



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



## **CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso

Aluno(a): Roberto Galvão Dinelli

Orientador(a): Regina Maria Puppim Rontani

Ano de Conclusão do Curso: 2011



## DECLARAÇÃO

Declaro que o aluno Roberto Galvão Dinelli, R.A. 072296, esteve sob minha orientação no ano 2009 para a realização de um trabalho de iniciação científica intitulado “INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ESPESSURAS DE RESTAURAÇÕES DE CERÂMICA E MÉTODOS DE FOTOATIVACÃO NA DUREZA DE UM CIMENTO RESINOSO”. Este trabalho foi desenvolvido dentro do Programa de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC-CNPq e teve parecer favorável na apresentação do relatório final. Assim, neste momento, concordo com o texto apresentado pelo aluno junto à Comissão de Graduação da FOP-UNICAMP, como requisito para seu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Piracicaba, 27 de setembro de 2011.

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Maria Puppim Rontani**  
Área de Odontopediatria  
F.O.P. – UNICAMP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



***INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ESPESSURAS DE RESTAURAÇÕES  
DE CERÂMICA E MÉTODOS DE FOTOATIVAÇÃO NA DUREZA DE  
UM CIMENTO RESINOSO***

Autor: Roberto Galvão Dinelli

PIRACICABA

2011

***INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ESPESSURAS DE RESTAURAÇÕES  
DE CERÂMICA E MÉTODOS DE FOTOATIVAÇÃO NA DUREZA DE  
UM CIMENTO RESINOSO***

Tese de Conclusão de Curso apresentada ao  
Curso de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP,  
para a obtenção do diploma de Cirurgião-Dentista.

*Orientadora: Profa. Dra. Regina Maria Puppim Rontani*

PIRACICABA

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
GARDÊNIA BENOSSI – CRB8/8644 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

D61p

Dinelli, Roberto Galvão, 1987-.

Influência de diferentes espessuras de restaurações de cerâmica e métodos de fotoativação na dureza de um cimento resinoso / Roberto Galvão Dinelli. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2011. 32f. : il.

Orientador: Regina Maria Puppini-Rontani.  
Monografia (graduação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Cimentos de resina. 2. Luzes de cura dentária. I. Puppini-Rontani, Regina Maria. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

## Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais  
**Roberto Dinelli e M<sup>ª</sup> do Rosário Galvão Dinelli,**  
e aos meus irmãos **Marcela Galvão Dinelli**  
e **Bruno Gabriel Dinelli Neto.**

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pela saúde,

À Prof<sup>a</sup> Regina M Puppim Rontani, pela confiança, apoio, oportunidade de realizar este trabalho e acima de tudo pelos ensinamentos que levarei pelo resto de minha vida.

À minha co-orientadora Andréia Bolzan de Paula, por não ter medido esforços em me auxiliar neste projeto, sem a sua ajuda seria impossível a realização do mesmo.

Aos meus pais e irmãos pela força, paciência, confiança e apoio durante todos os meus anos de vida.

Ao meu vô Bruno, vó Júlia e vó Carminha, pelo apoio em todos os anos de minha vida, até a conclusão de mais esta etapa. Ao amor, incentivo, dedicação e carinho que sempre me deram, muito obrigado.

Aos meus tios e primos, que ajudaram na minha formação como ser humano.

À minha namorada Juliana, pelo companheirismo e amor.

Aos meus amigos, por estarem sempre do meu lado.

Aos meus Irmãos de república Rooney, Preto, Thiaguinho, Duds e Goiano por apoio em todos esses anos dividindo alegrias, tristezas e conquistas.

## Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a dureza Knoop (KHN) em diferentes profundidades de um cimento resinoso dual auto-adesivo (RelyX™ U100), fotoativado por diferentes fontes de luz e sob diferentes espessuras da cerâmica Empress Esthetic. Dentina bovina planificada foi embutida em resina e o cimento foi inserido em molde PVC (0,8mm x 5mm) colocado entre 2 filmes plásticos. A fotoativação foi realizada pelos aparelhos Elipar Trilight-QTH (800mW/cm<sup>2</sup>) ou LED Ultralume 5 (1585mW/cm<sup>2</sup>) através de discos de cerâmica (1,4 ou 2mm de espessura). Os espécimes (n=6) foram armazenados por 24h e a KHN mensurada. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA em esquema fatorial com parcela subdividida e Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Houve interação significativa entre os fatores do estudo. Nos grupos fotoativados por QTH, o aumento da espessura de cerâmica diminuiu os valores de dureza do cimento em todas as profundidades, encontrando sempre maiores valores no centro (1,4mm-58,13; 2mm-50,08) e menores na base (1,4mm-23,84; 2mm-20,17). Para o LED, os valores de dureza diminuíram com a espessura da cerâmica apenas na superfície (1,4mm - 51,52 e 2mm -42,33). Para o grupo que utilizou disco de 1,4mm, o LED induziu valores similares na superfície (51,52) e centro (51,96) e menores na base (24,19). Entretanto, quando utilizado disco de 2mm, o maior valor de dureza foi obtido no centro (51,82), seguido pela superfície (42,33) e base (18,86), similar ao comportamento da fonte QTH (centro>superfície>base). Os valores de dureza do cimento estudado nas diferentes profundidades foram dependentes da espessura da cerâmica, mas não das fontes de luz utilizadas.

Palavras chave: Materiais dentários, Cimentos de resina, Luzes de cura dentária.

## **Abstract**

The aim of this study was to assess Knoop hardness (KHN) at different depths of a dual cured self-adhesive resin cement through different thicknesses of Empress Esthetic ceramic. Flattened bovine dentin was embedded in resin. The cement was inserted into a rubber mold (0.8mm x 5mm), which was placed between 2 PVC plastic films and placed over the flat dentin and light cured by Elipar Trilight-QTH (800mW/cm<sup>2</sup>) or Ultra-Lume LED 5 (1585mW/cm<sup>2</sup>) over ceramic disks 1.4 or 2mm thick. The specimens (n=6) were stored for 24h before KHN was measured. The data were submitted to ANOVA in a factorial split plot design and Tukey's test ( $\alpha=0.05$ ). There was significant interaction among the study factors. In the groups cured by the QTH unit, an increase in ceramic thickness resulted in reduced cement hardness values at all depths, with the highest values always being found in the center (1.4mm-58.1; 2mm-50.08) and the lowest values at the bottom (1.4mm – 23.8; 2mm – 20.17). When using the LED unit, the hardness values diminished with increased ceramic thickness only on the top (1.4mm – 51.5 and 2mm – 42.3). In the group with the 1.4mm thick disk, the LED curing unit resulted in similar values on the top (51.5) and center (51.9) and lower values on the bottom (24.19). However, when the cement was light cured through the 2mm disk, the highest hardness value was obtained in the center (51.8), followed by the top (42.3) and bottom (18.8), results similar to those obtained with the QTH curing unit (center>top>bottom). The hardness values of the studied cement at different depths were dependent on the ceramic thickness, but not on the light curing units used.

**Keywords:** Dental materials, resin cements, dental curing lights.

## SUMÁRIO

1. Introdução	9
2. Proposição	12
3. Capítulo Único	13
4. Referências	30

## INTRODUÇÃO

O sucesso de restaurações estéticas indiretas depende em grande parte do agente cimentante utilizado, o qual deve assegurar a efetiva união entre a restauração e a estrutura dentária, garantindo o selamento marginal (Peutzfeldt A, 1995). Apesar da variedade de cimentos disponíveis atualmente, não há um cimento ideal para todas as situações clínicas (Rosenstiel SF *et al.*, 1998). Portanto, a escolha do agente de cimentação deve ser baseada nas propriedades físicas, biológicas e de manipulação deste material (Kawano F *et al.*, 2001; Attar N *et al.*, 2003; Ferdelin M *et al.*, 2005), associadas às características da peça protética a ser cimentada.

Os cimentos resinosos têm sido muito utilizados na fixação de restaurações indiretas de cerâmica e compósito resinoso. As vantagens destes cimentos são: adesão ao substrato, presença de um agente silano, baixa solubilidade, fácil manipulação e estética favorável quando utilizados com sistemas cerâmicos (Tango RN *et al.*, 2007). Entretanto, as propriedades físicas e mecânicas dos materiais resinosos (Silikas N *et al.*, 2000), assim como a durabilidade e qualidade das restaurações indiretas (Rueggeberg FA *et al.*, 1994), dependem do grau de conversão do agente cimentante, obtido após a fotoativação, sendo que uma inadequada polimerização deste material poderá acarretar em sensibilidade pós-operatória, (Yap *et al.*, 2000) microinfiltração e cárie recorrente (Darr *et al.*, 1995), manchamento marginal (Van Meerbeek *et al.*, 1992), além de reduzir as propriedades mecânicas do agente cimentante. (Uctasli *et al.*, 1994)

O grau de conversão de monômeros na reação de polimerização é dependente da energia fornecida durante a fotoativação, caracterizada como sendo o produto da intensidade luminosa pelo tempo de exposição (Rueggeberg FA *et al.*, 1994; Halvorson RH *et al.*, 2002). No entanto, há diversas situações clínicas em que a fotoativação do cimento resinoso é parcial ou impossível, principalmente em restaurações metálicas, ou ainda, em cimentação de pinos intra-radulares, os quais atenuam a transmissão de irradiância de luz, interferindo no espectro de luz transmitido (Linden *et al.*, 1991), o qual é responsável por iniciar a reação de polimerização do cimento (Asmussen & Peutzfeldt, 2006). Trabalhos têm mostrado ainda, que o aumento na espessura do material restaurador utilizado na confecção

de restaurações indiretas implicaria a diminuição dos valores de dureza do agente cimentante (Blackman R et al., 1990; Warren A, 1990; El-Mowafy OM *et al.*, 1999 Prati C *et al.*, 1999; El-Bradawy WA *et al.*, 1995). Estes resultados geralmente são atribuídos à atenuação da luz causada pelo aumento da opacidade do material, decorrente do aumento da espessura da peça protética.

Nesses casos, um grau de conversão adequado, com maior profundidade de polimerização e dureza, poderá ser obtido pelo aumento no tempo de exposição de luz (Rueggeberg *et al.*, 1994) ou pela utilização de cimentos resinosos duais, cuja reação química teoricamente asseguraria a máxima conversão dos monômeros. Entretanto, qualquer material resinoso dual usado para cimentação é dependente da ação da luz visível com irradiação adequada para obtenção de ótimo grau de conversão. (Tarle *et al.*, 2006; El-Bradawy & El-Mowafy, 1995; Tezvergil-Mutluay *et al.*, 2007)

Um cimento resinoso com componentes auto-adesivos de polimerização dual, denominado RelyX™ Unicem (3M ESPE) foi introduzido em 2002. Segundo o fabricante, o cimento apresenta novos monômeros dimetacrilatos e uma inovadora tecnologia de iniciação de polimerização em meio ácido, através da exposição à luz. (Resin Cement. Technical Product Profile.) Entretanto, este cimento auto-adesivo polimerizado apenas pelo sistema químico de oxiredução apresentou redução do grau de conversão entre 30 e 54% em relação à polimerização feita pela luz visível, quando mensurado nos primeiros minutos após o início da polimerização. (Tezvergil-Mutluay *et al.*, 2007; Vrochari *et al.*, 2009) Evidências substanciais da polimerização induzida quimicamente ocorrendo após a fotoativação foram confirmadas após 24 horas e, mais intensamente, após 7 dias. (Bandéca *et al.*, 2009) Outros estudos realizados com diferentes cimentos resinosos duais já demonstraram a necessidade de aguardar 24 horas antes de submeter restaurações indiretas fixadas com estes materiais a esforços mastigatórios, quando predominantemente ativados pelo sistema químico. (Burrow, *et al.*, 1996; Borges *et al.*, 2008; Reges *et al.*, 2008)

A maioria dos estudos realizados com este cimento resinoso analisou suas propriedades adesivas em diferentes substratos (esmalte, dentina, cerâmica, pinos intra-radulares, entre outros). (Duarte *et al.*, 2008; Hiraishi *et al.*, 2009; de Oyagüe *et al.*, 2009; Giachetti *et al.*, 2009) Algumas propriedades químicas e físicas também foram analisadas (Kumbuloglu *et al.*, 2004; Gerth *et al.*, 2006) e o grau de conversão avaliado através de espectroscopia transformada de Fourier. (Tezvergil-Mutluay *et*

*al.*, 2007; Vrochari *et al.*, 2009; Bandéca *et al.*, 2009). No entanto, não há estudos que avaliem a influência de diferentes unidades de fotoativação e a interferência de materiais cerâmicos na eficiência de polimerização do RelyX™ Unicem. Portanto, frente ao rápido desenvolvimento de materiais odontológicos e aparelhos de fotoativação, há a necessidade de estudos constantes para a avaliação das propriedades desses materiais.

## **PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a dureza Knoop (KHN) em diferentes profundidades de um cimento resinoso dual auto-adesivo (RelyX™ U100), fotoativado por diferentes fontes de luz e sob diferentes espessuras da cerâmica Empress Esthetic.

## CAPÍTULO ÚNICO

### *Influência de diferentes espessuras de restaurações de cerâmica e métodos de fotoativação na dureza de um cimento resinoso*

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a dureza Knoop (KHN) em diferentes profundidades de um cimento resinoso dual auto-adesivo (RelyX™ U100), fotoativado por diferentes fontes de luz e sob diferentes espessuras da cerâmica Empress Esthetic. Dentina bovina planificada foi embutida em resina e o cimento foi inserido em molde PVC (0,8mm x 5mm) colocado entre 2 filmes plásticos. A fotoativação foi realizada pelos aparelhos Elipar Trilight-QTH (800mW/cm<sup>2</sup>) ou LED Ultralume 5 (1585mW/cm<sup>2</sup>) através de discos de cerâmica (1,4 ou 2mm de espessura). Os espécimes (n=6) foram armazenados por 24h e a KHN mensurada. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA em esquema fatorial com parcela subdividida e Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Houve interação significativa entre os fatores do estudo. Nos grupos fotoativados por QTH, o aumento da espessura de cerâmica diminuiu os valores de dureza do cimento em todas as profundidades, encontrando sempre maiores valores no centro (1,4mm-58,13; 2mm-50,08) e menores na base (1,4mm-23,84; 2mm-20,17). Para o LED, os valores de dureza diminuíram com a espessura da cerâmica apenas na superfície (1,4mm - 51,52 e 2mm -42,33). Para o grupo que utilizou disco de 1,4mm, o LED induziu valores similares na superfície (51,52) e centro (51,96) e menores na base (24,19). Entretanto, quando utilizado disco de 2mm, o maior valor de dureza foi obtido no centro (51,82), seguido pela superfície (42,33) e base (18,86), similar ao comportamento da fonte QTH (centro>superfície>base). Os valores de dureza do cimento estudado nas diferentes profundidades foram dependentes da espessura da cerâmica, mas não das fontes de luz utilizadas.

## INTRODUÇÃO

Os cimentos resinosos têm sido muito utilizados na fixação de restaurações indiretas,<sup>1</sup> já que apresentam ótimas propriedades mecânicas, físicas e adesivas, quando comparados aos agentes cimentantes convencionais.<sup>2</sup> Além disso, quando utilizados na cimentação de sistemas cerâmicos, os cimentos resinosos promovem aumento da resistência à fratura, estabilidade e excelente resultado estético.<sup>3,4</sup> Entretanto, uma inadequada polimerização deste material está relacionada a problemas clínicos como sensibilidade pós-operatória,<sup>5</sup> microinfiltração e cárie recorrente,<sup>6</sup> suscetibilidade à degradação, descoloração marginal<sup>7</sup> e redução das propriedades mecânicas.<sup>8</sup> Portanto, a longevidade e a biocompatibilidade das restaurações indiretas dependem imensamente de um adequado grau de conversão do cimento resinoso.

No entanto, há diversas situações clínicas em que a ativação do cimento resinoso para cimentação com a luz visível é parcial ou impossível, principalmente em restaurações metálicas, ou ainda, em cimentação de pinos intra-radulares, os quais atenuam a transmissão de irradiância de luz, interferindo no espectro de luz transmitido<sup>10</sup> o qual é responsável por iniciar a reação de polimerização do cimento.<sup>9</sup> Nesses casos, um grau de conversão adequado, com maior profundidade de polimerização e dureza, poderá ser obtido pelo aumento no tempo de exposição de luz<sup>11</sup> ou pela utilização de cimentos resinosos duais, cuja reação química teoricamente asseguraria a máxima conversão dos monômeros. Entretanto, qualquer material resinoso dual usado para cimentação é dependente da ação da luz visível com irradiação adequada para obtenção de ótimo grau de conversão.<sup>12-14</sup>

Um cimento resinoso com componentes auto-adesivos de polimerização dual, denominado RelyX™ Unicem (3M ESPE) foi introduzido em 2002. Segundo o fabricante, o cimento apresenta novos monômeros dimetacrilatos e uma inovadora tecnologia de iniciação de polimerização em meio ácido, através da exposição à luz visível ou por mecanismo de oxiredução.<sup>15</sup> Entretanto, este cimento auto-adesivo polimerizado apenas pelo sistema químico de oxiredução apresentou redução do grau de conversão entre 30 e 54% em relação à polimerização feita pela luz visível, quando mensurado nos primeiros minutos após o início da polimerização.<sup>14,16</sup> Evidências substanciais da polimerização induzida quimicamente ocorrendo após a fotoativação foram confirmadas após 24 horas e, mais intensamente, após 7 dias.<sup>17</sup>

Outros estudos realizados com diferentes cimentos resinosos duais já demonstraram a necessidade de aguardar 24 horas antes de submeter restaurações indiretas fixadas com estes materiais a esforços mastigatórios, quando predominantemente ativadas pelo sistema químico.<sup>18-20</sup>

Até o momento, a maioria dos estudos realizados com este cimento auto-adesivo analisou suas propriedades adesivas diante de diferentes substratos (esmalte, dentina, cerâmica, pinos intra-radiculares, entre outros).<sup>21-24</sup> Algumas propriedades químicas e físicas também foram analisadas<sup>25,26</sup> e o grau de conversão avaliado através de espectroscopia transformada de Fourier.<sup>14,16,17</sup> Nenhum estudo foi encontrado sobre a influência de diferentes unidades de fotoativação e a interferência de materiais cerâmicos na eficiência de polimerização do RelyX™ Unicem.

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da espessura da cerâmica e da fonte de luz sobre a polimerização de um cimento resinoso dual, o RelyX™ U100, em diferentes profundidades, através do ensaio de dureza Knoop. Deve-se lembrar que, segundo o fabricante, os cimentos auto-adesivos RelyX™ Unicem e RelyX™ U100 apresentam como única diferença o sistema de distribuição. Enquanto o Unicem requer um ativador, um triturador e um aplicador, o U100 pode ser manipulado manualmente, devido ao seu sistema clicker. As hipóteses nulas testadas foram: (1) as fontes de luz halógena e LED teriam similar influência sobre os valores de dureza; (2) a espessura de 1,4 e 2 mm dos discos de cerâmica interpostos conduziram a resultados semelhantes de dureza do agente cimentante; (3) os valores de dureza do agente cimentante seriam similares em diferentes profundidades.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### ***Confecção dos discos de cerâmica***

Foram confeccionados dois discos de cerâmica de cobertura Empress Esthetic® (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) com 8 mm de diâmetro, sendo um deles de espessura 1,4mm e outro de 2mm. Para a confecção dos discos, foram utilizadas matrizes metálicas. O pó da cerâmica foi aglutinado ao líquido modelador em placa de vidro com espátula flexível para cerâmica (KOTA), até a homogeneização da mistura e a obtenção de consistência pastosa e brilhante. A

inserção da cerâmica na matriz foi realizada utilizando-se um pincel número 3 de pelo de marta (Ivoclar) umedecido com água deionizada. O processo de condensação da cerâmica foi realizado sob vibração, os excessos foram removidos e a sinterização foi realizada em um forno EP600 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) de acordo com as temperaturas recomendadas pelo fabricante. Os discos de cerâmica foram armazenados em local seco à temperatura ambiente.

### ***Preparo do substrato***

Para simular a condição de cimentação de uma restauração indireta, foi utilizado um dente bovino, o qual teve sua raiz removida com disco diamantado montado num torno de bancada (Nevoni, São Paulo, Brasil), possibilitando desta forma a remoção do tecido pulpar coronário com explorador nº 5 (Duflex, São Paulo, Brasil). A coroa remanescente teve as faces incisal e proximais desgastadas em Lixadeira e Politriz Universal APL-4 (Arotec, Cotia, Brasil) com lixas de carbetto de silício Carborundum (Saint-Gobain, Recife, Pernambuco, Brasil) de granulação 120 e 200, seqüencialmente, sob refrigeração à água, a fim de possibilitar sua inclusão em matrizes de PVC de 3/4 de polegada. Para tanto, a face vestibular do dente foi fixada em cera utilidade (Wilson, Polidental Ind. e Com., São Paulo, Brasil), sobre a qual foi adaptada uma matriz de PVC. Essa matriz, contendo o dente em seu interior, foi preenchida com resina de poliestireno (Piraglass, Piracicaba, Brasil). Após a polimerização da resina, o dente embutido foi removido da cera utilidade e da matriz de PVC e levado à lixadeira APL-4 para desgaste da face vestibular, até a obtenção de uma superfície plana de dentina, usando lixas de carbetto de silício de granulação 200, 400 e 600, sob refrigeração à água.

### ***Confecção das amostras***

O material utilizado na confecção das amostras foi o cimento resinoso dual auto-adesivo RelyX™ U100 (3M-ESPE, Seefeld, Germany), o qual foi fotoativado pelo aparelho de luz de lâmpada halógena (QTH; Elipar Trilight - 3M ESPE), com intensidade de luz emitida de 800mW/cm<sup>2</sup> e tempo de fotoativação de 40s, ou pelo LED (Ultralume 5 - Ultradent Products, South Jordan, UT, USA), o qual apresenta lâmpadas ultravioletas adicionais, com intensidade de luz emitida de 1585mW/cm<sup>2</sup> e tempo de fotoativação de 20s.

Para a confecção das amostras foram utilizadas matrizes de borracha com 5mm de diâmetro e 0,8mm de espessura, a qual foi assentada sobre o dente bovino embutido, previamente protegido com uma película de PVC (Filme de PVC, Goodyear do Brasil Produtos de borracha Ltda, São Paulo, Brasil). Esta película foi utilizada a fim de evitar a adesão do cimento ao substrato. O cimento espatulado de acordo com as recomendações do fabricante foi inserido na matriz até seu completo preenchimento e sobre este conjunto foi assentado um disco de cerâmica, com uma das espessuras pré-determinadas (1,4mm ou 2mm), separado do cimento por uma película de PVC. Seguiu-se então, a fotoativação com os aparelho QTH ou LED. Os grupos testados foram determinados pela combinação entre os fatores espessura do disco de cerâmica e aparelho fotoativador, totalizando quatro grupos (n=6). A figura 1 mostra o *set-up* experimental do estudo.

Após a fotoativação, as amostras foram armazenadas em estufa a seco a 37°C, durante 24h. Para a mensuração da dureza Knoop do cimento, as amostras foram seccionadas longitudinalmente sob refrigeração à água com disco de diamante (Extec modelo 12205, Extec corp., Enfield, EUA). A superfície obtida pela secção foi polida, sob refrigeração à água, em uma lixadeira e polidora universal modelo APL-4, com lixas d'água de carbetto de silício com granulação 400, 600 e 1200, pelos tempos de 15 s, 30 s e 60 s respectivamente.

### ***Mensuração dos dados de dureza Knoop e análise estatística***

Após o polimento das amostras, estas foram levadas ao microdurômetro modelo HMV-2 (Shimadzu, Tóquio, Japão) para realização das endentações e posterior mensuração da dureza Knoop. Foi utilizada a carga de 50gf durante 15s. Um esquema pré-definido foi seguido para a realização de três endentações em cada uma das 3 profundidades determinadas (50 µm, 400µm e 750µm a partir da superfície que esteve em contato com o disco de cerâmica). A cada amostra, o sentido de início das endentações foi invertido para não haver favorecimento de alguma região.

Uma média de dureza foi obtida para cada profundidade em cada amostra. Após a análise exploratória dos dados e a constatação de que os mesmos atendem as pressuposições de uma análise paramétrica, foi aplicada análise de variância (ANOVA) em esquema fatorial com parcela subdividida. As parcelas foram

representadas pelo fatorial fonte de ativação x espessura da cerâmica e as subparcelas pelas profundidades de mensuração. O nível de significância considerado foi de 5%.

## RESULTADOS

Os resultados de dureza são mostrados na Tabela 1. A análise estatística mostrou que os fatores “espessura da cerâmica” ( $p=0,0057$ ) e “profundidades de polimerização” ( $p<0,0001$ ) foram significativos, enquanto o fator “fonte de ativação” ( $p=0,4484$ ) não foi. A interação entre os três fatores foi significativa ( $p=0,0109$ ). Após o desdobramento da interação chegou-se ao resultado apresentado na tabela 1.

Nos grupos fotoativados pela lâmpada halógena, o aumento da espessura de cerâmica diminuiu os valores de dureza do cimento em todas as profundidades, encontrando sempre maiores valores no centro (1,4mm-58,13; 2mm-50,08) e menores na base (1,4mm-23,84; 2mm-20,17). Para o LED, os valores de dureza diminuíram com a espessura da cerâmica apenas na superfície (1,4mm - 51,52 e 2mm -42,33). Para o grupo que utilizou disco de 1,4mm, o LED induziu valores similares na superfície (51,52) e centro (51,96) e menores na base (24,19). Entretanto, quando utilizado disco de 2mm, o maior valor de dureza foi obtido no centro (51,82), seguido pela superfície (42,33) e base (18,86), similar ao comportamento da fonte de luz halógena (centro>superfície>base).

## DISCUSSÃO

O ensaio de dureza é comumente utilizado por ser um método simples e confiável para indicar indiretamente o grau de conversão de cimentos resinosos,<sup>6</sup> sendo a microdureza Knoop a mais indicada para materiais poliméricos, já que as dimensões utilizadas como referência para este cálculo não sofre recuperação elástica após a remoção da carga.<sup>27</sup> O grau de conversão em uma reação de polimerização depende da energia fornecida durante a fotoativação, caracterizada pelo produto da intensidade de luz e do tempo de exposição.<sup>11</sup> Os resultados não mostraram diferença significativa no potencial de polimerização de ambas as unidades fotoativadoras LED e QTH, aceitando a primeira hipótese nula. Primeiramente, deve-se observar que as doses de energia fornecidas pelos

diferentes aparelhos foram similares ( $31,7\text{J}/\text{cm}^2$  para o LED e  $32\text{J}/\text{cm}^2$  para o QTH), já que o tempo de exposição utilizado para o LED Ultralume 5 foi reduzido para 20 segundos. Este aparelho é um LED de terceira geração, de alta potência ( $1585\text{mW}/\text{cm}^2$ ), com faixa espectral mais ampla que os LEDs de segunda geração.<sup>28</sup> Outros estudos já demonstraram que esta nova geração de aparelhos LED é capaz de fornecer suficiente densidade de energia para compósitos resinosos com apenas 50% do tempo recomendado para aparelhos de luz halógena.<sup>29,30</sup> Posteriores estudos deveriam confirmar uma possível redução do tempo de exposição do RelyX™ U100, quando fotoativados com unidades de luz de alta potência, contribuindo para o conforto do paciente e redução do tempo clínico para os profissionais.

Visto que os fabricantes do cimento estudado, RelyX™ U100 (3M ESPE), não divulgam informações específicas sobre os fotoiniciadores presentes neste cimento,<sup>15</sup> não poderíamos esperar nenhum resultado quanto a possíveis diferenças na eficiência de polimerização deste cimento variando a emissão espectral das unidades de luz utilizadas. Os LEDs de terceira geração emitem uma segunda frequência na faixa espectral do violeta,<sup>28</sup> assemelhando-se à ampla faixa de emissão espectral dos aparelhos de luz halógena, capaz de eficientemente ativar fotoiniciadores com pico de absorção mais próximo da região ultravioleta (UV), diferentes da canforoquinona.<sup>31</sup> Estas semelhanças também poderiam ter aproximado os resultados de dureza encontrados quando o fator “fonte de ativação” não mostrou significância estatística.

A segunda hipótese nula foi rejeitada, já que houve diferença estatisticamente significativa entre as espessuras de 1,4 e 2mm dos discos de cerâmica interpostos. Os menores valores de dureza, e conseqüentemente menor grau de conversão, geralmente são atribuídos à atenuação da luz causada pelo aumento da opacidade do material, decorrente do aumento da espessura da peça protética.<sup>8,10,14,19,28</sup> A translucidez das cerâmicas está relacionada a sua espessura, microestrutura (conteúdo cristalino), número de ciclos de queima realizados no seu processamento e presença de porosidades.<sup>32</sup> Empress Esthetic, usada neste estudo, é uma cerâmica vítrea reforçada por leucita, com aumentada translucidez, menor tamanho de grão e cristais de leucita mais homogêneamente distribuídos que o seu antecessor, o Empress.<sup>33</sup> Pazin *et al.* verificaram que a cerâmica Empress

Esthetic, nas espessuras de 1,4 e 2mm, não apresentou nenhuma influência na emissão espectral de uma unidade fotoativadora halógena e um LED (inclusive de mesma marca que o aparelho utilizado neste estudo), mantendo em mesma posição na curva o pico de comprimento de onda dos aparelhos.<sup>28</sup> Entretanto, esta cerâmica foi capaz de reduzir o nível de irradiância de uma unidade QTH, em aproximadamente 50%, nas mesmas espessuras utilizadas neste estudo.<sup>34</sup> Posteriores estudos são necessários para avaliar a ativação do RelyX™ U100 através de outras cerâmicas, de diferentes cores e opacidades, e por outros níveis de irradiância de dispositivos fotoativadores.

Os resultados discutidos acima (fontes de luz e fotoativação indireta) levantaram duas questões importantes na utilização clínica do RelyX™ U100. Primeiramente, a qualidade da fotoativação, isto é, o nível de irradiância que atinge o agente cimentante, é capaz de influenciar na propriedade de dureza deste material. Estudos sobre o grau de conversão do RelyX™ Unicem confirmaram a necessidade do processo fotoativador na obtenção de valores aceitáveis clinicamente, com resultados bastante inferiores quando polimerizado no escuro (aproximadamente 50%).<sup>14,16,25</sup> Entretanto, estes estudos monitoraram o grau de conversão pela Espectroscopia Infravermelha transformada de Fourier até 10 a 15 minutos após a manipulação do cimento. Somente Bandéca et al. (2009) mensurou o grau de conversão do RelyX™ Unicem em maiores intervalos de tempo (imediatamente, 24 e 48 horas, e 7 dias após a fotoativação).<sup>17</sup> Foi encontrado um aumento significativo nos valores de conversão ao longo do tempo, indicando uma substancial polimerização química após sua exposição à luz, semelhante ao que ocorre em outros cimentos resinosos duais.<sup>19,34</sup>

Segundo o perfil técnico deste material, adicionalmente à polimerização via radicais livres (iniciada pela exposição à luz visível) e/ou via mecanismo de oxirredução (polimerização química), existe uma reação ácido-base entre os íons metálicos das partículas vítreas de flúor alumino silicato não silanizadas e o radical fosfato do metacrilato, gerada pela água produzida durante a reação de neutralização do monômero fosfatado. Portanto, semelhantemente aos materiais ionoméricos modificados por resina, pode-se esperar um processo de endurecimento pós-fotoativação, explicado por esta lenta reação ácido-base capaz de auxiliar na formação de uma matriz com alto grau de conversão.<sup>35</sup> Esta seria a segunda questão importante clinicamente na utilização clínica do RelyX™ U100:

recomendações ao paciente quanto a cuidados com esforços mastigatórios nas primeiras 24 horas (ou até 7 dias) após a cimentação de peças protéticas com este cimento.

Embora a espessura de película obtida segundo especificação da ISO 9917 para o cimento RelyX™ Unicem tenha sido de 23,2µm,<sup>36</sup> este estudo optou por avaliar a polimerização em profundidade de uma película de 800µm a fim de indicar o seu potencial de conversão. Considerando-se que os valores de dureza geralmente são superiores no centro do material do que nas suas extremidades ou bordas, o local da endentação realizada nos ensaios laboratoriais é de extrema importância. Isto pode ser explicado pelo fato de que no centro do material, o radical livre do monômero está envolto tridimensionalmente por possíveis parceiros reativos, enquanto que um radical livre localizado na extremidade do corpo-de-prova encontrará somente parceiros reativos localizados de um lado da esfera hipotética em que o radical livre é o centro.<sup>37</sup> A maior parte dos resultados deste estudo estão de acordo com o descrito acima, o que torna a terceira hipótese deste estudo rejeitada. Todos os corpos-de-prova fotoativados pela fonte de luz halógena e os fotoativados por LED através de discos de 2mm de espessura apresentaram maiores valores de dureza na região do centro (400µm), seguido pela superfície (50µm) e, finalmente, pela base do material (750µm).

Os inferiores valores de dureza encontrados na região da base podem ser atribuídos a duas possíveis causas: (1) a atenuação da luz incidente, resultante da absorção e espalhamento promovido pelo espaçador cerâmico<sup>32</sup> e componentes orgânicos e inorgânicos do cimento resinoso,<sup>11</sup> e (2) a impossibilidade de continuar a reação de polimerização devido ao aumento da viscosidade da resina causada pela polimerização inicial e aprisionamento de radicais e promotores químicos na rede polimérica.<sup>38</sup> Desta forma, o desenvolvimento da rede polimérica poderia ser afetado tanto pela redução na conversão de monômeros, assim como pela interferência com o tipo e grau de ligações cruzadas.<sup>39</sup> Nos locais em que a luz chega com menor intensidade, menor quantidade de centros de crescimento polimérico são gerados e existe um desfavorecimento da formação de redes poliméricas compostas mais densamente por ligações cruzadas.<sup>39</sup> Portanto, menores valores de dureza na região de base do cimento resinoso também poderiam estar relacionados há sua menor densidade de ligações cruzadas. Desta forma, a

desunião da peça protética poderia ocorrer clinicamente em função de fratura coesiva do agente cimentante.<sup>40</sup> Ainda, deve-se considerar que nosso estudo analisou os valores de dureza após 24 horas de armazenamento a seco, enquanto as reações de presa via óxido-redução e ácido-base presentes no RelyX™ Unicem mostraram-se capazes de modificar os valores do grau de conversão em 7 dias após a fotoativação.<sup>17</sup> Posteriores investigações são necessárias a fim de conhecer a importância da presa química deste cimento dual em prazos mais longos na durabilidade das restaurações indiretas fixadas com RelyX™ U100.

Os valores de dureza observados na região mais superficial das amostras (50µm) apresentaram-se intermediários entre base e centro, quando fotoativados com fonte de luz halógena ou LED/disco de cerâmica de 2 mm de espessura. Primeiramente, nesta profundidade de mensuração, a camada inibida pelo oxigênio foi desprezada, já que a espessura desta não costuma ultrapassar 20µm.<sup>41,42</sup> Clinicamente, deve-se preocupar com o uso adicional da luz nas margens da restauração, a fim de minimizar a inibição do oxigênio na superfície do cimento resinoso. Supõe-se que estes valores possam ser atribuídos à migração do polímero orgânico para a superfície do agente cimentante, que ocorre devido à compressão realizada durante o assentamento do disco cerâmico no dente preparado e a fotoativação, promovendo uma camada superficial rica em resina, tanto em materiais ionoméricos modificados como em materiais resinosos.<sup>43</sup>

Quando o cimento RelyX™ U100 foi fotoativado especificamente pela unidade de luz LED, pôde-se observar duas situações diferentes quanto à profundidade de polimerização do cimento: (1) valores de dureza na superfície semelhantes aos encontrados no centro quando fotoativado através de disco cerâmico de espessura 1,4mm; (2) valores de dureza na superfície dependentes da espessura do disco, o que não ocorre com os valores de centro e base. Sendo assim, a região de superfície do RelyX™ U100 seria a mais dependente do nível de irradiância realizado na fotoativação pelo LED. Como discutido anteriormente, o LED Ultralume 5 é uma unidade fotoativadora de alta potência, com 1585mW/cm<sup>2</sup>. Sabe-se que a emissão de alta intensidade de luz nos primeiros segundos da fotoativação causam uma formação rápida da rede polimérica na camada superficial do compósito, caracterizada pela formação de ligações cruzadas,<sup>44</sup> que poderiam aumentar os valores de dureza encontrados nas condições acima, inclusive

assemelhando os valores da superfície aos do centro. Desta forma, espera-se que ocorra a redução da mobilidade dos monômeros no corpo da amostra, tornando a polimerização das regiões de centro e base dependentes da reação de presa adicional ácido-base, isto é, a reação entre os íons metálicos das partículas vítreas de flúor alumino silicato não silanizadas e o radical fosfato do metacrilato.<sup>15</sup> Sabe-se ainda que as reações de polimerização via radicais livres e ácido-base, presentes em materiais híbridos, como nos ionômeros modificados por resina e mesmo no RelyX™ U100, competem entre elas e inibem uma a outra.<sup>45</sup> Provavelmente este foi o motivo para a espessura do disco cerâmico não influenciar os valores de dureza das regiões de centro e base, quanto fotoativados pela unidade LED utilizada neste estudo. Portanto, um aumento da intensidade de luz poderia melhorar a eficiência de polimerização do agente cimentante e encurtar o tempo de irradiação, lembrando que as reações de polimerização adicionais presentes no RelyX™ U100 ocorrerão lentamente, mas contribuirão para a formação de uma rede polimérica de alto peso molecular.<sup>15</sup>

## **CONCLUSÃO**

Baseado nos resultados deste estudo e considerando suas limitações, conclui-se que a profundidade de polimerização do cimento auto-adesivo RelyX™ U100 pode ser influenciada pela espessura da restauração de cerâmica a ser cimentada; entretanto não foi influenciada pela fonte de luz utilizada.

## **REFERÊNCIAS**

- [1] El-Mowafy O. The use of resin cements in restorative dentistry to overcome retention problems. J Can Dent Assoc 2001; 67(2):97-102.
- [2] Atta N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. J Prosthet Dent 2004; 89(2):127-34.
- [3] Burke FJ. The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns. Quintessence Int 1995;26(4):293-300.

- [4] Blatz MB. Long-term clinical success of all-ceramic posterior restorations. *Quintessence Int* 2002;33(6):415-26.
- [5] Yap AU, Lee HK, Sabapathy R. Release of methacrylic acid from dental composites. *Dent Mater* 2000;16(3):172-9.
- [6] Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. *J Oral Rehabil* 1995;22(1):43-7.
- [7] Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Noack MJ, Braem M, Lambrechts P, Roulet JF, Vanherle G. Marginal adaptation of four tooth-coloured inlay systems in vivo. *J Dent* 1992;20(1):18-26.
- [8] Uctasli S, Hasanreisoglu U, Wilson HJ. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. *J Oral Rehabil* 1994;21(5):565-75.
- [9] Asmussen E, Peutzfeldt A. Bonding of dual-curing resin cements to dentin. *J Adhes Dent*. 2006;8(5):299-304.
- [10] Linden JJ, Swift Jr EJ, Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of Resin Cements through Porcelain Veneers. *J Dent Res* 1991;70(2):154-7.
- [11] Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994; **19**:26-32.
- [12] Tarle Z, Knezevic A, Demoli N, Meniga A, Sutaloa J, Unterbrink G, Ristic M, Pichler G. Comparison of composite curing parameters: Effects of light source and curing mode on conversion, temperature rise and polymerization shrinkage. *Operative Dentistry*. 2006;31(2):219-26.
- [13] El-Bradawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent* 1995; 73(6):515-24.
- [14] Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials. *Acta Odontol Scand* 2007;65(4):201-5.
- [15] RelyX™ Unicem – Self-Adhesive Universal Resin Cement. Technical Product Profile.  
<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66S3IACOrrrrQ->

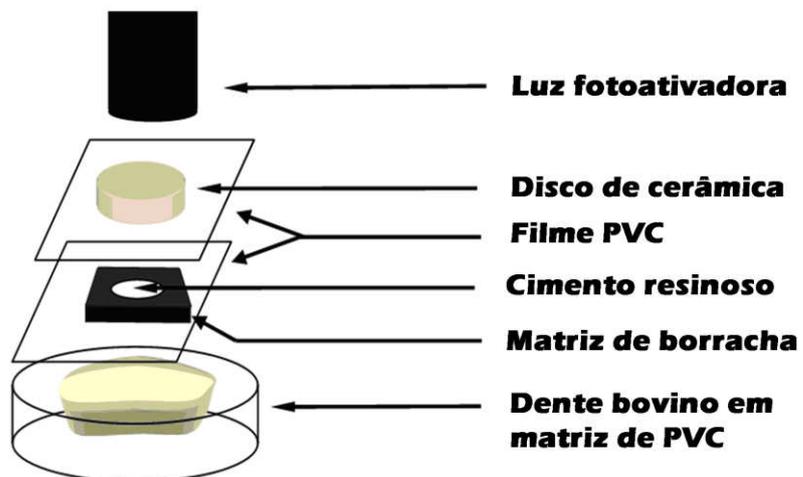
- [16] Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas KT. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2009;25(9):1104-8.
- [17] Bandéca MC, El-Mowafy O, Saade EG, Rastelli ANS, Bagnato VS, Porto-Neto ST. Changes on degree of conversion of dual-cure luting light-cured with blue LED. *Laser Physics* 2009;19(5):1050-1055.
- [18] Burrow MF, Nikaido T, Satoh M, Tagami J. Early bonding of resin cements to dentin--effect of bonding environment. *Oper Dent* 1996;21(5):196-202.
- [19] Borges GA, Agarwal P, Miranzi BAS, Platt JA, Valentino TA, Santos PH. Influence of different ceramics on resin cement Knoop Hardness Number. *Operative Dentistry* 2008; 33(6):622-8.
- [20] Reges RV, Moraes RR, Correr AB, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Piva E, Nouer PR. In-depth polymerization of dual-cured resin cement assessed by hardness. *J Biomater Appl* 2008;23(1):85-96.
- [21] Duarte S Jr, Botta AC, Meire M, Sadan A. Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel. *J Prosthet Dent* 2008;100(3):203-10.
- [22] Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tay FR. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *J Dent* 2009;37(6):440-8.
- [23] de Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic. *Dent Mater* 2009;25(2):172-9.
- [24] Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Scaminaci Russo D. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: push-out test. *J Dent* 2009;37(8):638-42.
- [25] Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont* 2004;17(3):357-63.
- [26] Gerth HU, Dammaschke T, Züchner H, Schäfer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites--a comparative study. *Dent Mater* 2006;22(10):934-41.
- [27] Anusavice KJ. *Philips, materiais dentários*. 11st ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.

- [28] Pazin MC, Moraes RR, Gonçalves LS, Borges GA, Sinhoreti MAC, Correr-Sobrinho L. Effects of ceramic thickness and curing light on light transmission through leucite-reinforced material and polymerization of dual-cured luting agent. *Journal of Oral Sciences* 2008;50(2):131-6.
- [29] Price RBT, Felix CA, Andreou P. Knoop hardness of ten resin composites irradiated with high-power LED and quartz-tungsten-halogen lights. *Biomaterials* 2005; 26(15):2631-41.
- [30] Soh MS, Yap AUJ. Influence of curing modes on crosslink density em polymer structures. *J Dent* 2004;32(4):321-326.
- [31] Neumann MG, Schmitt CC, Ferreira GC, Correa IC. The initiating radical yields and the efficiency of polymerization for various dental photoinitiators excited by different light curing units. *Dent Mater* 2006;22(6):576-84.
- [32] Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part II: core and veneer materials. *J Prosthet Dent* 2002;88(1):10-5.
- [33] Bühler-Zemp P. 2004. IPS Empress Esthetic scientific documentation. Ivoclar Vivadent AG, Schaan, 3-5.
- [34] Moraes RR, Brandt WC, Naves LZ, Correr-Sobrinho L, Piva E. Light- and time-dependent polymerization of dual-cured resin luting agent. *Acta Odontol Scand* 2008;66:257-61.
- [35] Kanchanasavita W, Anstice HM, Pearson GJ. Long-term surface micro-hardness of resin-modified glass ionomers. *J Dent* 1998; 26(8):707-12.
- [36] Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. *Dental Materials Journal* 2007; 26(6):906-14.
- [37] Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil* 2001;28(11):1022-8.
- [38] Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent* 1993;18(2):48-55.

- [39] Schneider LF, Moraes RR, Cavalcante LM, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Consani S. Cross-link density evaluation through softening tests: effect of ethanol concentration. *Dent Mater* 2008;24(2):199-203.
- [40] Tese Ricardo Rodrigues Vaz. Resistência e morfologia da união de cimentos resinosos dual, autopolimerizável e auto-adesivo à dentina.
- [41] Manabe A, Kanehira M, Finger WJ, Hisamitsu H, Komatsu M. Effects of opacity and oxygen inhibition of coating resin composites on bond strength to enamel. *Dent Mater J* 2009;28(5):552-7.
- [42] Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater* 2009;25(11):1338-46.
- [43] Carlén A, Nikdel K, Wennerberg A, Holmberg K, Olsson J. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials* 2001; 22(5):481-487.
- [44] Soh MS, Yap AU. Influence of curing modes on crosslink density in polymer structures. *J Dent* 2004;32(4):321-6.
- [45] Berzins DW, Abey S, Costache MC, Wilkie CA, Roberts HW. Resin-modified glass-ionomer setting reaction competition. *J Dent Res* 2010;89(1):82-6.

## Figura legenda

Figura 1 - Representação esquemática da preparação de amostras.



**Tabela 1.** Média dos valores de dureza (KHN) do cimento RelyX™ U100 em função da fonte de fotoativação, da espessura da cerâmica interposta e da profundidade avaliada do cimento (desvio-padrão).

Fonte de fotoativação	Profundidade	Espessura	
		1,4 mm	2 mm
*QTH	<b>Superfície</b>	42,03 (3,50)Ab	40,63 (5,42)BB
	<b>Centro</b>	58,13 (9,15)Aa	50,08 (5,68)BA
	<b>Base</b>	23,84 (4,45) Ac	20,17 (2,68) BC
LED	<b>Superfície</b>	51,52 (7,60)Aa	42,33 (5,47)BB
	<b>Centro</b>	51,96 (4,80)Aa	51,82 (6,63)AA
	<b>Base</b>	24,19 (2,30)Ab	19,86 (3,30)AC

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si dentro de cada fonte de fotoativação pelos testes ANOVA e Tukey ( $p \leq 0,05$ ); maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical.

\*Não houve diferença significativa entre os modos de ativação ( $p=0,4484$ ).

## Referências

- 1- Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume, and light curing. *Acta Odontol Scand* 1995; 53:29-34
- 2- Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80:280-301.
- 3- Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Influence of thermal cycles in water on flexural strength of laboratory- processed composite resin. *J Oral Rehabil* 2001; 28:703-7.
- 4- Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent* 2003; 89:127-34.
- 5- Ferdelin M, Sispos C, Hiller KA, Thonemann B, Schmalz G. Partial ceramic crowns. Influence of preparation design and luting material on margin integrity--a scanning electron microscopic study. *Clin Oral Investig* 2005; 9:8-17.
- 6- Tango RN, Sinhoreto MAC, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Henriques GEP. Effect of light-curing method and cement activation mode on resin cement Knoop Hardness. *J Prosthodont* 2007, 16:480-484.
- 7- Silikas N, Eliades G, Watts DC. Light intensity effects on resin-composite degree of conversion and shrinkage strain. *Dent Mat* 2000; 16:292-6.
- 8- Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. *Oper Dent* 1994; 19:26-32.
- 9- Yap AU, Lee HK, Sabapathy R. Release of methacrylic acid from dental composites. *Dent Mater* 2000;16(3):172-9.
- 10- Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. *J Oral Rehabil* 1995;22(1):43-7.
- 11- Van Meerbeek B, Inokoshi S, Willems G, Noack MJ, Braem M, Lambrechts P, Roulet JF, Vanherle G. Marginal adaptation of four tooth-coloured inlay systems in vivo. *J Dent* 1992;20(1):18-26.
- 12- Uctasli S, Hasanreisoglu U, Wilson HJ. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. *J Oral Rehabil* 1994;21(5):565-75.

- 13- Halvorson RH, Erickson RL, Davidson CL. Energy dependent polymerization of resin-based composite. *Dent Mater* 2002; 18:463-9.
- 14- Asmussen E, Peutzfeldt A. Bonding of dual-curing resin cements to dentin. *J Adhes Dent*. 2006;8(5):299-304.
- 15- Linden JJ, Swift Jr EJ, Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of Resin Cements through Porcelain Veneers. *J Dent Res* 1991;70(2):154-7.
- 16- El-Bradawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent* 1995; 73(6):515-24.
- 17- Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosthet Dent* 1990; 63:295-300.
- 18- El-Mowafy OM, Rubo MH, El-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent* 1999; 24:38-44.
- 19- Prati C, Chersoni S, Montebugnoli L, Montanari G. Effect of air, dentin and resin-based composite thickness on light intensity reduction. *Am J Dent* 1999, 12:231-4.
- 20- Tarle Z, Knezevic A, Demoli N, Meniga A, Sutaloa J, Unterbrink G, Ristic M, Pichler G. Comparison of composite curing parameters: Effects of light source and curing mode on conversion, temperature rise and polymerization shrinkage. *Operative Dentistry*. 2006;31(2):219-26.
- 21- Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials. *Acta Odontol Scand* 2007;65(4):201-5.
- 22- RelyX™ Unicem – Self-Adhesive Universal Resin Cement. Technical Product Profile.
- 23- Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas KT. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2009;25(9):1104-8.
- 24- Bandéca MC, El-Mowafy O, Saade EG, Rastelli ANS, Bagnato VS, Porto-Neto ST. Changes on degree of conversion of dual-cure luting light-cured with blue LED. *Laser Physics* 2009;19(5):1050-1055.
- 25- Burrow MF, Nikaido T, Satoh M, Tagami J. Early bonding of resin cements to dentin--effect of bonding environment. *Oper Dent* 1996;21(5):196-202.

- 26- Borges GA, Agarwal P, Miranzi BAS, Platt JA, Valentino TA, Santos PH. Influence of different ceramics on resin cement Knoop Hardness Number. *Operative Dentistry* 2008; 33(6):622-8.
- 27- Reges RV, Moraes RR, Correr AB, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L, Piva E, Nouer PR. In-depth polymerization of dual-cured resin cement assessed by hardness. *J Biomater Appl* 2008;23(1):85-96.
- 28- Duarte S Jr, Botta AC, Meire M, Sadan A. Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel. *J Prosthet Dent* 2008;100(3):203-10.
- 29- Hiraishi N, Yiu CK, King NM, Tay FR. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *J Dent* 2009;37(6):440-8.
- 30- de Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic. *Dent Mater* 2009;25(2):172-9.
- 31- Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Scaminaci Russo D. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: push-out test. *J Dent* 2009;37(8):638-42.
- 32- Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont* 2004;17(3):357-63.