

Contração de polimerização x adaptação marginal de restaurações em resina composta: abordagem atual

Polymerization shrinkage x marginal adaptation of a composite resin restorations: current approach

Resumo

O estudo do mecanismo da contração de polimerização das resinas compostas tornou-se um importante objetivo de pesquisadores por ter relação direta com a manutenção do vedamento marginal. Nesse sentido, para o estabelecimento de um bom selamento das margens de uma restauração de resina composta, torna-se importante que o material tenha a propriedade de aliviar as tensões provenientes da contração de polimerização. Diante disso e da capacidade de a resina composta escoar, a proposição deste trabalho consiste na abordagem de fatores, tais como a configuração cavitária, a intensidade de luz e a utilização de bases com baixo módulo de elasticidade, assim como da influência dos mesmos na manutenção da união à estrutura dentária.

Palavras-chave: contração de polimerização, resinas compostas, fendas marginais, módulo de elasticidade, tensões de contração de polimerização.

Eduardo Batista Franco¹, Lawrence Gonzaga Lopes²

Introdução

Um importante enfoque dos pesquisadores da área da odontologia restauradora estética é o estudo do mecanismo da contração de polimerização das resinas compostas. A contração desses compostos é de natureza molecular e resultante da aproximação dos monômeros na formação da cadeia polimérica (Venhoven et al., 1993; Davidson e Feilzer, 1997; Lösche, 1999). A resina composta, quando inserida nas cavidades, estabelece uma competição entre as forças de contração de polimerização e a resistência de união à estrutura dentária (Carvalho et al., 1996).

Como resultado direto dessa competição e dependendo de sua magnitude, pode ocorrer a formação de fendas marginais e subsequente infiltração. Desse modo, a possibilidade do aparecimento de cárie secundária e degradação marginal aumenta, podendo conduzir a substituição de restaurações em que foi utilizado esse tipo de material (Qvist, Qvist e Mjör, 1990). Se a união dente-restauração é resistente o suficiente para suportar as tensões da contração de polimerização, podem-se verificar, dependendo de sua intensidade, possíveis

fraturas coesivas na estrutura dentária, sobretudo em esmalte, por apresentar um alto módulo de elasticidade (Suh, 1998).

Para o estabelecimento de um bom selamento marginal, é necessário que a resina tenha a oportunidade de aliviar as tensões desenvolvidas durante a polimerização (Davidson, De Gee e Feilzer, 1984). Diante disso, alguns fatores que alteram a qualidade da união dente-restauração serão revistos neste trabalho.

Relação preparo cavitário / alívio das tensões

A relação existente entre a forma do preparo cavitário e a capacidade de alívio das tensões provenientes da contração de polimerização é determinada pelo fator de configuração (fator C), que se expressa pela razão entre a área de superfície aderida e a superfície livre (Feilzer, De Gee e Davidson, 1987). Essa relação foi descrita em 1987 por Feilzer, De Gee e Davidson, os quais, considerando que as falhas coesivas dos materiais são desprezadas e

¹ Prof. Dr. Associado ao Departamento de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Bauru.

² Pós-graduando em nível de mestrado na Faculdade de Odontologia de Bauru.

as paredes cavitárias são rígidas, ressaltaram que o único meio para alívio das tensões da contração de polimerização seria pela deformação elástica do material e escoamento para as superfícies livres, permitindo, assim, uma melhor união adesiva. De forma contrária, uma deformação plástica acontece quando as tensões da contração excedem o limite elástico de uma restauração em resina composta (Schwartz et al., 1996).

Considerando o fator C, o escoamento da resina para alívio das tensões em cavidades classe I e V típica mostra-se bastante limitado, visto que essas possuem um elevado fator de configuração ($C=5$). Em cavidades classe IV, o fator C é baixo, por volta de 0,2 e 0,5, favorecendo o escoamento da resina e, conseqüentemente, um relaxamento significativo das tensões (Feilzer, De Gee e Davidson, 1987; Feilzer, De Gee e Davidson, 1990; Carvalho et al., 1996; Schwartz et al., 1996). Já, restaurações de classe II e III alcançam um fator C entre 1,0 a 2,0 (Feilzer, De Gee e Davidson, 1987; Feilzer, De Gee e Davidson, 1990; Schwartz et al., 1996). Todos os valores citados são determinados quando a resina composta é colocada em um único incremento, ampliando, então, a importância da utilização da técnica incremental (Rupp, 1979), pois, dessa maneira, consegue-se reduzir efetivamente o fator C, justamente em virtude de a união de cada incremento se restringir a poucas paredes, proporcionando mais superfícies livres para que haja um escoamento significativo e alívio das tensões (Sakaguchi e Ferracane, 1998; Yoshikawa et al., 1999).

As vantagens dessa técnica têm sido questionadas tomando-se por base a análise com elemento finito, a partir da qual Versluis et al. (1996) enfatizaram que a inserção da resina em camadas causa uma deformação gradual da cavidade, reduzindo o total de resina necessária para restauração, de forma a gerar uma alta tensão na união resina-dente. Entretanto, os dados do módulo e da cinética

de contração, utilizados nessa simulação em computador, apresentam grandes contrastes com os resultados experimentais obtidos por Unterbrink et al. (1999). Da mesma forma, dados clínicos e laboratoriais mais relevantes suportam o uso da técnica incremental, em particular para cavidades com alto fator de configuração (Lutz et al., 1992).

Relacionando esse fator com a resistência adesiva da união, Yoshikawa et al. (1999) verificaram a influência do fator de configuração e da espessura da dentina remanescente sobre a resistência da união em assoalhos de cavidades classe I. Os autores encontraram, em cavidades com alto fator C ($C=3$), médias de resistência da união menores para os três sistemas adesivos utilizados (Clearfil Liner Bond II, One-Step e Super-Bond D Liner), em relação à resistência obtida em superfície de dentina plana ($C=1$), porém não estatisticamente significativa, exceto para o Super-Bond D Liner. Diante disso, concluíram que o fator de configuração parece ser uma explicação para a redução da resistência de união em cavidades tridimensionais.

Intensidade de luz / alívio das tensões

Aparelhos fotopolimerizadores com alta intensidade de luz são recomendados universalmente. Geralmente, essa recomendação é baseada na profundidade de polimerização e na melhora das propriedades mecânicas do material. Porém, deve-se considerar a possibilidade negativa da alta intensidade de luz no desenvolvimento das tensões de contração, assim como na limitação do relaxamento das mesmas (Unterbrink e Muessner, 1995; Mehl et al., 1997). Uma alta intensidade de luz sobre a resina composta propicia uma rápida reação de polimerização, ou seja, ocorrerá uma passagem de um estado menos viscoso (pré-gel) para um estado rígido (pós-gel), de forma a aumentar rapidamente o

módulo de elasticidade (Sakaguchi et al., 1992; Mehl et al., 1997; Davidson e Feilzer, 1997). Até o ponto gel, fase em que se define o momento em que a cadeia polimérica da resina composta não mais possibilita um escoamento viscoso para alívio das tensões (Davidson e Feilzer, 1997), essas podem ser compensadas pelo rearranjo molecular da rede polimérica. Após o desenvolvimento da rigidez da resina (Pós-Gel), verificar-se-á uma grande redução no escoamento deste polímero, aumentando-se a concentração das tensões (Davidson e De Gee, 1984; Unterbrink e Muessner, 1995; Sakaguchi, e Ferracane, 1998). Dessa maneira, uma alta intensidade de luz proporcionará um baixo e limitado alívio das tensões, justamente por apresentar uma fase pré-gel pouco evidente e, portanto, incapaz de compensar as forças geradas pela contração (Sakaguchi et al., 1992).

A combinação de uma lenta reação de polimerização e rápida formação da união fornece uma condição favorável para a preservação da integridade marginal, pois, com um processo de conversão mais prolongado, a cadeia polimérica terá a possibilidade de posicionar-se em novas direções e posições, reduzindo as tensões na interface dente-restauração (Davidson, 1998). Por isso, verifica-se um melhor selamento marginal em dentina quando se utiliza uma resina ativada quimicamente (Fusayama, 1992), a qual apresenta uma polimerização mais lenta e progressiva, portanto com fase pré-gel evidente, assim como maior possibilidade de escoamento para relaxamento das tensões (Carvalho et al., 1996; Davidson, 1998).

Investigando o efeito da redução da fotoativação na adaptação marginal e na resistência da união em cavidades com margens em dentina, Uno e Asmussen (1991) observaram que a resina composta, quando polimerizada por 30 s a 110V, seguidos de 30 s a 220V, obtinha significativa melhoria na adaptação marginal e na

resistência de união. Eles sugerem que tais resultados se deveram ao maior escoamento do material decorrente da polimerização gradual, reduzindo as tensões de contração. Nesse aspecto, Unterbrink e Muesner (1995) propuseram-se avaliar a adaptação marginal de dois sistemas restauradores (Z-100 e Tetric) com variação na intensidade de luz para ativação da reação de presa, tendo concluído que uma polimerização em alta intensidade conduz a baixos níveis de qualidade marginal.

Demonstrando um método alternativo, Goracci et al.(1996), através da modificação do aparelho fotopolimerizador, aplicaram na primeira camada de resina inserida uma baixa e gradual intensidade de luz, que variou de 30 a 250 mW/cm² em quatro minutos, ao passo que a polimerização convencional foi de 250 mW/cm² por quarenta segundos. Por meio de imagens obtidas em microscópio eletrônico de varredura, os autores observaram, nas margens em dentina de todas as amostras que receberam gradual polimerização, que as tensões não conseguiram promover fendas na interface dente-restauração. Dessa maneira, atribuem tal resultado ao aumento da fase inicial da reação (pré-gel), que teria permitido o escoamento para alívio da tensão de contração e conseqüente redução dessa na fase final do processo de polimerização (pós-gel). Preocupados também com as propriedades físicas das resinas compostas pré-polimerizadas com baixa intensidade de luz seguida de uma alta intensidade, Mehl et al.(1997) examinaram a influência de diferentes intensidades iniciais sobre a resistência, módulo flexural, a microdureza e adaptação marginal de restaurações de resina composta. Com base na metodologia aplicada e nos resultados encontrados, os autores verificaram que uma polimerização consecutiva de baixa e alta intensidade melhoram significativamente a adaptação marginal, observando pouca influência nas propriedades do material e podendo-se verificar

melhora em algumas destas. Davidson (1998), também abordando esse aspecto, posiciona-se a favor desse mecanismo de redução da intensidade de luz pelo fato de proporcionar à resina uma maior possibilidade de alívio das tensões, mas enfatiza que esse tempo de irradiação deve ser longo o suficiente, ou ser realizado em duas etapas para que se assegure a obtenção de boas propriedades sem prejuízo da integridade marginal.

Por outro lado, Miyazaki et al.(1999), propondo-se avaliar a contração volumétrica de resinas compostas modificadas por poliácidos e verificar a sua relação com o tempo de exposição e intensidade de luz, observaram que todos os materiais testados apresentaram elevados valores de contração volumétrica com o aumento do tempo de exposição e da intensidade de luz.

Provavelmente, a solução para a redução da contração de polimerização e suas conseqüências esteja na prevenção do rápido aumento da viscosidade, causado por uma maciça emissão de luz verificado nos aparelhos convencionais (Goracci et al.,1996).

Utilização de bases com baixo módulo de elasticidade

Outra técnica importante na redução das tensões proporcionadas pela contração de polimerização é a utilização de uma resina intermediária com baixo módulo de elasticidade, funcionando como uma camada que proporciona absorção das tensões na interface resina-dentina (Kemp-Scholte e Davidson, 1990; Van Meerbeek et al., 1993), alcançando, segundo Kemp-Scholte e Davidson (1990), efetividade de 20 a 50% na redução dessas. Além disso, essa camada intermediária flexível possui a função de resistir às tensões provenientes da contração de polimerização das resinas compostas, de mudanças térmicas, absorção de água e de carga oclusal (Van

Meerbeek et al., 1993). Quando se comparam dois materiais sob a mesma tensão, aqueles com menor rigidez induzem menor estresse do que outros com alto módulo de elasticidade (Davidson, 1998).

No estudo realizado por Kemp-Scholte e Davidson (1990), os autores encontraram uma forte correlação entre adaptação marginal e flexibilidade do material de preenchimento em restaurações classe V. Verifica-se, portanto, que resinas de micropartículas apresentam um melhor desempenho em relação aos compostos híbridos, quando se trata de selamento marginal (Davidson, 1998; Schwartz et al., 1996). Tal fato pode ser uma explicação para os resultados encontrados em termos de adaptação marginal, quando se utilizam como bases para restaurações de resina composta os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina, ou as resinas modificadas por poliácidos, justamente pelo baixo módulo elástico que apresentam.

Essa afirmativa vem ao encontro dos achados de Dietrich et al.(1999), que avaliaram a adaptação marginal de restaurações diretas (classe II) do tipo sanduíche com cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta e resinas compostas modificadas por poliácidos, em comparação com restaurações de resina composta utilizando apenas sistema adesivo, ou seja, sem base sob o material restaurador. Os autores concluíram que tanto o cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta como a resina composta modificada por poliácidos podem melhorar significativamente o selamento marginal quando utilizados na técnica de sanduíche. Comentam também a necessidade de pesquisas que determinem qual é a combinação ideal de materiais para esse tipo de técnica.

Diante da teoria de que materiais com alto módulo de elasticidade conduzem a um aumento das tensões de contração, Unterbrink et al.(1999) indicaram o uso de resinas *flow* como primeira camada, com a finalidade de auxílio no es-

tabelecimento de uma boa união à dentina, pela possibilidade de criar com esse material uma verdadeira parede cavitária elástica. De acordo com Davidson (1998), um forramento adesivo flexível permite à restauração acompanhar a contração sem perder a união com a estrutura dentária. Para tal, esse material deve possuir uma espessura substancial de forma que consiga absorver as tensões a que está sujeito. Nesse sentido, parece existir uma relação inversa entre integridade marginal e módulo de elasticidade (Kemp-Scholte e Davidson, 1990).

Conclusões

Sabendo-se que a resina composta constitui, atualmente, um material restaurador de grande utilização pelos cirurgiões-dentistas, torna-se necessário a sua conscientização para realização de uma técnica especializada e sensível para restauração de cavidades. A contração de polimerização induz à necessidade de conhecimento e entendimento desse mecanismo, assim como da tensão inicialmente gerada e seu efeito clínico junto à estrutura dentária, de forma que a observação desses detalhes técnicos seja compreendida no intuito de contornar ou minimizar a contração de polimerização e suas consequências. Nesse aspecto, deve-se avaliar, paralelamente, o fator de configuração dos diversos tipos cavitários, adotando etapas técnicas manipulativas, como inserção incremental do material, sobretudo em cavidades com alto fator C; ou, ainda, a utilização de um material de baixo módulo de elasticidade, especialmente em cavidades amplas e com margens em dentina, assim como realizar uma polimerização gradual, em termos de intensidade de luz. Este último fator, provavelmente, seja o grande determinante para proporcionar um bom selamento marginal, pois permite à resina e à estrutura dentária uma união mais eficaz e com menores interferências de tensões.

Portanto, pesquisas comple-

mentares, principalmente clínicas, são necessárias para observação da inferência desses fatores e para que o estabelecimento de uma comprovada adaptação marginal possa ser alcançado.

Abstract

The study of the polymerization shrinkage mechanism of composite resins became the researchers' main objective, due to its direct relation in the maintenance of the marginal sealing. This way, for the establishment of a good marginal sealing of a composite resin restoration, it is important that the material have the opportunity to relieve the tension produced by polymerization shrinkage. Considering this, the proposal of this study consists in the approach of factors, such as, cavity configuration, light intensity and the use of low elasticity module bases, as well as their influence in the maintenance of the union to the dental structure.

Key words: polymerization shrinkage, composite resins, marginal grooves, elasticity module, polymerization shrinkage tension

Referências bibliográficas

- CARVALHO, R. M. et al. A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. *Oper. Dent.*, v.21, p. 17-24, 1996.
- DAVIDSON, C. L. Handling of polymerization stresses in composite restorations: *2nd International Symposium*, Italy, p. 22-25, Mar. 1998.
- DAVIDSON, C. L. e DE GEE, A.J. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J. Dent. Res.*, v. 63, n.2, p.146-8, Feb. 1984.
- DAVIDSON, C. L. ; DE GEE, A.J. e FEILZER, A. The competition between the composite-dentin bond strength and polymerization contraction stress. *J. Dent. Res.*, v. 63, n.12, p.1396-99, Dec.1984.
- DAVIDSON, C. L. e FEILZER, A. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J. Dent.*, v. 25, n.6, p.435-

440, 1997.

- DIETRICH, TH. et al. Marginal adaptation of direct composite and sandwich restorations in class II cavities with cervical margins in dentine. *J. Dent.*, v.27, p.119- 28, 1999.
- FEILZER, A. ; DE GEE, A.J. e DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J. Dent. Res.*, v. 66, n.11, p.1636-39, Nov. 1987.
- FEILZER, A. ; DE GEE, A.J. e DAVIDSON, C. L. Quantitative determination of stress reduction by flow in composite restorations. *Dent. Mater.*, v. 6, p.167-71, Jul. 1990.
- FUSAYAMA, T. Indications for self-cured and light-cured adhesive composite resins. *J. Prosth. Dent.*, v. 67, n.1, p.46-51, Jan. 1992.
- GORACCI, G. et al. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quint. Int.*, v.27, n.5, p.355-62, May 1996.
- KEMP-SCHOLTE, C.M. e DAVIDSON, C. L. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J. Dent. Res.*, v. 69, n.6, p.1240-43, Jun. 1990.
- LÖSCHE, G.M. Marginal adaptation of class II composite fillings: Guided polymerization vs reduced light intensity. *J. Adhesive Dent.*, v. 1, n.1, p.31-9, 1999.
- LUTZ, F. et al. Restoration quality in relation on wedge-mediated light channeling. *Quint. Int.*, v. 23, n.11, p. 763-67, Nov. 1992.
- MEHL, A. et al. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J. Dent.*, v. 25, n. 3-4, p. 321-330, 1997.
- MIYAZAKI, M. et al. Influence of light irradiation on the volumetric change of polyacid-modified resin composites. *J. Dent.*, v.27, p.149- 53, 1999.
- QVIST, V. QVIST, J. e MJÖR, I.A. Placement and longevity of tooth-colored restorations in Denmark. *Acta Odontol. Scand.*, v. 48, p. 305-11, 1990.
- RUPP, N. W. Clinical placement and performance of composite resin restorations. *J. Dent. Res.*, v. 58, n.5, p.1551-57, May1979.
- SAKAGUCHI, R. L. et al. Effects of polymerization contraction in composite restorations. *J. Dent.*, v.20, p.178-82, 1992.
- SAKAGUCHI, R. L. e FERRACANE, J. L. Stress transfer from polymerization shrinkage of a chemical-cured composite bonded to a pre-cast composite substrate. *Dent. Mater.*, v.14, p.106-111, 1998.
- SCHWARTZ, R. S. et al. Fundamentals of operative dentistry: A contemporary approach. Chicago, Quintessence, 1996.
- SUH, B. Composite shrinkage stress and its relaxation by the pulse cure technique. *2nd International Symposium*, Italy, p. 26-32, Mar 1998.
- UNO, S.; ASMUSSEN, E. Marginal adap-

- tation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Scand. J. Dent. Res.*, v. 99, p. 440-444, 1991.
- UNTERBRINK, G.L. e MUESSNEER, R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J. Dent.*, v.23, p.183-89, 1995.
- UNTERBRINK, G.L. et al. Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quint. Int.*, v.30, n.4, p.249-57, 1999.
- VAN MEERBEEK, B. et al. Assessment by nano-indentation of the hardness and elasticity of the resin-dentin bonding area. *J. Dent. Res.*, v. 72, n.10, p.1434-42, Oct. 1993.
- VENHOVEN, B. et al. Polymerization contraction and conversion of light-curing BisGMA-based methacrylate resins. *Biomaterials*, v.14, p. 871-75 1993.
- VERSLUIS, A. et al. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J. Dent. Res.*, v. 75, n.3, p.871-78, Mar.1996.
- YOSHIKAWA, T. et al. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J. Dent. Res.*, v. 78, n.4, p.898-905, Apr. 1999.

Endereços para correspondência:

Prof. Eduardo Batista Franco
Disciplina de Dentística Restauradora
Al. Dr. Octavio Pinheiro Brizolla, 9-75
CEP 17043-101
Bauru - SP

Rua Gustavo Maciel, 29-40, Estoril, Apt. 502
A, CEP 17041-200
Bauru - SP
Fone: 0(**)14 226.2092

