

Vieira JMCS, Figueiredo JLG, Ribeiro BCI, Souza CC. Avaliação das microdurezas de três cimentos resinosos fotopolimerizados por LED com a interposição de três barreiras de diferentes espessuras. *ClipeOdonto*. 2016; 8(2):10-8.

Avaliação das microdurezas de três cimentos resinosos fotopolimerizados por LED com a interposição de três barreiras de diferentes espessuras

Evaluation of the microhardness of three resin cements that are photopolymerized using LED and three interposing barriers of different thicknesses

Juliana Maria Correia de Souza Vieira¹
José Luiz Guimarães de Figueiredo¹
Benícia Carolina Iaskieviscz Ribeiro¹
Celso Correia de Souza¹

Correspondência: csouza939@gmail.com
Submetido: 13/07/2016 Aceito: 06/12/2016

Resumo

Neste trabalho avaliou-se a microdureza de três cimentos resinosos: Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent); Variolink II (Ivoclar Vivadent); e RelyX ARC (3M ESPE), fotopolimerizados através da interposição de barreiras de diferentes espessuras, usados em restaurações estéticas indiretas. Foram confeccionados vinte e quatro corpos de provas para cada marca de cimento, subdivididos em quatro grupos, segundo a espessura (0; 1,2; 1,0 e 0,7 mm) de barreiras utilizadas na interposição durante a fotopolimerização, em seis tratamentos. A fotopolimerização foi realizada com luz LED Bluephase (Ivoclar Vivadent) e as medidas foram tomadas em dois períodos: imediato e sete dias após a polimerização. Foi usado um microdurômetro (HMV-2000, Shimadzu), sob cargas de 50gf durante 15s, cujos valores de microdureza foram obtidos em HV (Dureza Vickers). Quatro medidas de microdureza foram realizadas para cada peça de teste de seis tratamentos, as variáveis: período, de cimento e de barreira, com o cálculo das médias, desvio padrão e coeficiente de variação, um total de vinte e quatro parâmetros, doze em cada período. Os coeficientes de variação foram inferiores a 15%, atestando a fiabilidade dos dados. As médias foram submetidas à ANOVA de um critério, acompanhadas do teste de Tukey HSD, com nível de significância 0,05 para a verificação das diferenças entre médias e Análise Fatorial Total para a determinação dos efeitos principais e secundários das interações dessas variáveis. Os valores médios das microdurezas sete dias após a polimerização foram superiores aos valores médios das microdurezas imediatamente após a polimerização. O cimento RelyX ARC teve os maiores valores de microdureza nos dois períodos de avaliação, com maior valor absoluto sem a interposição de barreira. O cimento Variolink Veneer teve o menor valor da microdureza com a interposição das barreiras, com medição imediatamente após a polimerização. Os instantes de medição e o tipo de cimento interferiram nos valores das microdurezas, já a interposição de barreiras durante a fotopolimerização de cimentos resinosos não interferiram significativamente nos valores das microdurezas.

Palavras-chave: Cimento resinoso; Cerâmica dentária; Microdureza.

Abstract

In this study, the microhardness of three resin cements, Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent), Variolink II (Ivoclar Vivadent), and RelyX ARC (3M ESPE) was evaluated. The resins were photopolymerized using interposing barriers of different thicknesses; they are used in indirect esthetic restorations. Twenty-four test pieces were made using each cement; these pieces were divided into four groups according to the thickness (0; 1,2; 1,0 e 0,7 mm) of the barrier used during photopolymerization, and each piece within the groups underwent one of six different treatments. Photopolymerization was performed using an LED light Bluephase, and the microhardness was measured at two time points, immediately, and 7 days after polymerization. Using a digital microdurometer (HMV-2000, Shimadzu), a force of 50 gf was applied for 15 s, and microhardness values were obtained in terms of the Vickers pyramid number (HV). Four microhardness measurements were performed on each test piece after one of the six treatments. In this way, the following independent variables were used: period, cement, and barrier. Averages, standard deviations, and coefficients of variation were calculated, and a total of twenty-four parameters were measured, twelve in each period. The coefficients of variation were below 15%, indicated that the data were reliable. To analyze the difference among the means, the averages were submitted to one-level analysis of variance and the Tukey HSD test. Total Factorial Analysis was used to determine the principal and secondary effects of the interactions among the variables. The average microhardness values 7 days after polymerization were higher than those immediately after polymerization. RelyX ARC showed higher microhardness values at both evaluation times, as well as a greater absolute value without an interposing barrier. The cement Variolink Veneer had the lowest microhardness value immediately after polymerization and interposition of the barrier resin composite. Therefore, the measurement times and types of cement affect the microhardness values. However, the use of various barriers during curing of the resin cements had no significant influence on the microhardness values.

Key words: Resin cement; Dental ceramic; Microhardness.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, Campo Grande- MS, Brasil.

² Universidade Anhanguera Uniderp, Campo Grande- MS, Brasil.

Introdução

Os cimentos resinosos são classificados em relação a sua ativação, podendo ser autopolimerizável (químico), fotopolimerizável (físico) e dual (ativação física e química). Desses, os cimentos de dupla polimerização parecem ser atualmente os mais populares devido a sua capacidade de polimerizar tanto na presença como na ausência de luz, aliando assim vantagens inerentes tanto aos cimentos de polimerização química como aos fotopolimerizáveis. A extensão de reação de polimerização conhecida como grau ou efetividade de polimerização é crucial por ditar muitas das propriedades físicas e mecânicas dos materiais resinosos [1].

Nas restaurações dentárias indiretas, utilizando o cimento resinoso dual, uma parte da luz emitida pela fotopolimerização é absorvida pelo material restaurador, não atingindo integralmente o material utilizado nas cimentações de peças protéticas. Nessas situações, áreas de cimentos que receberam a intensidade da luz insuficiente para ativar as substâncias foto-sensíveis dependem de ativações químicas para garantir a polimerização, visto que uma polimerização eficiente de cimentos resinosos é essencial para a força, a retenção e a longevidade das restaurações [2].

Portanto, para que estes materiais atinjam os objetivos para os quais foram desenvolvidos, é fundamental que tanto a fotoativação, quanto a polimerização química, sejam efetivas. Por outro lado, estudos indicam que a ativação química por si só é insuficiente para a cura dual de cimentos resinosos alcançar a conversão máxima em dureza e os cimentos desempenharem as propriedades mecânicas e biológicas desejáveis [3].

A extensão da reação de polimerização, também conhecida como grau ou efetividade de polimerização, é muito relevante para contribuir com importantes propriedades físicas e mecânicas dos materiais cerâmicos resinosos, como também, a composição, a espessura e a opacidade. A sombra da cerâmica pode atenuar a luz a partir da unidade de cura usada para polimerizar o cimento resinoso sob a restauração cerâmica [2].

A polimerização fotoativada só foi possível com o advento de novos e potentes aparelhos fotoativadores que permitem a emissão de feixes de luzes com comprimentos de ondas ideais para favorecer a fotopolimerização, incluindo a distribuição do espectro, intensidade, tempo de exposição e distância do feixe de luz ao material resinoso [1].

O grau de polimerização dos materiais resinosos tem sido estudado por meio de diferentes técnicas. Como o grau de polimerização está intimamente relacionado à dureza do material aplicado, sendo utilizados na avaliação testes de microdureza realizados em profundidades específicas, muitos pesquisadores utilizam o teste de dureza Vickers, para avaliar o grau de polimerização de materiais resinosos [4].

Frente à introdução de novas tecnologias tais como aparelhos fotopolimerizadores (LEDs), cimentos resinosos e restaurações em cerâmicas, torna-se necessário verificar suas interações, o seu desempenho físico, mecânico (microdureza superficial) e químico e, com isso, proporcionar subsídios para aplicação clínica [5].

Para dar respostas a alguns questionamentos, e levando-se em conta a simulação e a alta importância de uma efetiva polimerização, pensando na longevidade do tratamento restaurador, associada à vasta quantidade de materiais restauradores existentes, este trabalho de pesquisa teve como objetivo principal: avaliar a microdureza superficial de cimentos resinosos, polimerizados por LED, sob diferentes espessuras de cerâmicas; tendo como objetivos específicos avaliar a microdureza superficial de dois cimentos resinosos duais e um apenas fotopolimerizável, simulando a polimerização de peças protéticas com a unidade LED.

Sendo assim, pode-se fazer a seguinte hipótese de pesquisa: a interposição de barreiras de diferentes espessuras entre a fonte de luz LED e os corpos de provas polimerizados com cimentos duais de diferentes marcas, causa alterações tanto nos tempos de polimerização, quanto nas grandezas dos valores das microdurezas.

Revisão de Literatura

Desde os primórdios da “era adesiva” em 1955, é notado um constante aprimoramento das resinas compostas e dos materiais de adesão às estruturas dentais. Desse modo, juntamente com o desenvolvimento das resinas compostas, os materiais de fixação também evoluíram e, com o advento dos cimentos à base de resina, problemas como resistência de união, resistência ao desgaste e outros, puderam ser contornados proporcionando adequada resistência mecânica [6,7]. A composição dos cimentos resinosos duais, que associa a fotoativação e a polimerização química, proporciona propriedades físicas e mecânicas como a força de união, resistência ao desgaste e resistência à compressão, superiores aos demais materiais de polimerização [7].

A evolução dos materiais resinosos e dos sistemas adesivos odontológicos proporcionou uma grande evolução da dentística restauradora, principalmente nos aspectos ligados à estética. Os cimentos resinosos disponíveis no mercado não estão livres de alguma deficiência clínica. Mesmo estando dentro das características requisitadas para uso clínico, como biocompatibilidade, facilidade na manipulação, selamento satisfatório, propriedades retentivas e estabilidade clínica, as falhas são inevitáveis [8].

No entanto, isso pode ser minimizado durante o procedimento de seleção e manipulação dos cimentos, seguindo critérios como: cuidados ao dispensar os componentes do cimento, promover uma mistura rápida e uniforme do cimento, evitar a contaminação do cimento, não movimentar a prótese durante o ato de fixação e cuidado com a remoção de excessos [9].

Os cimentos resinosos possuem como vantagens a alta resistência, dureza, baixa solubilidade em fluido oral e excelente união micromecânica ao esmalte e dentina. Como desvantagens estão: a alta sensibilidade térmica, o curto tempo de manipulação depois de aplicado numa restauração e dificuldades nas remoções dos excessos do entorno da restauração [10]. Junto ao desenvolvimento das restaurações estéticas indiretas, surgiram os cimentos resinosos de ativação química, fotoquímica e fotoativada [11].

A falta de um agente cimentante eficiente e as características das porcelanas que apresentavam baixa resistência, no início do século XX, tornaram o ouro e o amálgama materiais restauradores padrões para uso em restaurações dos dentes posteriores [12].

Já se estudou [1] o grau de dureza de um cimento resinoso dual cure Rely-X ARC em função da fonte de luz ativadora do material restaurador intermediário e do tempo decorrido após a fotoativação. Para isso, na composição da amostra foi utilizada uma matriz metálica com orifício circular central de 4 mm de diâmetro e 1 mm de profundidade, onde foi inserido o cimento e, depois, interposto entre ele e a fonte de luz, uma tira de poliéster e uma pastilha de cerômero (M1) ou cerâmica feldspática (M2) de 8 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura. A fotoativação foi realizada por uma lâmpada halógena (U1) – Ultralux ou LED (U2) – FreeLight. A análise da microdureza Vickers foi feita com 4 medições por amostra, em 4 tempos após a ativação: T1-5 min; T2-10 min; T3-15 min; T4-1 hora. A quantidade de amostras foi definida em 40, dividida em quatro grupos: G1-U1xM1; G2-U1xM2; G3- U2xM1; G4-U2xM2. Os resultados foram submetidos à análise de variância de três fatores (fonte de luz, material e tempo), podendo ser observado que somente foi significativo o efeito de tempo ($p < 0,001$). Conclui-se que não houve diferença estatisticamente significativa quando o cimento foi ativado por luz halógena ou LED ou quando foi interposto o material restaurador porcelana ou cerômero. Somente o fator tempo foi significativo para o aumento da dureza e a interposição do material restaurador reduziu significativamente a intensidade de luz disponível para a ativação do cimento.

Em outra pesquisa [13] utilizou-se três unidades fotoativadoras na polimerização de uma marca comercial de cimento resinoso de dupla ativação, com a interposição de uma lâmina de cerômero e de porcelana, para avaliar a microdureza superficial do cimento resinoso. Foram confeccionados quatro corpos de prova para cada grupo, com os três aparelhos fotoativadores, para cada grupo do material intermediário. Os corpos de prova foram removidos da matriz metálica,

acondicionados em recipientes à prova de luz e mantidos à temperatura de 37°C durante 24 horas. Para a determinação da microdureza foi utilizado o aparelho Microdurômetro Digital MHT-110 Microhardness Tester, (Anton Paar-Paar Physica, Graz, Austria), do Instituto de Química de Araraquara (UNESP), com carga de 50N durante 30s, acoplado a um microscópio óptico. As superfícies da base e do topo dos corpos de prova foram divididas em quadrantes e 5 edentações foram distribuídas. Os dados foram obtidos e os resultados submetidos à análise estatística. Utilizou-se análise de variância acompanhada do teste Tukey HSD. A partir das análises dos dados pode-se concluir que o aparelho KM 200R proporcionou os melhores resultados em todas as situações analisadas. A interposição de uma pastilha tanto de cerômero, quanto de porcelana, reduziu os valores de dureza obtidos para todos os corpos de prova.

As principais funções de um agente cimentante são preencher a interface da superfície interna da prótese e a do dente preparado, conferindo retenção, resistência à restauração e ao remanescente dentário e vedamento marginal, favorecendo a longevidade dos trabalhos protéticos [14].

Os cimentos resinosos representam atualmente o material de eleição para polimerização de restaurações indiretas, em resina composta ou cerâmica, devido às suas propriedades de resistência de união, resistência ao desgaste, bom acabamento e ajuste das bordas, adesão à estrutura protética e baixa solubilidade quando obtém adequada polimerização e, por conseguinte, alto grau de polimerização [8].

A dureza é um importante aspecto dentre as características dos materiais, sendo indicativa de algumas outras propriedades mecânicas [4]. Avaliou-se a dureza Vickers de 29 compósitos, nos quais a fotoativação sempre foi de 80s, em dois períodos, em 15 minutos e após 168 horas. O tratamento estatístico dos dados permitiu constatar que a dureza final foi maior que a inicial em 20 dos compósitos analisados [4].

Outro estudo [15] avaliou por testes de microdureza o grau de polimerização de quatro cimentos resinosos duais: Bistite II, Enforce, RelyX ARC e Variolink II, fotopolimerizados através da interposição de barreiras confeccionadas com materiais utilizados em restaurações estéticas indiretas. A fotopolimerização foi realizada com luz halógena Optilux 401 (Demetron) com 650 mW/cm² de potência e os ensaios foram realizados em três períodos: imediata, 24h e 7dias, em um Microhardness Tester FM 700, sob cargas de 50gf durante 15s, cujos valores de microdureza foram obtidos em Dureza Vickers (HV), foram submetidas à ANOVA de um critério e teste de Tukey HSD. O cimento Bistite teve a maior dureza no grupo controle e a menor com a interposição de resina composta. O RelyX ARC teve os valores de microdureza mais estáveis nas condições analisadas em todos os períodos de avaliação. O Enforce e o Variolink foram intermediários e semelhantes entre si. As interposições de materiais durante a fotopolimerização de cimentos resinosos duais interferem na microdureza dos mesmos. Com isso, concluiu-se que a distância de fotopolimerização e a cor do compósito foram importantes fatores a serem considerados para se obter uma adequada polimerização.

Em outro estudo [16] avaliou-se o efeito de materiais restauradores indiretos e unidades de cura à luz, sobre a microdureza do cimento resinoso dual Relyx ARC, fotoativado com luz halógena (Optilight Plus), e um LED para 65s ou 40s, por meio de barreiras de 2mm de espessura e as amostras foram divididas em seis grupos (n = 6) de acordo com a combinação de revestimento materiais. No grupo controle, as amostras foram polimerizados sem interposição de qualquer material restaurador. Teste de microdureza Vickers foi realizado nas superfícies superior e inferior de cada amostra (carga de 50g para 15s). O LED obteve maior dureza na superfície inferior quando foi utilizado um material cerâmico (p < 0,05). A dureza média nas amostras fotoativadas, em que não houve nenhuma interposição de materiais indiretos, foi significativamente maior (p < 0.01). Concluíram que a interposição de material restaurador diminui a dureza do micro na camada mais profunda de cimento. Essa diminuição, no entanto, foi menor quando a cerâmica foi intermediária e o cimento curado à luz de LED.

Avaliou-se [17] a microdureza de três marcas diferentes de cimentos resinosos (Appeal/Ivoclar; Calibra/Dentsply; Nexus 2/Kerr), através de barreiras de cerâmica com quatro espessuras 1mm, 2mm, 3mm, 4mm (IPS Empress Esthetic/Ivoclar). Como grupo controle, foram fotopolimerizados sem a presença de cerâmica. Concluíram que a espessura da cerâmica tem um efeito significativo na fotopolimerização do cimento resinoso, e que cerâmicas com espessura de 3mm ou acima, afetaram negativamente a polimerização de cimentos resinosos, portanto, uma espessura de 3mm foi considerado o limite crítico.

A dureza do cimento resinoso curado sob diferentes espessuras de cerâmica (1, 2 e 3mm) em momentos diferentes foi avaliada [18]. Concluiu-se que a espessura da cerâmica e tempo de luz teve notável influência sobre a polimerização do cimento resinoso dual, e que quando o cimento resinoso é curado debaixo de uma cerâmica, é necessário prolongar o tempo de cura para garantir a completa polimerização.

Material e Métodos

A parte experimental desse trabalho foi desenvolvida nos laboratórios dos cursos de Odontologia e de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Campo Grande, MS.

Durante a realização do trabalho foram utilizadas três marcas de cimentos resinosos, o Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent), Variolink II (Ivoclar Vivadent) e RelyX ARC (3M ESPE). Foram confeccionados setenta e dois corpos de prova (vinte e quatro com cada marca de cimento). Cada corpo de prova foi confeccionado utilizando-se uma matriz metálica de aço inoxidável com 1mm de espessura, um orifício central medindo 6mm de diâmetro. O aparelho fotoativador utilizado foi o Bluephase Ivoclar-Vivadent, com fonte de luz LED e exposição de 20s.

Foram utilizadas três barreiras de Cerâmica e.max® CAD, dimensões 6mmx6mm, de espessuras 1,2; 1,0 e 0,7mm, interpostas aos corpos de prova no momento da fotopolimerização, simulando as condições de polimerização de peças protéticas.

As barreiras interpostas entre o cimento resinoso e a fonte de luz no momento da fotopolimerização dos corpos de prova, foram confeccionadas no laboratório de pesquisa da Faculdade de Odontologia da UFMS. Cortes de diferentes espessuras foram feitos em blocos cerâmico IPS e.max® CAD LT A1/ C14 (Ivoclar Vivadente), com auxílio à máquina de corte Isomet® 1000 Baixa velocidade (Saw, Buehler®, IL, EUA), através de um disco de corte diamantado. Medições dos discos foram avaliadas com um paquímetro digital (Starret, MA, EUA). Depois de realizados os cortes nas cerâmicas, as mesmas foram sinterizadas na máquina CAD CAM no IOPG, cujo processamento simulou o da confecção de uma restauração indireta.

Para a determinação da microdureza de corpos de provas foi utilizado o aparelho microdurômetro digital HMV-2000 (Shimadzu-Japan). Após a inserção do cimento resinoso na matriz do corpo de prova foi colocada uma tira de poliéster, uma lâminula de microscópio e realizada uma ligeira pressão para a homogeneização e planificação da superfície. Os excessos foram devidamente removidos com auxílio da lâmina de bisturi. Os corpos de provas foram removidos das matrizes e identificados, dando origem a vinte e quatro corpos de provas para cada marca de cimento, divididos em quatro grupos. No primeiro grupo, designado como controle, nenhuma barreira foi utilizada para a fotopolimerização. Do segundo ao quarto grupo, o cimento foi fotopolimerizado através da interposição das respectivas barreiras: Cerâmica e.max® /CAD (1,2mm); Cerâmica e.max® /CAD (1,0mm) e; Cerâmica e.max® /CAD (0,7mm).

As superfícies de topo de cada corpo de prova foram divididas em quatro quadrantes com auxílio de um bisturi com lâmina número 15, onde foram realizadas as quatro edentações, uma em cada quadrante. Dois períodos de tempos diferentes foram utilizados para a realização de testes de microdureza superficial em cada corpo de prova. O primeiro período (imediate à polimerização) e o segundo, sete dias após essa polimerização. Logo após as tomadas das medidas imediatamente à

polimerização, os corpos de prova foram acondicionados em recipientes à prova de luz e mantidos a uma temperatura ambiente. Os valores médios das quatro leituras de microdurezas superficiais para cada corpo, nos dois períodos, foram analisados estatisticamente.

Com a finalidade de analisar as influências das barreiras e dos períodos na resistência do cimento resinoso foi delineado um experimento de análise variância em esquema fatorial (3x4x2), totalizando 24 condições experimentais com 6 repetições. Cada unidade experimental foi formada por um bloco de cimento resinoso, denominado de corpo de prova, em que foram consideradas três variáveis independentes: período, cimento resinoso e barreira, e uma variável dependente: valor da microdureza. O primeiro fator era relativo ao período transcorrido após a fotopolimerização, apresentando dois níveis: imediato e após sete dias após a polimerização. O segundo período, relativo às marcas dos cimentos em três níveis de categorias: Variolink Veneer (Ivoclar Vivadent); Variolink II (Ivoclar Vivadent); e RelyX ARC (3M ESPE). Finalmente, o terceiro fator era relativo às barreiras que apresentaram quatro níveis: sem barreira; espessura 1,2mm; 1,0mm e 0,7mm. Obteve-se 144 dados que foram submetidos à análise estatística através dos programas computacionais SPSS 20.0 e Microsoft Excel.

Inicialmente, a estatística descritiva consistiu no cálculo de médias aritméticas, desvios-padrão e coeficientes de variação dos valores das microdurezas correspondentes às quatro leituras feitas em cada corpo de prova. Os cálculos dos coeficientes de variação serviram para aferir a qualidade das medidas realizadas pelo pesquisador. Já a estatística inferencial consistiu nos testes: ANOVA de um critério, acompanhadas do teste de Tukey HSD, com nível de significância 0,05 para a verificação das diferenças entre médias e Análise Fatorial Total para a determinação dos efeitos principais e secundários das interações dessas variáveis. O nível de significância para cada análise foi de 5%.

Resultados

Na tabela 1 estão calculadas as médias aritméticas, os desvios-padrão e os coeficientes de variação dos valores das microdurezas para cada cimento, cada barreira e seis repetições.

Tabela 1- Valores das médias aritméticas, dos desvios padrão e coeficientes de variação da variável microdureza (variável dependente) relativas às variáveis período, cimento e barreira (variáveis independentes).

Período	Cimento	Espessura da barreira (mm)	Repetição	Microdureza Média (HV)	DP	CV(%)
Imediato à polimerização	Variolink Veneer	Sem barreira	6	15,740	0,670	4,26
		1,2	6	13,113	0,931	7,10
		1,0	6	13,387	0,728	5,44
		0,7	6	14,153	1,170	8,27
	Variolink II	Sem barreira	6	27,183	2,624	9,65
		1,2	6	24,427	1,919	7,86
		1,0	6	25,398	2,921	11,50
		0,7	6	26,507	3,547	13,38
	RelyX ARC	Sem barreira	6	34,382	2,537	7,38
		1,2	6	32,623	3,093	9,48
		1,0	6	32,813	3,005	9,16
		0,7	6	33,623	4,232	12,59
Sete dias após a polimerização	Variolink Veneer	Sem barreira	6	19,557	0,946	4,84
		1,2	6	17,665	1,262	7,14
		1,0	6	18,495	1,261	6,82
		0,7	6	18,665	0,795	4,26
	Variolink II	Sem barreira	6	47,707	2,082	4,36
		1,2	6	42,028	1,186	2,82
		1,0	6	46,307	1,132	2,44
		0,7	6	46,293	1,917	4,14
	RelyX ARC	Sem barreira	6	49,125	2,307	4,70
		1,2	6	46,720	4,788	10,25
		1,0	6	48,602	2,772	5,70
		0,7	6	49,032	4,677	9,54

Observa-se da tabela 1 que os coeficientes de variação são pequenos, abaixo de 15%, donde se deduz que as medidas resultantes do experimento foram bastante homogêneas, demonstrando uma boa confiabilidade nos dados da pesquisa.

Aplicou-se aos dados das médias das microdurezas o teste ANOVA com um critério, acompanhado do teste de Tukey, para verificação de possíveis diferenças entre essas médias devido às variáveis cimento e barreira. Para as leituras feitas das medidas das microdurezas dos cimentos Variolink Veneer, Variolink II e RelyX ARC, nos dois períodos considerados, constatou-se que, quando não havia a interposição de barreira entre a luz e o cimento, os valores das médias das microdurezas foram maiores que as demais medidas dos valores das microdurezas, sendo algumas diferenças significativas e outras não significativas.

Com a finalidade de verificar se houve ou não influência significativa do valor da variável dependente microdureza devido aos efeitos das interações primários e secundários das variáveis independentes: período, cimento, barreira, e os efeitos das interações duas a duas e três a três, realizou-se o teste da Análise Fatorial Total.

Concluiu-se que as variáveis independentes período e cimento, as duas com significâncias $p = 0$, tiveram efeitos significativos sobre a variável dependente microdureza. O valor médio da microdureza, sete dias após a polimerização, é maior do que a imediatamente à polimerização. Já, a variável barreira, com valor de $p = 0,395$, não produziu nenhum efeito significativo sobre a variável dependente, não influenciando na medida da microdureza.

Existem efeitos da interação período*cimento sobre a variável dependente microdureza ($p = 0$). Os efeitos das interações período*barreira e barreira*cimento, não tiveram efeitos significativos sobre a variável dependente, pois $p = 0,571$ e $0,054$, respectivamente. Finalmente, a interação período*cimento*barreira não apresentou efeito significativo sobre a variável dependente, pois apresentou valor de $p = 0,499$.

Discussão

É fundamental que os cimentos resinosos utilizados para a fixação de restaurações indiretas alcancem o maior grau de polimerização possível, pois isso determinará seu sucesso e longevidade clínica. A polimerização inadequada pode levar à microinfiltração marginal em virtude de falhas adesivas e redução nas propriedades físicas e mecânicas. Uma maneira efetiva e amplamente utilizada para estimar e avaliar o grau de polimerização é a mensuração da dureza superficial através de testes de microdureza [18,20].

Tanto o tipo de fotopolimerizador quanto o material restaurador indireto interferem na microdureza do cimento resinoso dual utilizado [1], neste trabalho foi possível verificar, mesmo que não muito significativo, o uso de barreiras de cerâmicas interferiu ativamente nos resultados de microdureza.

Sem as interposições de barreiras a fotopolimerização age com mais intensidade, concordando com outro estudo [16], onde o grupo controle (sem barreira) obteve valores significativamente mais elevados de dureza em todos os grupos de cimentos. Havendo uma correlação significativa entre a quantidade de luz transmitida e a dureza.

As medições realizadas logo após a fotopolimerização apresentaram menor dureza do que quando comparadas aos valores do tempo de teste após sete dias em todos os cimentos testados no presente estudo. Resultados similares foram observados em estudo anterior que avaliou diferentes cimentos [2]. Restaurações são instáveis imediatamente após a colocação e podem ser deslocadas durante o processo de mastigação. Recomenda-se assim um protocolo clínico que deve ser criado após cimentação de peças protéticas, incluindo conselhos para os pacientes evitar alimentos rígidos, procurando uma dieta mais pastosa, a fim de permitir um tempo adicional e uma polimerização mais adequada.

Com o resultado pode-se concluir que o material que apresentou maior dureza, pode estar associado ao fato de estar disponível em duas bisnagas que vem acopladas em uma única saída do material, onde é feita a mistura automática da pasta base e do catalisador, de forma uniforme, facilitando sua manipulação, tempo e proporções adequadas de cada pasta no momento da cimentação. Evitou-se, com isso, proporções inadequadas no momento da sua utilização, estando de acordo com outro trabalho [3], no qual o estudo comparativo entre os cimentos resinosos, revelou diferenças estatísticas entre os três materiais, sendo que o cimento RelyX também obteve os maiores valores de microdureza superficial, assim como o estudo de Umetsubo [14] e também neste trabalho.

Neste estudo, o comparativo entre os cimentos resinosos revelou diferenças estatísticas entre os materiais, sendo que o cimento Relyx obteve os maiores valores de microdureza superficial [14,3,9]. Para garantir uma maior polimerização ao cimento resinoso sob uma cerâmica, pode ainda ser necessário prolongar o tempo luz conforme maior sua espessura. Segundo outro estudo [21], para os aparelhos fotoativadores, um aumento no tempo de exposição sobre o cimento resinoso poderia promover um aumento da dureza deste material, podendo suprir a deficiência destes aparelhos quanto à energia emitida.

O aumento da espessura de discos cerâmicos teve um efeito negativo sobre a dureza do cimento resinoso dual e fotopolimerizável [1,2,22,24]. Espessuras de cerâmicas utilizadas como barreira de 3 mm ou mais afetam significativamente a microdureza do cimento resinoso, sendo considerado como limite crítico uma espessura de 3mm [16].

Em relação ao grupo dos cimentos polimerizados sem barreiras, denominado no presente trabalho como grupo controle, mostrou resultados superiores estatisticamente significantes, em relação a todos os outros, tanto no teste imediato, como após 7 dias, assim como demonstrado em outros trabalhos [19,2,16].

Os resultados do presente estudo, como também no estudo de Jung et al.[24], mostraram que o aumento da espessura de discos cerâmicos teve um efeito negativo sobre a profundidade de cura e dureza do cimento resinoso dual e fotopolimerizável. No primeiro período a média do valor da microdureza geral, levando-se em conta os três cimentos e as três barreiras.

Os instantes de medição e o tipo de cimento no presente estudo interferiram nos valores das microdurezas, já a interposição de barreiras dos diversos materiais disponíveis durante a fotopolimerização de cimentos resinosos duais não interferiram significativamente nos valores das microdurezas dos mesmos, podendo estas estarem em valores bastante próximos. Para garantir uma maior polimerização ao cimento resinoso sob uma cerâmica, pode ainda ser necessário prolongar o tempo luz conforme maior sua espessura [21].

Conclusão

O cimento resinoso *dual* mostrou valores mais elevados de dureza em comparação com os cimentos resinosos fotopolimerizáveis. Os maiores valores de microdureza ocorreram para os grupos polimerizados sem barreira. Houve maior dureza após 7 dias em todos os cimentos testados.

Referências

1. Kreidler MAM, Oliveira LCA, Mesquita LBM, Pala JR, Oliveira Junior OB. Influência da fonte de luz ativadora e material restaurador na microdureza de um cimento resinoso. Rev ABO Nac 2008;16(3).
2. Valentino TA, Borges GA, Borges LH, Vishal J, Martins LR, Correr-Sobrinho L. Dual resin cement knoop hardness after different activation modes through dental ceramics. Braz Dent J 2010;21(2):104-10. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402010000200003>
3. Bernardo RT, Obici AC, Sonhoret MAC. Efeito da ativação química ou dual a microdureza knoop de cimentos resinosos. Cienc Odontol Bras 2008;11(4):80-85. <http://dx.doi.org/10.14295/bds.2008.v11i4.674>
4. Pires HC, Carvalho OB, Freitas CA, Freitas MFA, Lauris JRP. Avaliação da dureza vickers de 29 Resinas Compostas. Rev Odont de Araçatuba 2007;28(3):16-23.

5. Tango RN, Sinhoreti AB, Correr-Sobrinho L, Henriques GE. Efeito do modo de ativação Método e cimento cura a luz na dureza de knoop de cimento de resina. *J Prosthodontic* 2007;16:480-4.
6. Ribeiro BCI. Estudo da dureza e do grau de conversão de resinas compostas. Efeito de fonte de luz e material. Faculdade de Odontologia de Araraquara Departamento de Odontologia Restauradora Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Universidade Estadual Paulista-UNESP. Araraquara, SP. 2010. 223p.
7. Carvalho RM, Prakki A. Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. *Rev Fac Odontol de São José dos Campos* 2001;4(1): 21-26. <http://dx.doi.org/10.14295/bds.2001.v4i1.102>
8. Barbosa JKG, Duarte RM, Pinto RM, Medeiros CE, Silva FDS. Tipos de ativação dos cimentos resinosos. In: 10º Encontro de iniciação à docência. Anais. João Pessoa: UFP; 2007.
9. Guedes LLS, Mattos ECG, Prates LHM, Chain MC. Avaliação das propriedades mecânicas de cimentos resinosos convencionais e autocondicionantes. *Revista de Odontologia da UNESP*. 2008;37(1): 85-89.
10. Maia LG, Vieira LCC. Cimentos resinosos: uma revisão de literatura. *JBD* 2003;2(7):258-62.
11. Camilotti V, Ioris MD, Busato PMR, Ueda JK, Mendonça MJ. Avaliação da influência da solução de irrigação na resistência adesiva de um cimento resinoso. *Revista de Odontologia da UNESP* 2013;42(2): 83-88.
12. Weidgenant AC. Cimentos Resinosos [Monografia de Especialização] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Centro de Ciências da Saúde, 2004.
13. Ribeiro CMB, Lopes MWF, Faria ABL, Cabral BLAL, Guerra CMF. Polimerização em prótese: procedimentos convencionais e adesivos. *Int J Dent* 2007;6(2):58-62.
14. Umetsubo LS. Avaliação da microdureza de quatro cimentos resinosos duais fotopolimerizados através da interposição de diferentes materiais: estudo *in vitro*. [Tese de Doutorado]. São José dos Campos: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, 2007. 164p.
15. Nogueira Filho GR, Stefan ICM, Casati MZ, Nakai CM, Plaza CAS, Nociti Jr FH, Sallum EA, Toledo S. Necessidade de tratamento periodontal avaliada pelo CPITN e sua relação com a qualidade de acabamento cervical das restaurações. *Revista Pesqui Odontol Bras*. 2001;15(1):51-55. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-74912001000100010>
16. Kilinc E, Antonson SA, Kesercioglu PC. The effect of ceramic restoration shade and thickness on the polymerization of light- and dual-cure resin cements. *Operative Dentistry* 2011;36(6):661-9. <http://dx.doi.org/10.2341/10-206-L>
17. Zhang X, Wang F. Hardness of cement resin cured under different thickness of lithium disilicate-based ceramic. *Chin Med J* 2011;124(22):3762-7.
18. Lazzari CR. Efeito da distância entre o fotopolimerizador e o compósito na dureza superficial do compósito dental, com diferentes espessuras. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, 2003. 18p.
19. Hilgert LA, Graf FVA, Garbin CA, Silva SBA. Influência da fonte de luz e material restaurador sobre a dureza de um cimento resinoso dual cure. *Rev Fac Odontol*. 2004;45(2):31-4.
20. Guedes LLS, Mattos ECG, Zani IM, Prates LHM, Chain MC. Avaliação das propriedades mecânicas de cimentos resinosos convencionais e autocondicionantes. *Rev Odontol da UNESP*. 2008b; 37(1): 85-9.
21. Alencar Júnior, EA. Microdureza superficial do cimento resinoso de ativado por três diferentes fontes de luz através da interposição de cerômero e porcelana. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2005, 83p.
22. Öztürk ELIF, Hickel R, Bolay S, Ilie N. Propriedades micromecânica de polimerização verniz resinas após a cura através da cerâmica. Springer-Verlag. 2012.
23. Faria AL. Efeito do modo de ativação de cimentos resinosos duais, sob a cinética de conversão, propriedades mecânicas e resistência de união e geração de tensões: UNICAMP. 2008.
24. Jung H, Friedl KH, Hiller KA, Furch H, Bernhart S. Eficiência de Schmalz g. polimerização de photocuring diferentes unidades através de discos cerâmicos. *Oper Dent*. 2006; 31:68-77.
25. Sinhoreti MA, Manetta IP, Tango RN, Iriyama NT, Consani RL, Correr-Sobrinho L. Efeito dos métodos de cura por luz sobre resina de cimento dureza knoop em profundidades diferentes. *Braz Dent* 2007;18:305-8.