

TÉCNICAS PARA REDUZIR OS EFEITOS DA CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO DAS RESINAS COMPOSTAS FOTOATIVADAS

Techniques for reducing the effects of polymerization shrinkage of composites photoactivated resins

Firmino José Vieira da Silva¹

Everton Lindolfo da Silva¹

Marcus Vinícius Sousa Januário¹

Marcelo Gadelha Vasconcelos²

Rodrigo Gadelha Vasconcelos²

¹ Acadêmico de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) Campus VIII, Araruna/PB, Brasil.

² Professor Doutor do curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) Campus VIII, Araruna/PB, Brasil.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

RESUMO

Introdução: uma complicação inerente a todas as resinas compostas é o *stress* gerado pela contração de polimerização. As resinas compostas da atualidade, após a polimerização, perdem entre 2% a 3% de todo o seu volume. Essa perda pode acarretar em alterações fortemente comprometedoras a nível micro e macroscópico. **Objetivo:** abordar a importância do uso de técnicas e manobras clínicas, que visam diminuir a contração de polimerização das resinas compostas, reduzindo seus efeitos na cavidade, para que se tenha um procedimento restaurador com elevado índice de sucesso clínico e boa aceitação pelos pacientes. **Material e Métodos:** foi realizada uma revisão da literatura por meio de uma busca bibliográfica nas seguintes bases de pesquisa online: PUBMED/MEDLINE, LILACS, BBO e SCIENCE DIRECT, através do rastreamento de artigos relevantes

Recebido em: 19/10/2016

Aceito em: 20/12/2016

publicados entre o período de 2000 a 2015. **Resultados:** comparando as formas de ativação dos compósitos, os compósitos fotopolimerizáveis possuem um menor escoamento e maior *stress* de contração se comparados a compósitos com ativação química, isso se dá devido à fotoativação que se destaca por ser uma reação rápida quando comparada a outros métodos, não dispondo de tempo para a resina se acomodar na cavidade e ter uma boa interação com o sistema adesivo previamente aplicado, levando a grande parte dos problemas clínicos das restaurações. **Conclusão:** questionamentos sobre os efeitos da contração de polimerização, ainda não foram completamente elucidados no meio científico, por isso algumas técnicas como a escolha de fotopolimerizadores a LED, manutenção da fase pré gel, manutenção do Fator C e técnica de inserção incremental, podem ser usadas para minimizar os efeitos dessa contração nas restaurações feitas com resina, afim de reduzir insucessos como, sensibilidade pós operatória, infiltração marginal e riscos de agressão pulpar levando a uma maior longevidade dos procedimentos restauradores com materiais resinosos.

Palavras-chave: Polimerização. Resinas compostas. Infiltração dentária. Preparo da Cavidade Dentária.

ABSTRACT

Introduction: *a complication inherent in all composite resins is the stress generated by the polymerization contraction. The present composite resins, after polymerization, lose between 2% and 3% of their entire volume. This loss can lead to strongly compromising micro and macroscopic changes.* **Objective:** *to address the importance of using technical and clinical maneuvers, which aim to reduce polymerization shrinkage of composite resins, reducing its effects in the cavity, in order to have a restorative procedure with high clinical success rate and good patient acceptance.* **Material and Methods:** *a review of the literature through a literature search in the following search online databases was performed: PubMed / MEDLINE, LILACS, BBO and SCIENCE DIRECT, through the screening of relevant articles published between 2000 to 2015.* **Results:** *comparing both activation of composites, the dental composites have a lower flow and higher stress of contraction compared to composites with chemical activation, this is the due to photoactivation that stands out for being a quick reaction when compared to other methods, not providing time for the resin to settle in well and have a good*

SILVA, Firmino José Vieira de et al. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de et al. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

interaction with the previously applied adhesive system, leading to much of the clinical problems of restorations. Conclusion: questions about the effects of polymerization shrinkage have not been fully elucidated in the scientific community, so some techniques such as the choice of curing lights to LED, the pre gel phase maintenance, maintenance of Factor C and incremental insertion technique can It is used to minimize the effects of this contraction in restorations made with resin in order to reduce failures as post-operative sensitivity, microleakage and pulp assault risks leading to increased longevity of restorative procedures with resinous materials.

Keywords: *Polymerization. Composites. Dental infiltration. Dental Cavity Preparation.*

INTRODUÇÃO

A procura pela estética tornou-se algo mais evidente nos consultórios odontológicos com o passar dos anos, tanto pelos profissionais, quanto pelos pacientes, que almejam um sorriso melhor. Esse fato é embasado pelo crescimento e aprimoramento das técnicas restauradoras e dos materiais odontológicos, principalmente no quesito das resinas compostas e materiais adesivos que, mostram-se cada vez mais eficientes, duradouros, estáveis, biocompatíveis e estéticos. Os pacientes estão cada vez mais se informando sobre os tratamentos estéticos na Odontologia, esse fato é comprovado pela frequente oferta e divulgação de novos procedimentos estéticos que podem ser realizados durante um atendimento odontológico, hoje tais procedimentos levam a menos danos à estrutura dentária remanescente e menor tempo necessário para sua realização (BOARO *et al*, 2010).

No entanto, uma complicação inerente a todas as resinas compostas, é o *stress* gerado pela contração de polimerização. As resinas compostas da atualidade, após a polimerização, perdem entre 2% a 3% de todo o seu volume (BRAGA, 2005). Essa perda pode acarretar em alterações fortemente comprometedoras a nível micro e macroscópico, influenciando diretamente na qualidade e durabilidade do procedimento. Este fator é o grande responsável pelas falhas que ocorrem nos procedimentos restauradores que utilizam matriz orgânica, neste caso, os materiais resinosos (SCOUGALL-VILCHIS *et al*, 2009). A falha pode ser explicada devido a: o material, depois de ser inserido na cavidade, enfrenta uma competição, na qual as forças de contração do mesmo disputam com as da adesão ao sistema adesivo previamente aplicado, que mantém a resina composta

unida às paredes cavitárias. Deste modo, dependendo do resultado e magnitude dessa concorrência de forças, é observado o sucesso ou fracasso da restauração (DEUVILLIER, 2000).

Vários fatores interferem na contração de polimerização, podendo acentuar ou diminuir seus efeitos, esses fatores são: tipo de cavidade, composição da resina e qualidade do material restaurador, técnica restauradora utilizada, tipo de inserção do compósito no preparo cavitário, modo de fotoativação e habilidade do profissional. Além disso, outro fator que coloca em risco a qualidade da restauração é o fator de configuração cavitária (Fator C) (BRAGA, 2005; SOUZA *et al*, 2009).

Além dos fatores citados, o grau de conversão dos monômeros, a composição da matriz resinosa e o tipo e tamanho de carga utilizada também devem ser observados, destacando o advento das resinas nanoparticuladas e nanohíbridas, que trouxeram mais aplicabilidade às restaurações com resina composta. Essa nova composição as transformou em materiais universais, podendo ser utilizadas em dentes posteriores e anteriores. Destaca-se então, o intuito destas novas formulações de proporcionar compósitos com propriedades mecânicas semelhantes às resinas microhíbridas e estética parecida à das resinas microparticuladas, como o alto polimento e lisura superficial (GOUVÊA *et al*, 2009).

Vários estudos foram realizados nos últimos anos e grande parte destes levantaram hipóteses para a redução desses efeitos através de técnicas e manobras específicas, como: manutenção do fator C, tipo de fotoativação, técnica incremental, uso de resinas foto em junção com as quimicamente ativadas, aplicação de sistemas adesivos eficientes, utilização de materiais forradores, maior incorporação de carga em relação à matriz orgânica, manutenção da fase pré gel e seleção de resinas com baixo módulo de elasticidade (BRAGA, 2005; CHO *et al*, 2002).

A partir do exposto, o objetivo deste artigo é abordar a importância do uso de técnicas e manobras clínicas, que visam diminuir a contração de polimerização, reduzindo seus efeitos na cavidade, para que se tenha um procedimento restaurador com elevado índice de sucesso clínico, e boa aceitação pelos pacientes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo constitui uma revisão da literatura realizada nas bases de dados eletrônicas: PubMed, MEDLINE, LILACS, BBO e Science Direct, através do rastreamento de artigos relevantes pu-

SILVA, Firmino José Vieira de *et al*. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

blicados entre o período de 2000 a 2015 relacionados à questão: “Como reduzir os efeitos negativos, relacionados a contração de polimerização, das resinas compostas fotoativadas?”. Para escolha dos artigos, foram empregados os seguintes descritores: polimerização (polymerization), resinas compostas (composites), infiltração dentária (dental infiltration) e preparo da cavidade dentária (dental cavity preparation), foi utilizado também o sistema de formulário avançado “AND” para filtragem dos artigos relacionados ao tema. Além do mais, lançou-se mão de uma busca manual na lista de referência dos artigos selecionados. Os resultados obtidos através da busca que tiveram como temática principal “redução da contração das resinas compostas”, foram avaliados e classificados em elegíveis (estudos que apresentaram relevância e tinham possibilidade de ser incluídos na revisão) e não elegíveis (estudos sem relevância, sem possibilidade de inclusão na revisão). Dentre os critérios adotados à seleção dos artigos, foram considerados os seguintes aspectos: disponibilidade do texto integral do estudo, clareza no detalhamento metodológico utilizado, artigos escritos em inglês, espanhol ou português, aqueles que se enquadravam no enfoque do trabalho e os mais relevantes em termos de delineamento das informações desejadas. Foram inseridos ainda, três livros considerados relevantes ao estudo.

REVISÃO DE LITERATURA

Durante a polimerização das resinas compostas ocorre a formação de diversas cadeias poliméricas de diferentes tamanhos, resultantes da aproximação dos monômeros ativados pela canforoquinona presente no material, que reage com o agente iniciador formando radicais livres que, por sua vez, se unirão aos monômeros. Como consequência de todo esse fenômeno de atração molecular é evidenciado o *stress* de contração, que dependendo de fatores como: forma de ativação (química ou fotoativada) e das condições de aplicação das duas técnicas, pode variar, acarretando em má qualidade a nível clínico e microscópico dos procedimentos realizados com compósitos, somado a um déficit na perspectiva e longevidade das restaurações (DEUVILLIER, 2000).

Comparando as formas de ativação, diversos autores concluíram que, os compósitos fotopolimerizáveis possuem um menor escoamento e maior *stress* de contração se comparados a compósitos com ativação química, isso porque a fotoativação se destaca por uma reação mais rápida quando comparada a outros métodos, não dispondo

de tempo para a resina se acomodar na cavidade e ter uma boa interação com o sistema adesivo previamente aplicado, levando a grande parte dos problemas clínicos das restaurações (FEILZER, 1993).

Fotoativação

Um dos fatores cruciais para um bom desempenho das restaurações com compósitos é a intensidade de luz emitida pelos aparelhos fotopolimerizadores, de modo que, uma variação dos valores desta intensidade pode promover alterações na taxa de polimerização final e causar complicações, como: manchamento precoce, sensibilidade pós operatória, irritação do complexo dentino-pulpar e infiltração marginal (PEREIRA, 2001). A profundidade e a efetividade de polimerização é modificada por: intensidade de luz, distribuição do espectro, técnica utilizada e tempo de fotoativação (AGUIAR *et al*, 2008). A efetividade da polimerização é diretamente proporcional à dureza do compósito (SILVA, 2008), pois tem a intenção de aumentar as propriedades de dureza superficial, resistência à compressão e capacidade adesiva. Dessa forma, um adequado comprimento de onda deve ser alcançado em toda a área da restauração, para o máximo de polimerização. A profundidade de cura é afetada também pela distância entre a ponta do fotopolimerizador e a restauração, ocorrendo a diminuição da intensidade da luz conforme a espessura da resina composta aumenta. Além disso, quanto maior a distância menor será o efeito da intensidade de luz emitida pelos aparelhos e, conseqüentemente, maior será o tempo necessário de fotoativação para uma polimerização satisfatória (RODE *et al*, 2007).

A potência do aparelho também é importante, pois, uma fotopolimerização inadequada é observada quando aplicada com valores próximos 200mW/cm² de intensidade de luz, o que pode levar a complicações, como: diminuição da retenção dos adesivos dentinários, da estabilidade de cor, da resistência ao desgaste e riscos de agressão pulpar (RESTON *et al*, 2008). Por outro lado, pode-se considerar também a existência de uma relação divergente entre valores de intensidade de luz e boa adaptação dos compósitos, de modo que a polimerização do material, com altos níveis de fotoativação por um curto período de tempo, seria rápida demais, impedindo que este escoe adequadamente, deixando de promover boa adaptação marginal. Portanto, é viável o uso de aparelhos com baixos valores iniciais de intensidade de luz e que, gradativamente, aumentam estes valores até atingir os normalmente usados, facilitando o escoamento durante as fases iniciais do ciclo de polimerização e aliviando o *stress* gera-

SILVA, Firmino José Vieira de *et al*. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

do neste processo (RASTELLI *et al.*, 2006; FRANCO *et al.*, 2000). Outro ponto importante é o comprimento de onda fornecido pelo aparelho, que deve ser entre 450 e 470 nm, para que haja uma mais provável excitação da canforoquinona (agente fotoiniciador) com o menor uso de energia, sendo 468nm o comprimento ideal (KRÄMER *et al.*, 2008).

Alguns métodos de fotopolimerização são propostos na literatura como: convencional, degraus (*step*), rampa (*ramp*) e pulso tardio (*Pulse delay*), sendo este último o mais indicado (AMARAL, 2003). Nele, cada incremento é fotoativado por 5 segundos em baixa intensidade de luz numa potência de aproximadamente 300mW/cm². Sua diferença é que a velocidade de polimerização ocorre de maneira paulatina, sendo necessária, após o fim da restauração, uma fotoativação com potência e tempo de exposição maior. Seus benefícios são melhor adaptação marginal e redução dos efeitos gerados pela contração de polimerização (RUEGGEBERG *et al.*, 2003). É importante salientar que as resinas compostas não contraem em direção à luz, conforme se pensava antigamente, pois, ao se conseguir o estabelecimento da união efetiva e adequada do material restaurador com as paredes da cavidade, este irá contrair em direção às paredes que estão aderidas (PACHECO, 2002).

Aparelhos fotopolimerizadores à base de LED

Frente à busca pelo aperfeiçoamento das técnicas de polimerização das resinas e dos adesivos odontológicos, foi desenvolvido para o uso alternativo na odontologia e sugerido por Mills em 1995 os aparelhos fotoativadores à base de lâmpadas de LED- *Light Emitting Diode* (CARVALHO, 2005). Observa-se que estes aparelhos possuem um comprimento de onda mais específico em relação às lâmpadas halógenas, o que permite um melhor poder de conversão e um estímulo direto à canforoquinona, fazendo com que eles constituam uma nova geração no que se refere a fotopolimerizadores (ALTHOFF, 2000).

Seu êxito é observado em estudos feitos por Panzeri *et al.* (2002), que mostraram que a fotopolimerização a LED colaborou com uma diminuição significativa de infiltração marginal em restaurações mesio-ocluso-distal (MOD), se comparado às lâmpadas halógenas. Outro agravante positivo é que estes aparelhos não necessitam de resfriamento, filtro ou refletor, proporcionando assim uma luz uniforme e de constante intensidade, além de serem bastante resistentes a vibrações e choques e, ainda, serem menos agressivos aos tecidos

pulpar e gengival por produzir e transferir menos calor (LEONARD *et al*, 2002). Entretanto, algumas controvérsias à sua efetividade se conservam, por exemplo, quando comparado aos de luz halógena, demandam de um tempo de exposição mais elevado e, além disso, necessitam que os incrementos de material sejam de corpulência menor, ou seja, menos espessos, no entanto, o curto espectro de luz emitido pelas lâmpadas de LED impossibilita seu uso em materiais resinosos, compósitos ou sistemas adesivos, que não usam a canforoquinona como agente ativador principal (PRICE *et al*, 2003).

Manutenção da fase Pré-Gel

As resinas compostas, antes de sofrerem sua completa polimerização, passam por duas fases, divididas por um ponto (ponto G ou gel), que carregam com si diferentes peculiaridades e importâncias clínicas. A primeira destas é a fase pré-gel, em que a resina consegue aliviar as tensões causadas pela contração de polimerização, ou seja, as moléculas encontram novas posições onde tentam amenizar o *stress* da contração de polimerização, acomodando-se melhor à cavidade, devido estar em uma condição mais fluida, o que permite tal movimentação. É também conhecida pela fase em que o *stress* de contração não é transferido para interface dente-restauração. Já no ponto gel, a resina torna-se mais viscosa, perdendo a fluidez observada na fase pré-gel e inicia a transferência das tensões para a interface dente-restauração. Na fase pós-gel, a capacidade de escoamento da resina é mínima, encontrando-se muito viscosa e inviável de se manipular e a transferência de tensões é a maior dentre as fases (VERSLUIS, 1999).

Alguns autores afirmam que quanto maior for o tempo que o compósito leva para alcançar o ponto gel, menor será o *stress* de contração. Esse fato é embasado na teoria de que o material dispõe de mais tempo para escoar e adaptar-se à cavidade, o que compensaria sua redução de volume e traria mais chances de sucesso ao tratamento (MIRANDA *et al*, 2002). Pode-se citar um exemplo prático da manutenção das fases pré-gel, comparando o uso dos sistemas autopolimerizáveis - resinas quimicamente ativadas, e os sistemas fotopolimerizáveis - ativados por luz. No primeiro caso, há um maior espaço de tempo para o compósito alcançar o ponto G, estando nítido que houve um prolongamento da fase pré-gel, momento que a resina está disposta a acomodar-se às paredes cavitárias. Por outro lado, nos sistemas fotopolimerizáveis, principalmente com aparelhos de alta incidência de luz por pequenos períodos de tempo,

SILVA, Firmino José Vieira de *et al*. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

o ponto gel é rapidamente alcançado, dispondo à resina pouco tempo para acomodar-se à cavidade e pouca compensação de tensões geradas pelo material restaurador (BARATIERI, 2001). Por isso, alguns autores enfatizaram o uso das resinas quimicamente ativadas ao fundo da cavidade e as fotoativadas logo acima destas, além da maior utilização de materiais de proteção pulpar, como cimentos de ionômero de vidro, a fim de diminuir a quantidade de compósito utilizado e conseqüentemente a contração de polimerização (ARMSTRONG, 2001).

Fator C e módulo de elasticidade

Talvez duas das técnicas mais simples e importantes para o controle da contração são a manutenção do fator C e módulo de elasticidade dos compósitos. O fator C é, basicamente, o quociente da divisão entre as paredes que estão aderidas à resina e as paredes que estão livres, ou seja, não aderidas. O resultado dessa divisão nos traduz uma possível previsibilidade de falha da restauração, pois, é de comum acordo que, as melhores situações clínicas são alcançadas quando o resultado da divisão é menor que 1, ou seja, quando temos uma área aderida menor que a livre, logo, mais superfícies livres permanecerem após a inserção do material (HE *et al.*, 2008). Ou seja, quanto mais superfícies livres permanecerem após a inserção do material, maior será o alívio do *stress* de polimerização (NIU *et al.*, 2009). Além disso, infere-se que uma menor capacidade de escoamento da resina e liberação do *stress* de contração será obtida à medida do decréscimo do número dessas superfícies livres. Isso torna inviável a adesão da resina ao sistema adesivo e conseqüentemente da restauração ao dente, causando complicações pertinentes. Portanto, lançar mão da técnica incremental torna-se uma das alternativas para contornar os efeitos do fator C sobre a cavidade, além disso, o uso de um sistema adesivo de boas propriedades químicas e mecânicas pode colaborar com o selamento marginal e contornar os efeitos da contração (NAGEM FILHO, 2000).

Já o módulo de elasticidade é a razão entre a tensão e a deformação na direção da carga aplicada, sendo a máxima tensão que o material suporta sem sofrer deformação permanente. Portanto, um baixo módulo de elasticidade (menor rigidez) traz à restauração a flexibilidade essencial para competir com a contração de polimerização, permitindo sua deflexão entre a dentina e a resina composta, melhorando o selamento e a vida útil restauração, resultando também em maiores forças de adesão, interface adesiva intacta e a in-

tegridade marginal preservada (MONTES *et al*, 2001). O *stress* de contração é o resultado da quantidade de contração vezes o valor de elasticidade do material, atentando para o fato de que, o *stress* gerado na cavidade é aumentado de acordo com valores mais altos do módulo de elasticidade (SUH, 1999).

Técnica de inserção incremental

A inserção da resina composta em incrementos reduz o volume de material que contrai ao longo da polimerização, logo, reduz o *stress* generalizado na cavidade. Antes, era sugerido que os incrementos fossem depositados ao fundo da cavidade de forma paralela, uns sobre os outros, porém alguns autores sugeriram que este modo não reduzia a contração, muito pelo contrário, contribuía com a mesma (LOPES *et al*, 2002). Portanto, foi indicada a inserção de incrementos oblíquos do compósito na cavidade. Os incrementos devem ter o tamanho máximo de 2 mm, polimerizados individualmente com baixa intensidade de luz e orientados de forma oblíqua contra as paredes da cavidade. Talvez esta seja a melhor maneira de reduzir os efeitos do Fator C, pelo fato da união de cada incremento ser a poucas paredes, proporcionando mais áreas de superfícies livres para o escoamento e alívio das tensões e pela menor quantidade de material que irá contrair (PARK *et al*, 2008). Após a avaliação da utilização da técnica incremental em cavidades classe I de diferentes medidas, He *et al*. (2008) propôs que o profissional está indicado a utilizar essa técnica em cavidades extensas. Além disso, Niu *et al*. (2009) sustentou a tese de que o uso de incrementos intervém positivamente na resistência adesiva dos materiais resinosos com o remanescente dental, diminuindo as tensões nessa junção.

Seleção da resina

Uma das alternativas para minimizar os efeitos do *stress* de contração é a utilização de resinas fluidas (*flow*). Segundo alguns autores, quando aplicadas sobre os sistemas adesivos elas irão formar uma parede verdadeiramente elástica, atuando como uma espécie de amortecedor de tensões, o que alivia o *stress* e proporciona uma boa adaptação marginal. Essa afirmação é embasada pela melhor fluidez deste material frente às imperfeições dos preparos e sua maior capacidade de deformação elástica, adquirida à custa do seu baixo módulo de elasticidade (rigidez mais baixa), proporcionando a fle-

SILVA, Firmino José Vieira de *et al*. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

xibilidade ideal para compensação das tensões obtidas e, também, um bom vedamento. Dessa forma, infere-se que é mais favorável que a resina se deforme do que a interface dente-restauração falhe (LOPES *et al.*, 2002). Discute-se o uso de resinas *flow* na primeira camada de resina composta da cavidade, com o argumento de possibilitar uma boa união a dentina, propiciando com esse material uma parede cavitária elástica e mais resistente a esforços. Prova disso é que a junção de resinas compostas, sejam condensáveis ou híbridas, com base ou “piso” de resina *flow* se mostrou efetiva quanto à diminuição da infiltração marginal, de acordo com alguns estudos *in vitro* (YAZICI, 2003).

Por outro lado, pode-se observar a utilização da resina composta a partir da sua composição inorgânica, ou seja, das suas partículas de carga. Como a contração ocorre na matriz orgânica do composto, quanto maior a quantidade desse composto, maior será o *stress* de contração e as suas complicações. Portanto, utilizando materiais que disponham de uma quantidade menor matriz resinosa e maior de carga pode-se amenizar as complicações inerentes ao material e obter-se uma restauração mais estável e duradoura. Porém, vários fatores devem ser observados ao escolher resinas com mais carga, principalmente o tipo e tamanho das partículas, porque, dependendo da aplicação, as recomendações podem e devem ser diferentes, principalmente nos quesitos estética e resistência mecânica. Tomando como exemplo as resinas nanoparticuladas, foi observado que elas possuem resistências à tração, compressão e à fratura, iguais ou melhores que as resinas compostas universais e maior em relação às microparticuladas (BEUN *et al.*, 2006). Além disso, por suas partículas de carga serem menores, aproximadamente $0,02\mu\text{m}$, houve-se um enorme ganho nas suas propriedades ópticas, devido seu diâmetro ser uma parcela do comprimento de onda da luz visível ($0,4 - 0,8\mu\text{m}$), impossibilitando sua observação ao olho humano, além do melhor polimento, manuseio mais fácil e estabilidade estrutural em relação aos compostos híbridos, sendo os nanoparticulados, portanto, considerados compostos universais (MITRA, 2003).

Emprego da técnica indireta

Ao longo dos anos, difundiu-se a necessidade de mensurar e controlar o *stress* de contração das resinas compostas nos preparos de dentes, principalmente, posteriores, que em sua maioria dispõem da confecção de grandes desgastes, visto que as cavidades nessa localização geralmente são amplas. Visto isso, muitos mate-

riais foram criados e testados, alguns com um determinado êxito, porém, seria difícil, com a técnica de restauração direta, suprir a demanda de forças incidentes naquela região, como: oclusão, mastigação e apertamento. Além do mais, seria difícil obter propriedades físicas aumentadas, alcance de um contorno e anatomia mais fiéis e melhor adaptação marginal. Por isso, foi sugerido o emprego das técnicas indiretas, mais conhecidas como *inlays/onlays*. Além de suprir essas dificuldades citadas em relação à técnica convencional, o manejo indireto em laboratório apresenta vantagens, a exemplo de: melhor estética, maior resistência ao desgaste, menor contração, maior durabilidade e possibilidades de polimento, acabamento e ajuste com maior precisão em relação à técnica direta. Sua boa adaptação é obtida porque a maior parte do *stress* ocorre antes da cimentação da peça, ou seja, fora da boca, nos procedimentos laboratoriais, observando que qualquer alteração dimensional clinicamente importante se restringe à fina camada de cimento (BARATIERI *et al.*, 2015).

Por isso, o maior benefício da técnica é o fato do estresse gerado no momento da polimerização não ser transferido sobre a linha de união dente/restauração. No entanto, é de comum acordo que esse tipo de procedimento necessita de uma maior destreza e conhecimento do profissional, no que se refere a conceitos de moldagem e cimentação (DIAS DE SOUZA, 2003). A prova de todo esse sucesso, é o fato de que as restaurações do tipo *inlay* mostraram-se superiores quanto à adaptação marginal em relação às restaurações diretas, apresentando ótimo estado em um estudo após seis anos. Entretanto, apesar de todas as qualidades, seu uso é restrito devido aos custos laboratoriais e o consumo de um tempo clínico e laboratorial maior, se comparado às diretas (VAN DIJKEN, 1994).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de bastante relatados na literatura, os questionamentos sobre os mecanismos que tornam mais tênues os efeitos da contração de polimerização ainda não foram completamente elucidados no meio científico. Talvez pela sensação de domínio do assunto por parte de alguns autores, pelas ideias repetitivas de outros ou pelo simples comodismo de grande parte dos profissionais, este assunto ainda transparece vago ou confuso para a maioria dos leitores exigentes. É preciso que o profissional não só tenha conhecimento dos materiais que são lançados todos os dias no mercado odontológico, mas,

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

que tenha embasamento teórico para escolhê-los e, principalmente, aplicá-los à situação correta.

O grande problema está na falsa ideia de que sempre os produtos tidos como tradicionais são os melhores, na falsa tese de que mudar seria arriscar demais ou seria um erro. É preciso ousar, é necessário conhecer o melhor para cada ocasião. Muitas vezes é necessário o uso de diferentes materiais para obtermos uma restauração com qualidade. A maioria das falhas observadas com restaurações em resina composta, principalmente no quesito adaptação marginal e formação de fendas abaixo da restauração, são derivadas da má aplicabilidade dos materiais odontológicos e pela falta de acurácia dos profissionais. Esse fato é sustentado não só pela quantidade das falhas mas, principalmente, pela dificuldade de garantia de um procedimento duradouro quando se escolhe o compósito como material restaurador definitivo. Dessa forma, cita-se a forma de fotoativação, escolha de fotopolimerizadores a LED, manutenção da fase pré gel, manutenção do Fator C e do módulo de elasticidade, técnica de inserção incremental, seleção das resinas compostas, utilização de resinas *flow* e emprego da técnica indireta como meios auxiliares à destreza do profissional para minimizar os efeitos da contração de polimerização nas restaurações com compósitos, afim de reduzir insucessos como, sensibilidade pós operatória, fendas, infiltração marginal, manchamento precoce, riscos de agressão pulpar e diminuição da resistência ao desgaste, para a manutenção e garantia de uma boa saúde oral dos pacientes e certeza de uma longevidade maior dos procedimentos com materiais resinosos.

REFERÊNCIAS

- AQUIRAR, F.H. et al. Microhardness of different thicknesses of resin composite polymerized by conventional photocuring at different distances. **Gen Dent.**, Chicago, v. 56, n. 2, p. 144-148, 2008.
- ALTHOFF, O; HARTUNG, M. Advances in light curing. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 13, n. Spec, p. 77-88, 2000.
- AMARAL, C.M. **Influência das técnicas de polimerização das resinas compostas na microinfiltração, microdureza, formação de fendas e resistência à microtração.** 2003. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- ARMSTRONG, S.R.; KELLER, J.C.; BOYER, D.B. The influence of water storage and C - factor on the dentin – resin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. **Dental Materials**, Copenhagen, v. 17, n. 3, p. 268-276, 2001.
- BARATIERI, L. N.; MONTEIRO JUNIOR, S. **Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades.** 2ª. ed. São Paulo: Santos Editora, 2015. v. 1. 852p.
- BEUN, S. et al. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 23, n. 1, p. 51-59, 2006.
- BOARO, L.C.C. et al. Polymerization stress, shrinkage and elastic modulus of current low-shrinkage restorative composites. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 26, n. 12, p. 1144-1150, 2010.
- BRAGA, R.R.; BALLESTER, R.Y.; FERRACANE, J.L. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 21, n. 10, p. 962-970, 2005.
- CARVALHO, A.P.M.C.; TURBINO, M.L. Analysis of the microtensile bond strength to enamel of two adhesive systems polymerized by halogen light or LED. **Braz Oral Res.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 307-311, 2005.
- CHO, B.H. et al. Effect of interfacial bond quality on the direction of polymerization shrinkage flow in resin composite restorations. **Oper Dent.**, Seattle, v. 27, n. 3, p. 297-304, 2002.
- DEUVILLIER, B.S.; AARNTS, M.P.; FEILZER, A.J. Development in shrinkage control of adhesive restoratives. **J. Esthet. Dent.**, Philadelphia, v. 12, n. 6, p. 291-299, 2000.
- SILVA, Firmino José Vieira de et al. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. **SALUSVITA**, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

DIAS DE SOUZA, G.M.; PEREIRA, G.D.; PAULILLO, L.A.M.S. Evolução e aplicações clínicas das resinas compostas indiretas. **J Bras Dent Estet**, Curitiba, v. 2, n. 6, p. 141-147, 2003.

FEILZER, A.J.; DE GEE, A.J.; DAVIDSON, C.L. Setting stresses in composites for two different curing modes. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 9, n. 1, p. 2-5, 1993.

FRANCO, E.B. *et al.* Avaliação da contração de polimerização de diferentes materiais restauradores. **Pesq. Odont. Bras.**, São Paulo, v. 14, Suplemento, p. 52, 2000.

GOUVÊA, C.V.D. *et al.* Estudo do efeito da termociclagem na resistência à fratura de uma resina composta nanoparticulada e duas resinas compostas microhíbridas. **Odontologia Clín-Cientif.**, Recife, v. 7, n. 4, p. 321-324, 2008.

HE, Z. *et al.* The Effects of Cavity Size and Filling Method on the Bonding to Class I Cavities. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, Surrey, v. 10, n. 6, p. 447-53, 2008.

KRÄMER, N. *et al.* Light curing of resin-based composites in the LED era. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 21, n. 3, p. 135-142, 2008.

LEONARD, D.L. *et al.* Polymerization efficiency of LED curing lights. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Londres, v.14, n. 5, p. 286-295, 2002.

LOPES, G.C. *et al.* Direct posterior resin composite restorations: new techniques and clinical possibilities. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 33, n. 5, p. 337-46, 2002.

MIRANDA JÚNIOR, W. G.; BALLESTER, R. Y.; BRAGA, Roberto Ruggiero. O problema da polimerização de resinas compostas. In: Rielson José Alves Cardoso; Elenice Aparecida Nogueira Gonçalves. **Estética Odontologia**. São Paulo: Artes Médicas, 2003, v. 3, p. 31-42.

MITRA, S.B.; WU, D.; HOLMES, B. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 134, n. 10, p. 1382-1390, 2003.

MONTES, M.A. *et al.* A morphological and tensile bond strength evaluation of an unfilled adhesive with low-viscosity composites and a filled adhesive in one and two coats. **J. Dent.**, Kidlington, v. 29, n. 6, p. 435-441, 2001.

NAGEM FILHO, H. **Materiais Dentários - Propriedades das Resinas Compostas**. 1. ed. Bauru: Produções Artes Gráficas Ltda, 2000. v. 1. 90p.

NIU, Y. et al. Effects of layering techniques on the micro-tensile bond strength to dentin in resin composite restorations. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 25, n. 1, p. 129-134, 2009.

PACHECO, J.F.M.; SENSI, L.G.; HIRATA, R. Contração e Fotopolimerização das Resinas Compostas: Abordagem Clínica. **Rev. Soc. Bras. Odontol. Estét.**, Ipatinga, n. 3, p. 13-19, 2002.

PANZERI, F.C. et al. Análise da contração de polimerização de resinas compostas fotopolimerizadas por luz halógena e luz emitida por diodo. **Pesq. Odont. Bras.**, São Paulo, v. 9, n. 3, 2002.

PARK, J. et al. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 24, n. 11, p. 1501-1505, 2008.

PEREIRA, S.K.; PORTO, C.L.A.; MENDES, A.D.J. Efeitos de diferentes sistemas de fotopolimerização na dureza superficial das resinas compostas. **J. Bras. Clin. Estet. Odontol.**, Curitiba, v. 5, n. 26, p. 156-161, 2001.

PRICE, R.B. et al. Comparison of Quartz-Tungsten-Halogen, Light-emitting Diode, and Plasma Arc Curing Lights. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, Surrey, v. 5, n. 3, p. 193-207, 2003.

RASTELLI, A.N.S. et al. Processo de ativação de resinas compostas. **RGO**, Porto Alegre, v. 54, n. 2, p. 139-143, 2006.

RESTON, E.G. et al. Microdureza de resina composta polimerizada com LEDs de diferentes gerações e luz halógena. **Stomatos**, Canoas, v. 14, n. 27, p. 17-25, 2008.

RODE, K.M. et al. Evaluation of curing light distance on resin composite microhardness and polymerization. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 32, n. 6, p. 571-578, 2007.

RUEGGEBERG, F.A. et al. Factors affecting cure at depths within lightactivated resin composites. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, n. 2, p. 91-95, 1993.

SCOUGALL-VILCHIS, R.J. et al. Examination of composite resins with electron microscopy, microhardness tester and energy dispersive X-ray microanalyzer. **Dent Mater.**, Copenhagen, v. 28, n. 1, p. 102-112, 2009.

SILVA, E.M.; POSKUS, L.T.; GUIMARÃES, J.G.A. Influence of light-polymerization modes on the degree of conversion and mechanical properties of resin composites: A comparative analysis between a hybrid and a nanofilled composite. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 3, n. 33, p. 287-293, 2008.

SILVA, Firmino José Vieira de et al. Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. **SALUSVITA**, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SILVA, Firmino José Vieira de *et al.* Técnicas para reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas fotoativadas. *SALUSVITA*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 187-203, 2017.

SOUZA, F.C.P.P. *et al.* Polymerization shrinkage stress of composites photoactivated by different light sources. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 4, p. 319-324, 2009.

SUH, B.I. Controlling and understanding the polymerization shrinkage induced stresses in light-cured composites. **Compend. Contin. Educ. Dent. Suppl.**, Jamesburg, v. 20, n. 25, p. 34-41, 1999.

VAN DIJKEN, J.W.V. A 6-year evaluation of a direct composite resin inlay/onlay system and glass ionomer cement-composite resin sandwich restorations. **Acta Odontol Scand.**, Stockholm, v. 52, n. 6, p. 368-379, 1994.

VERSLUIS, A.; TANTBIROJN, D. Theoretical considerations of contraction stress. **Compend. Contin. Educ. Dent. Suppl.**, Jamesburg, v. 20, n. 25, p. 24-32, 1999.

YAZICI, A.R.; BAZEREN, M.; DAYANGAÇ, B. The effect of flowable resin composite on microleakage in Class V cavities. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 1, p. 42-46, 2003.