

FORÇAS DE CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO EM RESINAS COMPOSTAS CONSTITUÍDAS COM NOVAS MATRIZES ORGÂNICAS E FOTOATIVADAS POR DIFERENTES TÉCNICAS

POLYMERIZATION SHRINKAGE STRESS OF COMPOSITE RESINS CONTAINING NEW ORGANIC MATRICES AND PHOTOCURED BY DIFFERENT TECHNIQUES

Julyana Dumas Santos SILVA¹; Ana Clara Freitas de Menezes BANDEIRA¹; Marielly Lopes da CUNHA²; Ana Paula Rodrigues de MAGALHÃES³; Lawrence Gonzaga LOPEZ⁴; Gersinei Carlos de FREITAS⁵

1 - Mestranda em Clínica Odontológica pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

2 - Especialista em Endodontia pela Associação Brasileira de Odontologia, Goiânia, Goiás, Brasil.

3 - Doutora em Ciências Odontológicas Aplicadas pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo. Professora Adjunta da Faculdade de Odontologia da Universidade Paulista - Campus Goiânia (UNIP), Goiás, Brasil.

4 - Doutor em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo. Professor Associado do Departamento de Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

5 - Doutor em Materiais Dentários pela Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas. Professor Titular do Departamento de Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Verificar a força de contração de polimerização de três diferentes resinas compostas em função de dois métodos de fotopolimerização (convencional e pulso tardio). Foram selecionados para o estudo três materiais, com diferentes matrizes orgânicas: Bis-GMA – Filtek Z250 XT (3M-ESPE, Saint Paul, Minnesota, EUA); Silorano – Filtek P90 (3M-ESPE, Saint Paul, Minnesota, EUA) e TCD-Uretano - Charisma Diamond (Heraeus Kulzer, São Paulo, São Paulo, Brasil). **Material e Método:** Os corpos de prova foram confeccionados a partir de uma matriz retangular de aço inoxidável (6mm x 1mm x 2mm), posicionados em uma máquina de ensaios universal (Instron, Modelo 5965) para registro da força de contração de polimerização (Newtons). A fotoativação foi executada em cada grupo com fonte de luz do tipo LED (600mW/cm²) sob dois protocolos de fotoativação: contínuo - 40s (600mW/cm²)

e pulso tardio - 5s (600mW/cm²) + 1 min sem luz + 35s (600mW/cm²). Considerou-se como força de contração o valor registrado pela máquina de ensaios 2 minutos após o início da aplicação da luz no espécime. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste de Tukey ($p=0,05$). **Resultados:** Não houve diferença estatística significativa entre as duas técnicas de polimerização testadas nas resinas compostas à base de silorano e TCD-Uretano, porém, houve diferença para a resina à base de Bis-GMA. **Conclusão:** A técnica de pulso influenciou positivamente na redução da força de contração em matriz polimérica à base de Bis-GMA, entretanto, não promoveu benefícios para as resinas à base de silorano e TCD-Uretano.

PALAVRAS-CHAVE: Contração; Fotopolimerização; Materiais dentários.

INTRODUÇÃO

A partir dos estudos de Bowen, deu-se a introdução das resinas compostas e de um inovador contexto, principalmente em âmbito de novas pesquisas, na área dos materiais odontológicos¹. Com a evolução destes materiais, estudos diversos foram realizados e até os tempos atuais, a contração de polimerização, ainda é alvo de investigação¹.

A força gerada pela contração é um processo intrínseco a estes materiais ocasionado, principalmente, em decorrência da polimerização. A formação de uma rede polimérica e a influência da planimetria cavitária a qual envolve superfícies, livre e aderida, que atuam como material ("Fator C") são relevantes na investigação desta contração². Anteriormente ao início da fotopolimerização é necessária a escolha de um protocolo de fotoativação que tem influência na velocidade de conversão monomérica².

A redução volumétrica destes materiais restauradores pode, na interface dente-restauração, contribuir para o surgimento de fendas que prejudicará a longevidade das restaurações³⁻⁶.

O bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) e alguns outros dimetacrilatos são estruturas consagradas, mesmo em meio a gama de novidades, para síntese de maior parte das resinas compostas ofertadas no mercado de materiais restauradores⁷.

Pesquisas também sobre os métodos de polimerização demonstram que nestes metacrilatos já comumente utilizados as técnicas pulsadas ou graduais, promovem algumas vantagens, como a redução das tensões providas da contração, quando comparada à técnica contínua de irradiação, aquelas sem intervalo entre as aplicações de luz⁸. Porém, é necessária maior investigação dessas técnicas também para os novos materiais em desenvolvimento.

Uma vez que a resina composta recebe ativação por uma fonte de luz, inicia-se o processo de polimerização. Na técnica pulso tardio, após o primeiro pulso de energia luminosa, é dado um intervalo sem ativação de luz para que se tenha um maior escoamento de forças internas geradas no interior da resina⁸. A fase pré-gel em que o material consegue dissipar as forças internas geradas é evidenciada nesse intervalo de tempo e, somente após esse momento, é então dado o pulso final de luz⁸.

Ainda que consagrada a técnica de pulso, o surgimento de novos materiais no mercado exige avaliação e novas pesquisas para que, clinicamente, se eleja de fato uma técnica de fotoativação que produza efeitos satisfatórios e significantes para contribuir no desempenho clínico das restaurações de resinas compostas.

As resinas compostas a base de silorano e TCD-Uretano fazem parte desta nova geração de compósitos em que os materiais, por si só, apresentam uma menor contração de polimerização^{9,10}. Desperder um maior tempo na polimerização desses materiais elevaria o tempo clínico do cirurgião-dentista em consultório e talvez não garantisse resultados adequados quanto nos materiais convencionais à base de Bis-GMA¹¹.

Caso uma técnica polimerizadora de menor tempo mostre resultados semelhantes àquelas pulsadas no material eleito, seria interessante sua escolha em determinados casos, como no atendimento à crianças¹¹.

Diante do *boom* de variados produtos no mercado com propostas de contração reduzida e também frente à possibilidade do uso de técnicas de polimerização graduais/pulsadas, o presente estudo objetivou mensurar as forças de contração de polimerização, utilizando dois métodos de irradiação de luz, contínuo e pulso tardio, comparando três resinas constituídas com diferentes matrizes orgânicas: Filtek. Com Z250 XT; Filtek P90 e Charisma Diamond esperou-se definir a técnica polimerizadora, preliminarmente, mais adequada para cada proposta de matriz.

MATERIAL E MÉTODO

O teste para aferir os valores de força de contração seguiu metodologia proposta por Castañeda-Espinosa¹² (2005).

Dois matrizes de aço foram confeccionadas, seguindo o modelo descrito em metodologia de Castañeda-Espinosa¹² (2005) já citada, havendo, então, dois extremos: um livre para posterior inserção da resina composta e um oposto com formato equivalente à barra de fixação da máquina de ensaios utilizada, Instron (Instron, Modelo 5965 – Inglaterra). Exemplo pode ser visto na Figura 1 (adaptada de Castañeda-Espinosa¹² (2005)).

Para inserção da resina composta utilizou-se um espaço, entre as bases, pré-definido (6mm de largura, 1mm de altura e 2mm de profundidade), dimensões essas equivalente à algumas cavidades de classe II, III e IV (Fator de configuração: 1,5)¹². A resina composta foi inserida com espátula para resina composta tipo 1/2 e então acomodada de modo a ocupar apenas o espaço destinado ao corpo de prova. Não foi utilizado sistema adesivo previamente à aplicação da resina¹².

Foram confeccionados um total de 60 corpos de prova, sendo que metade correspondeu ao grupo de ativação contínua e a outra metade ao modo pulso tardio. Os corpos de prova de cada grupo foram subdivididos considerando as três resinas compostas (n=10) (Tabela 1).

A resina composta foi introduzida entre as bases de aço e moldada na forma destas durante um período de 90 segundos (Figura 1). Após este procedimento, deu-se início ao ensaio o que correspondeu ao início da aplicação da luz no modo correspondente a cada grupo (Figura 1). Foi utilizado uma fonte de luz do tipo LED da marca DMC (São Carlos, Brasil) com densidade de potência de 600mW/cm² e comprimento de onda 440 – 480nm. As resinas compostas foram submetidas a dois protocolos de ativação: contínuo (tradicional) - 40s e o modo pulso (pulso tardio) - 5s + 1 min sem luz + 35s, resultando para os dois métodos em uma energia de 24J/cm.

A força de contração, em Newtons (N), foi considerada em cada grupo como o valor registrado pela máquina de ensaios 2 minutos após o início da aplicação da luz no corpo de prova.

Os valores das forças máximas registradas foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação múltipla ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

Devido à distribuição normal das variáveis (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Levene) foi utilizado teste paramétrico. Para verificar o efeito dos diferentes modos de fotoativação na contração da resina composta, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) e para as comparações múltiplas, entre as resinas utilizadas, foi usado o teste de Tukey. As análises foram realizadas no programa IBM SPSS Statistics 19.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Foi adotado um nível de significância de 5% ($p<0,05$).

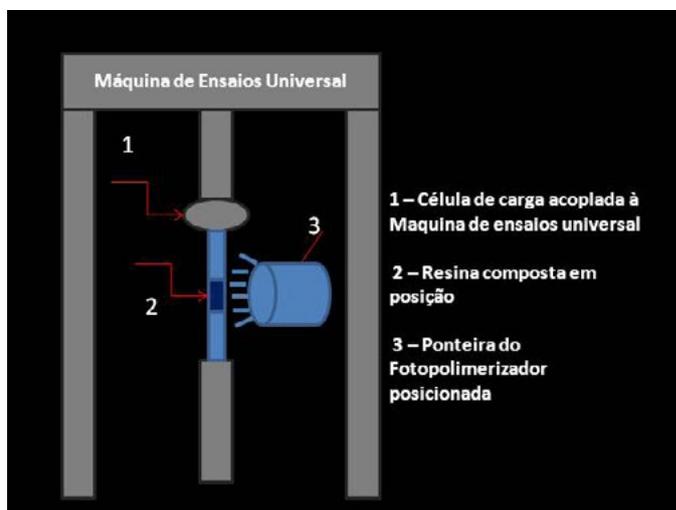


Figura 1 - Máquina de ensaios proposta por Castañeda-Espinosa (2005).

Tabela 1- Especificações dos compósitos

Material	Composição	Fabricante e número do Lote
Filtek Z 250 XT	Resina fotopolimerizável, micro-híbrida de matriz orgânica à base de Bis-GMA, UDMA e Bis-EMA.	3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA
Charisma Diamond	Resina fotopolimerizável, micro-híbrida de matriz orgânica à base de TCD-DIHEA de UDMA.	Heraeus Kulzer Ltda. São Paulo – SP, Brasil
Filtek P90	Resina fotopolimerizável, micro-híbrida de matriz orgânica à base de silorano.	3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA

A tabela 2 e a figura 2 apresentam os dados referentes aos valores de força de contração de polimerização em função das diferentes resinas compostas e técnicas de ativação. A resina Filtek P90, tanto no modo convencional como no modo pulso de ativação, revelou-se com valores de força de contração significativamente menores que as demais ($p < 0,05$).

A resina Charisma Diamond apresentou valores intermediários de contração, sendo o valor registrado para a técnica convencional estatisticamente semelhante ao valor encontrado para Filtek Z250 XT na técnica de pulso ($p > 0,05$). O maior valor foi registrado para Filtek Z250 XT na técnica convencional com diferença estatisticamente significativa dos demais ($p < 0,05$).

Quanto às técnicas de fotopolimerização, observou-se diferença estatística significativa somente para a resina Filtek Z250 XT ($p < 0,05$). As demais resinas compostas não tiveram influência do modo de fotopolimerização na geração de forças de contração.

Tabela 2 - Média e desvios padrão da força de contração (N) encontrada para as diferentes resinas compostas

Resina composta	Técnica de Polimerização	Força de Contração (N)
Charisma	Convencional	0,6215 (0,0707) ^{A B}
	Pulso	0,5331 (0,0894) ^A
Z250	Convencional	1,1764 (0,0506) ^C
	Pulso	0,8417 (0,3847) ^B
P90	Convencional	0,2218 (0,0630) ^D
	Pulso	0,1356 (0,0281) ^D

Valores na mesma coluna com a mesma letra maiúscula sobrescrita (A, B, C e D) denotam nenhuma diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

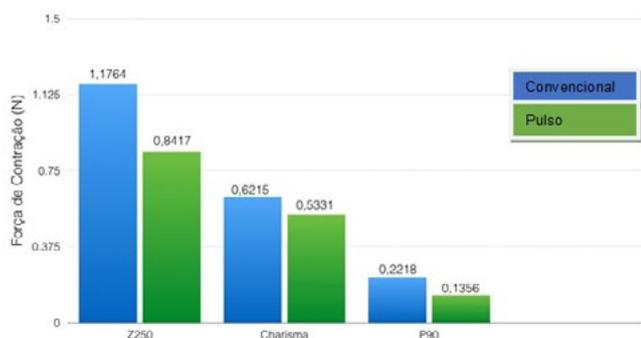


Figura 2 - Comparação dos resultados obtidos para as diferentes resinas compostas

DISCUSSÃO

As resinas compostas com estrutura já consagrada possuem em sua composição monômeros dimetacrilatos como: bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) e trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA)⁷⁻¹³. Os monômeros que participam da composição das resinas são capazes de formar uma longa e resistente sequência de ligações entre si, resultando em polímeros unidos por ligações covalentes⁷. Essas ligações contribuem para uma boa resistência mecânica nestes materiais. Apesar dessas vantagens, mesmo mediante boas propriedades, a contração de polimerização ocorre neste processo de transformação de uma unidade de monômero para uma cadeia rica em ligações cruzadas¹³.

Três fases podem ser destacadas a partir do início de aplicação da luz e desencadeamento, agora em maior velocidade,

da polimerização: fase de pré-gel (polimerização inicial); ponto gel; e fase de pós-gel⁸. Quando na fase pré-gel, o material ainda é um agregado de moléculas, que entre si, podem gerar movimentação e rearranjos espaciais dos polímeros que estão sendo formados, promovendo alívio nas forças de contração⁸.

Lopes *et al.*⁸ (2008) afirmaram que para reduzir as tensões decorrentes da contração de polimerização inerentes às resinas compostas e permitir aumento desta fase pré-gel, é importante modificar a intensidade de luz na fase de cura, enfatizando os rearranjos poliméricos e dessa forma reduzindo as forças de contração⁸. Neste contexto, Witzel *et al.*¹⁴ (2005) em um estudo sobre diferentes métodos de fotoativação de uma resina micro-híbrida de metacrilato convencional, Bis-GMA (Filtek Z250 XT) e em um adesivo sem carga (Scotchbond multi-purpose plus), verificaram que a técnica do pulso tardio, (600mW/cm²) por 1 segundo, seguido por 3 minutos de espera e uma irradiação final por 39 segundos, resultou na redução das tensões de contração de polimerização da resina composta, quando comparada às técnicas que utilizavam irradiação contínua²². Pereira *et al.*¹⁵ (2007) corroboram com estes resultados.

O desenvolvimento de materiais à base de silorano foi também, assim como as novas técnicas de fotoativação, uma resposta às tentativas de reduzir o estresse de contração das resinas compostas. Este compósito possui um mecanismo de abertura dos anéis que compõe a estrutura de oxirano, contribuindo na redução da contração. Apresenta também a hidrofobicidade do siloxano, possuindo boas propriedades biomecânicas quando comparados aos metacrilatos convencionais¹⁻¹⁶. Mesmo com estes diferenciais, as resinas compostas em geral sofrem uma contração que pode variar de 1,5% a 3%, fato que demonstra a necessidade de ampla investigação e melhora constante desses materiais¹².

No presente estudo, foi observado que a resina Filtek P90 apresentou os menores valores de força de contração, tanto no modo convencional como no modo pulso de ativação, revelando por este aspecto não necessidade do uso pulsado de ativação. Lopes *et al.*¹⁷ (2014) estudaram, dentre algumas propriedades, a contração de polimerização da resina Filtek Silorane (3M ESPE) sob alguns protocolos de fotoativação, dentre eles: convencional de modo contínuo e pulsados com intervalos de 1 e 3 minutos. Os resultados foram comparados à resina convencional Filtek Z350 (3M ESPE). Concluíram que tanto na técnica pulsada como contínua, a resina a base de silorano apresentou valores semelhantes¹⁷. Afirmaram, portanto, que provavelmente, sua velocidade de polimerização quando submetida às técnicas pulsadas, não permite redução do estresse gerado como acontece naquelas à base de metacrilato convencionais, sendo as ativações convencionais mais adequadas¹⁷.

Borges *et al.*¹⁸ (2012) também comparando resinas compostas à base de silorano e de metacrilato convencional, verificaram que, após realizarem termociclagem, houve diferença na qualidade do selamento marginal de cada tipo de resina, estando as resinas com matriz orgânica de silorano com os melhores resultados independente da ciclagem realizada¹⁸.

No nosso estudo, como resina composta de baixa contração, foi utilizada a resina Charisma Diamond, com sua fórmula baseada no monômero TCD-DI-HEA, apresentando um sistema de carga otimizada que inclui nanopartículas especiais de sílica

(Informação do fabricante - Heraeus Kulzer). Nos resultados obtidos com a resina Charisma Diamond, observou-se que a força de contração da técnica convencional foi estatisticamente semelhante àquela observada para a técnica de pulso, apresentando valores intermediários de contração, comparados aos das demais resinas. Os resultados foram muito próximos aos obtidos no modo pulsado de ativação da resina à base de metacrilato convencional.

Takahashi *et al.*¹⁹ (2010) estudando dentre alguns materiais, a resina Venus Diamond à base de TCD-DI-HEA, analisaram a adaptação marginal desta resina em cavidades levando em consideração fatores variados, dentre eles, a contração de polimerização. Margens com boa integridade, livres de fendas, considerando análise após 24 horas, foram encontradas nas restaurações utilizando Kalore (GC, Japão) e Venus Diamond, comparadas a materiais consagrados no mercado¹⁹. Entretanto, Boaro *et al.*²⁰ (2010), ao estudar a tensão produzida por materiais restauradores de baixa contração, compararam diversas matrizes orgânicas e obtiveram dados sugestivos de que algumas resinas de baixa contração, uma delas à base de uretano, apresentaram uma baixa contração na fase de pós-gel, porém semelhante aos materiais microparticulados à base de Bis-GMA²⁰. Além disso, o estudo traz a importância de avaliação, juntamente às forças de contração, do módulo de elasticidade destes materiais²⁰.

Ao comparar, neste trabalho, as técnicas de polimerização, pulso tardio e convencional, quando avaliada a resina Filtek Z250 XT, os resultados demonstraram uma redução da força de contração de polimerização com o uso da técnica de pulso tardio. No modo convencional de ativação o produto apresentou o maior valor de contração das três resinas compostas testadas. Alguns trabalhos demonstram que a integridade marginal ao longo do tempo é influenciada por meio dos alívios de força de contração, sendo o aumento da fase pré-gel, com intervalos de polimerização, essenciais para que isso ocorra⁶.

Pires-de-Souza *et al.*²¹ (2009), avaliando as tensões de contração de polimerização e variando a fonte de luz (QTH e LED) concluíram que além da importância na escolha de unidade fotopolimerizadora, a composição das resinas foi o fator que esteve mais intimamente relacionado à força de contração verificada²¹. Diante de tal fato, ressalta-se a importância de unir a escolha do método para polimerização relacionando-o à formulação do material eleito²¹.

Utilizar técnicas polimerizadoras que aumentem a fase pré-gel do material, como a técnica de pulso, é uma alternativa importante para algumas resinas compostas e viáveis para que se estabeleçam restaurações com qualidade. Ao permitir que a resina tenha um maior tempo de escoamento, por meio de intervalos sem incidência de luz, durante polimerização com longo tempo de cura, podem surgir também algumas desvantagens como aumento do tempo clínico, tornando a técnica muitas vezes inadequada para o tratamento de crianças, por exemplo¹¹.

Sendo este estudo realizado *in vitro*, devem-se destacar alguns fatores limitantes do mesmo, como a forma do registro dos valores de contração, a qual foi feita pontualmente, não obtendo o perfil de evolução das forças geradas logo após a polimerização inicial. Além disso, os valores de contração foram verificados fora de uma cavidade dentária o que poderia interferir nos resultados obtidos.

Ademais, outros aspectos podem ser relevantes para a cinética de polimerização o que pode influenciar na aferição de força de contração, como por exemplo, a geometria cavitária e também demais propriedades biomecânicas dos materiais em questão²².

Assim, com o surgimento acelerado de novos produtos no mercado odontológico, incluindo propostas que visam reduzir alguns dos problemas enfrentados por esses materiais resinosos utilizados em larga escala, exige que o profissional esteja atento ao produto selecionado e se mantenha atualizado sobre quais manobras podem, de fato, estabelecer melhores resultados orientando, assim, a prática clínica adequada.

CONCLUSÕES

A técnica de pulso tardio foi capaz de reduzir as forças de contração em uma resina composta à base de metacrilato convencional, não influenciando, porém, as resinas à base de silorano e uretano modificado independente da técnica, os menores valores de força de contração foram registrados para a resina à base de silorano, seguidos pelo composto de matriz orgânica à base de uretano modificado e por fim, pela resina à base de metacrilato convencional.

Mais estudos são necessários para analisar as técnicas polimerizadoras associadas aos novos materiais restauradores que se propõe a baixas contrações de polimerização.

REFERÊNCIAS

- Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater.* 2005; 21(1): 68-4.
- Ishikiriama SK, Valeretto TM, Franco EB, Mondelli RFL. The influence of "C-factor" and light activation technique on polymerization contraction forces of resin composite. *J Appl Oral Sci.* 2011; 20(6): 603-06.
- Kim HJ, Park SH. Measurement of the internal adaptation of resin composites using micro-CT and its correlation with polymerization shrinkage. *Oper Dent.* 2014; 39(2): 57-70.
- Osternack FH, Caldas DB, Almeida JB, Souza EM, Mazur RF. Effects of preheating and precooling on the hardness and shrinkage of a composite resin cured with QTH and LED. *Oper Dent.* 2013; 38(3): 1-8.
- Pereira JC, Dalpino PHP, Lopes LG, Franco EB, Mondelli RFL, Souza JB. Evaluation of internal adaptation of class V resin composite restorations using three techniques of polymerization. *J Appl Oral Sci.* 2007; 15(1): 49-4.
- Yap AU, Seneviratne C. Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. *Oper Dent.* 2001; 26(5): 460-66.
- Leprinc JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater.* 2013; 29(2): 139-56.
- Lopes LG, Franco EB, Pereira JC, Mondelli RFL. Effect of light-curing units and activation mode on polymerization shrinkage and shrinkage stress of composite resins. *J. Appl Oral Sci.* 2008; 16(1): 35-2.
- Boaro LC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dent Mater.* 2012; 26(12): 1144-50.
- Marchesi G, Breschi L, Antonioli F, Di Lenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite

- materials assessed with different testing systems. *Dent Mater.* 2010; 26(10): 947-53.
11. Peutzfeldt A, Sahafi A, Asmussem E. Characterization of resin composites polymerized with plasma arc curing units. *Dent Mater.* 2000; 16(5): 330-36.
 12. Castañeda-Espinosa JC. Avaliação das forças geradas durante a contração de polimerização de resinas compostas, em função do tipo de resina composta, modo de ativação, fonte de luz e utilização de material intermediário [Tese doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2005.
 13. Anusavice KJ. Materiais Dentários. In: Rawls HR, Esquivel-Upshaw J. *Resinas Restauradoras*. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier; 2005, p. 375-17.
 14. Witzel M.F, Calheiros FC, Gonçalves F, Kawano Y, Braga RR. Influence of photoactivation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. *J Dent.* 2005; 33(9): 773-79.
 15. Pereira JC, Dalpino PHP, Lopes LG, Franco EB, Mondelli RFL, Souza JB. Evaluation of internal adaptation of class V resin composite restorations using three techniques of polymerization. *J. Appl Oral Sci.* 2007; 15(1): 49-54.
 16. Ilie N, Hickel R. Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater.* 2009; 25(6): 810-19.
 17. Lopes MB, Serralvo AD, Felizardo KR, Hirata BS, Guiraldo RD, Berger SB, *et al.* Evaluation of the flexural resistance and stress contraction of a silorane-based composite submitted to different protocols of polymerization. *Appl Adhes Sci.* 2014; 2(1): 1-8.
 18. Borges AF, Santos Jde S, Ramos CM, Ishikiriyama SK, Shinohara MS. Effect of thermo-mechanical load cycling on silorane-based composite restorations. *Dent Mater J.* 2012; 31(6): 1054-59.
 19. Takahashi H, Finger WJ, Wegner K, Utterodt A, Komatsu M, Wöstmann B, Balkenhol M. Factors influencing marginal cavity adaptation of nanofiller containing resin composite restorations. *Dent Mater.* 2010; 26(12): 1166-75.
 20. Boaro LC, Gonçalves F, Guimarães TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. *Dent Mater.* 2012; 26(12): 1144-50.
 21. Pires-de-Souza FCP, Drubi-Filho B, Casemiro LA, Garcia LFR, Consani S. Polymerization shrinkage stress of composites photoactivated by different light sources. *Braz Dent J.* 2009; 20(4): 319-24.
 22. Marchesi G, Breschi L, Antonioli F, Di Lenarda R, Ferracane J, Cadenaro M. Contraction stress of low-shrinkage composite materials assessed with different testing systems. *Dent Mater.* 2010; 26(10): 947-53.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the polymerization shrinkage stress of three different composite resins cured with two methods photo-polymerization (conventional and pulse delay). Three materials were selected for the study, with different organic matrices: Bis-GMA - Filtek Z250 XT (3M-ESPE, Saint Paul, Minnesotta, USA); Silorano - Filtek P90 (3M-ESPE, Saint Paul, Minnesotta, USA) e TCD-Uretane - Charisma Diamond (Heraeus Kulzer, São Paulo, São Paulo, Brazil). Materials and Method: The samples were made from a stainless steel matrix with rectangular internal geometry (6mm x 1mm x 2mm), which was mounted in an universal testing machine (Instron, Model 5965) in order to register the polymerization shrinkage stress (Newtons). The photoactivation was performed in each group with a LED (600mW/cm) light source, under two photoactivation protocols: continuous

- 40s (600mW/cm) and pulse delay - 5s (600mW/cm) + 1 min with no light + 35s (600mW/cm). It was considered as shrinkage stress the value registered by the testing machine two minutes after the start of the specimen's cure. The values obtained were subjected to Analysis of Variance (ANOVA), followed by the Tukey test ($p=0.05$). Results: There was no significant statistical difference between the two polymerization techniques tested in the composite resins based on silorane and TCD-Urethane, but there was difference in the resin based on Bis-GMA. Conclusion: The pulse delay technique positively influenced in reducing the shrinkage stress in the polymeric matrix made of Bis-GMA, but did not provide benefits to resins made of silorane and TCD-Urethane.

KEYWORDS: Dental materials; Polymerization; Shrinkage.

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Julyana Dumas Santos Silva

Av. Universitária esquina com 1ª Avenida, s/nº, Setor Leste
Universitário, Campus Colemar Natal e Silva. CEP: 74605-
220. Goiânia, Goiás, Brasil.

E-mail: julyana.dumas@hotmail.com