



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluna: Carolina Barrichello Clemente

Orientador: Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho

Ano de Conclusão do Curso: 2010

Assinatura do Orientador

CAROLINA BARRICHELLO CLEMENTE

**INFLUÊNCIA DA FONTE DE LUZ E DA ESPESSURA DA
CERÂMICA NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE CIMENTOS
RESINOSOS**

Monografia apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba – UNICAMP,
para obtenção do diploma de Cirurgiã-
Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho
Área de Materiais Dentários – FOP/UNICAMP

PIRACICABA

2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecária: Elis Regina Alves dos Santos – CRB-8^a. / 8099

C591i Clemente, Carolina Barrichello.
Influência da fonte de luz e da espessura da cerâmica na resistência à flexão de cimentos resinosos / Carolina Barrichello Clemente. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2010.
46f. : il.

Orientador: Lourenço Correr Sobrinho.
Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentos de resina. 2. Polimerização. I. Correr Sobrinho, Lourenço. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(eras/fop)

Dedico este trabalho aos meus pais Djalma e Cleide,
pela oportunidade que me deram de chegar até aqui,
pelo apoio, compreensão e amor em todos esses
anos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Djalma e Cleide pela dedicação e apoio incondicional em todas as fases da minha vida.

Ao meu irmão Matheus pela amizade e companheirismo.

Ao meu noivo Gustavo Tonolli principalmente pela paciência.

Ao Professor Lourenço Correr Sobrinho, por sua orientação durante a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos e familiares que estiveram presente nesses quatro anos incentivando e torcendo para que eu conseguisse alcançar meus objetivos.

“ Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem se atreve... E a vida é muito para ser insignificante.”

(Charles Chaplin)

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE PALAVRAS E ABREVIATURAS EM LATIM.....	10
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
01) INTRODUÇÃO.....	13
02) REVISÃO DE LITERATURA.....	15
03) PROPOSIÇÃO.....	29
04) METODOLOGIA.....	30
4.1 Materiais	
4.2 Obtenção dos discos de cerâmica IPS Empress Esthetic	
4.3 Obtenção das amostras de cimento resinoso	
4.4 Ensaio de resistência à flexão	
4.5 Análise estatística	
05) RESULTADOS.....	35
06) DISCUSSÃO.....	38
07) CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01. Matriz de silicona com a amostra do cimento resinoso.

Figura 02. Barra de cimento resinoso posicionada para o ensaio de resistência a flexão.

Figura 03. Ilustração gráfica dos resultados de resistência a flexão do cimento resinoso RelyX Unicem fotoativado com LED ou luz de lâmpada halógena.

Figura 04. Ilustração gráfica dos resultados de resistência a flexão do cimento resinoso RelyX Unicem fotoativado com diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos materiais e equipamentos que foram utilizados no estudo.

Tabela 2. Médias de resistência a flexão 3 pontos (MPa) do cimento resinoso Rely X Unicem após fotoativação por luz de lâmpada halógena e LED.

Tabela 3. Médias de resistência a flexão 3 pontos (MPa) do cimento resinoso Rely X Unicem fotoativado diretamente ou com a interposição de diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress.

LISTA DE PALAVRAS E ABREVIATURAS EM LATIM

ANOVA – Análise de Variância;

°C – graus Celsius;

Et al – e outros (abreviatura de “et alii”);

g.- grama;

LED – Diodo Emissor de Luz;

mm – milímetro;

mW/cm² - miliwatts por centímetro quadrado;

mm/min – milímetro por minuto;

% - porcentagem.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência de dois aparelhos fotoativadores e da espessura da cerâmica na resistência à flexão (RF) do cimento resinoso RelyX UNICEM (3M ESPE). Amostras do cimento resinoso RelyX UNICEM - cor A2, no formato de barras retangulares com 6,5mm de comprimento por 2mm largura por 1mm de espessura foram confeccionadas testando duas fontes de luz e espessura da cerâmica. Foram confeccionados três discos com a cerâmica IPS Empress Esthetic (Ivoclar vivadent) com 8mm de diâmetro, nas espessuras de 0,7, 1,4 e 2,0mm. Com auxílio de uma matriz retangular de silicone foi aplicado o cimento resinoso RelyX UNICEM. Sobre o cimento foram colocados os discos de cerâmica e a irradiação foi efetuada com as fontes de luz XL 2500 (3M ESPE) e LED-UltraLume 5 (Ultradent). Após a confecção, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, por 24 horas. A seguir, foram submetidas ao ensaio de resistência à flexão de 3 pontos à velocidade de 0,5 mm/min, em máquina de ensaios mecânicos (Instron). Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$) e os resultados mostraram que as amostras fotoativadas por LED apresentaram resistência a flexão significativamente superior aquelas fotoativadas por luz de lâmpada halógena ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre a fotoativação direta e com a interposição de diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress Esthetic. Pode-se concluir que a fonte de luz influenciou na polimerização do cimento RelyX Unicem, com os melhores resultados apresentados pelo LED. A interposição de diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress Esthetic entre o cimento e a fonte de luz não teve efeito na resistência a flexão do cimento RelyX Unicem.

PALAVRAS-CHAVE: Cimento de resina; cerâmica; flexão; polimerização.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the influence of two light curing units and the thickness of ceramics in the flexural strength (RF) resin cement RelyX Unicem (3M ESPE). Samples of resin cement RelyX Unicem - color A2, in the form of rectangular bars with 6.5 mm long and 2mm wide by 1mm thick were made by testing two light sources and thickness of the ceramic. We made three albums with the ceramic IPS Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent) with 8mm in diameter, in thicknesses of 0.7, 1.4 and 2.0 mm. With the aid of a rectangular array of silicone was applied cement RelyX UNICEM. Were placed on cement the ceramic discs and irradiation was performed with the sources of light XL 2500 (3M ESPE) and LED-UltraLume 5 (Ultradent). After fabrication, the samples were stored in distilled water at 37°C for 24 hours. Then they were subjected to the test for flexural strength of three points at a speed of 0.5 mm / min in a mechanical testing machine (Instron). The data were analyzed by ANOVA and Tukey test ($p < .05$) and the results showed that the samples photoactivated LED showed significantly greater resistance to bending those photoactivated by light from a halogen lamp ($p < 0.05$). There was no significant difference between the direct light curing and the interposition of various thicknesses of ceramic IPS Empress Esthetic. It can be concluded that the light source influence the polymerization of the cement RelyX Unicem, the best results reported by the LED. The interposition of various thicknesses of ceramic IPS Empress Esthetic between the cement and the light source had no effect on the bending strength of RelyX Unicem cement.

KEYWORDS: Cement of resin, ceramic; bending; polymerization.

1 - INTRODUÇÃO

Cimentos resinosos à base de resina são o material de primeira escolha para cimentação de restaurações cerâmicas ¹. O sucesso das restaurações cerâmicas depende em grande parte do cimento resinoso utilizado, para garantir união efetiva entre o material restaurador e estrutura dentária, cerâmicas permite união ao substrato dental através da cimentação adesiva, com um agente silano, sistema adesivo e cimento resinoso ². A adesão é importante para o sucesso clínico a longo prazo das restaurações,³ uma vez que permite maior efetividade na transferência de tensões incidentes sobre o material para a estrutura dentária de suporte.⁴

A classificação dos cimentos resinosos pode ser de acordo com o modo de ativação, em agentes fotoativados, quimicamente ativados ou de dupla ativação (dual). Cimentos ativados apenas por exposição à luz oferecem vantagens como maior tempo de trabalho e melhor estabilidade de cor, enquanto cimentos de presa química possuem a vantagem da utilização para a cimentação em ambientes em que a luz polimerizadora apresenta dificuldade de acesso^{2:5}. Assim, agentes de presa dual foram introduzidos no mercado com a finalidade de compensar a atenuação da luz incidente sobre o material em função da diminuição da irradiância proporcionada pelo material restaurador indireto.⁶ Independente do tipo de ativação, a alta conversão de monômeros é imprescindível para o desempenho desses materiais,⁵ pois a polimerização inadequada do cimento pode estar associada a propriedade mecânica inferior, alta absorção de água e solubilidade, além de estabilidade de cor inadequada.²

Apesar da variedade de cimentos disponíveis atualmente, não há um cimento que seja ideal para todas as situações clínicas.² A escolha do agente de cimentação, para cada condição clínica, deve ser baseada nas características físicas, biológicas e de manipulação do agente para cimentação frente aos fatores relacionados ao remanescente dentário preparado e a peça protética a ser cimentada.

Quando a fotoativação do cimento resinoso é realizada indiretamente, alguns aspectos devem ser levados em consideração. À medida que há aumento na espessura do material restaurador, a dispersão e a absorção da luz aumenta, reduzindo dessa maneira a quantidade de energia fornecida pelo dispositivo de fotoativação, que atinge a camada de cimento.^{4;7;8;9;10;11} Outros estudos investigaram o efeito da cor,⁷ opacidade^{12;13} e espessura da estrutura cerâmica sobre o grau de conversão de cimentos resinosos, medida indiretamente através da microdureza.^{13;14} As evidências comprovam que há um efeito atenuador proporcional à espessura da cerâmica e da opacidade do material podendo acarretar menor microdureza para cimentos resinosos.¹³ Deste modo, torna-se importante otimizar os métodos de fotoativação dos cimentos resinosos para melhorar o desempenho clínico desses materiais.

Normalmente a irradiação de cimentos de resina é realizada por dispositivos fotoativadores com lâmpada halógena, onde a luz é emitida por filamento de tungstênio. Por outro lado, novas tecnologias estão disponíveis onde a luz é emitida por diodos – LED.^{15;16;17} Contudo, dúvidas permanecem a respeito da efetividade da fotoativação indireta desses dispositivos e sobre o efeito nas propriedades mecânicas finais dos cimentos resinosos irradiados de diferentes formas através de diferentes espessuras da cerâmica.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Em 1990, Blackman *et al.* avaliaram a influência da espessura de dois materiais cerâmicos na polimerização de dois cimentos ativados pela luz. O grau de polimerização foi determinado por medidas de dureza em amostras de cimentos resinosos fotoativados com cinco espessuras de cerâmica, com exposições de luz de 30 a 120 segundos. Concluíram que com cerâmica grossa, ambos os cimentos polimerizaram-se melhor do que sob a cerâmica-vítrea, mas nenhum alcançou nível de polimerização máxima sob a porcelana.

Em 1991, Hasegawa *et al.* avaliaram o grau de endurecimento de três cimentos duais em inlays de resina composta e determinaram a eficácia de uma cunha de luz refletindo na promoção da fotoativação do cimento na margem proximal. Inlays de resina composta foram cimentados com cimento dual, cimento Dicor fotoativado e cimento Duo, em molares extraídos e cunhas reflexivas foram colocadas no vão gengival. Os resultados mostraram que nenhum dos cimentos polimerizou completamente em 24 horas, quando utilizaram um tempo de exposição que cumpriu ou excedeu o recomendado pelo fabricante. O cimento de polimerização química, não se polimerizou completamente quando a luz foi atenuada pelo dente e a restauração. A cunha de luz teve pouco efeito sobre o endurecimento dos cimentos.

Em 1994, Uctasli *et al.* avaliaram as medidas de dureza de dois cimentos resinosos com ativação dual e um com fotoativação, sobre a influência da espessura e opacidade da porcelana. As amostras foram

polimerizadas com 40s de irradiação sob diferentes espessuras e opacidades de discos de porcelana. Os resultados mostraram que o aumento da espessura e opacidade da porcelana produziu uma redução estatisticamente significativa na microdureza dos cimentos resinosos. No caso dos cimentos fotoativados, a luz proporcionou desempenho melhor do que o cimento ativado dual.

Em 1995, Badrawy & Mowafy investigaram o grau endurecimento do cimento conseguido através da polimerização química e da polimerização dual e o efeito da espessura da cerâmica sobre a dureza do cimento. Discos de 6 x 2,5 milímetros foram preparados a partir de sete cimentos disponíveis no mercado. Oito amostras foram preparadas a partir de cada material, metade das amostras foram polimerizadas apenas quimicamente, e o restante foram duais. Além disso, prepararam vinte e quatro amostras de cada cimento, sendo que doze amostras tiveram polimerização dual variando a espessura da cerâmica (1-6 mm). Concluíram que a polimerização química apenas não foi suficiente para atingir máximo endurecimento dos cimentos analisados. A dureza do cimento foi reduzida significativamente quando a espessura da cerâmica foi de 2-3 mm ou mais.

Em 1997, Groten & Probster avaliaram a influência de diferentes modos de cimentação na resistência à fratura de coroas cerâmicas feldspáticas. Para isso cento e vinte coroas de cerâmica feldspática foram cimentadas com seis modos diferentes de cimentação. As coroas foram testadas só com agente cimentante e também após condicionamento com ácido fluorídrico, silanização e aplicação de um agente de ligação. Os agentes cimentantes utilizados foram

cimento de fosfato de zinco, ionômero de vidro e resina composta. Os resultados mostraram resistência à fratura significativamente maior em coroas cimentadas com resina composta. O condicionamento da superfície interna das coroas não melhorou a resistência à fratura das coroas cimentadas com fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro.

Em 1999, Mowafy *et al.* investigaram o grau de endurecimento alcançado através da polimerização química e através da polimerização dual num grupo de oito cimentos resinosos. (Aderência, Choice, Duolink, Enforce, Lute-It, Nexus, Resinomer e Variolink.) Além disso, avaliaram o efeito da espessura da cerâmica (1-6 mm) na dureza do cimento. Concluíram que para alguns materiais a polimerização química por si só não é suficiente para atingir o endurecimento; a dureza do cimento foi reduzida significativamente quando a espessura da cerâmica foi 2-3 mm ou mais.

Em 1999, Jandt *et al.* avaliaram a profundidade de fotoativação e a resistência à compressão de compósitos fotoativados com LED e luz halógena. Avaliaram também a radiação e os espectros luminosos emitidos na fotoativação, permitindo comparações entre as unidades. Para isso, utilizaram dez amostras de 4 mm de diâmetro e 8 mm de profundidade que foram fotoativadas com luz halógena e LED respectivamente por 40s e a profundidade de fotoativação foi medida com um penetrômetro. Os resultados foram comparados com um teste t de Student. A resistência à compressão foi determinada após 6 e 72 h, com 6 amostras de 4 mm de diâmetro e 6 mm de profundidade após polimerizados por 40s. Os grupos foram comparados

usando ANOVA de três vias. Os compósitos foram significativamente fotoaviados mais profundamente pela luz halógena convencional do que o LED. Na resistência a compressão pelo teste ANOVA, mostrou que não houve diferenças significativas nas amostras produzidas tanto com o LED ou luz halógena. Os espectros de luz de ambas as unidades diferem fortemente. Enquanto o halogênio mostrou uma ampla distribuição de comprimentos de onda com um pico de potência em 497 nm, o LED emitiu a maioria da luz gerada em 465 nm. O LED produziu uma irradiação total de 350 mW cm². Considerando que o halogênio produziu uma irradiação total de 755 mW cm². Os autores concluíram que ambas as unidades são suficientes para exceder os requisitos mínimos em termos de profundidade de fotoativação dos compósitos de acordo com a ISO 4049, e a profundidade de fotoativação e resistência à compressão indicada pelo fabricante.

Em 2000, Kurachi *et al.* avaliaram a dureza de uma resina composta fotoativada por cinco tipos de LED e lâmpada halógena convencional. Utilizaram resina composta (Z100, cor A3) polimerizada por 20, 40, 60, 120 e 180 segundos com LED e 40 segundos com luz halógena. Foram preparados grupos com 0,35, 1,25 e 1,8 mm de espessura, contendo cinco amostras cada. Os resultados mostraram que todas as amostras fotoativadas pelos aparelhos LED mostraram valores inferiores de dureza quando comparados com a lâmpada halógena no tempo típico de fotoativação (40 s). Concluíram que apesar da diferença de radiação quando comparado com lâmpadas de halogéneo, os aparelhos LED mostraram ser uma alternativa promissora de fotoativação de resinas compostas e que o desenvolvimento destes

dispositivos pode gerar aparelhos mais eficientes do que as lâmpadas convencionais.

Em 2000, Stahl *et al.* investigaram a resistência a flexão de três diferentes compósitos com três cores diferentes. Para isso, os compósitos foram fotoativados com luz halógena e LED. Os autores concluíram que na maioria dos casos não houve diferenças significativas na resistência a flexão entre os compósitos fotoativados com luz halógena e com LED.

Em 2000, Kramer *et al.* descreveram a partir de uma revisão da literatura de diversos estudos “in vitro” e “in vivo”, uma visão geral das possibilidades e limitações das restaurações indiretas com cimentação adesiva, caracterizando: (1) material e classificações, (2) espessura, (3) controle do excesso (4), colagem de materiais diferentes (5), a adesão de substratos em dentes com problemas de sensibilidade (6), desgaste de compósitos de cimentação e (7) o desempenho clínico. Concluíram que (1) resinas compostas são o material de escolha para a cimentação adesiva. As propriedades do material e o desgaste de partículas são superiores aos outros materiais. (2) Cimentos dentários apresentam excelentes características de fluxo com espessuras médias variando entre 8 e 21 microns. (3) Para o controle de excesso e um ajuste bem sucedido, a alta radiopacidade do cimento (após cimentação) é indispensável. (4) Os pré-tratamentos das inlays de cerâmica usando ácido fluorídrico ou o revestimento de sílica, resultaram em uma adesão efetiva. Para um pré-tratamento em inlays de resina composta o revestimento de sílica também foi promissor. (5) A colagem de esmalte e dentina é comprovada clinicamente,

mas deve ser realizada com sistemas multi-passo fornecendo primers e adesivos, produzindo uma perfeita vedação interna com quase nenhuma hipersensibilidade. (6) A viscosidade e o teor de preenchimento da resina composta utilizada para cimentação não influencia as características de desgaste dentro da área marginal de cimentação “in vivo”. (7) os resultados clínicos com inlays da cor do dente e folheados são promissores por períodos de até aos 10 anos, incluindo o uso de dentes severamente destruídos.

Em 2000, Peumans *et al.* determinaram a relevância clínica pela revisão dos resultados de curto e a longo prazo em estudos “in vivo” envolvendo facetas de porcelana realizados durante os últimos 10 anos. Os estudos caracterizam a eficácia clínica de facetas de porcelana, a preparação do dente para facetas, a seleção e o tipo de sistema adesivo, a qualidade de adaptação marginal, a resistência contra a infiltração, a resposta do periodonto, e as características estéticas das restaurações. Dentre os estudos concluíram que o verniz adesivo de porcelana tem sido provado ser um complexo muito forte “in vitro” e “in vivo”. Ótimos resultados foram alcançados principalmente se o preparo foi localizado totalmente em esmalte, se os procedimentos adesivos foram corretamente realizados e se um composto de cimentação adequada foi selecionado. A manutenção estética de facetas de porcelana, a médio e longo prazo, foi excelente, a satisfação do paciente era alta e laminados de porcelana não tiveram efeitos adversos na saúde gengival em pacientes com uma ótima higiene oral. As principais deficiências do sistema de lâminados cerâmicos foram descritas como aumento da discrepância marginal e insuficiente resistência ao desgaste dos agentes cimentantes, entretanto essas deficiências

não tiveram impacto direto sobre o sucesso clínico de facetas de porcelana, a médio prazo, sua influência sobre o desempenho clínico global a longo prazo ainda é desconhecida e, portanto, necessita de estudos adicionais.

Em 2001, Lee & Um avaliaram a reação cinética de cinco cimentos comerciais com polimerização dual (Bistite, Dual, Scotchbond, Duolink e Duo) quando fotoativados com três espessuras (1mm, 2mm, 4mm) de porcelana. O efeito do disco de porcelana sobre a taxa de polimerização de cimento resinoso dual, foi avaliado através de análise térmica, análise termogravimétrica e calorimetria diferencial de varredura. Concluíram que o tempo de exposição recomendado pelo fabricante não foi suficiente para compensar a atenuação da luz pelo disco de porcelana de 4 mm de espessura.

Em 2001, Malament & Socransky examinaram “in vivo” o efeito de diferentes tipos de agentes cimentantes e núcleos de preenchimento na longevidade de restaurações cerâmicas. Para isso avaliaram um total de 1444 restaurações em 417 indivíduos adultos. As restaurações foram classificadas falhas quando foi necessário um reparo por fratura do material. O sucesso das restaurações foi definido de acordo com as funções de Kaplan-Meier. Observaram que a porcentagem de sucesso em uma restauração Dicor cerâmica com condicionamento ácido cimentada em núcleos de ouro foi de 91% em 16 anos enquanto que as restaurações cimentadas em dentina obtiveram um sucesso de 75%. O sucesso das restaurações com condicionamento ácido cimentada em dentina foi significativamente melhor que as restaurações sem condicionamento. Restaurações com condicionamento

ácido cimentadas com resina composta mostraram mais sucesso do que as cimentadas com ionômero de vidro e fosfato de zinco, sendo que a diferença entre as restaurações cimentadas com ionômero de vidro ou fosfato de zinco não foram significantes. Os autores concluíram que restaurações Dicor com condicionamento ácido cimentadas com resina composta em núcleo de ouro apresentaram melhor comportamento clínico do que as restaurações cimentadas em dentina.

Em 2002, Yoon *et al.* determinaram a eficiência da polimerização de um aparelho LED e um aparelho de PAC comparados com luz halógena convencional. Foram utilizados vários tempos de polimerização com a mesma intensidade para mensurar o grau de conversão de três resinas compostas em várias profundidades (1-2- 3 mm). Os autores observaram que o grau de conversão foi influenciado por três variantes: profundidade de superfície, tipo de luz e nível de energia. Concluíram que as diferenças entre os tipos de luz não foram significantes, porém o grau de conversão das resinas diminuiu significativamente em profundidades maiores que 3 mm.

Em 2002, Pradhan *et al.* investigaram o efeito da distribuição espectral da irradiação próximo ao comprimento de onda de excitação máxima do fotoativador no grau da profundidade de polimerização da resina e na elevação da temperatura durante a fotoativação com um laser de argônio e luz halógena. Os resultados mostraram que para distribuição espectral mais próxima do pico de excitação a fotoativação atingiu uma profundidade maior para ambas as fontes. Em condições semelhantes, o laser de argônio resultou

em um menor aumento de temperatura na composição do que a luz halógena. Concluíram então que as características espectrais e espaciais da irradiação na fotoativação devem ser cuidadosamente consideradas, pois podem afetar a profundidade de polimerização e a elevação de temperatura do compósito.

Em 2002, Braga *et al.* investigaram a resistência à flexão, módulo de flexão e dureza de quatro cimentos resinosos, Enforce, Variolink, Relyx ARC e C & B. Os testes foram realizados após 24 h de armazenagem em 37°C e assim puderam concluir que o cimento RelyX ARC dual apresentou maior resistência à flexão que os demais grupos. RelyX ARC e Variolink II dependeram de fotoativação para alcançar valores mais altos de dureza. Enforce apresentou dureza similar para o sistema dual e auto-polimerizado. Não encontraram nenhuma correlação entre resistência à flexão e dureza, indicando que outros fatores além do grau de fotoativação afetam a resistência à flexão de compósitos. Não detectaram nenhuma diferença estatística no módulo de flexão entre os diferentes grupos.

Em 2003, Alexander *et al.* avaliaram o processo de pós-fotoativação para verificar se isto pode melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos fotoativados com LED. Para isso a dureza foi avaliada em quatro compósitos diferentes fotoativados com uma fonte de luz LED e uma luz halógena logo após o processo de fotoativação e após cinco dias de armazenamento. Os resultados mostraram que amostras polimerizadas com LED apresentaram valores iguais ou melhores que as amostras polimerizadas com luz halógena. A dureza dos compósitos teve um aumento significativo após os cinco dias de

armazenamento, tanto fotoativados com LED ou luz halógena. Concluíram então que a pós-fotoativação não compensa a menor dureza dos compósitos contendo co-iniciadores se fotoativados com LED em vez de luz halógena.

Em 2003, Barghi & McAlister avaliaram a dureza de um cimento resinoso fotopolimerizável ativado com luz halógena e LED com diferentes tonalidades e espessuras de porcelana. Foram usadas porcelanas nas espessuras 1mm e 2mm em dois tons A1 e C4. O grau de polimerização do cimento resinoso foi determinada através da medição da microdureza. Concluíram que o valor de dureza foi menor para as amostras de porcelana 2 mm C4 fotoativadas com a luz halógena. Apesar da comparação de dureza revelar resultados semelhantes para ambas as luzes, a luz LED apresentou resultados mais consistentes do que a luz halógena.

Em 2003, Lovell *et al.* examinaram os efeitos da intensidade luminosa sobre a conversão e resistência à flexão de uma resina composta. Para isso utilizaram duas fontes de luz visível (quartzo-tungstênio-halogênio e plasma de xenônio de arco) com intensidades muito diferentes (200 e 1800 mW / cm (2)), mas com similar saída espectral. Os resultados mostraram que em geral os compósitos que foram irradiados com uma fonte de luz de alta intensidade apresentaram maior conversão de ligações duplas. No entanto, quando aumentaram a intensidade da luz, aumentou a temperatura máxima atingida durante a polimerização. Portanto, a conversão de uma maior ligação dupla foi causada por uma combinação de fotoativação e efeitos térmicos. Concluíram

então que a intensidade de luz não afeta a resistência final à flexão de uma resina dental.

Em 2004, Rasetto *et al.* avaliaram a transmissão de luz e o grau de polimerização de um cimento resinoso através de diferentes facetas de cerâmica quando irradiadas por 3 tipos aparelhos fotoativadores (luz halógena convencional, luz halógena de alta intensidade e arco de plasma). Os resultados mostraram que só o arco de plasma e a luz de halógena de alta intensidade emitiram energia suficiente para a polimerização eficiente do cimento. Concluíram que a intensidade da luz transmitida através das facetas de cerâmica é estabelecida pelo tipo de aparelho fotoativador e da espessura da cerâmica. Com a polimerização convencional halógena não houve transmissão de luz suficiente através de lâminas mais grossas.

Em 2004, Zhang *et al.* avaliaram se a variação da proporção polímero/líquido durante a condensação afeta a porosidade e a translucidez das porcelanas. Utilizaram amostras de quatro tipos de porcelanas onde foram misturadas com três volumes diferentes de líquido. Os resultados mostraram que o tipo de porcelana e a relação pó/líquido teve um efeito significativo sobre a porosidade total. A proporção pó/líquido não afetou significativamente a translucidez, porém o tipo de porcelana teve um efeito significativo. Concluíram que apenas a porosidade mostrou-se sensível na relação pó/líquido.

Em 2005, Correr *et al.* avaliaram o efeito do aumento da densidade energética na dureza das resinas compostas Z250 e Esthet-X. Para isso foram preparadas cavidades cilíndricas (3 mm de diâmetro por 3 mm de profundidade) na superfície vestibular de 144 incisivos bovinos. As resinas compostas foram inseridas em massa, e polimerizadas com diferentes unidades de fotoativação: QTH convencional, LED, PAC. As amostras foram armazenadas a 37 ° C por 24 h antes do corte para avaliação da dureza que foram analisados por testes de ANOVA e Tukey. Os resultados mostraram que independentemente da fonte de luz ou densidade de energia, a dureza da resina Z250 foi estatisticamente superior do que a Esthet-X. As amostras fotoativadas com PAC apresentaram menor dureza que os fotoativados com QTH e LED. A maior dureza foi obtida quando da densidade de energia foi aumentada por LED e PAC. Os autores concluíram que o aumento da densidade de energia usando LED e PAC produziu resinas compostas com maior dureza.

Em 2006, Jung *et al.* compararam a profundidade de polimerização e microdureza de uma variedade de fontes de luz e modos de exposição para polimerizar uma resina composta dual através de discos de cerâmica de diferentes espessuras. Amostras de cerâmica (4mm de diâmetro e 2mm de altura) foram confeccionadas e posicionadas sobre as amostras de resina composta que em seguida foram fotoativadas. Utilizaram uma luz halógena convencional, luz halógena de alta potência e LED. Os resultados mostraram que o aumento da espessura do disco de cerâmica teve um efeito negativo sobre a profundidade de polimerização e dureza de todas as unidades de

fotoativação. Concluíram que o uso de um catalisador auto-polimerizável é recomendado apenas porque produziu maior dureza e profundidade de polimerização em todos os modos de polimerização com luz.

Em 2006, Saskalauskaite *et al.* avaliaram a resistência à flexão, módulo de elasticidade e pH por 24 horas de três cimentos resinosos autocondicionantes. Testaram e compararam três cimentos resinosos autocondicionantes com dois cimentos resinosos convencionais e dois cimentos resinosos modificados por ionômero de vidro. Os cimentos autocondicionantes mostraram resistência à flexão similar aos cimentos convencionais exceto para o Embrace Wetbond que apresentou valores significativamente menores. Os resultados do módulo de elasticidade mostraram valores menores quando comparados aos cimentos resinosos convencionais. Os cimentos resinosos autocondicionantes mostraram um pH inicial menor do que os cimentos resinosos convencionais e grande diferença nos valores finais de pH em 24 horas. O estudo mostrou que os cimentos autocondicionantes apresentaram valores muito diferentes entre si e não puderam ser considerados um grupo homogêneo. Todos os cimentos de fotoativação dual, tanto os convencionais quanto o auto-condicionantes mostraram valores significativamente superiores do que os fotopolimerizáveis.

Em 2007, Tango *et al.* avaliaram a dureza do cimento resinoso Enforce com ativação dual (química e física) ou apenas com ativação física (fotoativado); fotoativado diretamente ou através de um disco de cerâmica de 1,5 mm (HeraCeram). Incisivos bovinos tiveram suas faces vestibulares

planificadas e hibridizadas, um molde foi assentado sobre a superfície e preenchido com cimento. A fotoativação foi feita com LED, luz halógena e PAC e as amostras foram armazenadas a seco (24 horas-37 °C). Os resultados mostraram que os maiores valores de dureza foram obtidos com LED, para ambos os cimentos duais e fotoativados. O menor valor de dureza foi obtido com a fotoativação com PAC. Puderam concluir que a fotoativação através da HeraCeram pode influenciar a dureza de cimentos resinosos.

3 - PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência de dois aparelhos fotoativadores (XL 2500 e UltraLume 5) e da espessura da cerâmica na resistência à flexão do cimento resinoso RelyX UNICEM.

4 - METODOLOGIA

4.1 - Materiais

Os materiais utilizados neste estudo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos materiais e equipamentos que foram utilizados no estudo.

MATERIAL/EQUIPAMENTO	FABRICANTE
Cimento resinoso Rely X UNICEM, cor A2	3M ESPE
Aparelho fotoativador XL 2500	3M ESPE
Aparelho fotoativador LED – UltraLume 5	Ultradent
Cerâmica IPS Empress Esthetic, cor 400	Ivoclar vivadent

4.2 - Método

4.2.1 - Obtenção do disco de cerâmica IPS Empress Esthetic

Na tentativa de simular uma condição clínica no procedimento de cimentação de uma restauração indireta, a irradiação do cimento resinoso foi realizada através de discos da cerâmica IPS Empress Esthetic (Ivoclar vivadent), com 8 mm de diâmetro nas espessuras de 0,7, 1,4 e 2,0 mm. Para o procedimento de obtenção das amostras, a cera tipo II (Thowax) liquefeita (Bredent, Tipo 55) foi vertida no interior de uma matriz metálica com 8mm de diâmetro interno por 2,5mm de espessura isolada previamente com o isolante (Pumpen Spray; DeguDent) para obtenção de três padrões em cera. Após, um conduto de alimentação com 3mm de diâmetro por 6mm de comprimento foi centralizado na face externa do padrão de cera e fixado em um cilindro plástico

com 12,2mm de diâmetro por 30mm de altura. Em seguida foi fixado numa base plástica formadora de cadinho.

Um cilindro confeccionado com papel (Ivoclar vivadent) foi posicionado no anel, e o padrão de cera incluído com revestimento à base de fosfato IPS Empress Esthetic Speed (Ivoclar vivadent), na proporção de 100g de pó para 16ml de líquido próprio do material e 11ml de água destilada. A espatulação foi realizada mecanicamente a vácuo (Multivac 4; Degussa), por 2 minutos. Em seguida, uma base plástica foi posicionada na parte superior do anel para formar uma superfície plana necessária para o preenchimento da cerâmica no forno. Após a presa do revestimento, o cilindro de papel, o formador do conduto e a base foram removidos.

Em seguida, o bloco de revestimento e o êmbolo de óxido de alumínio do sistema IPS Empress com 12mm de diâmetro por 37mm de altura foram levados ao forno elétrico (7000-5P; EDG Equipamentos e Controles Ltda.) pré-aquecido a 850°C, e mantidos por 90 min para eliminação da cera, expansão do revestimento e aquecimento do êmbolo. Decorrido esse tempo, o bloco foi removido do forno e imediatamente dois lingotes da cerâmica reforçada por leucita IPS Empress Esthetic (Ivoclar vivadent), cor 400, foi posicionado no conduto, juntamente com o êmbolo, e levado ao forno EP600 (Ivoclar Vivadent), sendo mantido por 20 minutos a 1075°C, seguido de uma pressão de 5 bar por 15 minutos.

Quando o bloco de revestimento atingir a temperatura ambiente, o êmbolo de óxido de alumínio foi removido com disco de carbureto de silício, cortando o bloco de revestimento ao meio. Posteriormente, os discos de cerâmica foram removidos por jateamento de partículas de vidro com 50 µm de

diâmetro (Oxyker Dry; Flli Manfredi), utilizando uma pressão de 4 bar para remoção bruta do revestimento e de 2 bar para remoção do revestimento próximo aos discos. A seguir, os discos foram limpos em ultra-som com agente de limpeza Invex (Ivoclar Vivadent), por 10 minutos, seguido de lavagem em água corrente e secagem com jato de ar.

Após a remoção das amostras em cerâmica, o conduto de alimentação foi removido com disco flexível diamantado dupla face (KG Sorensen) e a região do conduto submetida ao acabamento com broca cilíndrica de diamante. Em seguida, os discos de cerâmica foram submetidos ao acabamento com lixas de carbureto de silício granulação 180, 320, 400, 600 e 1200, sob constante refrigeração a água, para obtenção de discos com 8 mm de diâmetro nas espessuras de 0,7, 1,4 e 2,0 mm. Para finalizar, os discos em cerâmica foram submetidos a limpeza em ultra-som por 10 minutos e novamente levados ao forno para o glazeamento, a temperatura final de 769° C, sem vácuo.

4.2.2 - Obtenção das amostras do cimento resinoso

O cimento resinoso RelyX UNICEM, cor A2, de ativação dual, foi avaliado no estudo. A cápsula com o cimento resinoso foi levada ao aparelho misturador de alta frequência (3M CAPMIX, 3M ESPE), por 15 segundos, de acordo com as instruções do fabricante. A seguir, o material foi inserido em uma matriz retangular de silicone com 6,5mm de comprimento por 2mm de largura por 1mm de espessura (Figura 1) e os discos de cerâmica nas espessuras de 0,7, 1,4 e 2,0 mm foram posicionados sobre a amostra. Assim, durante os procedimentos de irradiação, a luz foi transmitida somente através da cerâmica. Com a finalidade de evitar contato entre o cimento e a cerâmica,

uma tira transparente de poliéster foi colocada entre eles. Todos os procedimentos foram realizados em ambiente com temperatura de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade de $50 \pm 10\%$.



Figura 1 - Matriz de silicona com a amostra do cimento resinoso.

A irradiação foi realizada utilizando o aparelho com luz emitida por diodo LED-UltraLume 5 (Ultradent), com 1100 mW/cm^2 e a fonte de luz Halógena XL 2500 (3M ESPE), com 700 mW/cm^2 . As pontas dos aparelhos foram posicionadas sobre os discos de cerâmica em angulação de 90 graus mantida por um suporte e, após, foi realizada a fotoativação por 40 segundos. Durante os procedimentos de ativação, o aparelho foi ligado à corrente elétrica por meio de estabilizador de voltagem, com o intuito de minimizar possíveis oscilações na corrente. Seis amostras ($n=6$) foram obtidas para cada

espessura de cerâmica e fonte de luz e seis sem a interposição da cerâmica utilizando luz de lâmpada halógena e LED, totalizando 48 amostras.

Após a confecção, as amostras foram armazenadas em estufa com água destilada a 37°C, por 24 horas, em recipientes escuros para evitar a polimerização em contato com a luz ambiente,

4.2.3 - Ensaio de resistência à flexão

Decorrido o período de armazenagem, as amostras foram submetidas ao ensaio de resistência à flexão de três pontos numa máquina universal de ensaios (Instron, modelo 4411). As dimensões finais de cada amostra foram verificadas com paquímetro digital (Mitutoyo), com precisão de 0,01mm, e as mesmas posicionadas sobre dois suportes metálicos com distância de 5mm entre eles.

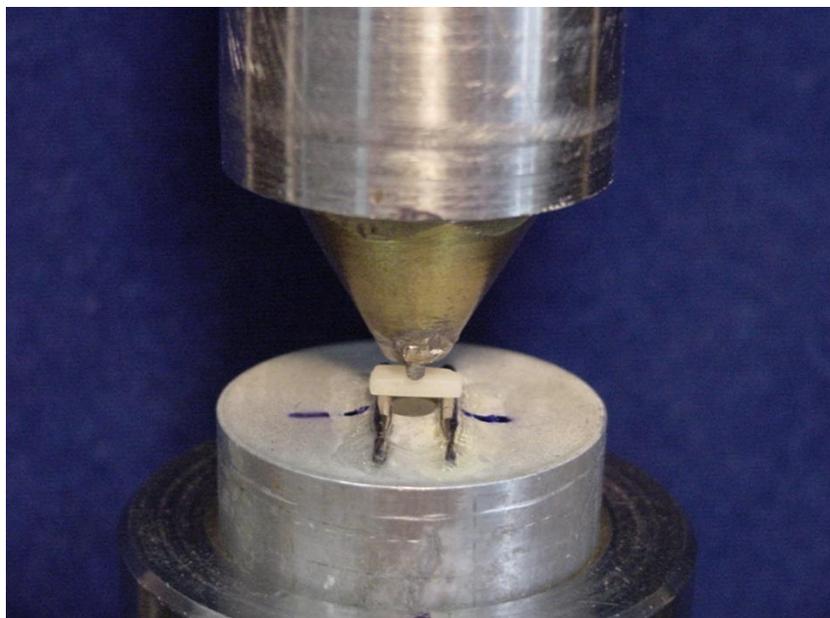


Figura 2 - Barra do cimento resinoso posicionada para o ensaio de resistência a flexão na Instron.

O ensaio foi realizado a velocidade de 0,5 mm/min, com a carga sendo aplicada perpendicularmente sobre o centro da barra até ocorrer à fratura (Figura 2). O valor da resistência à flexão (RF) foi calculado, em MPa, através da seguinte fórmula:

$$RF = 3P_f D / 2LH^2$$

P_f = carga máxima para ruptura da amostra (N)

D = distância entre os dois suportes (5 mm)

L = largura da amostra (mm); e,

H = altura da amostra (mm).

4.2.4 - Análise estatística

Após a obtenção dos resultados os dados foram submetidos à Análise de Variância dois fatores e ao teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

05 - RESULTADOS

Os resultados da análise de variância mostraram que houve diferença estatisticamente significativa para o fator fonte de luz ($P < 0,001$) mas não para o fator espessura de cerâmica ($p = 0,689$) e para a interação entre os fatores fonte de luz e espessura de cerâmica ($p = 0,231$).

O teste de Tukey mostrou que o cimento RelyX Unicem fotoativado por LED Ultralume 5 apresentou RF significativamente superior a fotoativação por luz de lâmpada halógena com o aparelho XL2500 (Tabela 2 e Figura 3).

Tabela 2 - Médias de resistência à flexão 3 pontos (MPa) do cimento resinoso Rely X Unicem após fotoativação por luz de lâmpada halógena e LED.

Fonte de luz	Resistência a flexão (MPa)	
LED	385,19 ± 77,98	A
Luz halógena	296,77 ± 73,70	B

Letras distintas diferem significativamente ao nível de 95%, pelo teste de Tukey.

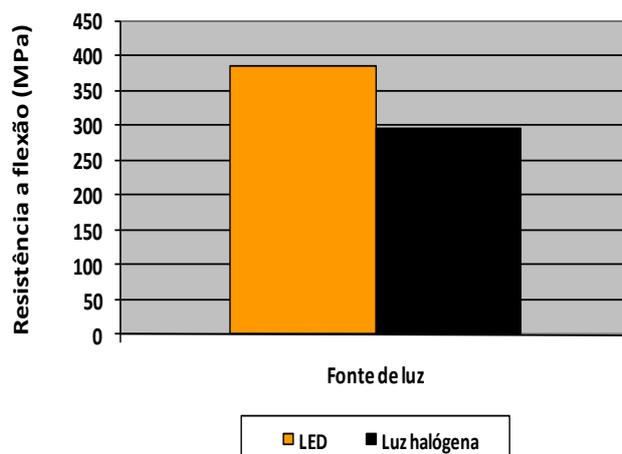


Figura 3 - Ilustração gráfica dos resultados de resistência a flexão do cimento resinoso RelyX Unicem fotoativado com LED ou luz de lâmpada halógena.

A interposição de diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress entre a ponta da fonte de luz e o cimento resinoso não influenciou significativamente a RF do cimento RelyX Unicem (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3 - Médias de resistência à flexão 3 pontos (MPa) do cimento resinoso Rely X Unicem fotoativado diretamente ou com a interposição de diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress.

Espessura cerâmica	Resistência à flexão (MPa)	
Direta	342,22 ± 78,59	A
0,7	335,23 ± 68,85	A
1,4	358,85 ± 123,57	A
2,0	327,61 ± 70,73	A

Letras distintas diferem significativamente ao nível de 95%, pelo teste de Tukey.

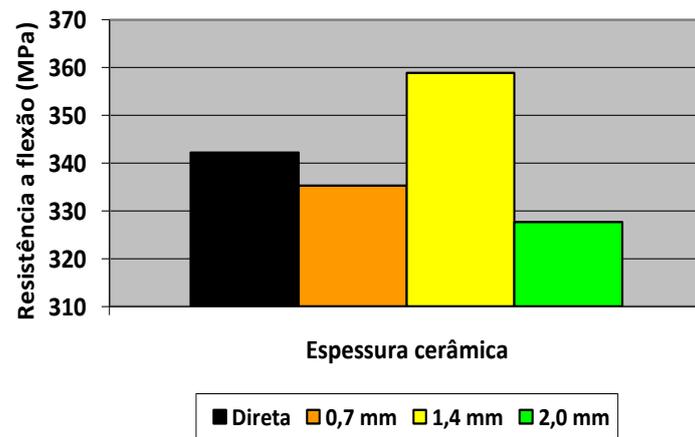


Figura 04 - Ilustração gráfica dos resultados de resistência a flexão do cimento resinoso RelyX Unicem fotoativado com diferentes espessuras da cerâmica IPS Empress.

6 - DISCUSSÃO

Os cimentos resinosos autoadesivos são uma categoria relativamente nova de agentes fixadores. Embora sejam descritos como agentes de fixação multiuso, eles são essencialmente cimentos resinosos. Comparado aos cimentos resinosos convencionais, os passos de aplicação dos cimentos autoadesivos são mais simples e, devido a ausência do passo de condicionamento por ácido fosfórico, eles têm o potencial de diminuir a sensibilidade técnica e também a sensibilidade pós-operatória¹⁸.

A resistência a flexão e o módulo de elasticidade são parâmetros básicos para verificar as características mecânicas dos materiais dentários. O potencial de falha de restaurações cimentadas submetidas a forças mastigatórias está relacionada a propriedades mecânicas, e a resistência a flexão e o módulo de elasticidade são propriedades importantes com respeito à capacidade dos cimentos resistirem às tensões sem fraturar ou apresentar deformação permanente, prevenindo o deslocamento das próteses e/ou microinfiltração¹⁸. As propriedades de resistência dos compósitos estão intimamente relacionadas a sua composição e ao grau de conversão e estrutura da rede polimérica formada após a polimerização¹⁹. Este estudo foi realizado com uma modificação do ensaio de resistência a flexão três pontos original, utilizando amostras em forma de barra com dimensões reduzidas (6,5 x 2,0 x 1,0 mm). No teste convencional, amostras com maior comprimento são utilizadas, necessitando de 2 a 3 ciclos de exposição a luz para que seja fotoativada, pois a ponta ativa da fonte de luz tem aproximadamente 8 a 10 mm. Portanto, algumas regiões (regiões centrais) do corpo de prova são fotoativadas por tempos superiores a outras (extremidades), devido a

sobreposição de um ciclo de fotoativação sobre o outro, tornando a comparação entre métodos de fotoativação mais difíceis, já que polimerizações deficientes podem ser corrigidas pelos ciclos adicionais de fotoativação. Com a redução das dimensões das amostras, um ciclo de fotoativação foi realizado para cada corpo de prova, possibilitando a avaliação mais coerente da influência da fonte de luz sobre a resistência a flexão dos cimentos resinosos.

Os resultados deste estudo mostraram que a fonte de luz influenciou significativamente a RF do cimento resinoso RelyX Unicem, sendo que as amostras fotoativadas por LED Ultralume 5 apresentaram os melhores resultados. A iniciação do processo de polimerização do cimento resinoso RelyX Unicem ocorre por duas vias, a química e a física (luz)²⁰. Portanto, diferenças na emissão da luz dos aparelhos fotoativadores têm influência significativa na quantidade de radicais gerados nos compósitos, interferindo no grau de conversão e estrutura das cadeias poliméricas, tendo efeito significativo na resistência à flexão destes materiais.

A fotoativação dos cimentos resinosos é influenciada por três fatores: a irradiância, o comprimento de onda da luz e o tempo de exposição a luz. A boa correlação entre o espectro de emissão de luz dos LEDs com o pico de absorção de luz da canforoquinona (468 nm), que é o principal fotoiniciador do cimento resinoso RelyX Unicem, pode justificar os melhores resultados obtidos pelas amostras fotoativadas pelo LED^{15,17}. Além disso, dentre os aparelhos avaliados, o LED (1100 mW/cm²) possui irradiância superior ao aparelho de luz de lâmpada halógena (700 mW/cm²). A densidade de ligações cruzadas é influenciada pela irradiância dos aparelhos. Quanto maior a irradiância da fonte

de luz, maior será a densidade de ligações cruzadas e a resistência mecânica dos compósitos¹⁹.

Alguns estudos mostram que a densidade de energia (J/cm^2), que é o produto da irradiância pelo tempo de exposição a luz, é o principal fator relacionado ao grau de conversão dos compósitos fotoativados²¹. Neste estudo, a densidade de energia do LED e luz halógena foram respectivamente, 44 e 28 J/cm^2 , para a fotoativação direta sobre o cimento. Portanto, além da maior especificidade do LED para a excitação da canforoquinona, o LED forneceu ao compósito maior densidade de energia comparado ao aparelho de luz de lâmpada halógena, utilizando tempo de exposição a luz similar. Ainda, segundo Uhl *et al.*²² podem-se obter profundidades de polimerização maiores com a utilização dos LEDs em comparação aos aparelhos de lâmpada halógena.

Peutzfeldt²³ (1995) relatou que quando cimentos resinosos duais são adequadamente fotoativados há um aumento do grau de conversão quando comparado aos mesmos cimentos polimerizados exclusivamente pela reação química entre a pasta base e catalisadora. Portanto, os cimentos resinosos duais sempre têm que ser fotoativados para promover melhores propriedades do material.

A interposição de um anteparo cerâmico diminui a irradiância que chega a superfície do material, sendo um fator limitador na polimerização do cimento resinoso²⁴. A quantidade de redução na transmissão de luz através dos materiais para faceta varia entre os autores^{24,25,26}. Brodbeldt *et al.*²⁶ verificaram que aproximadamente 0,13% da luz emitida pelo aparelho fotoativador atravessava uma faceta de cerâmica com 1mm de espessura. Estudo realizado

por Peumans *et al.*,²⁷ mostrou que esses valores podem ser mais altos, entre 40 e 50%, valores próximos aos obtidos por Strang *et al.*²⁸. Além de fatores relacionados a composição do material para faceta, foi verificado que a transmissão de luz depende também do tipo de aparelho fotoativador^{25,29,30}. O comprimento de onda da luz emitida pelo aparelho fotoativador é outro fator que influencia no grau e profundidade de polimerização dos compósitos^{31,32}.

Entretanto, os resultados deste estudo mostraram que não houve diferença significativa entre as amostras fotoativadas diretamente e a interposição da cerâmica IPS Empress Esthetic com diferentes espessuras. Embora a presença de um anteparo entre a fonte de luz e o cimento resinoso diminua a quantidade de luz que chega até a superfície do cimento resinoso, algumas cerâmicas, devido a maior translucidez destes materiais, permitem a passagem de luz suficiente para iniciar adequadamente a polimerização.

7 - CONCLUSÃO

A análise dos resultados deste estudo permite concluir que:

1 – A fonte de luz influenciou a resistência à flexão do cimento resinoso RelyX Unicem, sendo que as amostras fotoativadas por LED apresentaram os melhores resultados.

2 - A interposição da cerâmica IPS Empress Esthetic entre a fonte de luz e a superfície do cimento resinoso não influenciou os valores de resistência à flexão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

- 1 - Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent.* 2000; 13(Spec No): 60D-76D.
- 2 - Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(3): 280-301.
- 3- Malament KA, Socransky SS. Survival of Dicor glass-ceramic dental restorations over 16 years. Part III: effect of luting agent and tooth or tooth-substitute core structure. *J Prosthet Dent.* 2001; 86(5): 511-519.
- 4 - Groten M, Probster L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. *Int J Prosthodont.* 1997; 10(2): 169-177.
- 5 - Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(3): 257-262.
- 6 - Lee IB, Um CM. Thermal analysis on the cure speed of dual cured resin cements under porcelain inlays. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(2): 186-197.
- 7 - Barghi N, McAlister EH. LED and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compend Contin Educ Dent.* 2003; 24(7): 497-500, 502, 504 passim; quiz 508.
- 8 - el-Badrawy WA, el-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlay cements. *J Prosthet Dent.* 1995; 73(6): 515-524.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada na norma do International Committee of medical Journal Editors – Grupo de Vancouver, Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

- 9 - el-Mowafy OM, Rubo MH, el-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent.* 1999; 24(1): 38-44.
- 10 - Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Furch H, Bernhart S, Schmalz G. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Oper Dent.* 2006; 31(1): 68-77.
- 11 - Watts DC, Cash AJ. Analysis of optical transmission by 400-500nm visible light into aesthetic dental biomaterials. *J Dent.* 1994; 22(2): 112-117.
- 12 - Linden JJ, Swift EJ, Jr., Boyer DB, Davis BK. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. *J Dent Res.* 1991; 70(2): 154-157.
- 13 - 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): 565-575.
- 14 - Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosthet Dent.* 1990; 63(3): 295-300.
- 15 - Jandt KD, Mills RW, Blackwell GB, Ashworth SH. Depth of cure and compressive strength of dental composites cured with blue light emitting diodes (LEDs). *Dent Mater.* 2000; 16(1): 41-47.
- 16 - Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater.* 2001; 17(4): 309-315.
- 17 - Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light-emitting diode (LED) polymerisation of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. *Biomaterials.* 2000; 21(13): 1379-1385.

18 - Saskalauskaite E, Tam LE, McComb D. Flexural strength, elastic modulus, and pH profile of self-etch resin luting cements. *J Prosthodont.* 2008; 17(4): 262-268.

19 - Lovell LG, Newman SM, Donaldson MM, Bowman CN. The effect of light intensity on double bond conversion and flexural strength of a model, unfilled dental resin. *Dent Mater.* 2003; 19(6): 458-465.

20 - Anusavice KJ (2005). *Phillips Materiais Dentários*, 11 edn; Rio de Janeiro: Elsevier.

21 - Correr AB, Sinhoreti MA, Sobrinho LC, Tango RN, Schneider LF, Consani S. Effect of the increase of energy density on Knoop hardness of dental composites light-cured by conventional QTH, LED and xenon plasma arc. *Braz Dent J.* 2005; 16(3): 218-224.

22 - Uhl A, Michaelis C, Mills RW, Jandt KD. The influence of storage and indenter load on the Knoop hardness of dental composites polymerized with LED and halogen technologies. *Dent Mater.* 2004; 20(1): 21-28.

23 - 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(1): 29-34.

24 - Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DC. Hardening of dual-cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent.* 1991; 66(2): 187-192.

25 - Tango RN, Sinhoreti MA, Correr AB, Correr-Sobrinho L, Henriques GE. Effect of light-curing method and cement activation mode on resin cement knoop hardness. *J Prosthodont.* 2007; 16(6): 480-484.

26 - Brodbelt RH, O'Brien WJ, Fan PL. Translucency of dental porcelains. *J Dent Res.* 1980; 59(1): 70-75.

- 27 - Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent.* 2000; 28(3): 163-177.
- 28 - Strang R, McCrosson J, Muirhead GM, Richardson SA. The setting of visible-light-cured resins beneath etched porcelain veneers. *Br Dent J.* 1987; 163(5): 149-151.
- 29 - Rasetto FH, Driscoll CF, Prestipino V, Masri R, von Fraunhofer JA. Light transmission through all-ceramic dental materials: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2004; 91(5): 441-446.
- 30 - Zhang Y, Griggs JA, Benham AW. Influence of powder/liquid mixing ratio on porosity and translucency of dental porcelains. *J Prosthet Dent.* 2004; 91(2): 128-135.
- 31 - Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(12): 1165-1173.
- 32 - Pradhan RD, Melikechi N, Eichmiller F. The effect of irradiation wavelength bandwidth and spot size on the scraping depth and temperature rise in composite exposed to an argon laser or a conventional quartz-tungsten-halogen source. *Dent Mater.* 2002; 18(3): 221-226.