



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CHRISTOPHER BRIAN BERNINI E LIMA

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DE CIMENTOS
RESINOSOS COM DIFERENTES MODOS DE
POLIMERIZAÇÃO**

Londrina
2016

CHRISTOPHER BRIAN BERNINI E LIMA

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DE CIMENTOS
RESINOSOS COM DIFERENTES MODOS DE
POLIMERIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do diploma de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Grama Hoepfner

Londrina
2016

CHRISTOPHER BRIAN BERNINI E LIMA

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DE CIMENTOS
RESINOSOS COM DIFERENTES MODOS DE
POLIMERIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do diploma de Graduação em Odontologia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Márcio Grama Hoepfner
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Eloisa Helena Aranda Garcia de Souza
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 20 de dezembro de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais, Sirlene e Alex, meus padrinhos, Sônia e Claudenir, e toda minha família por me apoiar durante toda essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e Nossa Senhora Aparecida por me darem forças e persistência para chegar até aqui.

A toda minha família, principalmente meus pais e padrinhos, por sempre me apoiarem e incentivarem a fazer aquilo que sempre quis.

À minha namorada, e também amiga e dupla, Camila Mitie, que sempre esteve comigo durante esses anos e fez esse tempo ser melhor e mais fácil.

Ao professor e orientador Márcio Hoepfner que com sua calma conseguiu aguentar toda a minha calma durante esses anos.

À professora Cássia Garbelini por ajudar na estatística deste trabalho.

À professora Eloisa Aranda, pela sua disponibilidade e atenção sempre que precisei.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo e me apoiaram, principalmente ao “sítio” que proporcionou os melhores momentos na universidade.

A todos os professores que, mesmo com as limitações da universidade, permitiram um aprendizado excelente.

Aos funcionários que permitem o funcionamento da universidade.

E a todas as pessoas que estiveram ligados direta ou indiretamente a todos esses anos de graduação.

**Nos sonhos entramos num mundo
inteiramente nosso. Deixe que mergulhe
no mais profundo oceano, ou flutue
na mais alta nuvem.
(J.K. Rowling)**

LIMA, Christopher Brian Bernini e. **Avaliação da microdureza de cimentos resinosos com diferentes modos de polimerização**. 2016. 20 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

O entendimento das propriedades físicas dos cimentos resinosos é necessário para garantir a longevidade do tratamento restaurador. O objetivo desse trabalho é avaliar os efeitos de diferentes modelos de polimerização em relação à microdureza dos cimentos resinosos RelyX U200 (3M) e Allcem Core (FGM). Os cimentos avaliados foram divididos em quatro grupos (n=5), de acordo com o modo de polimerização (química - Q e dual - D): RUQ - RelyX U200 Q, RUD - RelyX U200 D, ACQ - Allcem Core Q e ACD - Allcem Core D. O fator do estudo do trabalho é o tempo: T0 - 5 minutos após iniciada a espatulação/mistura dos cimentos, e T24 - horas após iniciada a espatulação/mistura dos cimentos. Para a obtenção das amostras foram confeccionadas matrizes metálicas em aço inox, com 3mm de altura e diâmetro de 6mm onde serão inseridos os materiais a serem avaliados. No RUD e ACD as amostras foram fotoativadas por um aparelho fotopolimerizador à base de diodos emissores de luz (LEDs) Valo Cordless (Ultradent Products), potência de 1000mW/cm², por 20 segundos. A microdureza foi avaliada com microdurômetro (Mitutoyo Sul América Ltda), com penetrador tipo Vickers. O teste de Shapiro-Wilk foi empregado e constatou-se a não normalidade dos resultados, então foram empregados os testes de Mann Whitney para avaliação entre os produtos e Wilcoxon para avaliação entre os tempos propostos. As amostras submetidas apenas à cura química não possuíam polimerização e não foi possível realizar teste de dureza. Observou-se que no tempo T0 não houve diferença entre os cimentos, enquanto que no tempo T24 estes possuíam diferença e quando comparado dentro dos grupos em T0 e T24 constatou-se que houve diferença na microdureza em ambas as amostras. Concluiu-se que o tempo influencia na microdureza superficial final dos cimentos e que a cura apenas química de cimentos resinosos duais não é eficaz para a polimerização final.

Palavras-chave: Cimentos de Resina. Teste de dureza. Polimerização.

LIMA, Christopher Brian Bernini e. **Evaluation of the microhardness of resin cements with different modes of polymerization**. 2016. 20 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

Understanding the physical properties of resin cements is necessary to ensure the longevity of the restorative treatment. The objective of this work is to evaluate the effects of different polymerization models in relation to the microhardness of RelyX U200 (3M) and Allcem Core (FGM) resin cements. The evaluated cements were divided into four groups (n = 5), according to the polymerization mode (chemical - Q and dual - D): RUX - RelyX U200 Q, RUD - RelyX U200 D, ACQ - Allcem Core Q and ACD - Allcem Core D. The factor of the study of the work is the time: T0 - 5 minutes after the spatulation / mixing of the cements began, and T24 - hours after beginning the spatulation / mixing of the cements. To obtain the samples were made stainless steel metal matrices, with 3mm height and 6mm diameter where the materials to be evaluated will be inserted. In the RUD and ACD the samples were photoactivated by a light-emitting diode (LED) Valo Cordless (Ultradent Products), power of 1000mW / cm², for 20 seconds. The microhardness was evaluated with a microdurometer (Mitutoyo Sul América Ltda), with Vickers type penetrator. The Shapiro-Wilk test was used and the results were not normal, so the Mann Whitney tests were used for evaluation between the products and Wilcoxon for evaluation between the proposed times. The samples submitted only to the chemical cure had no polymerization and it was not possible to perform a hardness test. It was observed that at time T0 there was no difference between the cements, whereas at time T24 these had a difference and when compared within the groups at T0 and T24 it was verified that there was difference in the microdurometer in both samples. It was concluded that the time influence on the final supercritical microhardness of the cements and that the only chemical cure of dual resin cements is not effective for the final polymerization.

Key words: Resin Cements. Hardness Tests. Polymerization.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1	MATERIAIS	11
2.2	DELINEAMENTO DO ESTUDO	11
2.3	MATRIZ PARA CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS	12
2.4	OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	12
2.5	MICRODUREZA VICKERS	13
2.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	14
3	RESULTADOS	15
4	DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

Adesão ao esmalte e à dentina, resistência ao desgaste e menor solubilidade aos fluidos bucais são propriedades que justificam a escolha dos cimentos resinosos para a cimentação de restaurações indiretas confeccionadas com resina ou cerâmica, e cimentação de pinos intraradicular, principalmente os pinos pré-fabricados de fibra de vidro ou carbono (PRAKKI & CARVALHO, 2001).

Como material resinoso monomérico, os cimentos resinosos têm composição semelhante às das resinas compostas, mas com menor quantidade de partículas de carga e maior fluidez/escoamento (SAKAGUCHI; POWERS, 2012) característica desejada considerando às suas indicações clínicas. Da mesma forma, a polimerização dos cimentos ocorre por um mecanismo de adição, iniciada por radicais livres gerados a partir da ativação e degradação de um iniciador. Podendo ser química, física (por luz visível) ou dual (química e física).

Nos cimentos de ativação química, a polimerização depende apenas do cirurgião-dentista em misturar a pasta que contém o iniciador (amina terciária) com a que contém o ativador (peróxido de benzoíla) (SALZ, et al., 2005; ANUSAVICE, 1998; SAKAGUCHI; POWERS, 2012). Enquanto, que nos cimentos resinosos de ativação física, a polimerização é dependente do tipo, da intensidade e do comprimento de onda da luz (ASSMUSSEM & PEUTZFELDTT, 2005; SAKAGUCHI; POWERS, 2012), e das características ópticas de translúcidas do material utilizado na confecção da restauração (BRODBELT et. al, 1980). Por essas razões, nos cimentos duais, a polimerização física confere ao material condição para suportar as tensões clínicas iniciais e o controle do tempo de trabalho, enquanto que a polimerização química garante a melhora das propriedades mecânicas do material e menor stress resultante da contração de polimerização (ANUSAVICE, 2005; PRAKKI & CARVALHO, 2001).

A composição das pastas base e catalisadora dos cimentos resinosos pode variar quanto ao tipo e quantidade de monômero resinoso: tamanho, morfologia e quantidade das partículas de carga. Fatores esse que podem influenciar diretamente no grau de conversão (polimerização), nas propriedades mecânicas, no escoamento, no mecanismo e na resistência adesiva aos tecidos dentários mineralizados, na solubilidade, nas indicações clínicas dos cimentos, na longevidade do tratamento realizado e do dente restaurado (BERNARDO et. al, 2008; GUEDES et. al., 2008;

RAMOS, 2009; VIEIRA, 2013). Portanto, compete ao profissional conhecer as implicações da polimerização química e física nas propriedades dos cimentos duais que faz uso para, assim, melhor indicar, manipular e prever o resultado do tratamento realizado.

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de diferentes modelos de polimerização em relação à microdureza de dois cimentos resinosos de dupla polimerização.

Hipótese nula: o método de polimerização, químico ou dual (químico e físico), não influencia na microdureza dos cimentos resinosos testados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Foram testados dois cimentos resinosos de dupla polimerização, RelyX U200 (cimento resinoso autocondicionante) e Allcem Core (cimento resinoso convencional) (Quadro 1).

Quadro 1 - Informações dos cimentos resinosos avaliados.

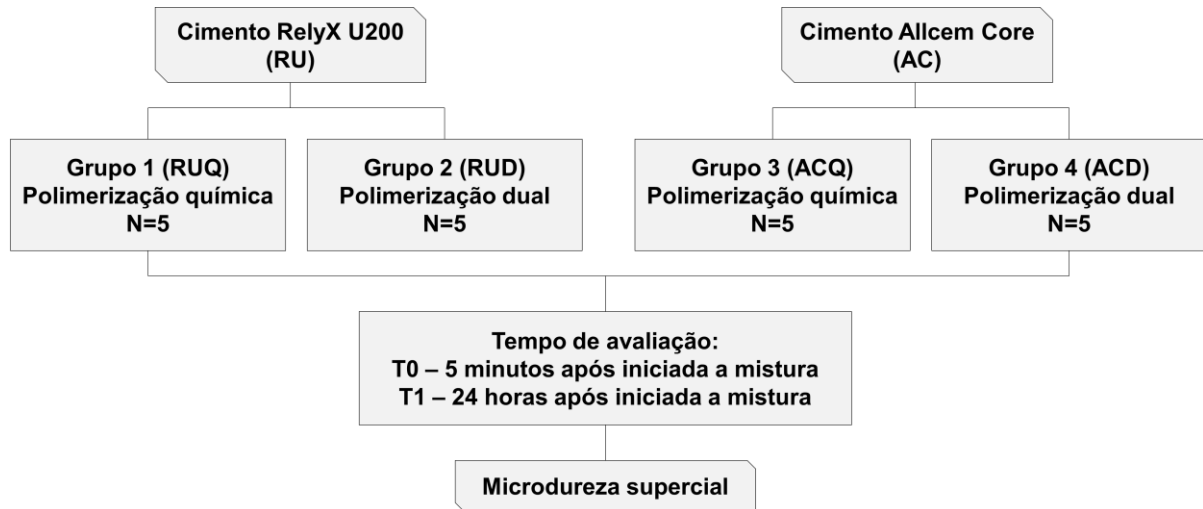
Cimento	Fabricante	Cura	Composição	Cor
RelyX™ U200	3M ESPE	Dupla	Pasta Base: monômeros metacrilatos com grupamentos ácido fosfóricos, monômeros metacrilatos, silanos, componentes iniciadores, estabilizadores, aditivos reológicos. Pasta Catalisadora: monômeros metacrilatos, partículas alcalinas, silanos, componentes iniciadores, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos.	Translúcido
Allcem Core™ FGM	Dentscare Ltda. (Joinville – SC, Brasil)	Dupla	Pasta Base: monômeros metacrilatos (tegma, bisema, bisgma), canforoquinona, co-iniciadores, micropartículas de vidro de bário-alumino-silicatos, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes. Pasta Catalisadora: monômeros metacrilatos, peróxido de benzoíla, estabilizantes e micropartículas de vidro de bário-alumino-silicato. A mistura das pastas apresenta 62% de carga em peso.	Transparente

Fonte: Cimento RelyX™ U200: http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/3MESPE_LA/dental-professionals/

2.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Este experimento foi delineado em três fatores: 1) cimentos resinosos, RelyX U200 (referenciado com as siglas RU) e Allcem Core (referenciado com a siglas AC); 2) método polimerização, química (Q) e dual (D), e 3) tempo de análise, T0 - 5 minutos após iniciada a espatulação/mistura dos cimentos e T1 - 24 horas após iniciada a espatulação/mistura dos cimentos. A variável de resposta quantitativa foi a microdureza superficial (Figura 1).

Figura 1 - Delineamento do experimento.

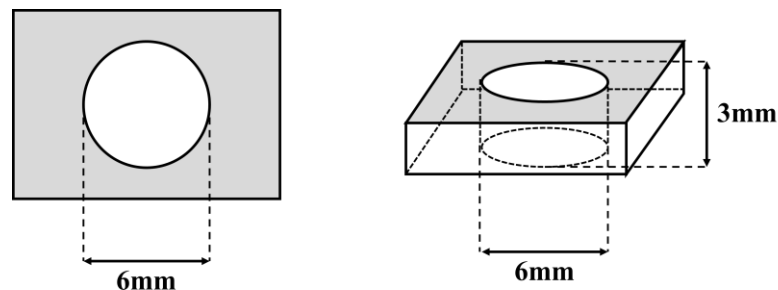


Fonte: O próprio autor

2.3 MATRIZ PARA CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS

Foi utilizada matriz metálica confeccionada em aço inox, com 3mm de altura e diâmetro da abertura de 6mm, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 - Representação esquemática da matriz para análise da dureza.



Fonte: O próprio autor.

2.4 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Após a inserção do material na matriz (Figura 2), uma tira de poliéster foi posicionada sobre o cimento para evitar a inibição da reação de polimerização pelo oxigênio (ESSAM, *et al.*, 2009; FARIA E SILVA, *et al.*, 2011; BOING, *et al.*, 2011). As amostras de G2 e G4 foram fotoativadas por um aparelho fotopolimerizador à base de diodos emissores de luz (LEDs) Valo® Cordless (Ultradent Products, South Jordan, UT, USA), no modo de potência standard de 1000mW/cm², por 20 segundos. Após, as bordas superior e inferior das amostras foram identificadas com um pincel marcador permanente atômico azul 1100-p (Pilot Pen do Brasil S.A., São

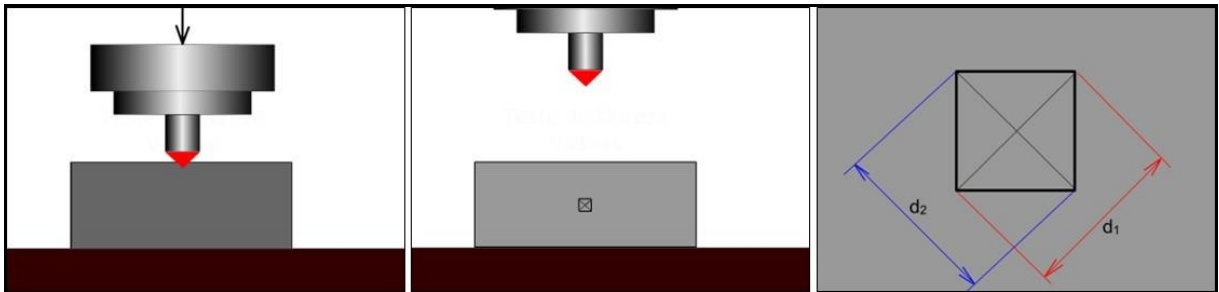
Paulo, SP, Brasil).

2.5 MICRODUREZA VICKERS

Para a determinação da microdureza foi utilizado o aparelho Microdurômetro (Mitutoyo Sul América Ltda, Santo Amaro - SP - Brasil), com penetrador tipo Vickers, do Laboratório de Habilidades Odontológicas IV da Clínica Universitária (COU), da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, PR.

O teste de dureza Vickers utilizou um edentador de diamante na forma de uma pirâmide reta de base quadrada e ângulo de 136° entre as faces opostas, aplicado sobre a superfície do cimento polimerizado com carga de 50N, durante 30 segundos. Na sequência, com auxílio de um microscópio, foram medidas as duas diagonais da endentação deixada na superfície da amostra e obtido a média aritmética. Após, foi calculada a área da superfície da endentação. O valor de dureza Vickers foi o quociente da divisão da carga pela área de endentação (Figura 3). A microdureza Vickers para cada amostra foi obtida em T0 e T1.

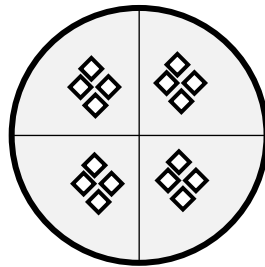
Figura 3 - Princípio de medição da dureza Vickers.



Fonte: http://www.cimm.com.br/portal/material_didatico/6559-teste-de-durezavickers.

Com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 11 (Maxicor, Pinhais, PR, Brasil), a superfície superior de cada amostra foi dividida em quadrantes. Em cada quadrante foram realizadas quatro endentações, aleatórias e o mais próximo ao centro da área, evitando-se as margens (Figura 4).

Figura 4 - Representação esquemática da superfície da amostra dividida em quadrantes e endentações.



Fonte: O próprio autor.

Após o registro dos valores iniciais de microdureza superficial imediato (T0), as amostras foram armazenadas em frascos individuais, escuros e na ausência de luz, em estufa a uma temperatura de 37°C, aproximadamente. Após 24 horas (T1), as amostras foram submetidas novamente ao teste de microdureza superficial (T1). Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística.

2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk, onde constatou-se que a distribuição não era normal. Assim para se comparar o efeito do tempo (T0 x T24) num mesmo grupo empregou-se o teste de Wilcoxon. Para se comparar a diferença entre os grupos (RUD x ACD) num mesmo tempo, utilizou-se o teste de Mann-Whitney. Todas as análises foram realizadas pelo programa SPSS 17.0, em nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

No RUQ e ACQ não foi possível realizar o teste de microdureza em T0 e T1.

Os resultados dos grupos RUD e ACD foram analisados de duas maneiras: quanto ao tempo de polimerização dentro do mesmo grupo e comparativamente entre os dois grupos. A Tabela 1 apresenta os resultados de microdureza obtidos.

Tabela 1 - Mediana (Q1 – Q3) da microdureza nos tempos inicial (T0) e após 24 horas (T24) nos grupos RUD e ACD. Medianas seguidas de letras iguais diferem estatisticamente.

Grupo	Microdureza	
	T0	T1
RUD	34,80 (32,25 - 38,98) ^a	48,30 (46,66 - 50,30) ^{a, c}
ACD	27,95 (23,38 - 42,93) ^b	31,40 (25,78 - 37,78) ^{b, c}

Teste de Wilcoxon: ^a $P = 0,000$; ^b $P = 0,000$

Teste de Mann-Whitney: ^c $P = 0,000$

Em T0 não houve diferença estatística entre RUD e ACD. No T1 a microdureza no RUD foi superior ao ACD (^c).

Em relação aos tempos de avaliação, a microdureza foi estatsticamente diferente para RUD (^a) e ACD (^b).

4 DISCUSSÃO

A análise dos resultados obtidos no presente estudo evidenciou que a hipótese nula levantada não foi aceita para a microdureza superficial dos cimentos resinosos testados. Os resultados evidenciaram comportamento diferente para os dois cimentos testados. Em T0 a comparação do RUD e ACD não foi evidenciada diferença significativa. Entretanto, para o T1 a microdureza do RUD foi superior ao ACD. Por sua vez, dentro do mesmo cimento, ficou evidente o aumento dos valores obtidos para microdureza no T1 em relação a T0.

Em RUQ e ACQ não foi possível avaliar a microdureza em T0 e T1, pois os cimentos não apresentaram polimerização mensurável pelo ensaio de microdureza. Após 24 horas da espatulação, todas as amostras obtidas com RelyX U200 e AllcemCore permaneceram com consistência amolecida. Esse fato evidencia que, embora sejam comercializados como cimentos de dupla polimerização, os cimentos podem ser foto dependentes para que a formação de radicais livres ocorra de forma efetiva para otimizar a reação de polimerização.

Nos grupos RUD e ACD houve aumento significativo em valores de microdureza superficial quando comparados em T0 e T1, essa diferença evidencia, principalmente quando comparado aos grupos RUQ e ACQ, a importância da fotoiniciação nos cimentos testados. Alguns estudos apontam a importância da fotopolimerização dos cimentos para esses materiais atingirem as propriedades clínicas mais desejáveis (RUEGGERBERG et al., 1993; CEBALLOS et al., 2007).

Os resultados corroboram com os achados de FONSECA, et al. (2000), onde este diz que os sistemas químicos e fotoativados de polimerização dos cimentos duais agem de forma isoladas, sendo assim a fotopolimerização deste cimento permite a obtenção de certa dureza inicial e, durante um período de até um mês, o sistema químico completa a polimerização.

Quando os cimentos foram comparados entre si dentro do mesmo tempo, pode-se observar que em T0 não houve diferença estatística nos valores de microdureza superficial encontrados, porém em T1 essa diferença existiu.

A hipótese mais aceita para a diferença da microdureza em T1 é decorrente de diferença no tipo e quantidade dos monômeros iniciadores dos materiais testados, entretanto, nos cimentos resinosos testados, os fabricantes não informam de forma clara quais os componentes monoméricos, tipo ou quantidade de iniciador

presente do produto, portanto, não há como garantir a veracidade da hipótese.

Outras hipóteses que podem explicar a diferença dos valores em T1 são alterações inerentes ao cimento como, por exemplo, lote do produto, que pode apresentar alguma alteração de composição ou a conservação do cimento, que devem ser armazenados seguindo as indicações dos fabricantes.

A microdureza superficial do RUD foi superior ao ACD em T1, essa diferença é decorrente, principalmente, da diferença de composição dos cimentos.

FONSECA, et. al. (2000) analisou quatro cimentos e observou a diferença de microdureza entre eles, onde atribui a diferença relevante da quantidade de carga presente na composição dos cimentos como uma das hipóteses dos valores encontrados. A quantidade de monômeros diluentes ou de carga, que são distintas entre os materiais, podem explicar a diferença de resistência entre os cimentos (ROSENSTIEL et. al, 1998).

Os fatores potência da luz do fotopolimerizador e tempo de fotoativação, apesar de serem informados segundo cada fabricante, não foram levados em consideração para avaliar os resultados, pois foram padronizados conforme os cimentos para a obtenção de todas as amostras do estudo.

5 CONCLUSÃO

Em relação aos cimentos avaliados, o tempo decorrido, após a espatulação e fotoativação da reação de polimerização, influenciou na microdureza superficial final, sendo mais relevante para o cimento resinoso RelyX™ U200.

Embora comercializados como cimentos de polimerização dual, a reação química não se mostrou eficaz para a polimerização dos produtos e não permitiu a avaliação da microdureza superficial nos dois cimentos testados.

REFERÊNCIAS

- ANUSANVICE, K.J. **Materiais Dentários**. 11. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
- BERNARDO R.T, OBICI A.C, SINHORETI M.A.C. Efeito da ativação química ou dual na microdureza knoop de cimentos resinosos. **Cienc Odontol Bras** n. 11 (4): 80-85, out/dez 2008.
- BRODBELT, R.H, et al. **Translucency of dental porcelains**. J Dent Res. 1980;59 (1):70 – 75.
- DAVIDSON, C.L, FEILZER A. J. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. **Journal of Dentistry**, Great Britain, v. 25, n. 6; p. 435-440, 1997.
- FONSECA, R.G.; CRUZ, C.A.D.S.; ADABO, G.L.; CAMPARIS, C.M.: Adaptação marginal de inlays de porcelana em função de diferentes cimentos resinosos, **APCD revista**, n. 3, v. 55, 2001, São Paulo.
- GARCIA, S. R. et al. Cimentação adesiva – revisão de literatura. **Revista Odonto**, São Bernardo do Campo, SP, v. 16, n. 32, p. 105-115, jul./dez. 2008.
- GUEDES L.L.S, MATTOS E.C.G, ZANI I.M, PRATES L.H.M, CHAIN M.C. Mechanical properties evaluation of conventional and self-etching resin cements. **Rev Odontol UNESP**. 2008; 37(1): 85-89.
- PRAKKI, A.; CARVALHO, R. M. Dual cure resin cements: characteristics and clinical considerations. **Pós-Grad Rev Fac Odontol**, São José dos Campos, v. 4, n.1, p. 22-7, jan./abr., 2001.
- PULIDO, C.A et al. An in situ evaluation of the polymerization shrinkage, degree of conversion, and bond strength of resin cements used for luting fiber posts. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**, [s.l.], v. 116, n. 4, p.570-576, out. 2016. Elsevier BV.

RAMOS, M.B. Avaliação da microdureza de cimentos resinosos dual utilizados na cimentação de pinos de fibra de vidro submetidos a diferentes condições de polimerização e armazenamento em água. Bauru, 2009.

SAKAGUCHI, R.L; POWERS, J.M. Materiais para adesão e cimentação.

In: _____ **Craig, materiais dentários restauradores**. 13^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 353-375.

SOARES, C.J et al. Delayed Photo-activation Effects on Mechanical Properties of Dual Cured Resin Cements and Finite Element Analysis of Shrinkage Stresses in Teeth Restored With Ceramic Inlays. **Operative Dentistry**, [s.l.], v. 41, n. 5, p.491-500, set. 2016.

VIEIRA, J.M.C.S. Avaliação da Microdureza de Três Cimentos Resinosos Fotopolimerizados por LED com Interposição de Barreiras de Diferentes Espessuras. Campo Grande, 2013.