

A Influência de diferentes cromas na microdureza superficial e profunda de um cimento resinoso

The influence of different chromas on the surface and deep microhardness of a resin cement

Mariane Inês FONSECA^I
Ênio Lacerda VILAÇA^{II}
Nelson Renato França Alves da SILVA^{III}
José Guilherme Férrer POMPEU^{III}
Ubirajara Domingos de CASTRO^{IV}
Rodrigo Richard da SILVEIRA^{II}

Correspondência para/Correspondence to:
Rodrigo Richard da SILVEIRA
E-mail: rodrigorsilveira@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: comparar, in vitro, a MicrodurezaVickers (MV), superficial e profunda, de três cromas distintos de um cimento resinoso. Material e Método: Foram confeccionados 30 corpos-de-prova distribuídos em 6 grupos (n=10/grupo) de acordo com a superfície e cor avaliada: A1 (topo (T) e base (B)); A3 (T e B); A4 (T e B) de um cimento resinoso em sua versão fotoativada (Variolink II® - IvoclarVivadent). Fotoativação dos espécimes foi realizada por 40s com aparelho Ultraled® (Dabi Atlante - Brasil). As amostras foram armazenadas em recipiente à prova de luz, ambiente seco, a 37°C por 24h. Em cada superfície (T; B) dos espécimes foram realizadas quatro aferições de MV (50gf por 45s - Shimadzu HVM-2T®). Cálculo de microdureza de cada espécime foi obtido considerando a média das 4 edentações de cada face. Os dados foram submetidos aos testes paramétricos "t" de student, "F" (ANOVA), Kruskal-wallis e comparação múltipla Newman-Keuls (significância de 5%). Resultados: valores médios e desvio padrão obtidos: A4T: 33.0350 (± 2.0087); A4B: 24.1627 (± 2.0260); A3T: 29.5225 (±1.5422); A3B: 23.8175 (±1.4944); A1T: 25.7725 (±2.2689) e A1B: 22.4625 (± 2.3691). Houve diferenças estatisticamente significativas entre valores de MV quando comparados topo e base, de cada cora ($p < 0.05$); e quando comparados os topos dos três grupos entre si ($p < 0.05$). Quando comparadas as bases dos três grupos, entre si, não houve diferença estatisticamente significativa ($p = 0.2339$). Conclusão: A distância da fonte de luz em relação à superfície do cimento resinoso, composição, volume, tipo e tamanho dos pigmentos influenciaram a MV do agente cimentante.

Palavras-chave: Cimentos de Resina. Testes de Dureza. Polimerização.

ABSTRACT

Objective: to perform in vitro comparison of surface and deep Vickers Microhardness (VM) of three different chromas of the same resin cement. Material and Method: 30 test bodies were divided into 6 groups (n=10/group) according to the surface and the chroma assessed: A1 (top and base); A3 (top and base); A4 (top and base) of a resin cement only in photo activated version (Variolink II® - IvoclarVivadent). Light curing of the samples was performed for 40s using the Ultraled® (DabiAtlante - Brazil) tool with a wavelength of 450 to 490nm. The samples were stored in a lightproof container, in dry conditions, at 37°C for 24h. Four VM measurements were taken on each surface (top or base) of the tested specimens (50gf for 45s - Shimadzu HVM-2T®). The microhardness calculation of each sample was obtained from the mean of four indentations in each surface (top and base). Data was subjected to the student's t, "F" (ANOVA) and Kruskal-wallis parametric tests and the Newman-Keuls multiple comparison test (significance of 5%). Results: the mean and standard deviation values obtained were: A4T: 33.0350 (± 2.0087); A4B: 24.1627 (± 2.0260); A3T: 29.5225 (±1.5422); A3B: 23.8175 (±1.4944); A1T: 25.7725 (±2.2689) and A1B: 22.4625 (± 2.3691). There were statistically significant differences between the VM values of the top and base surfaces for each of the chromas ($p < 0.05$); and between each of the top surface values of the three groups ($p < 0.05$). There was no difference between the base surface values of each of the three chroma groups ($p = 0.2339$). Conclusion: The distance from the light source to the surface of the resin cement, the composition, volume, type and size of the pigments influenced the VM of the cementing agent.

Keywords: Resin Cements. Hardness tests. Polymerization.

^IEstudante de graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. ^{II}Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. ^{III}Professor Associado do Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Federal do Piauí. ^{IV}Professor Assistente da Faculdade de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

INTRODUÇÃO

Os cimentos à base de metacrilato (HEMA-Hidroxietyl metacrilato) surgiram na década de 50 do século passado e constituíam-se, basicamente, de monômeros de cadeias curtas, sendo utilizados principalmente para cimentação de pinos intrarradiculares e cimentação de restaurações indiretas.¹ Os mesmos passaram por uma série de modificações e aperfeiçoamentos até se tornarem os cimentos resinosos atuais. Estes cimentos apresentam uma composição básica semelhante àquelas apresentadas pelas resinas compostas: matriz orgânica, partículas de carga e silano, sendo que os níveis de material inorgânico variam em cerca de 40% a 70% em peso.^{1,2}

Os cimentos resinosos são comumente empregados nos processos que envolvem cimentação de bráquetes ortodônticos, inlays/onlays, facetas, restaurações indiretas e próteses parciais fixas. Quando comparados aos cimentos convencionais (fosfato de zinco, cimento ionômero de vidro) são preferidos devido suas propriedades mecânicas, físicas e adesivas melhoradas.²

Os cimentos resinosos apresentam propriedades que contribuem para uma maior estabilidade e resistência final à fratura das restaurações, devido à união química que apresenta aos tecidos dentários remanescentes (esmalte, dentina e cimento), ao metal e à porcelana.^{3,4} Em relação às restaurações cerâmicas, cimentadas com cimentos resinosos, percebeu-se um aumento da resistência à compressão dessas restaurações e uma melhor dissipação das tensões, provenientes da mastigação, ao longo de toda estrutura dentária remanescente.⁵

Além disso, apresentavam baixa solubilidade, relativa facilidade de manipulação e tempo de trabalho aceitável.⁶ O emprego dos cimentos resinosos popularizou-se, além dos fatores relacionados à adesão, também por causa da sua variabilidade de cor, que permitiu a cimentação de restaurações de cerâmicas puras e facetas odontológicas com qualidades estéticas satisfatórias.⁵

Uma das classificações adotadas em relação aos cimentos resinosos refere-se ao seu mecanismo de adesão: de condicionamento ácido total; autocondicionantes ou

autoadesivos. No sistema de condicionamento ácido total, utiliza-se um agente condicionador a base de ácido fosfórico e sistema adesivo que proporciona uma união mais efetiva entre o material cimentante e o tecido dentário. Já na técnica autocondicionante, é aplicado um primer sobre a superfície dentária e o cimento é aplicado sobre este, sendo sua força de união semelhante àquela quando se utiliza o condicionamento total.⁷ Apesar de essas técnicas serem já consagradas na literatura, elas são sensíveis a erros e contaminação devido aos seus diversos passos, e por esse motivo, muitos profissionais da área odontológica passaram a utilizar os cimentos resinosos autoadesivos.⁸ Estes, por sua vez, não precisam de condicionamento prévio, primers ou adesivos, porém a resistência de união obtida é invariavelmente mais baixa que aquela apresentada pelo emprego da técnica de condicionamento ácido total ou autoadesiva.⁷

Os cimentos resinosos também podem ser classificados de acordo com o mecanismo de presa: quimicamente ativados; fotoativados e dual. Os cimentos quimicamente ativados são vantajosos diante de cavidades profundas ou sob restaurações espessas, onde a penetração da luz do aparelho fotoativador é ineficiente. Já os agentes cimentantes fotoativados apresentam como vantagem a facilidade de manipulação, pois seu tempo de trabalho é controlado diretamente pelo cirurgião-dentista a partir da fotoativação do agente de cimentação.⁹

Os cimentos resinosos de polimerização dual foram desenvolvidos no intuito de aliar as vantagens dos materiais quimicamente ativados em zonas profundas, onde a fotoativação não é suficientemente eficaz, bem como a comodidade clínica apresentada pelos cimentos fotoativados.¹⁰

O grau de conversão ou polimerização dos cimentos resinosos influencia diretamente a estabilidade e a durabilidade da restauração, já que interfere de maneira direta nas propriedades mecânicas da mesma. Portanto, a polimerização adequada é um fator de grande importância para o desempenho clínico de restaurações indiretas onde se emprega um cimento resinoso como agente de cimentação.¹¹

A dureza de um material está relacionada com a sua resistência à deformação local, diante da presença de uma determinada força que é aplicada sobre o mesmo.¹² O ensaio de microdureza, já consagrado na literatura, é um meio efetivo para verificação da polimerização dos cimentos resinosos, sendo uma propriedade mecânica que está associada diretamente ao grau de conversão dos agentes de cimentação resinosos.¹³

As medidas de dureza ou microdureza geralmente são utilizadas como forma de mensuração indireta da eficácia da polimerização de um composto resinoso ou do grau de conversão de monômeros em polímeros.¹⁴ A polimerização pode ser comprometida devido a atenuação da luz em relação à distância da superfície e pelas partículas de carga e pigmentos, considerando-se tamanho e quantidade de tais componente sem um compósito resinoso.^{12,15}

Invariavelmente, percebe-se na literatura, estudos que procuram mensurar a microdureza de cimentos resinosos, associados às restaurações de cerâmica odontológica, onde varia-se a natureza do material restaurador, a espessura, a cor do material cerâmico e o tipo de polimerização do agente de cimentação, sem no entanto levar em consideração a variabilidade de croma apresentada pelos agentes de cimentação.^{5,8,12,15} O presente estudo pretende analisar, *in vitro*, a microdureza (Vickers), superficial e profunda, apresentada por um cimento resinoso, variando-se o croma ou a saturação do mesmo.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais empregados na presente pesquisa, seus lotes e suas respectivas composições estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 - Caracterização e descrição quantitativa e qualitativa do cimento resinoso utilizado no experimento.

| Marca comercial | Fabricante | Quantidade de partículas de carga* | Composição* | Nº de lote |
|--|------------------|------------------------------------|--|------------|
| Composto resinoso Variolink II® (A1, A3, A4) | Ivoclar/Vivadent | 46,7 % em volume 73,4 % em peso | Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluossilicato de bário e alumínio, óxidos mistos esféricos | S53445 |

*Segundo perfil técnico do fabricante. Partículas de carga referente à base fotoativada. Fonte: Bula do produto 2003.

Foram confeccionados 30 corpos-de-prova, sendo 10 para cada tipo de croma A1, A3 e A4 de um cimento resinoso (Variolink II®, Ivoclar/Vivadent), em sua versão fotoativada. Os corpos-de-prova foram distribuídos em 3 grupos experimentais com dois pontos de observação: topo (T) e base (B), descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Descrição dos grupos experimentais utilizados.

| Grupos | Cimento resinoso/Cor | Número de corpos-de-prova | Superfície avaliada |
|--------|----------------------|---------------------------|---------------------|
| A4T | Variolink II™ / A4 | 10 | Topo |
| A4B | Variolink II™ / A4 | 10 | Base |
| A3T | Variolink II™ / A3 | 10 | Topo |
| A3B | Variolink II™ / A3 | 10 | Base |
| A1T | Variolink II™ / A1 | 10 | Topo |
| A1B | Variolink II™ / A1 | 10 | Base |

Para a confecção dos corpos-de-prova foi utilizada uma matriz bipartida de teflon. Essa matriz possui uma divisão central que permitiu a movimentação das duas porções e que, quando unidas, formam na superfície seis pequenas cavidades circulares com 5mm de diâmetro, por 2mm de profundidade. Em sua base, há um dispositivo que permite a colocação de uma lâmina de vidro para microscopia, utilizada com o objetivo de obter pastilhas de cimento resinoso com base plana e polida.

Preparada a matriz, o compósito resinoso, de acordo com cada grupo experimental, foi inserido no interior da cavidade da mesma, em uma única porção, com o auxílio da seringa de aplicação fornecida pelo fabricante. Uma tira de poliéster foi posicionada sobre a cavidade preenchida pelo agente de cimentação a fim de obter uma superfície plana e uniforme do material. Todos os cuidados foram tomados para evitar a inclusão de bolhas de ar durante a inserção do compósito nas cavidades e a fim de facilitar o registro da microdureza superficial (topo) e profunda (base).

Sobre a tira de poliéster, foi posicionada uma lâmina de vidro com 1,2mm de espessura, como intuito de padronizar a distância da ponta do fotoativador à superfície do agente cimentante, que posteriormente foi fotoativado.

Um cartão de cartolina preta que apresenta somente um orifício com o mesmo diâmetro da ponta do aparelho fotoativador foi colocado sobre a lamínula de vidro para permitir a fotoativação do agente de cimentação contido em cada uma das cavidades da matriz bipartida de teflon. Desta forma, impediu-se a fotoativação suplementar dos espécimes já confeccionados e ainda presentes na matriz utilizada na obtenção dos corpos-de-prova.

A fotoativação dos espécimes foi realizada pelo tempo de 40s, utilizando-se o aparelho Ultraled® (Dabi Atlante – Brasil) com comprimento de onda na faixa de 450 a 490nm. O comprimento de onda foi aferido antes e após a confecção de cada um dos grupos experimentais do presente estudo com auxílio de um aparelho denominado LED Radiometer® (SDI, Brasil Indústria e Comércio LTDA.). Os corpos-de-prova foram armazenados dentro de um recipiente à prova de luz, em um ambiente seco, a uma temperatura de 37°C, por sete dias.

Decorrido este tempo, cada superfície testada (topo ou base) dos espécimes foi delimitada em quatro partes iguais com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15. Em cada quadrante, foram realizadas três aferições de microdureza Vickers - endentador em forma de pirâmide de diamante de base quadrada, com um ângulo de 136° entre as faces opostas – aplicando-se uma carga de 50gf, associada ao tempo de 45s com o emprego do aparelho Shimadzu HMV – 2T (FIGURAS 1 e 2). O cálculo de microdureza Vickers de cada espécime foi obtido considerando-se a média das 12 endentações realizadas.

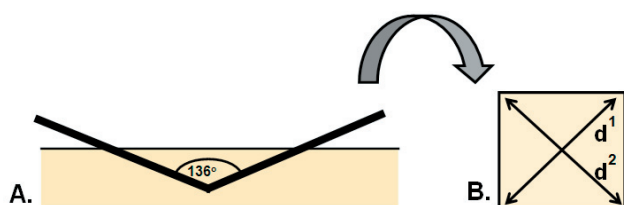


Figura 1 - A. Pirâmide de diamante de base quadrada exercendo sobre o corpo-de-prova uma força de 50g durante 45s. B. Endentação com suas diagonais d1 e d2.

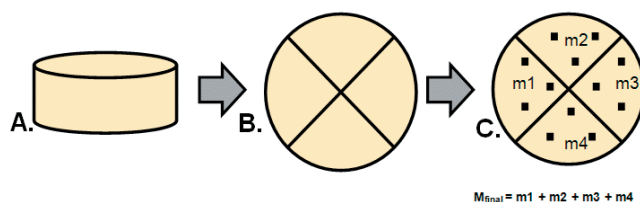


Figura 2 - A. Corpo-de-prova. B. Divisão do corpo-de-prova em quadrantes antes de realizar os testes. C. Corpo-de-prova após testes, em que a média de microdureza final do corpo-de-prova é a soma das médias de cada quadrante.

Assim que todas as amostras para os três grupos foram submetidas ao teste de microdureza Vickers, procedeu-se à entrada no banco de dados. Nas variáveis contínuas, usou-se os testes paramétricos, “t” de Student e “F” (ANOVA). Considerando-se os pressupostos de normalidade nas curvas de distribuição e homogeneidade de variâncias. O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado quando esses pressupostos foram quebrados.

Para se observar diferenças estatisticamente significativas, entre os três grupos, realizou-se também, o teste de comparação múltipla de Newman-Keuls.^{17,18}

Em todos os testes, para medida de significância estatística, considerou-se o valor de $\alpha = 5\%$, ou seja, $p < 0,05$.¹⁶⁻¹⁸

RESULTADOS

Os valores de microdureza Vickers encontrados, por meio das endentações das amostras de cimentos resinosos do presente estudo, foram avaliados para as hipóteses testadas. Não houve nenhuma perda por motivos quaisquer de corpos-de-prova. O total final continuou sendo 60 superfícies avaliadas (topo e base), sendo 10 superfícies para cada grupo: A4T, A4B, A3T, A3B, A1T e A1B.

Os valores obtidos pela leitura da microdureza Vickers podem ser observados na Tabela 1. As comparações foram feitas entre os topos e as bases de um mesmo croma ou saturação; e entre os topos e as bases dos três

cromas analisados.

Tabela 1 - Distribuição dos valores estatísticos descritivos dos grupos experimentais.

| Grupo N=10 | Mínimo | 1º quartil | Mediana | 3º quartil | Máximo | Média | Desvio Padrão |
|------------|--------|------------|---------|------------|---------|---------|---------------|
| A4B | 21.625 | 22.5375 | 23.7000 | 25.9250 | 27.3000 | 24.1627 | 2.0260 |
| A4T | 29.725 | 31.6250 | 33.0750 | 34.0125 | 36.1000 | 33.0350 | 2.0087 |
| A3B | 20.925 | 22.9563 | 24.0000 | 24.4625 | 26.2000 | 23.8175 | 1.4944 |
| A3T | 25.750 | 29.3250 | 29.9500 | 30.4438 | 31.0250 | 29.5225 | 1.5422 |
| A1B | 19.450 | 20.2000 | 22.7375 | 23.9625 | 25.7250 | 22.4625 | 2.3691 |
| A1T | 22.050 | 23.8563 | 25.9125 | 27.6563 | 28.4500 | 25.7725 | 2.2689 |

As bases dos três grupos de cromas, quando comparadas entre si, não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p = 0.2339$) (TABELA 2). Na Tabela 3, observa-se que quando comparados os topos dos espécimes houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos, sendo a maior diferença entre A4T e A1T ($p < 0.0001$). A amostra A3T apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada aos grupos A4T ($p = 0.0148$) e a A1T ($p = 0.0201$).

Tabela 2 - Análise estatística comparativa entre as bases dos grupos experimentais A4B, A3B, A1B.

| Grupo N=10 | Média | Desvio Padrão | Teste Kruskal-Wallis | P |
|------------|---------|---------------|----------------------|--------|
| A4B | 24.1627 | 2.0260 | 2.9058 g.l. 2 | 0.2339 |
| A3B | 23.8175 | 1.4944 | | |
| A1B | 22.4625 | 2.3691 | | |

Tabela 3 - Análise estatística comparativa entre os topos dos grupos experimentais A4T, A3T, A1T.

| Grupo N=10 | Média | Desvio padrão | Teste Kruskal-Wallis | P | Teste de Comparações Student-Newman-Keuls | | |
|------------|---------|---------------|----------------------|--------|---|--------|---------|
| A4T | 33.0350 | 2.0087 | 22.6909 g.l. 2 | 0.0000 | A2xB2 | 9.6000 | 0.0148 |
| A3T | 29.5225 | 1.5422 | | | A2xC2 | 18.750 | <0.0001 |
| A1T | 25.7725 | 2.2689 | | | B2xC2 | 9.1500 | 0.0201 |

Quando avaliadas as superfícies de topo e base de cada um dos cromas, houve diferença estatisticamente significativa nos valores de microdureza. Sendo A4T

significativamente superior a A4B ($p < 0.0001$); A3T significativamente superior a A3B ($p = 0.0012$) e A1T significativamente superior a A1B ($p = 0.479$) (tabela 4).

Tabela 4 - Análise estatística comparativa dos grupos experimentais A4T, A4B; A3T, A3B; A1T, A1B. Belo Horizonte. Brasil.2015.

| Grupo N=10 | Média | Desvio Padrão | Teste Kruskal-Wallis | P |
|------------|---------|---------------|----------------------|--------|
| A4B | 24.1627 | 2.0260 | 42.8214 g.l. 5 | 0.0000 |
| A4T | 33.0350 | 2.0087 | | |
| A3B | 23.8175 | 1.4944 | | |
| A3T | 29.5225 | 1.5422 | | |
| A1B | 22.4625 | 2.3691 | | |
| A1T | 25.7725 | 2.2689 | | |

Nota: A4TxA4B ($p < 0.001$); A3TxA3B ($p = 0.0012$); A1TxA1B ($p = 0.479$).

DISCUSSÃO

As medidas de microdureza geralmente são utilizadas como forma de mensuração indireta da eficácia da polimerização de um composto resinoso ou do seu grau de conversão de monômeros em polímeros. Os testes de dureza são simples e confiáveis para indicar a conversão dos monômeros. Por meio deste, pode-se questionar como o material irá se comportar no meio bucal.¹⁹ Uma polimerização adequada dos cimentos resinosos é fundamental, para garantir excelência nas propriedades físicas e um desempenho clínico satisfatório.²⁰⁻²³

O cimento resinoso, Variolink II® (IvoclarVivadent), é composto por uma matriz de monômero Bis-GMA, dimetacrilato de uretano e trietilenoglicoldimetacrilato. Sua carga inorgânica é formada por vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de fluorsilicato de bário e alumínio e óxidos mistos esferoidais. Além disto, possui catalisadores, estabilizadores e pigmentos. O tamanho das partículas encontra-se entre 0.04 e 3.0µm, com o tamanho médio de 0.7µm. Consiste em um composto de cimentação com polimerização dual (autopolimerizável e fotoativado). Para este estudo foi aplicada apenas a técnica de fotoativação, usando-se somente a base do compósito resinoso. Optou-se pelo uso da técnica de fotoativação para mensurar a capacidade de ativação

promovida, exclusivamente, pela presença da luz, sem a interferência da ativação e polimerização química que ocorre na versão dual.²⁴

Para a fotoativação dos espécimes foi utilizado o aparelho Ultraled® (Dabi Atlante – Brasil) com comprimento de onda na faixa de 450 a 490nm, por 40 segundos. Este aparelho emite uma luz de ativação do tipo LED. Estudos indicam que a luz de LED permite resultados de polimerização superiores aos métodos de fotoativação convencionais, devido ao seu comprimento de onda e também porque produzem densidade de potência mais elevada.²⁵⁻²⁷

Infere-se, no presente estudo, que os valores de microdureza Vickers encontrados na superfície de topo, para os cromas A4, A3 e A1, foram significativamente superiores, em relação aos valores encontrados para suas respectivas bases. Tais resultados são justificados por outros estudos que dizem ser, a proximidade da fonte de luz com a região irradiada, determinante para o grau de polimerização. A luz atinge com densidade de potência mais elevada, garantindo uma maior penetração e dispersão da luz fotoativadora na superfície de topo; além de garantir um maior número de fótons que serão absorvidos pelos fotoiniciadores.^{28,29} No entanto, para atingir a base do agente cimentante, a luz tem sua energia em parte dissipada ao penetrar pelo mesmo, por causa da presença substancial das partículas de carga e de pigmentos no cimento resinoso.¹⁴ Dessa forma a polimerização não é tão efetiva, o que leva a menores valores de microdureza nas regiões mais profundas.

Quando comparadas as superfícies topo dos três cromas, observa-se que os maiores valores de microdureza Vickers, com diferença estatisticamente significativa, foram obtidos por A4 seguido por A3 e A1, nesta ordem. Para obtenção de cores de menor saturação, como A1, há necessidade de adição de pigmentos em maior quantidade à composição do cimento resinoso, o que dificulta a dispersão e penetração da luz do fotoativador. Estes resultados são confirmados por estudos que afirmam que a polimerização é influenciada pela absorção e dispersão da luz no interior do cimento resinoso; além do tamanho e tipo das partículas de carga, pigmentos e composição da

matriz orgânica.³⁰

Entretanto quando foram comparadas as bases, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa dos valores de microdureza. Acredita-se que esses resultados devem-se a menor absorção e dispersão da luz nas regiões mais profundas dos cromas pesquisados, diminuindo o potencial de polimerização.^{28,30}

CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados neste estudo, pode-se concluir que:

- O cimento resinoso de croma A4 apresentou, com diferença estatisticamente significativa, os maiores valores de microdureza (Vickers) em seu topo, em relação a sua base e, também, em relação ao topo dos cimentos resinosos de cromas A3 e A1.
- O cimento resinoso de croma A3 apresentou, com diferença estatisticamente significativa, maiores valores de microdureza (Vickers) em seu topo, em relação a sua base e, também, em relação ao topo do cimento resinoso de croma A1.
- O cimento resinoso de croma A1 apresentou, com diferença estatisticamente significativa, maior valor de microdureza (Vickers) em seu topo, em relação a sua base.
- Não houve diferenças estatisticamente significativas, quando comparados às bases dos três grupos de cromas, entre si.

REFERÊNCIAS

1. 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.
2. Shimura R, Nikaido T, Yamauti M, Ikeda M, Tagami J. Influence of curing method and storage condition on microhardness of dual-cure resin cements. *Dent Mater J.* 2005;24(1):70-5.
3. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater.* 2002;18(5):380-8.
4. 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.
5. Pazin MC, Moraes RR, Gonçalves LS, Borges GA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Effects of ceramic thickness and curing unit on light transmission through leucite-reinforced material and polymerization of dual-cured luting agent. *J Oral Sci.* 2008;50(2):131-6.
6. Sinhoreti MA, Manetta IP, Tango RN, Iriyama NT, Consani RL, Correr-Sobrinho L. Effect of light-curing methods on resin cement knoophadness at diferente depths. *Braz Dent J.* 2007;18(4):305-8.
7. Burgess JO, Ghuman T, Cakir D. Self-adhesive resin cements. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(6):412-9.
8. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Two-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *J Adhes Dent.* 2010;12(2):151-61.
9. Turp V, Sen D, Poyrazoglu E, Tuncelli B, Goller G. Influence of zirconia base and shade difference on polymerization efficiency of dual-cure resin cement. *J Prosthodont.* 2011;20(5):361-5.
10. Hooshmand T, Mahmoodi N, Keshvad A. Microhardness of a resin cement polymerized by light-emitting diode and halogen lights through ceramic. *J Prosthodont.* 2009;18(5):411-6.
11. Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations *J Prosthet Dent.* 2001 Jul;86(1):101-6.
12. Ilday NO, Bayindi YZ, Bayindir F, Gurpinar A. The effect of light curing units, curing time, and veneering materials on resin cement Microhardness. *J Dent Sci.* 2013;8(2):141-6.
13. Silveira RR, Castro JCO, Pompeu JGF; Brandim AS, Araújo AAVL, Barros GA. Análise comparativa da microdureza superficial e profunda entre uma resina composta microhíbrida e uma resina composta de nanopartículas. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2012;12(4):529-34
14. Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater.* 2004;20(7):617-22.
15. Soares CJ, da Silva NR, Fonseca RB. Influence of the feldspathic ceramic thickness and shade on the microhardness of dual resin cement. *Oper Dent.* 2006 May-Jun;31(3):384-9.
16. Siegel S, Castellan NJ. *Non Parametric statistics for behavior and science.* 2. ed. New York: McJeaw Books; 1988.

-
17. Bland M. An introduction to medical statistics. Oxford: Oxford University Press; 1989. 365p.
 18. Vieira S. Introdução à biostatística. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus; 1991. 203p.
 19. Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. J Oral Rehabil. 1995 Jan;22(1):43-7.
 20. Reges RV, Costa AR, Correr AB, Piva E, Puppim-Rontani RM, Sinhoreti MA et al. Effect of light-curing units, post-cured time and shade of resin cement on Knoop hardness. Braz. Dent. J. 2009;20(5):410-3.
 21. AGUIAR, T.C et al. The Effects of Exposure Time on the Surface Microhardness of Three Dual-Cured Dental Resin Cements. Polymers, Basel v.3, p. 998-1005, June. 2011.
 22. Shiomuki D, Minami H, Tanaka T, Suzuki S. Influence of light irradiation on Vickers hardness of dual-cure cement polymerized under restorations. Dent Mater J. 2013;32(3):449-55.
 23. Yan YL, Kim YK, Kim KH, Kwon TY. Changes in degree of conversion and microhardness of dental resin cements. Oper Dent. 2010 Mar-Apr;35(2):203-10.
 24. Ivoclar Vivadent. Variolink® II composto de cimentação dual: perfil técnico do produto. Ivoclar Vivadent Ltda; 2003.
 25. Bala O, Olmez A, Kalayci S. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. J Oral Rehabil. 2005;32(2):134-40.
 26. Tango RN, Sinhoreti MA, Correr AB, Correr-Sobrinho L and Henriques GE. Effect of Light-Curing Method and Cement Activation Mode on Resin Cement Knoop Hardness. J Prosthodont. 2007;16(6):480-4.
 27. Oberholzer TG1, Du Preez IC, Kidd M. Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. Biomaterials. 2005;26(18):3981-6.
 28. Asmussen E, Peutzfeldt A. Polymer structure of a light-cured resin composite in relation to distance from the surface. Eur J Oral Sci. 2003;111(3):277-9.
 29. Pedreira AP, Pegoraro LF, de Góes MF, Pegoraro TA, Carvalho RM. Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: Effects of water storage and softening treatment. Dent Mater. 2009 Jul;25(7):868-76.
 30. Marchan SM, White D, Smith WA, Raman V, Coldero L, Dhuru V. Effect of reduced exposure times on the microhardness of nanocomposites polymerized by QTH and second-generation LED curing lights. Oper Dent. 2011;36(1):98-103.

Recebido em: 01 maio 2016
Aprovado em: 22 ago. 2016