



Cementation of Indirect Composite Resins Restorations **Cimentação de Restaurações Estéticas Indiretas em Posteriores**

Efeito da Interposição de Resinas Compostas Indiretas Sobre o Grau de Polimerização de um Cimento Resinoso Dual

INTRODUÇÃO

O emprego de restaurações estéticas em dentes posteriores tem aumentado nos últimos anos em função da crescente demanda de pacientes (01, 07, 18, 25), das infundadas afirmações a respeito da toxicidade do mercúrio presente em restaurações de amálgama (01, 18) e, principalmente, da evolução dos materiais restauradores e das técnicas adesivas de fixação (15). Estas restaurações podem ser confeccionadas em resinas compostas ou cerâmicas, constituindo, assim, as facetas laminadas e as restaurações inlay e onlay (07, 10, 12, 17).

O desenvolvimento dos sistemas adesivos e dos cimentos resinosos específicos para a cimentação das restaurações estéticas indiretas, bem como o surgimento de novos métodos mais acessíveis de confecção, permitiram maior utilização desses materiais na região posterior, constituindo uma alternativa às restaurações de amálgama e às metálicas fundidas (17). Além disso, o desenvolvimento dos tratamentos superficiais das superfícies metálicas permitiu a utilização dos cimentos resinosos em substituição aos cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro (16).

Os cimentos resinosos, empregados para a fixação das restaurações estéticas indiretas, segundo Jacobsen & Rees (11), em 1992, são constituídos por monômeros multifuncionais diluídos, com porcentagem de carga entre 54% e 70%, em massa. O mecanismo de ativação destes materiais pode ser químico, fotoquímico ou ambos (dupla ativação ou presa dual) (20, 26).

Inicialmente, quando do surgimento das restaurações adesivas (9), os dentes preparados recebiam condicionamento ácido e tratamento com resina líquida, que apresentavam fluidez inadequada para a cimentação. Com o objetivo de melhorar tal propriedade, foi desenvolvido o primeiro cimento resinoso específico para a cimentação de restaurações adesivas. Esse material de ativação exclusivamente química, ficou comercialmente conhecido como Comspan (20).

Com a introdução e desenvolvimento das técnicas de tratamento de superfícies metálicas como o ataque eletrolítico e químico (8, 9, 14), foi possível a obtenção de microretenções na superfície metálica das restaurações, permitindo o embricamento do cimento resinoso ao metal. Além disso, com o objetivo de se obter, ainda, cimentos resinosos, que além da imbricação mecânica, promovessem adesão às superfícies metálicas, surgiram no mercado alguns cimentos adesivos como o C & B Metabond, Superbond, Panavia Ex e Panavia 21. Esses cimentos apresentam substâncias como o 4-META e o MDP, que são capazes de estabelecer união química com as superfícies metálicas, promovendo adesão significativamente maior em relação aos demais cimentos, o que possibilitou uma indicação mais segura das restaurações adesivas (23).

Mais recentemente, com o desenvolvimento das restaurações estéticas indiretas, foram introduzidos no mercado cimentos resinosos apenas fotoativados e também de dupla ativação (dual). Esses materiais são igualmente compostos por fase orgânica à base de monômeros como BIS-GMA, UEDMA e TEGDMA, fase inorgânica composta por partículas unidas à matriz resinosa por grupos silanos acrescidos de substâncias fotosensíveis iniciadoras de polimerização (3). Na composição

- **Karin Hermana Neppelenbroek**
Mestre em Reabilitação Oral pela FO/
Araraquara/UNESP
- **Carlos Alberto dos Santos Cruz**
Professor Adjunto do Departamento de
Materiais Odontológicos e Prótese da FO/
Araraquara/UNESP

Os AA avaliam por meio de ensaios de dureza, a influência da sobreposição de resinas, sobre o grau de polimerização de cimento resinoso dual

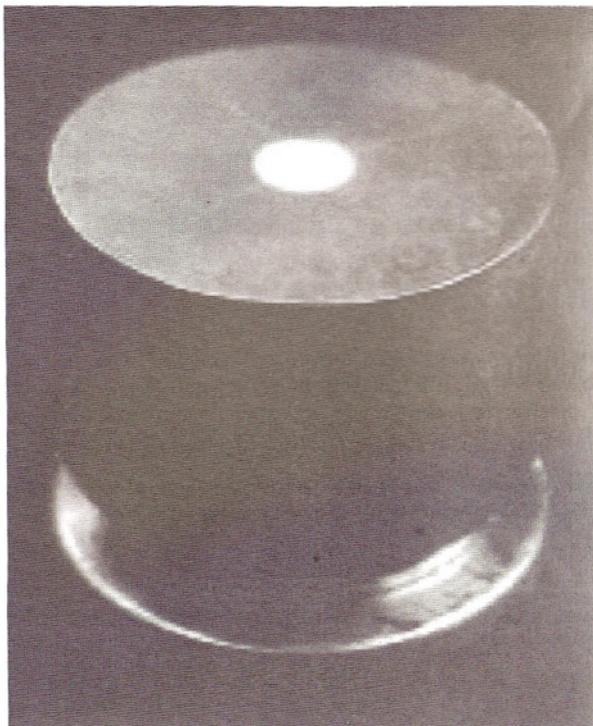


Fig. 1 - Corpo-de-prova posicionado na matriz metálica.

dos cimentos resinosos duais está presente também o sistema peróxido-amina, responsável pela ativação química da reação de polimerização (4).

Esses agentes cimentantes, inicialmente indicados para a cimentação de inlays e onlays estéticas, estão sendo amplamente utilizados para a cimentação de restaurações complexas como próteses em cerâmica pura, próteses metalocerâmicas e restaurações indiretas de resina composta. Para a cimentação de peças metálicas, os cimentos resinosos de dupla ativação estão sendo cada vez mais utilizados como alternativa aos cimento de fosfato de zinco e de ionômero de vidro. Em relação aos cimentos de fosfato de zinco, os cimentos resinosos duais apresentam maior união às estruturas dentais e às ligas metálicas, menor infiltração marginal e solubilidade aos fluidos bucais praticamente nula (7, 8, 16, 20). Além disso, visando reduzir a espessa linha de cimentação deixada pelas primeiras marcas comerciais, houve uma modificação na composição desses materiais a partir da redução do tamanho das partículas de carga e da maior quantidade de monômeros diluentes (20). Dessa forma, foi possível obter cimentos resinosos com elevado conteúdo de carga e, ao mesmo tempo, com consistência adequada para a cimentação.

No entanto, os cimentos resinosos apresentam certas limitações como a sensibilidade à umidade. Assim, não devem ser indicados nas situações clínicas onde esse fator não puder ser controlado. Além disso, particularmente em relação aos cimentos de dupla ativação, uma outra limitação está na sua relativa dependência da ativação química para alcançar elevados graus de polimerização (5,19,21,24). Essa capacidade de polimerização pode influenciar diretamente as propriedades físicas, mecânicas e biológicas desses cimentos (5,13,19,21,24). Na literatura consultada, não há informações suficiente sobre a influência da ativação por luz nos sistemas duplos de polimerização, particularmente com a interposição de camadas



Fig. 2 - Matriz metálica com corpo-de-prova posicionados no durômetro.

de resinas compostas, comumente utilizadas para a confecção de inlays, onlays e facetas laminadas. Tendo em vista essas considerações, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de ensaios de dureza, a influência da interposição de 2 mm de espessura dos materiais Artglass e Solidex sobre o grau de polimerização do cimento resinoso Variolink, imediatamente e 24 horas após 40 segundos de fotoativação.

MATERIAL E MÉTODO

Os corpos-de-prova (n=15) do cimento resinoso dual Variolink (Ivoclar Vivadent, Shaan, Liechtenstein) foram confeccionados em matriz metálica de aço inoxidável, com cavidade central, circular, de 4,0 mm de diâmetro por 2,0 mm de profundidade, e êmbolo interno para a remoção do espécime. O cimento resinoso Variolink foi proporcionado em massa, em balança de precisão (Ind. e Com. Eletro Eletrônica Gehaka Ltda., São Paulo, SP, Brasil) com sensibilidade para 0,001g, na proporção de 1:1, e manipulado por 30 segundos com o auxílio de espátula de aço número 22. Após a mistura, foi inserido na cavidade da matriz, em único incremento, por meio de espátula de Thompson número 5.

Preenchida a cavidade da matriz foi assentada sobre o material uma tira de poliéster e sobre esta uma lâmina de vidro para microscopia, seguida de anel de fundição adaptado para receber a ponteira do fotopolimerizador e peso de 1kgf. Para as interposições, foram utilizados discos com 2 mm de espessura, confeccionados com as resinas compostas indiretas Artglass (Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) e Solidex (Shofu Dental Corporation San Marcos, CA, USA), na cor A2. Nos grupos onde houve interposição, os discos de resina composta foram posicionados sobre a tira de poliéster, previamente à colocação de lâmina de vidro, do anel adaptado e do peso empregado para padronização da pressão durante a polimerização. O disco interposto caracterizou os grupos experimentais. A não

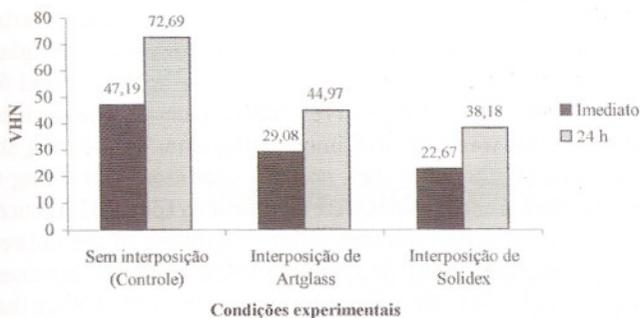


Fig. 3 - Valores de dureza (VHN) para as condições experimentais estudadas (Sem interposição (Controle), Interposição de Artglass e Interposição de Solidex) nos dois momentos de leitura (Imediato e 24h). Os valores médios de dureza estão expostos nas colunas das condições avaliadas.

interposição caracterizou o grupo controle.

O tempo de exposição foi fixado em 40 segundos, mantendo-se a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador (Modelo 2500 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) pela abertura do anel adaptado, em íntimo contato com a superfície da lâmina de vidro e, dessa maneira, o mais próximo possível à superfície do material. Para cada corpo-de-prova, a intensidade de luz foi aferida, em radiômetro acoplado ao aparelho fotopolimerizador, tendo como média, nesse experimento, 452 mW/cm². Após a fotoativação, o peso, o anel, a lâmina de vidro e o disco de resina composta, quanto utilizado, foram retirados, e a tira matriz de poliéster, removida (Figura 1).

A seguir, a superfície destinada à leitura foi demarcada em quadrantes e o conjunto matriz/corpo-de-prova foi levado diretamente à mesa do durômetro (Wolpert, Germany) equipado com diamante Vickers e carga de 50 gf, aplicada por 30 segundos, para as leituras iniciais (Figura 2).

Os corpos-de-prova foram então removidos da matriz e armazenados, em frascos âmbar, em estufa a 37 + 1°C, onde permaneceram por 24 horas. Completado este período, foram reposicionados na matriz e novamente levados à mesa do aparelho Wolpert, para as leituras finais.

RESULTADOS

Aos dados originais de dureza, obtidos a partir de 8 demarcações por corpo-de-prova, foi aplicada a análise de variância a dois critérios fixos. Por se tratar do mesmo corpo-de-prova, o fator momento de leitura (tempo) foi analisado com vinculação. A análise de variância evidenciou significância em nível de 5% para os fatores condição experimental e tempo de leitura, isoladamente, e também para a interação. Dessa forma, aos conjuntos estatisticamente semelhantes foi aplicado o teste de Tukey em nível de 5%, para todas as variáveis em estudo.

Estatisticamente, os resultados evidenciaram menor valor médio de dureza para o período inicial (32,983 VHN), quando comparado ao período final de 24 horas (51,949 VHN), indicando, assim, progressão na reação de polimerização. Foi também observado um valor médio de dureza (59,940 VHN) significativamente ($p < 0,05$) maior para o grupo controle, sem interposição. Em seguida, em ordem decrescente, figuram a interposição de 2 mm da resina Artglass (37,030 VHN) e a interposição de 2 mm da resina Solidex (30,429 VHN), indicando redução no grau de polimerização para os dois materiais

testados. Não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre os 2 grupos experimentais (com interposição), nos dois momentos estudados. Os resultados obtidos estão expostos graficamente na Figura 3. Além disso, foram calculados os percentuais médios de redução de dureza para as diferentes condições experimentais e de progressão de polimerização para os tempos estudados.

DISCUSSÃO

Os cimentos resinosos duais, que possuem dupla ativação de presa (11), devem ser capazes de atingir adequada resistência mecânica mesmo onde a luz não consegue penetrar. Os resultados desse estudo demonstraram que a presença de 2 mm das resinas indiretas (Artglass ou Solidex) reduziu os valores médios de dureza, em comparação com o grupo controle, em 45,35% nas leituras imediatas e em 42,31% nas leituras 24 horas após (Figura 3).

Na consulta à literatura disponível, não foram encontrados estudos que avaliaram o grau de polimerização de cimentos resinosos duais após a interposição de resinas compostas indiretas. De forma geral, os resultados desse estudo estão de acordo com um estudo de Uctasli et al. (24), que avaliou a influência da espessura de cerâmica na polimerização de dois cimentos resinosos, sendo um de presa dual e o outro fotopolimerizável. Os autores observaram que o aumento da interposição de cerâmica em espessuras superiores a 1mm reduziu significativa e progressivamente a dureza dos cimentos avaliados. Lee & Um (13) avaliaram a reação cinética de polimerização de 5 marcas de cimentos resinosos duais (Bistite, Dual Cement, Scotchbond, Duolink e Duo) após a interposição de várias espessuras de cerâmica (1, 2 e 4 mm). Foi observado que, quando a espessura de 4 mm foi utilizada, o tempo de exposição à luz recomendado pelos fabricantes (40 segundos) não foi suficiente para conduzir primariamente a reação de polimerização, como ocorreu para as menores espessuras. Os autores ainda relataram que após a fotoativação, a reação adicional de polimerização pela ativação química ocorreu apenas em pequena extensão.

Rueggeberg & Caughman (21) também observaram que não houve significativa polimerização induzida por ativação química após a fotoativação de quatro cimentos resinosos duais. Esses autores demonstraram, por meio de análise de conversão de monômero, que o grau de polimerização observado para os cimentos após 10 min de exposição à luz não diferiram significativamente dos valores obtidos após 24 h. Assim, foi sugerido que nem mesmo com o gatilho químico ou com o decorrer do tempo a redução na porcentagem de polimerização foi compensada. Os resultados obtidos pelos estudos previamente citados, à semelhança do que foi observado no presente estudo, sugerem pouca efetividade do mecanismo de presa química e grande dependência da fotoativação. Os resultados desse estudo estão, ainda, indiretamente em concordância com estudos prévios que demonstram uma sensível redução de dureza de resinas compostas com a interposição de esmalte dentário. (02, 06, 15, 22)

Outro aspecto importante diz respeito à progressão de presa nos tempos analisados, independentemente da interposição. No presente estudo, os valores médios de dureza foram significativamente maiores para as leituras em 24 horas,

com progressão de 54,03% para o grupo controle, de 54,64% com a interposição do material Artglass e de 63,43% com a interposição do material Solidex (Figura 3). Apesar de ter sido verificado um sensível aumento dos valores de dureza após 24 h para os grupos com interposição de Artglass (44,975 VHN) e Solidex (38,182 VHN), esses valores ainda continuaram significativamente inferiores aos observados para o grupo controle (72,690 VHN). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Prinsloo et al.(19) que observaram, mesmo após 24 horas da fotoativação, uma redução significativa na dureza do cimento resinoso dual avaliado após interposições de cerâmica com mais de 3 mm de espessura. Da mesma forma, El-Mowafy et al.(5) demonstraram que quando espessuras de 2 mm ou mais de cerâmica foram utilizadas durante a fotoativação de seis cimentos resinosos duais, foi observada uma sensível redução na dureza, mesmo nas leituras obtidas em até uma semana.

Apesar de possíveis melhorias em todas as variáveis envolvidas nas cimentações, cuidados adicionais no emprego dos agentes duais de fixação devem ser tomados, uma vez que o ativador químico apresentou ação limitada no decorrer do tempo. Dessa forma, a fotoativação desses materiais, durante a cimentação de restaurações estéticas de resinas compostas indiretas, deverá ser bastante criteriosa.

CONCLUSÕES

1 - Com a interposição, independentemente do material empregado e do momento da leitura, houve redução estatisticamente significativa (ao redor de 45%) na dureza do cimento Variolink.

2 - Independentemente da interposição, os valores após 24 horas foram estatisticamente superiores (ao redor de 60%) aos observados imediatamente após a fotoativação.

3 - Este estudo indica ação limitada do ativador químico de polimerização dos cimentos duais e sugere, para as cimentações, criteriosa fotoativação.

RESUMO

Este estudo avaliou o grau de polimerização de um cimento resinoso dual (Variolink) após a interposição de duas diferentes resinas compostas indiretas (Artglass e Solidex). Corpos-de-prova em forma de disco (4 x 2mm) foram fotoativados por 40s através de uma camada de 2mm de espessura do material restaurador. A dureza foi mensurada imediatamente após a fotoativação e após 24h após o armazenamento em ambiente a seco, ao abrigo da luz. De acordo com os resultados, os valores de dureza reduziram significativamente ($p < 0,05$) com a interposição de 2mm de material, independentemente da resina composta indireta utilizada (Artglass e Solidex). Os valores médios de dureza após 24h foram significativamente ($p < 0,05$) superiores que os obtidos imediatamente após a fotoativação. Este estudo sugere que a ação do ativador químico de polimerização dos cimentos resinosos duais pode não ser suficiente e, conseqüentemente, seria necessário adotar uma criteriosa exposição à luz quando da utilização desses agentes de cimentação.

SUMMARY

This study evaluated the degree of polymerization of one

dual-cement-cured resin luting agent (Variolink) after interposition of two different indirect composite resins (Artglass and Solidex). Cement dies (4 x 2mm) were light-activated for 40s through a layer of 2mm of restorative material. The hardness of specimens was measured immediately after light-curing and after 24h of storage in dark and dry condition. According to results, the hardness values were significantly ($p < 0.005$) reduced with 2mm of material interposition, regardless of the indirect composite resin lused (Artglass and Solidex). The hardness mean values after 24h were significantly ($p < 0.05$) higher than immediately after the light-curing. This study suggests that the action of the chemical activator of dual-cement-cured resin luting cements may not be sufficient and consequently it would be necessary a sensible light-activation when this cements are used.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABERG, C. H., VAN DIJKEN J.W., OLOFSSON, A.L. Three-year comparison of fired ceramic inlays cemented with composite resin or glass ionomer cement. *Acta Odontol Scand*, v.52, p.140-9, Jun. 1994.
2. ATMADJA, G., BRYANT, R.W. Some factors influencing the depth of cure of visible light-activated composite resins. *Aust Dent J*, v.35, p.213-8, Jun. 1990.
3. BREEDING, L. C., DIXON, D.L., CAUGHMAN, W.F. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosthet Dent*, v.65, p. 512-8, Apr. 1991.
4. CAUGHMAN, W.F., CHAN, D.C., RUEGGEBERG, F.A. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent*, v.85, p. 479-84, May 2001.
5. EL-MOWAFY, O.M., RUBO, M.H., EL-BADRAWY, W.A. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent*, v.24, p.38-44, Jan/Feb. 1999.
6. FRANCO, E.B. Avaliação da profundidade de polimerização e dureza de resinas compostas fotopolimerizadas com e sem a interposição de esmalte dentário. *Rev Bras Odontol*, v.48, p.211-7, 1991.
7. FRAZIER, K.B., SARRETT, D.C. Wear resistance of dual-cured resin luting agents. *Am J Dent*, v.8, p.161-4, Aug. 1995.
8. GORODOVSKY, S., ZIDAN, O.. Retentive strength, disintegration, and marginal quality of luting cements. *J Prosthet Dent*, v.68, p. 269-74, Aug. 1992.
9. HOWE, D.F., DENEHY, G. E. Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-etch technique and a cast metal framework. *J Prosthet Dent*, v.37, p.28-31, Jan. 1977.
10. ISIDOR, F., BRONDUM, K. A clinical evaluation of porcelain inlays. *J Prosthet Dent*, v.174, p.140-4, Aug. 1995.
11. JACOBSEN, P.H., REES, J.S. Luting agents for ceramic and polymeric inlays and onlays. *Int Dent J*, v.42, p.145-9, Jun. 1992.
12. KREJCI, I. LUTZ, F., GAUTSCHI, L. Wear and marginal adaptation of composite resin inlays. *J Prosthet Dent*, v.72, p.233-44, Sep. 1994.
13. LEE, I.B., UM, C.M. Thermal analysis on the cure speed of dual cured resin cements under porcelain inlays. *J Oral Rehabil*, v.28, p.186-97, Feb. 2001.
14. LIVADITIS, G.J. A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent*, v.56, p. 181-8, Aug. 1986.
15. LUTZ, F., KREJCI, I., OLDENBURG, T.R. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int*, v.17, p.777-84, Dec. 1986.
16. MC COMB, D. Adhesive luting cements—classes, criteria, and usage. *Compend Contin Educ Dent*, v. 17, p. 759-62, Aug. 1996.
17. MOLIN, M., KARLSSON, S. The fit gold inlays and three ceramic inlay systems: a clinical and in vitro study. *Acta Odontol Scand*, v.51, p.201-6, Aug. 1993.
18. PEUTZFELDT, A. Effect of the ultrasonic insertion technique on the seating of composite inlays. *Acta Odontol Scand*, v.52, p.51-4, Feb. 1994.
19. PRINSLOO, L.C., VAN DER VYVER, P.J., FERREIRA M.R. et al. Percentage cure of cement cured through various thicknesses of Cerec porcelain. *J Dent Assoc S Afr*, v.52, p.283-6, May 1997.
20. ROSENSTIEL, S.F., LAND, M.F., CRISPIN, B.J. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent*, v.80, p.280-301, Sep. 1998.
21. RUEGGEBERG, F.A., CAUGHMAN, W.F. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent*, v.18, p.48-55, Mar/Apr.1993.
22. SWARTZ, M. L., PHILLIPS, R.W., RHODES, B. Visible light-activated resins—depth of cure. *J Am Dent Assoc*, v. 106, p.634-7, May 1983.
23. TANAKA, T., NAGATA, K., TAKEYAMA, M. et al. 4-META opaque resin—a new resin strongly adhesive to nickel-chromium alloy. *J Dent Res*, v. 60, p.1697-706, Sep. 1981.
24. UCTASLI, S., HASANREISOGLU, U., WILSON, H.J. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. *J Oral Rehabil*, v.21, p.565-75, Sep.1994.
25. WHITE, S. N., YU, Z. Film thickness of new adhesive luting agents. *J Prosthet Dent*, v.67, p.782-5, Jun. 1992.
26. YOSHIDA, K. TANAGAWA, M., ATSUTA, M. In-vitro solubility of three types of resin and conventional luting cements. *J Oral Rehabil*, v.25, p.285-91, Apr. 1998.