdureza (RUEGGEBERG; CRAIG, 1988).

A idéia da polimerização fotoativada só foi possível graças à incorporação de fotoativadores como a canforoquinona

nas resinas. A canforoquinona é efetivamente ativada por emissão de feixes de luz com comprimento de onda ideal em torno de 468 nm. (MCCABE; CARRICK, 1989; UNTERBRINK; MUESSNER, 1995; FRANCO; LOPES, 2003). Assim, a fotopolimerização fica na dependência da efetividade das fontes de luz, incluindo a distribuição de espectro, intensidade, tempo de exposição e distância do raio de luz, da resina composta (HARRINGTON et al., 1996).

Na polimerização de cimentos resinosos de dupla polimerização, que, idealmente, deveriam polimerizar bem, tanto na presença como na ausência de luz, a literatura demonstra que somente com a fotoativação os melhores resultados são obtidos (DARR; JACOBSON, 1995; EL-MOWAFY et al., 1999).

Vários equipamentos com diferentes fontes de luz e técnicas de ativação surgiram no mercado nos últimos anos. Os aparelhos de luz halógena (*QTH: Quartz Tungsten Halogen*) surgiram no mercado para amenizar o problema que a luz ultravio-

*Cirurgião-dentista graduado pela Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo,

** Mestre em Reabilitação Oral pela FOB-USP. Professor de Prótese Fixa da FOUFP,

*** Mestre e Doutora em Dentística pela FOUFP. Professora Titular de Dentística da FOUFP. Professora Adjunta do Mestrado em Dentística do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da ULBRA

leta representava para a saúde dos olhos do dentista e do paciente, bem como pela maior capacidade de atravessar os tecidos dentais. Surgiu também a preocupação com a potência dos aparelhos, já que pesquisas demonstraram a necessidade de maior densidade de energia luminosa para a qualidade final da polimerização (RUEGGERBERG; JORDAN, 1993; BURGESS et al., 1999; CORRER SOBRINHO et al., 2000; RUEGGERBERG et al., 2000).

Dentre os mais recentes aparelhos lançados no mercado está o LED, ou Diodo Emissor de Luz, cuja fonte de luz são diodos que emitem luz fria numa faixa estreita próxima de 470nm (ideal para a canforoquinona), com as vantagens de não gerar calor, dispensarem o uso de filtros, serem portáteis e poderem funcionar com baterias, além de terem uma maior durabilidade que os aparelhos de luz halógena convencional. Entre as suas desvantagens está a menor eficácia quando o fototivador da resina não for a canforoquinona, além de alguns aparelhos apresentarem densidade de energia menor que os convencionais de luz halógena (MIRANDA JUNIOR et al., 2002; FRANCO; LOPES, 2003; HILGERT et al., 2003).

No presente trabalho, motivados pelo desenvolvimento dos materiais restauradores indiretos, cimentos resinosos adesivos, unidades de fotoativação e das técnicas inerentes a esses materiais, é apresentado um estudo que avalia a microdureza de um cimento resinoso adesivo *dual cure* quando submetido à fotoativação sob três diferentes materiais restauradores indiretos por dois tipos de fotopolimerizadores: luz halógena e LED. Dessa forma procura-se avaliar se o tipo de fotopolimerizador, bem como o material restaurador indireto, interferem na microdureza superficial de um cimento resinoso de dupla polimerização.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Para a presente pesquisa utilizou-se o cimento resinoso adesivo *dual cure* Re-lyX ARC (3M ESPE).

Foram utilizados para a fotopolimerização deste cimento um fotopolimerizador de luz halógena (3M XL1500 - 3M) e um fotopolimerizador de diodo emissor de luz (Ultralead - Dabi Atlante).

Para simular o material restaurador indireto a ser cimentado foram confeccionadas placas de 1,5mm de espessura dos seguintes materiais: InCeram Alumina (0,6mm) + Vitadur Alpha (0,9mm) na cor A2 (Vita), Empress na cor A2 (Ivoclar) e Solidex (Shofu) (0,75mm de corpo de dentina e 0,75mm de esmalte) também na cor A2.

Tabela 1 – Grupos experimentais

Grupo	Nº de espécimes	Fotopolimerizador	Material Restaurador
SH	4	Halógeno	Solidex
SL	4	LED	Solidex
EH	4	Halógeno	Empress
EL	4	LED	Empress
IH	4	Halógeno	InCeram Alumina + Vitadur Alpha
IL	4	LED	InCeram Alumina + Vitadur Alpha
SCL	4	Ausência de luz	-

Preparação dos corpos-de-prova

Sobre uma bancada escura e fosca foi colocado um cilindro de resina acrílica com quatro perfurações de 5mm de diâmetro interno e 2mm de profundidade (Figura 1). Sobre uma tira de matriz de poliéster, cada perfuração foi completamente preenchida com o cimento resinoso. Após a inserção do cimento a perfuração foi coberta por mais uma tira de matriz de poliéster e sobre ela colocada a placa de material restaurador. A ponta do fotopolimerizador foi encostada na placa do material restaurador, para promover a polimerização, pelo tempo de 40 segundos. Cada corpo-de-prova, após polimerizado, foi protegido com uma fita isolante preta sobre a tira matriz de poliéster, para não sofrer ativação luminosa adicional na preparação dos demais espécimes do mesmo cilindro. Dessa maneira, os quatro corpos-de-prova de cada grupo ficaram em um mesmo cilindro de resina acrílica, embora sendo polimerizados individualmente.

Foi confeccionado um grupo controle na ausência total de contato com a luz, apenas com a mistura das pastas base e catalisadora do cimento resinoso.

Ao final da fase de preparação dos corpos-de-prova havia 28 espécimes, divididos em 7 grupos conforme a tabela 1.

Os corpos de prova foram armazenados em água destilada a 37°C, por uma semana, para, então, ser realizado o teste de microdureza.

Teste de microdureza e análise estatística

Os corpos-de-prova foram submetidos a teste de microdureza na sua superfície de topo no microdurômetro Shimadzu, com carga de 100 gramas por 15 segundos, no Laboratório de Fundição do Centro de Tecnologia da Faculdade de Engenharia da UFRGS. Foram realizadas três indentações por corpo-de-prova, cuja média resultou no valor de dureza de cada espécime. A média dos quatro espécimes de cada grupo gerou o resultado final dos valores de dureza Vickers (VHN) do gru-

po. Os resultados foram submetidos à análise estatística pelos testes de análise de variância (ANOVA) e Tukey, ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados na tabela 2. O grupo SH mostrou resultados superiores, estatisticamente significantes, em relação a todos os outros. Os grupos SL, EH e EL não mostraram diferença estatisticamente significativa entre si, porém expressaram valores de dureza superiores aos dos grupos IH, IL e CSL que também não mostraram diferença estatisticamente significativa entre si.

Tabela 2 – Valores médios de dureza Vickers e desvio-padrão dos grupos

Grupo	Dureza Vickers $\pm$ Desvio-padrão
SH	59,02 $\pm$ 3,52 a
SL	49,06 $\pm$ 1,41 b
EH	52,03 $\pm$ 1,52 b
EL	47,96 $\pm$ 1,69 b
IH	31,06 $\pm$ 1,07 c
IL	32,53 $\pm$ 1,38 c
CSL	35,21 $\pm$ 1,06 c

*Letras minúsculas diferentes após valores $\pm$ desvios-padrão indicam diferença estatisticamente significativa entre grupos (Tukey, $p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Uctasli et al. (1994) afirmam que uma união forte e duradoura com o uso de resinas entre material restaurador indireto e as estruturas dentais é influenciada pelo grau de polimerização da resina cimentante. Cavel et al. (1988) concordam que quando um alto grau de polimerização é atingido os cimentos resinosos apresentam as vantagens clínicas de fortalecer a restauração e ter uma solubilidade extremamente baixa. A polimerização incompleta do cimento resinoso é acompanhada por uma diminuição nas suas propriedades mecânicas e desempenho clínico (UCTASLI, 1991).

De acordo com o que relataram Ferracane et al. (1986) e Blackman et al. (1990), existem diferenças no que tange ao grau de polimerização alcançado pelos cimentos resinosos quando diferentes combinações de cimentos resinosos e materiais restauradores indiretos são testadas. O presente trabalho confirma esses relatos da literatura quando se observa que o grau de polimerização do cimento RelyX ARC (3M) foi dependente do tipo de material restaurador atravessado pela luz. A associação entre a cerâmica alumina a 97% e infiltrada de vidro InCeram Alumina (Vita), recoberta pela cerâmica Vitadur Alpha (Vita), que é altamente opaca e resistente, praticamente impede a passagem de luz, resultando em valores de dureza superficial similares àqueles obtidos pelo cimento sem contato com a luz, indicando que com este material deve-se utilizar cimentos com boa capacidade de polimerização química. Já a resina composta Solidex (Shofu) e o vidro cerâmico Empress (Ivoclar), demonstram certa translucidez, permitindo a passagem de alguma quantidade de luz, e, portanto, obtendo maiores valores de dureza superficial, devido à combinação das polimerizações química e física (luz).

Em relação ao grupo polimerizado na ausência da luz os resultados obtidos corroboram os trabalhos de Hasegawa et al. (1991), Rueggeberg e Caughman (1993) e El-Badrawy e El-Mowafy (1995) onde a dureza superficial do cimento resinoso polimerizado apenas quimicamente é menor do que a dureza do mesmo cimento quando também fotopolimerizado. El-Badrawy e El-Mowafy (1995) sugerem que mais trabalhos devam ser realizados para que seja obtida uma polimerização somente química tão eficiente quanto aquela obtida pela dupla polimerização.

No que diz respeito ao tipo de fotopolimerizador utilizado, pode ser observada uma tendência do aparelho de luz halógena utilizado neste estudo resultar em maiores valores de dureza superficial devido, provavelmente, a sua maior intensidade de energia (400mW/cm^2), quando comparado ao aparelho LED utilizado (150mW/cm^2). Franco e Lopes (2003), citam comunicação pessoal de Lopes, que observou que em alguns casos o aparelho LED necessitava de maior tempo de polimerização para atingir os mesmos resultados do fotopolimerizador halógeno. Hilgert et al. (2003) também afirmam que na polimerização de resinas compostas diretas, um aparelho halógeno com 400mW/cm^2 de densidade de energia apresentou valores de dureza superiores a um aparelho LED com 150mW/cm^2 .

Dessa forma, é lícito afirmar que, tanto o tipo de fotopolimerizador quanto o material restaurador indireto interferem na microdureza do cimento resinoso *dual cure* utilizado.

CONCLUSÕES

Este trabalho permite concluir que:

- Dentre as associações estudadas, o grupo composto pela resina Solidex e polimerização por luz halógena (SH), promoveu maiores valores de dureza superficial do cimento resinoso.

- Os grupos de resina Solidex e polimerização por LED (SL), cerâmica Empress e polimerização por luz halógena (EH) ou por LED (EL), mostraram um comportamento semelhante com relação à dureza do cimento.

- A polimerização *dual*, possível quando há certo nível de translucidez do material restaurador (SH, SL, EH e EL), promoveu valores superiores de dureza do cimento resinoso, quando comparados à polimerização apenas química (CSL) e aos grupos de cerâmica InCeram (IH e IL).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às empresas Dabi Atlante, 3M ESPE, Laboratório Coral Ltda., Laboratório Pospich, e à C.D. Lillian Rigo pela doação e/ou confecção dos materiais utilizados, e ao técnico da FOUPF Sr. Carlos pela ajuda e disponibilidade constante. Agradecemos à Prof^a. Dileta Cecchetti pela colaboração na análise estatística e à Universidade de Passo Fundo pelo apoio através do PIBIC/UPF.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the hardness of a dual cure adhesive resin cement (RelyX ARC – 3M ESPE) when polymerized without contact with light and fotoactivated under three different indirect restorative materials (Solidex – Shofu, Empress – Ivoclar, InCeram Alumina system – Vita). Using two types of light curing units: with halogen light (XL 1500 – 3M) and LED – light emitting diode – (UltraLed – Dabi Atlante). Seven experimental groups were created: SH group (Solidex Halogen), SL (Solidex LED), EH (Empress Halogen), EL (Empress LED), IH (InCeram Alumina Halogen), IL (InCeram Alumina LED) and SCL group (without contact with light). Four dual cure adhesive resin cement discs were produced for each group, and fotoactivated for 40 seconds under the indirect restorative material, except the SCL group where curing occurred in the absence of light. After one week of storage in 37°C distilled

water, the discs were submitted to a microhardness test, in a Shimadzu microdurometer, with 100 grams load for 15 seconds. The results, expressed in Vickers hardness numbers (VHN), were statistically analyzed through ANOVA and Tukey tests, that showed a greater surface hardness of the SH group when compared to the others. SL, EH and EL group were not statistically different between themselves, but had greater values than IH, IL and SCL groups that were also statistically similar between themselves.

KEYWORDS

Dental prosthesis. Composite resins. Dental materials. Permanent dental restoration.

REFERÊNCIAS

ASMUSSEN, E. Restorative Resins: Hardness and Strength vs Quantity of Remaining Double Bonds. *Scand. J. Dent. Res.*, Copenhagen, v. 90, p. 484-489, 1982.

BLACKMAN, R; BARGHI, N.; DUKE, E. Influence of Ceramic Thickness on the Polymerization of Light-Cured Resin Cement. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 63, p. 295, 1990.

BURGESS, J.O. et al. An Evaluation of Four Light-Curing Units Comparing Soft and Hard Curing. *Pract. Periodontics Aesthet. Dent.*, Mahwah, v. 11, p. 125-32, 1999.

CAUGHMAN, W.F. et al. Correlation of Cytotoxicity, Filler Loading and Curing Time of Dental Composites. *Biomaterials*, Oxford, v. 12, p. 737-740, 1991.

CAVEL, W.T. et al. A Pilot Study of the Clinical Evaluation of Castable Ceramic Inlays and Dual-Cure Resin Cement. *Quintessence Int.*, Berlin, v. 19, p. 257-262, 1988.

CORRER SOBRINHO, L. et al. Correlation Between Light Intensity and Exposure Time on the Hardness of Composite Resin. *J. Mater. Sci. Mater. Med.*, Boston, v. 11, p. 361-364, 2000.

DARR, A.H.; JACOBSON, P.H. Conversion of Dual Cure Luting Cements. *J. Oral. Rehabil.*, Oxford, v. 22, p. 43-47, 1995.

EL-BADRAWY, W.A.; EL-MOWAFY, O.M. Chemical Versus Dual Curing of

Resin Inlay Cements. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 23, p. 515-534, 1995.

EL-MOWAFY, O. M.; RUBO, M. H.; EL-BADRAWY, W. A. Hardening of New Resin Cements Cured Through a Ceramic Inlay. **Oper Dent**, Seattle, v. 24, p. 38-44, 1999.

FERRACANE, J.L. et al. Relationship Between Shade and Depth of Cure for Light-Activated Dental Composite Resins. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 2, p. 80-84, 1986.

FRANCO, E.B.; LOPES, L.G. Conceitos Atuais na Polimerização de Sistemas Restauradores Resinosos. **Biodonto**, Maringá, v.1, n.2, p.10-59, 2003.

HARRINGTON, E.; WILSON, H.J.; SHORTALL, A.C. Light-Activated Restorative Materials: a Method of Determining Effective Radiation Times. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 23, p. 210-218, 1996.

HASEGAWA, E.A.; BOYER, D.B.; CHAN, C. Hardening of Dual-Cured Cements Under Composite Resin Inlays. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 66, p.187-192, 1991.

HILGERT, L.A. et al. Estudo in vitro da Dureza Superficial de Três Resinas Compostas Submetidas a Fotopolimerização por Luz Halógena ou Diodo Emissor de Luz. In: XIII Mostra da Iniciação Científica da UPF. **Anais...**, Passo Fundo: UPF, 2003. CD-ROM.

KIMPARA, E.T.; VILELLA, L.C.; ARAÚJO, M.A.J. Cimentação com Adesivos Resinosos. In: CARDOSO, R.J.A.; GONÇALVES, E.A.N. (orgs.) **Dentística / Laser**. São Paulo: Artes Médicas, 2001. Cap. 16, p. 279-288.

McCABE, J.F.; CARRICK, T.E.; Output from Visible Light Activation Units and Depth of Cure of Light Activated Composites. **J Dent Res**, Alexandria, v. 68, p.1534-1539, 1989.

MIRANDA JUNIOR, W.G.; BALLESTER, R.Y.; BRAGA, R.R. O Problema da Polimerização de Resinas Compostas. In: CARDOSO, R.J.A.; GONÇALVES, E.A.N. (orgs.) **Estética**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. Cap. 3, p. 31-42.

RUEGGEBERG, F.A.; CAUGHMAN, W.F. The Influence of Light Exposure on Polymerization of Dual-Cure Resin Cements. **Oper Dent**, Seattle, v. 18, p. 48-55, 1993.

RUEGGEBERG, F.A.; CRAIG, R.G. Correlation of Parameters Used to Estimate Monomer Conversion in Light-Curing Composite. **J Dent Res**, Alexandria, v. 67 p. 932-937, 1988.

RUEGGEBERG, F.A.; ERGLE, J.R.; METTENBURG, D.J. Polymerization Depths of Contemporary Light-Curing Units Using Microhardness. **J Esthet Dent**, Hamilton, v. 12, p. 340-349, 2000.

RUEGGEBERG, F.A.; JORDAN, D.M. Effect of Curing Tip Distance on Polymerization of Resin Composite. **Int J Prosthodont**, Lombard, v. 6, p. 364-370, 1993.

SILVA, S.B.A.; HILGERT, L.A.; GARBIN, C.A. Reabilitação Estética e Funcional Utilizando Coroas Cerâmicas Puras – Relato de Caso. **J Bras Clin Odontol Int**, Curitiba, v.6, p.381-385, 2002.

UCTASLI, U. **Some Mechanical Properties of Resin-Based Dental Materials**. Phd Thesis, Birmingham, 1991.

UCTASLI, U.; HASANREISOGLU, U.; WILSON, H.J. The Attenuation of Radiation by Porcelain and Its Effect on Polymerization of Resin Cements. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 21, p. 565-575, 1994.

UNTERBRINK, G.L.; MUESSNER, R. Influence of Light Intensity on Two Restorative Systems. **J Dent**, Bristol, v. 23, p. 183-189, 1995.

Apoio Financeiro:

PIBIC/ Universidade de Passo Fundo

Recebido: 12 de maio/2004

Aceito: 25 de outubro/2004

Endereço para contato:

Simone Beatriz Alberton da Silva
Rua Fagundes dos Reis, 428 – Sala 403

Passo Fundo – RS - 99010-071

Fone: (54) 313 4542

e-mail: alberton@tpo.com.br