

Resistência à fratura de pré-molares humanos restaurados por diferentes materiais adesivos *

Fracture resistance of human pre-molars restored by different adhesive materials

Paulo Afonso BURMANN

Prof. Titular. Dr. do Depto de Odontologia Restauradora – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM/RS

Paulo Eduardo Capel CARDOSO

Prof. Dr. do Depto de Materiais Dentários – Universidade de São Paulo - FOUASP/SP

Luiz Felipe VALANDRO

Prof. Aux. do Depto de Odontologia Restauradora UFSM; Mestrando em Prótese - FOSJC/UNESP

Luciano CASAGRANDE

Mestrando em Odontopediatria na Faculdade de Odontologia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

* Convênio UFSM-USP – Universidade Federal de Santa Maria (Depto de Odontologia Restauradora) e Universidade de São Paulo (Depto de Materiais Dentários).

RESUMO

A proposta desta pesquisa foi avaliar a resistência à fratura de dentes pré-molares restaurados com diferentes materiais: resina composta (Z-100/Single bond 3M-ESPE); liga metálica (Pors-on 4 - Pd-Ag), cerâmica de baixa fusão (Fortune) e resina composta para uso indireto (Art Glass). As restaurações indiretas foram cimentadas com os sistemas Scotchbond Multiuso Plus/Resin Cement (3M-ESPE) ou Bond 1/Cement-It (Pentron). Como grupo controle positivo foram usados dentes hígidos, enquanto que o controle negativo foi constituído por dentes com cavidades MOD, tipo inlay não restauradas. As cavidades MOD foram padronizadas em dispositivo específico com dimensões de 1,86mm (base) x 2,60mm (cavo superficial) x 2,00mm (profundidade média). A técnica restauradora para todos os grupos foi conduzida de acordo com as instruções dos fabricantes dos sistemas restauradores utilizados. Todos os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em máquina de ensaios Riehle com velocidade de 0,5mm/min. A análise estatística dos dados (ANOVA e Tukey) revelou semelhança entre a média de resistência à fratura do grupo de dentes hígidos (192,89Kg/cm²) e a obtida nos grupos dos dentes restaurados com os diferentes materiais (de 134,89 à 192,58Kg/cm²); já a resistência à fratura do grupo dos dentes apenas preparados (47,56Kg/cm²) foi estatisticamente inferior à de todos os outros grupos.

UNITERMOS

Cimentação; adesivos dentinários; restaurações intracoronárias.

INTRODUÇÃO

Um dos princípios clássicos de preparos cavitários diz respeito à capacidade de retenção da restauração em função do atrito com as paredes cavitárias. Quando se empregam os cimentos a base de fosfato de zinco é imprescindível que o preparo proporcione estabilidade e retenção friccional, o que implica em desgaste dental adicional, já que esses cimentos não possuem propriedades adesivas.

Contudo, a evolução dos agentes cimentantes adesivos fez emergir novos princípios de preparo, proporcionando uma abordagem mais preservadora com a utilização de técnicas adesivas para recuperação da resistência original da estrutura dental^{2,7,11,21}. Considerando os sistemas adesivos e sua capacidade de união a diferentes substratos, alguns estudos têm destacado esta propriedade frente ao substrato dental^{4,22,24}, à ligas metálicas^{5,15} e às cerâmicas^{8,12,14,25}.

Materiais restauradores como amálgama de prata e restaurações metálicas indiretas do tipo *inlay*, cimentadas com materiais não adesivos, determinam apenas um preenchimento anatômico da estrutura dental perdida, não restabelecendo a resistência original (Rodrigues Filho²³, 1994). Somente o recobrimento de cúspides pelo material restaurador poderá aumentar a resistência do substrato dental (Burke et al.³, 1993)

Durante os últimos anos, vários autores^{10,16,18} têm avaliado a resistência à fratura *in vitro* de pré-molares restaurados com diversos sistemas adesivos e não adesivos, verificando a tendência de reforço coronário através de restaurações adesivas de resina composta, ao passo que, dentes restaurados com amálgama de prata não contribuíram para a recuperação da resistência, pelas características não adesivas deste material. Ao contrário dos resultados obtidos com restaurações de amálgama, Lopes et al.¹⁷ (1991) observaram aumento de 97% na resistência à fratura de dentes restaurados com *inlays* de resina composta cimentadas com uma técnica adesiva, atingindo resistência semelhante a dentes hígidos.

Çötert et al.⁷ (2001) investigaram a resistência à fratura de molares com preparos intracoronários MOD e restaurados com diferentes sistemas, diretos e indiretos, tendo como controle dentes íntegros e dentes preparados não-restaurados. Os autores observaram que a resistência à fratura dos dentes restaurados com sistemas adesivos foi maior que a resistência dos dentes preparados e não restaurados.

Burke¹ (1992) considerou que os testes *in vitro* de resistência à fratura de dentes trazem informações válidas e permanecem sendo importantes como métodos de investigação para novas técnicas restauradoras.

Apesar de todos os avanços, não devemos confiar exclusivamente na capacidade retentiva que nos oferecem os sistemas adesivos, mas desconhecer a contribuição que podem nos trazer na preservação da estrutura dental pode nos conduzir a desgastes de estruturas híginas desnecessariamente e vir a comprometer a integridade do remanescente dental e da própria restauração. Vivemos a era da "Odontologia minimamente invasiva"¹³. Portanto, preservar a estrutura dental é palavra de ordem e a resistência de união dos sistemas adesivos, tanto à estrutura dental como a substratos restauradores nos

indica que esta é uma atitude necessária, segura e possível.

Considerando a necessidade e a tendência de preservação de estrutura dental, o presente estudo se propôs avaliar a resistência à fratura *in vitro* de estruturas dentais restauradas através *inlays* MOD cimentadas com dois sistemas adesivos e restaurações diretas de resina composta, empregando como grupo controle positivo dentes íntegros e como grupo controle negativo dentes hígidos preparados e não restaurados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados quarenta e cinco pré-molares maxilares hígidos armazenados em solução fisiológica ($\pm 5^\circ\text{C}$), divididos em nove grupos experimentais (Quadro 1). Todos os dentes foram embutidos em um anel de PVC com gesso pedra tipo IV (Velmix, Kerr Sybron), até 1mm aquém do limite amelo-cementário.

Empregando-se a ponta diamantada nº 4137 [PD] (KG Sorensen, São Paulo – Brasil), em alta rotação e sob refrigeração ar-água, quarenta pré-molares foram preparados com cavidades tipo *inlay* MOD, com dimensões de 1,86mm (base) x 2,60 mm (cavo superficial) x 2,00mm (profundidade média, considerando a crista marginal mesial). A proposta de desenho da cavidade não contemplou as caixas proximais convencionais, com projeção para cervical. Desta forma, a cavidade tinha assoalho num único nível de mesial para distal. Caracterizou-se ainda por apresentar margens não biseidadas e expulsidade correspondente à da ponta diamantada. Os preparos foram padronizados em dispositivo específico que permitia o deslocamento da ponta diamantada nos eixos X, Y e Z com precisão de décimos de milímetro (Figura 1).

Para a realização das restaurações indiretas, trinta dentes recém preparados foram moldados individualmente com silicone de adição (Imprint, 3M-ESPE - USA), utilizando moldeiras cilíndricas de cobre (diâmetro: 10mm; altura: 15mm), seguida da obtenção dos troquéis de gesso (Velmix, Kerr Sybron), sobre os quais foram construídas as restaurações, de acordo com normas específicas para cada sistema restaurador: 1 - Liga metálica de Pd-Ag (Pors-on 4, Degussa - Germany); 2 - Cerâmica (Fortune, Williams-USA) e 3 - Resina composta para uso indireto (ArtGlass, Heraeus Kulzer - Germany).

Quadro 1 - Grupos experimentais

Grupos	Materiais Restauradores	Sistemas Adesivos
1	Dentes hígidos não preparados	-
2	Liga metálica (Pors-on 4)	<i>Bond1+Cement-it</i>
3	Liga metálica (Pors-on 4)	<i>Scotchbond MUP/Resin Cement</i>
4	Cerâmica (Fortune)	<i>Bond1+Cement-it</i>
5	Cerâmica (Fortune)	<i>Scotchbond MUP/Resin Cement</i>
6	Resina composta indireta (ArtGlass)	<i>Bond1+Cement-it</i>
7	Resina composta indireta (ArtGlass)	<i>Scotchbond MUP/Resin Cement</i>
8	Resina composta direta (Z-100)	Single Bond
9	Dentes hígidos preparados e não restaurados	-

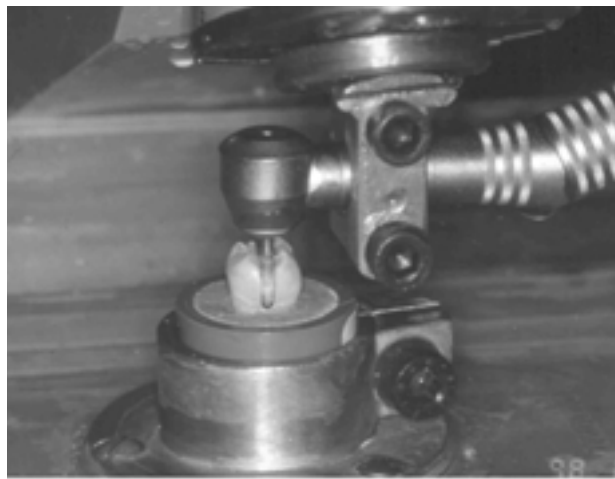
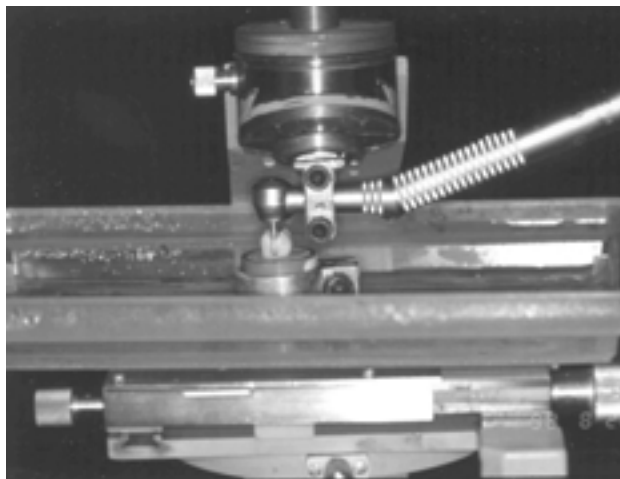


FIGURA 1 - Fotografias do dispositivo para a realização dos preparos cavitários padronizados.

Previamente à cimentação, as incrustações metálicas (IMF) foram jateadas (Micro-Etcher - Danville Inc., Danville - USA) com partículas de óxido de alumínio 110 mm (Elfusa Ltda. - Brasil), à distância de 1 cm. As restaurações cerâmicas foram condicionadas com ácido fluorídrico à 10% (Dentsply, Rio de Janeiro - Brasil) por 3 minutos, lavadas/secas e silanizadas (Primer Ceramic, 3M/ESPE - USA). As restaurações de resina composta foram tratadas com ácido fosfórico à 37% por 1 min., lavadas e secas.

Todos os agentes cimentantes e sistemas adesivos foram utilizados conforme as recomendações dos respectivos fabricantes. Tanto o siste-

ma adesivo *Bond-1* quanto *Scotchbond Multi uso plus (SBMUP)* utilizaram, previamente à aplicação do agente de união, o ácido fosfórico 37%, como condicionador dental pelo tempo de 15 segundos.

Após a aplicação do adesivo dentário e do respectivo cimento resinoso, todas as restaurações indiretas foram inseridas nas suas respectivas cavidades, sob uma carga estática de 5Kg, durante 5 minutos, no centro da restauração, através de um dispositivo especial, quando se removeu os excessos do cimento. Concluída a etapa restauradora, todos os CP foram armazenados em solução salina (sessenta dias / 37°C).

Para a fotopolimerização das restaurações do grupo 8 (resina composta direta + adesivo) empregou-se a técnica incremental. Três incrementos oblíquos foram fotoativados pelo aparelho XL 3000 (3M/ESPE), operando pelo tempo de 40 segundos por camada com intensidade de 600mW/cm².

Após a armazenagem, os CP foram submetidos aos ensaios de resistência à fratura por compressão em máquina de ensaio universal (Riehle Testing Machine, Modelo FS-5, N. Série R-88046), com velocidade de 0,5 mm/seg até a fratura do dente. A carga foi aplicada na superfície oclusal com ângulo de 30° em relação ao longo eixo do dente (Figura 2), sobre as vertentes internas das cúspides vestibular e lingual, sem tocar diretamente a

restauração (Rodrigues Filho²³, 1994). Os dados obtidos (Kgf/cm²) foram submetidos à análise estatística ANOVA e teste de Tukey.

RESULTADOS

A análise estatística dos dados de resistência à fratura está apresentada nas Tabelas 1 e 2.

Considerando a análise estatística dos dados (ANOVA e Tukey) foi possível constatar que os grupos 1 a 8 obtiveram médias de resistência estatisticamente semelhantes entre si ($p > 0,05$). O grupo 9 (dentes hígidos preparados e não restaurados) apresentou resultados estatisticamente inferiores aos obtidos a partir dos demais grupos ($p < 0,05$).

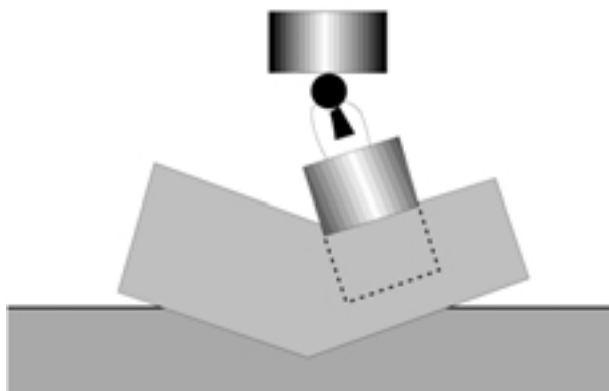


FIGURA 2 - Representação esquemática do dispositivo de aplicação da carga.

Tabela 1 - Análise de Variância da resistência à fratura dos corpos de prova

Fonte da variação	gl	QM	RQM
Entre grupos	8	9534,553	3,349793*
Resíduo	36	2846,311	
Total	44		

* - Significante ao nível de 5%.

Tabela 2 - Resultados obtidos (Médias em Kgf/cm²). Letras diferentes após o valor da média indicam diferença estatística ao nível de 5%.

Grupos	Média
G1. Dentes Hígidos	192,89a
G2. Liga metálica + Bond1/Cement-it	138,75a
G3. Liga metálica + SBMUP/Resin Cement	192,58a
G4. Cerâmica + Bond1/Cement-it	177,42a
G5. Cerâmica + SBMUP/Resin Cement	134,89a
G6. Resina composta indireta / Bond1/Cement-it	145,11a
G7. Resina composta indireta / SBMUP - Resin Cement	142,44a
G8. Resina composta direta	141,56a
G9. Dentes preparados não restaurados	47,56b

DISCUSSÃO

A análise estatística detectou semelhança entre os resultados gerados pelo grupo de dentes hígidos (G1) e pelos grupos de dentes restaurados através de sistemas adesivos (G2 a G8), os quais originaram médias de resistência superiores às do grupo de dentes somente preparados (G9). Estes resultados indicam recuperação da resistência à fratura das estruturas dentais a partir dos sistemas restauradores utilizados neste experimento.

Dentes posteriores com cavidades amplas (cúspides vestibulares e linguais sem suporte) constituem situações de extremo risco de fratura. A influência do preenchimento de paredes socavadas com diversos materiais restauradores sobre a resistência à fratura de cúspides foi investigada por alguns autores, os quais indicaram a resina composta como material preferencial para estas situações. McCulloch & Smith¹⁸ (1986) comprovaram que dentes restaurados com resina composta associada a adesivos dentinários aumentaram a resistência de 4 a 6 vezes quando comparados a dentes apenas preparados. Libermann et al.¹⁶ (1990) demonstraram incremento na faixa de 33 % na resistência de dentes restaurados da mesma forma. Rodrigues Filho²³ (1994) observou que a resina composta foi considerada uma base de sustentação de cúspides sem suporte, pela retenção micromecânica proporcionada sistema adesivo, recuperando a resistência dos dentes ao nível dos dentes hígidos. Por outro lado, dentes restaura-

dos com amálgama ou ionômero+amálgama apresentaram resistência à fratura inferior na mesma comparação.

O presente estudo também mostrou a eficiência das restaurações de resina composta (G8) em restabelecer a resistência à fratura das estruturas dentais, comparada aos dentes hígidos (G1). A pesquisa de Çöttert et al.⁷ (2001) indica, também, significativo aumento na resistência à fratura de estruturas dentais com cavidades MOD e restauradas com resina composta direta associada a sistema adesivo.

É bastante oportuno observar que a resistência à fratura dos dentes restaurados pelos diferentes materiais indiretos (liga metálica, porcelana, resina composta indireta) foi semelhante estatisticamente. Estes grupos utilizaram cimentos resinosos associados a adesivos dentários na fixação das *inlays*, o que possivelmente tenha sido responsável pelo resultado obtido, semelhante ao grupo dos dentes hígidos e superior ao grupo dos dentes preparados e não restaurados. Nesta situação de dentes preparados e não restaurados é necessário observar a distância numérica entre os valores obtidos, que foi da ordem de três vezes - 47,56 Kgf/cm² (não restaurados) para 158,2 kgf/cm² (restaurados).

Chama à atenção que, apesar de terem sido usados dois sistemas adesivos diferentes - Bond1 +

Ciment-It e Scotchbond Multiuso Plus + Resin Cement, a resistência dos dentes restaurados foi semelhante estatisticamente.

A diferença entre os dois sistemas de cimentação consiste basicamente no adesivo utilizado, já que um deles é classificado como de múltiplos frascos (SBMU Plus) e o outro como de frasco único (Bond1). A técnica aplicação do Bond1 é mais simplificada o que, teoricamente, diminui a probabilidade de equívocos durante sua aplicação.

Os resultados obtidos no presente estudo estão compatíveis com outras pesquisas relacionadas, que indicam semelhança na resistência à fratura de dentes restaurados com *inlays* metálicos cimentadas com cimento resinoso e dentes íntegros. Mezzomo¹⁹ (1996) e Costa et al.⁶ (1997) referiram-se a resultados superiores em relação restaurações cimentadas com fosfato de zinco (técnica não-adesiva) ou restaurados com amálgama. Eakle & Staninec¹⁰ (1992) sugeriram que a cimentação de IMF (MOD) em ouro fosse realizada com cimento resinoso, pois este tipo de material promove aumento da resistência à fratura de dentes restaurados, devido sua adesão à estrutura dental.

Oliveira²⁰ (1998) comprovou que a resistência à fratura de estruturas dentais com preparos tipo *inlay* e restaurados indiretamente com ArtGlass, Solidex e Vitadur Alpha, fixados através de sistemas adesivos (Variolink II), foi semelhante a resistência dos dentes íntegros.

A preservação de estrutura dental constitui-se num dos objetivos elementares nos procedimentos restauradores, especialmente naquelas situações que envol-

vem preparos intracoronários. Uma vez estabelecida a necessidade de formatar-se uma cavidade do tipo *inlay*, devemos considerar que é imperioso restabelecer uma ligação resistente entre cúspides por meio de algum artifício restaurador. Desta forma, estudos que confirmam a recuperação da resistência à fratura de estruturas dentais com restaurações *inlays*, indicam que é possível admitir *inlays* adesivos, que têm características de preparo preservador, dentro de limites clínicos, como uma alternativa confiável.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste estudo, foi possível concluir que:

- Independente do material restaurador indireto empregado, a cimentação adesiva proporcionou valores de resistência à fratura semelhantes a dentes hígidos não preparados e superior aos dentes preparados e não restaurados.
- Não houve diferença de resistência à fratura entre os dois sistemas de cimentação para restaurações indiretas.
- Dentes restaurados com resina composta direta apresentaram resistência à fratura semelhante aos dentes restaurados com materiais indiretos.
- Dentes hígidos preparados e não restaurados apresentaram resistência à fratura inferior aos dentes restaurados e aos dentes hígidos não preparados.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the fracture resistance of human premolar teeth restored with different materials: composite resin (Z100/Single Bond), low fusion ceramic (Fortune) and composite resin for indirect restorations (Art Glass). Indirect restorations were cemented using either Scotchbond Multipurpose Plus/Resin Cement or Bond I/Cement-It. As positive control group sound human pre-molars were used, and for negative control group human premolars prepared and not restored were used. MOD cavities were prepared and standardized using a specific device, with the following dimensions: 1,86 mm (largeness at the base) x 2,6 mm (at the occlusal margin) x 2,00 mm (depth). The restorative technique performed for all groups followed manufacturers' instructions for each material/system tested. All specimens were submitted to fracture resistance test in a Riehle testing machine, under a speed of 0,5 mm/min. Statistical analyses were performed (ANOVA and Tukey tests), revealing a similarity between the mean values of compression resistance obtained for the positive control group (192,89 Kg/cm²) and the groups restored with different materials (from 134,89 to 192,58 Kg/cm²). However, the mean value obtained for negative control group (47,56 Kg/cm²) was statistically lower when compared to all other groups.

UNITERMS

Cementation; dentin/enamel bonding agents; Inlay

AGRADECIMENTOS

1. Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Materiais Dentários do Departamento de Materiais Dentários da FOUSP;

2. A Paulo Eduardo Ferreira Santos pelo desenho realizado;

3. Ao Convênio UFMSM-USP - Programa de Iniciação Científica em Odontologia (PICO UFMSM-FOUSP).

REFERÊNCIAS

- Burke FJT. Tooth fracture "in vivo" and "in vitro". J Dent 1992; 20(3):131-9.
- Burke FJT, Watts DC. Fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. Quintessence Int 1994; 25(5): 335-41.
- Burke FJT, Wilson NHF, Watts DC. The effect of cuspal coverage on the fracture resistance of teeth restored with indirect composite resin restorations. Quintessence Int 1993; 24(12): 375-80.
- Burmam PA. Avaliação da resistência de união à dentina e a ligas metálicas, proporcionada por cimentos adesivos. São Paulo; 1993. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Odontologia - USP].
- Burmam PA. Estudo "in vitro" da resistência de união entre sistemas adesivos e ligas metálicas. São Paulo; 1995. [Tese de Doutorado - Faculdade de Odontologia - USP].
- Costa LCS, Pegoraro LF, Bonfante G. Influence of different metal restorations bonded with resin on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. J Prosthet Dent 1997; 77(4): 365-9.
- Çötert HS, Sen BH, Balkan M. In vitro comparison of cuspal fracture resistances of posterior teeth restored with various adhesive restorations. Int J Prosthodont 2001; 14(4): 374-8.
- Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C. Microtensile strength of composite to hot-pressed ceramics. J Adhesive Dent 2000; 1(4): 305-13.
- Eakle WS. Reinforcement of fractured posterior teeth with bonded composite resin restorations. Quintessence Int 1990; 16(7): 481-2.
- Eakle WS, Staninec M. Effect of bonded gold inlays on fracture resistance of teeth. Quintessence Int 1992; 23(6): 421-5.
- Eakle WS, Staninec M, Lacy AM. Effect of bonded amalgam on fracture resistance of teeth. J Prosthet Dent 1992; 68(2): 257-60.
- Friederich R, Kern M. Resin Bond Strength to Densely Sintered Alumina Ceramic. Int J Prosthodont 2002; 15: 333-8.
- Hahn R. High performance ceramics: the "non adhesive" future? In: Degrange M, Roulet JF. Minimally invasive restorations with bonding. Germany: Quintessence; 1997.
- Hollweg H. Avaliação da resistência de união entre cerâmica / resina composta através de ensaios de cisalhamento em função de diferentes tipos de cerâmicas. Bauru; 1997 [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Odontologia - USP].
- Kiatsirirote K, Nosteast SE, Van Noort R. Bonding procedures for intraoral repair of exposed metal with resin composite. J Adhesive Dent 1999; 1(4): 315-21.
- Libermann R, Ben-Amar A, Gontar G, Hirsh A. The effect of posterior composite restorations on the resistance of cavity walls to vertically applied occlusal loads. J Oral Rehabil 1990; 17(1): 99-105.
- Lopes LMP, Leitao JGM, Douglas WH. Effect of a new resin inlay/onlay restorative material on cuspal reinforcement. Quintessence Int 1991; 22(8): 641-6.
- McCulloch AJ, Smith BGN. "In vitro" studies of cusp reinforcement with adhesive restorative material. Br Dent J 1986; 161(11): 450-2.
- Mezzomo E. Estudo comparativo da resistência à fratura de dentes restaurados com inlays de Ni-Cr cimentadas com cimento de fosfato de zinco e com cimento resinoso. São Paulo; 1996. [Tese de Doutorado - Faculdade de Odontologia - USP].
- Oliveira AA. Estudo comparativo da resistência à fratura de dentes restaurados com restaurações parciais indiretas de polímero de vidro, resina composta e cerâmica. São Paulo; 1998. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Odontologia - USP].
- Oliveira JPP, Cohran MA, Moore BB. The influence of the amalgam adhesive restorations in fracture strength of teeth. Oper Dent 1996; 21(3): 110-5.
- Perdigão J, Lopes M. Dentin Bonding – questions for the new millennium. J Adhesive Dent 1999; 1(3): 191-209.
- Rodrigues F∞ LE. Resistência à fratura de dentes com restaurações atípicas de diversos materiais. São Paulo; 1994. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Odontologia - USP].
- Shono Y, Terashita M, Shimada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russell CM, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds. J Adhesive Dent 1999; 19(3): 211-8.
- Soares LF, Neisser MP, Mallmann A, Oyafuso DK, Carvalho MCA, Costa EMV et al. Microtração de cerâmica aluminizada e cimento resinoso: efeito do tratamento da superfície cerâmica. In: Anais da 19ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPQO; 2002; Águas de Lindóia (SP). São Paulo: SBPQO; 2002. p. 16, resumo Pa217.

Recebido em: 20/12/02

Aprovado em: 28/01/03

Paulo Afonso Burmann
 Depto de Odontologia Restauradora
 Universidade Federal de Santa Maria - UFMSM
 Santa Maria - RS
 pafburmann@uol.com.br