

Influência do tipo de fotoativação na contração de polimerização de um compósito nano particulado

Influence of light curing on polymerization shrinkage of a nanofill composite

Rossana Gomes Figueiredo¹
Reinaldo de Souza Ferreira²
Fernando Luiz Bastian³
Cristiane Soares Mota⁴
Márcio Antônio Paraízo Borges⁵
Fernanda Pitta Ritto⁶

Recebido: 28/06/2012
Aceito: 07/08/2012

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar in vitro a contração de polimerização de um compósito nanoparticulado Z350® XT (3M/ESPE, St.Paul, MN, USA), variando duas diferentes fontes de LED, dois tipos de fotoativação e diferentes tempos de ativação. As amostras foram confeccionadas com auxílio de matriz bipartida de 6 mm de diâmetro e 2mm de espessura e foram divididas em três grupos (n=3): Grupo 1: Z350® XT, aparelho Demi (Kerr, Orange, CA), 5 segundos, ativação pulsada; Grupo 2: Z350® XT, aparelho Led Demi (Kerr, Orange, CA) 20 segundos, ativação pulsada; Grupo 3: Z350® XT, aparelho Led Demetron (Kerr, Orange, CA), 32 segundos, ativação contínua. Para medir a contração de polimerização foi utilizado o método de picnometria a água. As amostras não-polimerizadas e polimerizadas foram pesadas e, a partir da densidade da água, foi calculada a contração de polimerização de cada amostra. Para uma análise estatística foi utilizado o programa Statgraphics Plus. Foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Para tal, foi utilizado um grau de significância de 95% (p=0,05). Os resultados da análise mostraram não haver diferença estatística nos resultados de contração de polimerização para as diferentes fontes de emissão, tipos e tempo de ativação para os grupos testados.

Palavras-chave: Fotopolimerização, luz, compósitos.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate in vitro the polymerization shrinkage of a nanofill composite Z350® XT (3M/ESPE, ST.Paul, MN, USA), varying two different LED sources, two types of activation and different activation time. Specimens were confectioned on a mold of 6mm of diameter and 2mm of thickness and were divided into three groups (n=3): Group 1: Z350® XT, Demi LED (Kerr, Orange, CA), 5 seconds, pulse activation; Group 2: Z350® XT, Demi LED 20 seconds, pulse activation; Group 3: Z350® XT, LED Demetron (Kerr, Orange, CA), 32 seconds, continuous activation. To measure the polymerization shrinkage, water picnometry was utilized. Non-polymerized and polymerized samples were weighed and, based on water density, polymerization shrinkage of each sample were measured. For statistical analysis, Statgraphics Plus Program was used and Kruskal Wallis test was applied, with 95% of significance (p=0.05). Results showed no difference between groups for the different sources, time or type of activation.

Key-words: light curing, light, composites.

¹ Especialista em Dentística Restauradora pela Odontoclínica Central da Marinha (OCM)

² Capitão-de-Fragata (CD), Doutorando em Odontologia - Dentística pela UERJ / Professor do Curso de Especialização em Dentística da OCM

³ Doutor em Engenharia Metalúrgica - Cambridge University / Professor Adjunto Engenharia Metalúrgica e de Materiais - COPPE-UFRJ

⁴ Primeiro-Tenente (CD), Doutoranda em Odontologia - Dentística pela UERJ / Professora do Curso de Especialização em Dentística da OCM

⁵ Capitão-de-Fragata (CD), Doutor em Odontologia - Dentística pela UFRJ/ Coordenador do Curso de Dentística da OCM e Professor do Curso de Especialização em Dentística Restauradora - IOPUC-RJ

⁶ Capitão-Tenente (CD), Doutoranda em Odontologia - Dentística pela UERJ / Professora do Curso de Especialização em Dentística da OCM

Introdução

O uso da resina composta como material restaurador tem crescido devido ao aprimoramento de suas características mecânicas e óticas, aumentando, com isso, sua durabilidade e qualidade estética (1).

A contração da resina pode comprometer a longevidade clínica das restaurações, devido ao desafio da permanência da união em áreas de tensão, como na parede cervical de cavidades proximais profundas, podendo levar a falhas precoces na restauração. Antes mesmo que os dentes restaurados sejam submetidos às cargas funcionais e às variações térmicas na cavidade bucal, já se pode observar um tensionamento nas paredes da cavidade, devido à contração de polimerização (2).

O que ocorre é que durante a contração, a resina compete com o sistema adesivo, criando um sistema de forças que tendem a arrancá-la do íntimo contato com as paredes da cavidade. (3)

O desenvolvimento tecnológico nesse campo da odontologia oferece diferentes métodos e aparelhos para ativar a polimerização das resinas compostas. Dentre eles estão: a técnica de polimerização convencional, técnica de início suave - soft-start, que consiste em uma pré-polimerização com baixa intensidade seguida de polimerização final com alta intensidade (3). O pulso tardio - pulse delay – é uma outra técnica de ativação onde realiza-se um posicionamento do aparelho a uma certa distância do dente para o início da polimerização e, posterior aproximação da restauração, com exposição à luz por tempo apropriado. Outra técnica descrita é o pulso de luz - pulse cure – onde são emitidos flashes durante todo o tempo de fotopolimerização (4).

Assim, os aparelhos de diodos emissores de luz (LED) vêm apresentando diversas vantagens em sua utilização como diferentes tipos de ativação luminosa, uma ampla vida útil se comparados à luz halógena e apresentam também vantagens manipulativas por serem aparelhos menores, e ,em sua maioria, sem fio. Assim, parecem ser promissores enquanto tecnologia, apesar de ainda precisarem de algumas modificações, principalmente em nível de intensidade luminosa (4).

Segundo COELHO; SILVA E SOUZA Jr e MONDELLI (5), 2002 e FARES et al. (6), 2004 os principais fatores relacionados à contração de polimerização são a intensidade de luz, métodos de fotoativação, fontes de energia e configuração cavitária. Os autores também citaram técnicas disponíveis para minimizar seus efeitos, entre elas, o prolongamento da fase pré-gel da resina composta, redução do fator C através da técnica incremental e os métodos de fotoativação. A polimerização gradual de ativação por pulso tem sido um dos métodos mais utilizados, e quando comparado à técnica convencional, demonstra menor tensão de contração de polimerização e melhor adaptação marginal.

A tensão na contração de polimerização dos compósitos odontológicos é frequentemente associada a falhas na interface dente-restauração. A magnitude dessa tensão depende da composição do material restaurador (seu conteúdo de carga, composição da matriz) e sua capacidade de fluxo antes de geleificação, que está relacionado com a configuração da cavidade e características de cura do compósito (3).

Assim, com base na literatura exposta, o presente estudo avaliou a contração de polimerização de um compósito resinoso utilizando o método de picnometria a água, através das diferentes massas específicas dos compósitos polimerizados e não-polimerizados.

Materiais e Métodos

Para o presente estudo foi utilizado um compósito odontológico resinoso de cor A1 Body (Corpo) composto de nanopartículas Filtek Z350® XT (3M/ESPE, ST.Paul,MN,USA), lote 1028400101 (Quadro1); fotopolimerizadores unidade de diodos emissores de luz – LED Demi (Kerr, United States of America,USA) (Figura 1) e LEDemetron (Kerr, Orange, CA) (Figura 2); picnômetro à água e balança de alta precisão GEHAKA – AG200.

Para a confecção dos corpos de prova para medir a contração de polimerização foi utilizada matriz bipartida com parafusos de estabilização contendo perfuração de 6 mm de diâmetro e 2 mm de altura. Foram realizadas três amostras para cada grupo (n=3). A matriz foi apoiada numa placa

QUADRO 1 – Descrição do grupo experimental e modos de polimerização.

Grupos	Resina composta	Unidade de polimerização	Tipo de ativação	Tempo (segundos)	Intensidade de energia (mW/cm ²)	Faixa de comprimento de Onda (nm)	Densidade de energia (mJ/cm ²)
1	Z350 XT	LED Demi	Pulsátil	5	1.200	450 a 470 nm	6.000
2	Z350 XT	LED Demi	Pulsátil	20	1.200	450 a 470 nm	24.000
3	Z350 XT	L.E.Demetron	Contínuo	32	750	424 a 503 nm	24.000



FIGURA 1 - Unidade de diodos emissores de luz – Led DEMI (Kerr, United States of America,USA).

de vidro e o compósito inserido no interior de sua perfuração em um incremento de 2 mm, acomodado com o auxílio de uma espátula do tipo Suprafill (Duflex®). O compósito foi coberto na sua superfície superior com uma tira de poliéster a fim de impedir o contato do material com o oxigênio, e com isso, permitir que toda a reação química ocorresse. A ponta do aparelho fotopolimerizador foi apoiada perpendicularmente no material coberto e foi realizada polimerização segundo o conceito de energia estabelecido por RUEGGERBERG e CRAIG (7).

Após a polimerização, os aparatos de estabilização da matriz de teflon foram afrouxados, abrindo-se o dispositivo para a retirada da amostra, sem alteração dimensional da mesma. Após a cura total e remoção das amostras de seus respectivos moldes, foi



FIGURA 2 - Unidade de diodos emissores de luz L.E.DE-METRON (Kerr, Orange, CA).

realizado acabamento e polimento com lixas (3M) e as amostras foram armazenadas em recipiente com água destilada a 37°C. A picnometria é uma técnica laboratorial utilizada para fazer a determinação da massa específica e da densidade de líquidos e também de materiais

sólidos. O picnômetro a água mede o deslocamento de água com grande precisão, permitindo medições rápidas e fiéis do volume das resinas compostas antes e após a polimerização, sem interferência da temperatura e da umidade (8).

Para se calcular a alteração dimensional sofrida pelos materiais durante a polimerização, foi determinada a massa específica (em gramas) antes e após polimerização através de pesagem das amostras do material não polimerizado e polimerizado em balança de precisão de quatro casas decimais (Figura 3). Após, para determinação da diferença da densidade das amostras do material não polimerizado e polimerizado, foi realizada pesagem do sistema: picnômetro + água + amostra. (Figura 4) Nesta técnica, a densidade do material é desconhecida. Assim, para determinação da contração, utiliza-se a densidade da água como referência e a diferença entre as pesagens do sistema com material não polimerizado e polimerizado.

A alteração dimensional ou contração de polimerização foi então determinada por meio da relação entre os valores médios da massa específica dos materiais não polimerizados e polimerizados, utilizando-se a Equação 1.



FIGURA 3 - Pesagem da amostra.

Equação 1:

$$CP\% = \left(\frac{P_p - P_n}{P_p} \right) \times 100$$

Onde:

- CP% é a contração de polimerização;
- p_n é a massa específica dos materiais não polimerizados;
- p_p é a massa específica dos materiais polimerizados.

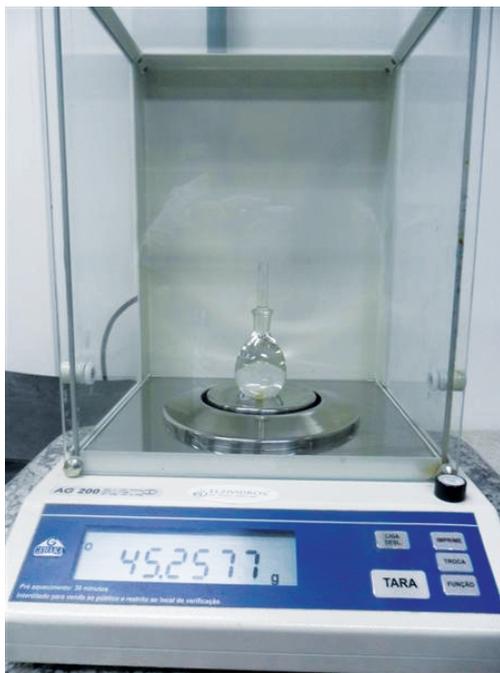


FIGURA 4 - Pesagem do sistema: amostra + picnômetro.

Para a medição do valor de massa específica da resina Filtek Z350® XT, foram realizadas três pesagens consecutivas e a média deste valor foi utilizada para cálculo.

Resultados

As tabelas de resultados mostram o percentual de contração (Tabela 1) média e desvio-padrão dos resultados (Tabela 2).

TABELA 1 - Resultados da contração de polimerização (em percentagem).

Amostras	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1	1,007	3,484	1,066
2	2,091	3,94	1,066
3	2,59	1,484	1,742

TABELA 2 -Tabela de média / desvio-padrão do valor de contração de polimerização

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Média	1,896	2,96	1,291
Desvio-Padrão	0,81	1,31	0,39

Através dos dados obtidos nos ensaios de contração, foi realizada uma análise estatística das médias, onde as variáveis independentes foram as diferentes fontes polimerizadoras, tempo e tipo de ativação. Para análise dos resultados foi utilizado o programa Statgraphics Plus. Para uma análise global dos grupos foi avaliado a homogeneidade das variâncias entre os grupos com o teste Levene e a normalidade dos dados com o teste Shapiro-Wilks. Como os dados não apresentaram normalidade, foi aplicado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis. Para tal, foi utilizado um grau de significância de 95% ($p=0,05$).

Discussão

As resinas compostas tornaram-se amplamente utilizadas na prática odontológica diária, representando a principal categoria de escolha para a recuperação anatomo-funcional dos dentes anteriores e posteriores. Contudo, estes materiais apresentam a característica intrínseca de contração durante o seu processo de polimerização, aspecto este que tem sido responsável por uma série de inconvenientes clínicos como percolação marginal da restauração, infiltração marginal e até fraturas do elemento dental. Por esse motivo, a contração de polimerização vem sendo estudada por diversos autores ao longo dos anos, como BRAGA e FERRACANE (4) e SALLES et al (9).

Segundo BUSATO (3), em 2007, a luz halógena é a mais utilizada pelos cirurgiões-dentistas, por esse motivo também é denominada de convencional. Já os LEDs são mais duráveis e portáteis, mas possuem uma atuação mais limitada devido ao seu comprimento de onda ser entre 450 a 490 nm. O estudo também constatou que o aparelho halógeno mostrou-se mais eficaz na fotopolimerização, independente do tipo de material restaurador utilizado, e que o arco de plasma e o laser de argônio, embora apresentem a vantagem de proporcionar uma polimerização com menor tempo de trabalho, não se popularizaram junto aos cirurgiões-dentistas devido ao seu alto preço, a possibilidade de gerar altas tensões de contração de polimerização em função da alta intensidade de luz, podendo ocasionar danos ao órgão pulpar, além do seu alto custo de manutenção. Já os LEDs são mais vantajosos do que os aparelhos de arco de plasma e laser por serem de fácil manuseio e de maior durabilidade.

Os LEDs vêm substituindo os tradicionais aparelhos de luz halógena devido à sua maior durabilidade. Vários trabalhos vêm sendo realizados para verificar a eficiência desses aparelhos.

Assim, o desenvolvimento tecnológico oferece diferentes aparelhos, e também métodos para ativar a polimerização das resinas compostas. Dentre eles estão: a técnica de polimerização

convencional, técnica de início suave - soft-start ; pulso tardio - pulse delay -; e; pulso de luz - pulse cure.(5) O estudo de SALLES et al (9) concluiu que a técnica de pulso interrompido reduziu os valores de contração de polimerização das resinas compostas e de tensões geradas, quando comparado com as técnicas convencionais (LED e Luz Halógena). Já no presente estudo foram utilizadas a técnica da polimerização contínua e a pulsátil e não foi encontrada diferença na contração para os diferentes tipos de ativação utilizados.

Segundo RUEGGEBERG e CRAIG (7), 1988, a densidade de energia mínima para a polimerização de um compósito na profundidade de 2 mm seria de 24000 mJ/cm². Assim, baseados nesses estudos foi estabelecida a densidade de energia utilizada na presente pesquisa para o LED Demi (pulsátil) e LEDemtron (contínua).

No presente estudo foram utilizados dois aparelhos fotopolimerizadores do tipo LED com formas de ativações diferentes (pulsátil e contínua). Grupo 1-Led Demi (pulsátil) com tempo de ativação 5 segundos e densidade de energia 6.000 mJ/cm², Grupo 2-Led Demi (pulsátil) com tempo de ativação de 20 segundos e densidade de energia de 24.000 mJ/cm², e Grupo 3 - LeDemtron (contínua) com tempo de ativação de 32 segundos e densidade de energia de 24.000 mJ/cm². Concluiu-se que, independente da forma de ativação utilizada, não houve diferença na contração de polimerização nas amostras testadas, mesmo utilizando-se uma menor densidade de energia para o Grupo 1.

RESTON et al. (10), em 2008, avaliaram o desempenho clínico das restaurações de resina composta e concluíram que este está diretamente relacionado com a quantidade da polimerização obtida através dos aparelhos fotopolimerizadores. Eles compararam fonte de luz halógena e LED e concluíram que não existe diferença significativa das resinas fotopolimerizadas entre essas duas fontes. No presente estudo não foi possível tal comparação, pois foram utilizados somente aparelhos fotopolimerizadores do tipo LED. Alguns estudos na literatura mostram que variações na distância entre a fonte de luz e a superfície das resinas podem afetar o grau de contração de polimerização dos materiais.

Assim, AMORE et al.(11) em 2003, mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes entre as três resinas avaliadas, e, independentemente do tipo de resina composta, também não houve diferenças significantes para as distâncias de polimerização de 2 mm e 10 mm. No presente estudo não houve variação para as distâncias de polimerização.

Resultados semelhantes na comparação dos LED's, para diversos testes, foram observados

por RESTON et al (10), 2008 e LOPES (12), 2003. Os resultados do presente estudo também vão de encontro a esses achados na comparação de LED modo de ativação pulsátil e contínuo, não demonstrando diferença estatística significativa entre os grupos.

Muitos estudos foram realizados avaliando a contração de polimerização e as tensões promovidas no sentido de comparar o sistema de fotopolimerização por LED com o sistema halógeno na forma convencional e pulso de fotopolimerização. LOPES (12), em 2003 relatou em seu estudo que o LED proporcionou a mesma quantidade de tensões de contração de polimerização quando comparado à fonte de luz halógena (técnica convencional). Já COELHO; SILVA e SOUZA Jr e MONDELLI (5), em 2002 afirmaram que a polimerização gradual de ativação por pulso tem sido um dos métodos mais utilizados, e quando comparado à técnica convencional, demonstra menos tensão de contração de polimerização e melhor adaptação marginal. No presente estudo, o resultado difere do trabalho desses autores, não sendo encontrada diferença na contração para os diferentes tipos de ativação utilizados.

FARES et al. (6), 2004, PORTELA et al (13), 2010 e CONCEIÇÃO (2), 2008, chamaram a atenção pelo fato de ter observado que fatores inerentes ao material, à configuração cavitária, à técnica restauradora e à técnica de polimerização e/ou unidade fotoativadora, têm influência significativa nos efeitos de contração de polimerização bem como na qualidade do selamento superficial de restaurações de resina composta provavelmente pela composição química do material como fotoiniciadores presentes e tamanho das partículas de carga. No presente estudo foi utilizada a resina composta filtek Z350 XT 3M, cujo fotoiniciador é a canforoquinona, que se encontra dentro do espectro de ação dos LEDs.

Apesar de não haver diferença estatística entre os grupos em diferentes tipos de polimerização (convencional ou pulsátil), o estudo mostrou que o aparelho de LED utilizado pode ser mais prático, pois sua intensidade de luz permite uma polimerização mais rápida.

Conclusão

Dentro das limitações do presente estudo, foi possível concluir que:

1-Não houve diferença estatística na contração de polimerização para os diferentes tempos de polimerização.

2-Não houve diferença estatística na contração de polimerização para os diferentes tipos de ativação (pulsada e contínua) testados.

Referências Bibliográficas

1. Júnior SD, Reges RV, Silva MHC, Andrade MF, Saad JRC. Estudo da infiltração marginal em compósitos restauradores de baixa viscosidade. *J Bras Dent Est*, 2003; 2(5):65-68.
2. Conceição et al. Mensuração da contração de polimerização de resinas compostas através da microscopia eletrônica de varredura. *Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre*, 2008; 49(1): 31-33.
3. Busato ALS. et al., Métodos de fotopolimerização. *Stomatos*, 2007;13(24):45-52
4. Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction management. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, 2004;15(3):176-84.
5. Coelho MJMC, Silva e Souza Jr MH, Mondelli RFL. Novos Conceitos relacionados à Fotopolimerização das Resinas Compostas. *JBD*, 2002; 1(1):14-21.
6. Fares NH et al. Tensões de contração das resinas compostas geradas durante a polimerização. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac.*, 2004;45:177-84.
7. Rueggeberg FA, Craig RG. "Correlation of parameters used to estimate monomers conversion in a light-cured composite." *J Dent Res*, 1988; 67(6):932-7.
8. Pitta FP. Influência da fotoativação no grau de conversão, contração de polimerização e comportamento mecânico em dois compósitos. Dissertação (mestrado) COPPE-UFRJ/Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2010.
9. Salles HSA et.al. Influência da Fonte de Luz Fotoativadora na Fenda de Contração de Polimerização de Resinas Compostas *Rev Odontol Bras Central* 2010;19 (50):243-50.
10. Reston EG et al. Microdureza de resina composta polimerizada com LEDs de diferentes gerações e luz halógena. *Stomatos*, 2008; 14:17-25.
11. Amore et al. Polymerization shrinkage evaluation of three packable composite resins using a gas pycnometer. *Pesqui. Odontol. Bras.*, 2003; 17(3):273-7.
12. Lopes LG. Avaliação da contração de polimerização e das tensões promovidas em função de diferentes sistemas de polimerização e de materiais restauradores estéticos. Tese de Doutorado., Faculdade de Odontologia de Bauru, Bauru, SP, Brasil, 2003.
13. Portela, A., et al. Resinas Compostas: Avaliação da Contração e Profundidade de Polimerização em Função da Matriz Orgânica. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2010; 51 (1):13-8.