

ANÁLISE HISTOPATOLÓGICA DO COMPORTAMENTO PULPAR, PÓS-CIMENTAÇÃO DE COROAS TOTAIS METÁLICAS COM CIMENTOS DE IONÔMERO VÍTREO E FOSFATO DE ZINCO

Lafayette NOGUEIRA JÚNIOR*
José Eduardo Junho de ARAÚJO*
Carlos Augusto PAVANELLI*
Maria Amélia Máximo de ARAUJO**

- **RESUMO:** Com o objetivo de avaliar histopatologicamente o comportamento pulpar pós-cimentação de coroas totais metálicas (CTM) com um cimento de fosfato de zinco (Lee Smith, Vigodent) e dois cimentos de ionômero vítreo (Ketac-Cem, ESPE; Vidrion C, SS WHITE), foram realizados 27 preparos coronários em pré-molares íntegros indicados para exodontia com a finalidade de tratamento ortodôntico. As exodontias foram realizadas após 3, 10 e 30 dias da cimentação. Para o exame histopatológico, a polpa foi removida do dente e corada pelo hematoxilina e eosina. Os resultados mostraram que aos 3 dias, seis das nove polpas apresentavam alguma reação inflamatória, o comportamento entre os cimentos foi diferente quanto ao grau de resposta inflamatória, a reação inflamatória persistiu após 30 dias com o Lee Smith (CFZ) e Ketac-Cem (CIV), o grupo do Vidrion C (CIV) foi o que apresentou melhor biocompatibilidade.
- **PALAVRAS-CHAVE:** Coroas totais; cimentação; fosfato de zinco; ionômero vítreo; biocompatibilidade.

* Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese - Faculdade de Odontologia - UNESP - 12245-000 - São José dos Campos - SP.

** Departamento de Odontologia Restauradora - Faculdade de Odontologia - UNESP - 12245-000 - São José dos Campos - SP.

Introdução

A cimentação final de uma restauração metálica fundida conclui uma longa série de procedimentos clínicos e laboratoriais, em que cada passo contribui para o sucesso e longevidade desta restauração. A procura por um agente de cimentação com melhores propriedades físicas e biológicas é importante, e esse tipo de material é também severamente exigido quando sob a ação das condições agressivas da cavidade bucal. Smith⁴⁴ já lembrava que nos últimos 50 anos muito pouco havia sido feito pelo desenvolvimento de novos agentes cimentantes, o que justificava a existência até então de apenas dois tipos de cimentos, o cimento de fosfato de zinco e o cimento óxido de zinco e eugenol. Essa talvez seja a razão que o tenha levado a desenvolver o cimento de poliacrilato (CPC). Suas principais características eram baixa toxicidade, resistência mecânica, e adesividade à estrutura dentária. A novidade do CPC estava no seu líquido, um polímero de ácido poliacrílico, que reagia com o pó de óxido de zinco, e com o cálcio do esmalte e dentina promovendo uma adesão do cimento à estrutura dentária.

Wilson & Kent⁵⁰ publicaram resultados de trabalhos com um novo tipo de cimento, o de ionômero vítreo (CIV). A composição química básica desse material era uma combinação especial de um pó de aluminossilicato vítreo, pulverizado com uma granulação de aproximadamente 40 μm e um líquido de uma solução aquosa de ácido poliacrílico a 50%.^{4,28,31,51} Esse ácido era o mesmo que Smith⁴⁴ usou no CPC e a porção vítrea tinha sua origem no pó do cimento de silicato. Esse material foi originalmente desenvolvido para restaurações e preenchimentos, porém Wilson et al.,⁵² em 1977, buscando uma formulação mais adequada ao desenvolvimento de um agente cimentante, incrementaram a moagem da porção vítrea do pó, reduzindo o tamanho das partículas para 25 μm .

As propriedades ideais de um agente de cimentação, segundo McLean,²⁷ são: baixa viscosidade e espessura de película, tempo de trabalho longo com um endurecimento rápido na temperatura da cavidade oral, boa resistência ao ataque aquoso e ácido, alta resistência a compressão e resistência tensil, adesão à estrutura dental e à restauração, cariostático, translúcido, radiopaco e biologicamente compatível com os tecidos pulpare. Dentre todas as propriedades necessárias a um cimento, a biocompatibilidade é uma das mais importantes.³⁵ Por isso, um material para ser aceito como agente de cimentação deve passar por

vários testes rígidos em que seus efeitos sobre polpa dental devem ser investigados.^{2,13,18,19} Para Pameijer & Nilner,³⁵ a escolha de um agente de cimentação deve ser baseada primeiramente em considerações biológicas antes que propriedades físicas.

A biocompatibilidade do CIV tem sido investigada em culturas de células (Kawahara et al.,²¹ Meryon et al.,²⁹ Hume & Mount,¹⁷ Müller et al.³²), em estudos usando macacos (Klötzer,²³ Plant et al.,^{40,41} Heys et al.,¹⁵ Pameijer & Stanley,³⁶ e Pameijer et al.³⁷) e em estudos com polpa humana (Cooper,⁹ Norman & Wright³³) com resultados que demonstram desde reações leves até a irritação do tecido.

Em virtude dos diversos níveis de reação tecidual encontrados nos estudos anteriores, e por não termos encontrado na literatura pesquisas que associem o emprego de CIV para cimentação de coroas totais mostrando o comportamento pulpar, em que fatores como acentuado desgaste dental, expondo grande quantidade de túbulos dentinários, cimentação provisória, pressão hidrostática, além dos próprios constituintes do cimento, despertou nossa atenção para o assunto e induziu-nos a desenvolver este trabalho. Onde analisamos histologicamente o comportamento pulpar de dentes submetidos ao preparo coronário e a cimentação de coroas totais metálicas com três agentes de cimentação *in vivo*, as avaliações foram realizadas aos 3, 10 e 30 dias pós-cimentação nos dentes extraídos.

Materiais e método

Foram selecionados do ambulatório da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos 15 pacientes, somando-se 27 pré-molares íntegros que necessitavam de exodontia devido a terapia ortodôntica (Figura 1). Informados sobre a pesquisa, propuseram-se, voluntariamente, a participar, assinando um formulário de consentimento, no caso de menores de idade isso era feito por seu responsável. Sob anestesia local, os dentes receberam preparos para CTM, como descrito por Shillinburg et al.,⁴³ com algumas modificações para que uma maior quantidade de dentina fosse envolvida durante os procedimentos de desgaste dental (Figuras 2 e 3). Foram então realizadas as moldagens dos dentes preparados e obtidas as coroas totais metálicas, em liga de prata (Figura 4). Essas coroas foram cimentadas 7 dias após os preparos

coronários. Os 27 dentes foram divididos em três grupos para receberem as coroas com os diferentes tipos de agentes de cimentação.

Os cimentos escolhidos foram um CFZ e dois CIVs:

- cimento de fosfato de zinco, Lee Smith, Teledyne (Grupo 1);
- cimento de ionômero vítreo, Ketac-Cem, ESPE (Grupo 2);
- cimento de ionômero vítreo, Vidrion C, SS White (Grupo 3).

A cimentação foi realizada obedecendo às instruções dos fabricantes de cada material. Após a cimentação, o paciente retornou para a realização da exodontia aos 3, 10 e 30 dias após a cimentação, obtendo-se assim, nove subgrupos de três dentes. Realizada a exodontia, o terço apical da raiz foi imediatamente cortado, para uma fixação mais eficiente e rápida dos tecidos pulpares. A fixação foi realizada com formol tamponado a 10%, por no mínimo 48 horas. Visando à realização de uma metodologia diferente da tradicional para o estudo histopatológico da polpa, optamos pela inclusão dos dentes em resina de poliéster industrial transparente (*fiberglass*), com baixo exotermia, para que fosse feito um corte longitudinal abrangendo metal, cimento e dente, assim podendo dividir o dente em duas partes sem o risco de fraturas que poderia danificar o polpa (Figuras 5 e 6). Os cortes foram realizados no sentido méso-distal ao longo do sulco principal da face oclusal, seguindo para a região apical dos dentes.

Com o auxílio de uma lupa estereoscópica, o tecido pulpar foi removido cuidadosamente e armazenado em outra solução de formol tamponado a 10%. Posteriormente, as amostras seguiram o processamento laboratorial e foram coradas pela hematoxilina e eosina.

Resultados

De modo geral, as polpas eram constituídas por tecido conjuntivo frouxo, observando-se em alguns casos o arranjo estrutural característico (Figura 7). Tal arranjo consistia de camada odontoblástica periférica, seguida de uma zona praticamente acelular (camada basal de Weil). Subjacente a essa camada notava-se uma zona rica em células e, mais centralmente, o tecido conjuntivo pulpar (Figura 8).

Nos diferentes grupos foram analisados a presença ou não de células inflamatórias e o tipo celular predominante. A intensidade do infiltrado inflamatório foi classificada, com base em análise visual comparativa, em ausente, escassa, discreta, moderada ou intensa.

Aspectos peculiares de cada período são descritos a seguir.

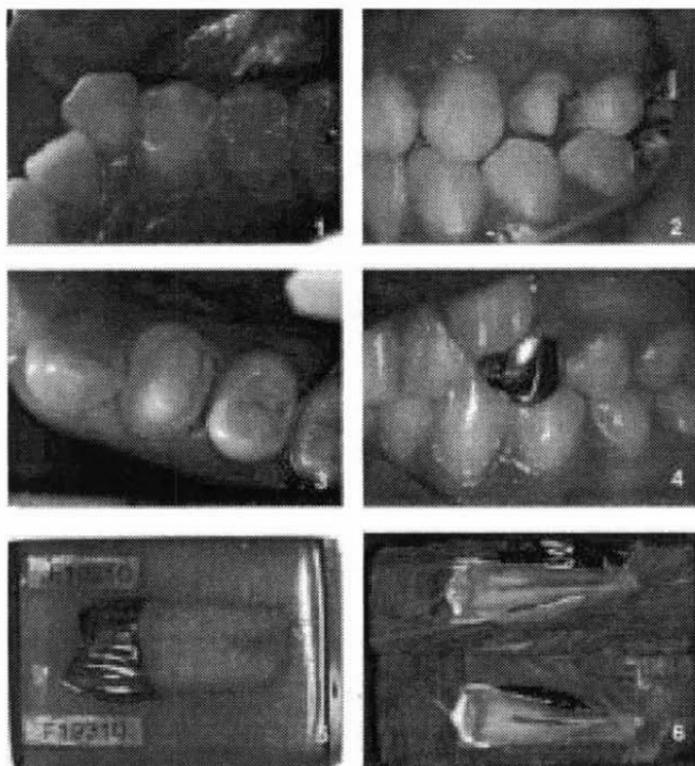


FIGURA 1 - Primeiros pré-molares indicados para exodontia em razão da terapia ortodôntica.

FIGURAS 2 e 3 - Preparos para CTM com ombro bisclado em 135°.

FIGURA 4 - Prova da CTM em boca.

FIGURA 5 - Dente incluído em resina.

FIGURA 6 - Corte do bloco e o tecido pulpar ficou aderido a uma das metades.

Período de observação: 3 dias

Com relação ao Grupo 1, observou-se uma das polpas com aspecto normal, enquanto as outras duas apresentavam infiltrado inflamatório, sendo uma escassa e outra discreta (Figura 9). Já o Grupo 2 apresentou infiltrado inflamatório mononuclear, variando de discreto a moderado. Nas polpas do Grupo 3 verificou-se a presença de escassas células inflamatórias mononucleares e polimorfonucleares, difusas em uma delas. Nas outras duas polpas não foram observadas células inflamatórias.

Período de observação: 10 dias

As polpas do Grupo 1 observadas nesse período apresentavam infiltrado inflamatório discreto (Figura 10), assim como duas polpas do Grupo 2, enquanto uma deste grupo apresentou infiltrado moderado (Figura 11). No Grupo 3, todas as polpas apresentavam ausência de células inflamatórias.

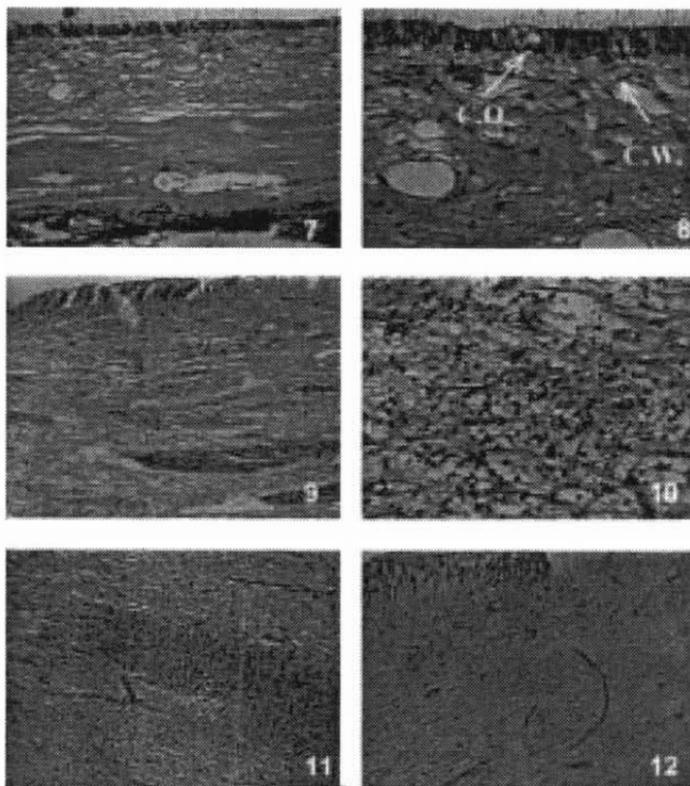


FIGURA 7 - Polpa com arranjo estrutural característico, processos de calcificação na região inferior da figura (200x).

FIGURA 8 - Polpa com arranjo estrutural normal, indicando camada de odontoblastos (CO) e camada de Weil (CW) (400x).

FIGURA 9 - Polpa com infiltrado inflamatório considerado discreto (200x).

FIGURA 10 - Infiltrado inflamatório considerado moderado (200x).

FIGURA 11 - Polpa com infiltrado inflamatório considerado moderado (200x).

FIGURA 12 - Polpa com aspecto normal (200x).

Período de observação: 30 dias

No Grupo 1, nesse período, observou-se a presença de infiltrado inflamatório mononuclear variando de discreto a moderado. Já no Grupo 2, verificou-se discreto infiltrado inflamatório mononuclear localizado na periferia da porção coronária, em duas polpas. Na terceira polpa, o infiltrado era moderado. No Grupo 3, uma das polpas apresentou raras células inflamatórias mononucleares difusas na periferia. As outras polpas observadas nesse prazo não mostraram presença de células inflamatórias (Figura 12).

Na Tabela 1, temos um resumo dos resultados obtidos pelo exame histopatológico de acordo com os grupos e períodos de permanência das coroas cimentadas.

Tabela 1 – Grau de inflamação das amostras

Grupos	Amostras	Tempo de cimentação		
		3 dias	10 dias	30 dias
Grupo 1 – CFZ	1	AU	DI	DI
	2	DI	DI	MO
	3	ES	DI	MO
Grupo 2 – CIV	1	DI	DI	DI
	2	MO	DI	DI
	3	MO	MO	MO
Grupo 3 – CIV	1	ES	AU	AU
	2	AU	AU	DI
	3	AU	AU	AU

AU = ausente.

ES = escassa.

DI = discreta.

MO = moderada.

Discussão

A American Dental Association,¹ a Federation Dentaire International¹² e a International Organization for Standardization^{18, 19} fazem recomendações quanto à metodologia para testes pulpares de

materiais, esse procedimento é descrito com detalhes, incluindo a inserção passiva do material em cavidades de Classe V, independente se usado para restauração ou como agente cimentante. Porém, segundo Pameijer et al.³⁸ essa metodologia não condiz com a realidade requerida a um material de cimentação, pois a pressão hidráulica, gerada no momento da inserção de próteses interfere na resposta pulpar. A resposta pulpar a um agente cimentante parece estar relacionada não somente à pressão hidráulica como também a fatores de natureza clínica como: espessura de dentina remanescente,^{29, 37} infiltração bacteriana,^{41, 49} área de contato do agente cimentante,^{15, 20, 22} desidratação da estrutura dental^{6, 8, 26} e material irritante.⁷

Com a intenção de estudarmos a resposta pulpar diante do uso de agentes de cimentação, na presente pesquisa, selecionamos dentes íntegros, de indivíduos jovens, padronizamos o preparo cavitário a fim de manter o remanescente dentário aproximadamente igual, assim como a técnica de cimentação. Apesar da dificuldade da padronização dos procedimentos clínicos relacionados à idade dos pacientes, dimensão da coroa clínica e apinhamento dental procuramos, na medida do possível, selecionar um grupo de pacientes, com condições clínicas semelhantes. Outra dificuldade foi a obtenção do número de dentes necessário, pois os pacientes que apresentavam as condições clínicas exigidas nem sempre concordavam em participar da pesquisa, uma vez que mais sessões de atendimento eram necessárias em vez da simples exodontia.

Segundo Smith,⁴⁵ o agente de cimentação empregado há mais tempo e amplamente estudado é o CFZ, que foi desenvolvido no início do século XX. Porém, Reinhardt et al.⁴² afirmam que atualmente em torno de 41% dos profissionais, nos Estados Unidos da América, usam o CIV como agente de cimentação de primeira escolha. Outros autores^{6, 13, 22, 27} afirmam que o CIV é uma alternativa aceitável para o CFZ, principalmente onde um preparo com critérios geométricos suficientes para a retenção é impossível de se obter.³⁴

As principais vantagens do CFZ são, além de um longo período de pesquisas,^{34, 39, 45} a facilidade de manipulação,³⁴ resistência adequada para o uso clínico,³⁹ mistura menos crítica que os outros cimentos.^{34, 55} Entretanto, o cimento mostra uma irritação pulpar, não tem ação antibacteriana, é solúvel e não é adesivo.^{34, 39, 45}

Já o CIV possui uma história de pesquisa recente, mostrando como qualidades a baixa solubilidade,^{8, 24} características adesivas tanto à estrutura dental como a superfícies estanhadas,^{8, 16, 28} alta resistência a compressão⁸ e atividade anticariogênica,^{7, 8, 14, 26, 28, 30, 51} porém a mistura e o início da reação do endurecimento são sensíveis à contaminação^{4, 5, 6, 10}

e existe a possibilidade de sensibilidade pós-operatória. Porém, essa sensibilidade relacionada ao CIV parece ser uma complicação negligenciável.³⁵ Segundo Bebermeyer & Berg,⁵ a ocorrência de sensibilidade é normalmente passageira, não ocasionando problemas pulpares irreversíveis. Parece estar relacionada a uma associação de fatores, dentre eles: proximidade com a polpa,⁴⁷ pressão hidráulica,^{6,8,26,47} remoção da *smear layer*,⁶ trauma durante o preparo coronário,^{11,15,22} proporcionamento ácido do cimento,^{6,28} desidratação da dentina no ato da cimentação,^{6,8,26} condição preexistente do dente¹⁵ e microinfiltração bacteriana.⁴³ Contudo, a sensibilidade encontrada para o CIV é comparável ao CFZ.^{5,7,10,21,22,35,41,42}

Estudos histopatológicos realizados por Tobias et al.,⁴⁸ nos quais foram examinadas as respostas pulpares em dentes humanos quando empregado o CIV, ASPA IV, na proporção para preenchimento (3:1) e para cimentação (1,2:1) e em comparação com estudos prévios, mostraram que o CIV foi menos irritante que o CFZ, equiparou-se ao CPC e foi mais irritante que o OZE. Esses resultados foram também confirmados por Cooper.⁹ Pameijer et al.,³⁷ usando macacos, registraram que o ChemBond, um CIV para cimentação, foi bem tolerado por 3 meses. Heys et al.¹⁵ também não encontraram diferenças na resposta pulpar entre o CIV, CFZ e CPC, sugerindo que outros fatores contribuíram para a hipersensibilidade pós-operatória. Metz & Brackett³⁰ consideraram que a biocompatibilidade do CIV é comparável à do CFZ, entretanto poderá ser diminuída evitando-se a exposição da dentina a outros agentes ácidos para condicionamento. Plant et al.⁴⁰ encontraram uma resposta pulpar ligeiramente mais severa que os estudos acima. Plant et al.⁴¹ registraram que a resposta pulpar ao CIV foi semelhante ao CFZ, e a resposta do CPC foi mais leve, também relacionaram positivamente a inflamação pulpar e a infiltração bacteriana.

Na presente pesquisa, foram realizadas 27 avaliações e dessas apenas seis apresentaram reação inflamatória moderada ao longo dos períodos de avaliação. Apenas oito das avaliações demonstraram ausência de reação inflamatória, o que sugere que nenhum dos materiais empregados para a cimentação é inerte, somando-se ao fato, os procedimentos clínicos de preparo coronário que também interferem com a resposta pulpar.^{11,15,20,22} Nenhum dos grupos avaliados apresentou reação inflamatória intensa, entretanto no Grupo 1 (CFZ) verificamos a presença de infiltrado inflamatório em duas polpas aos 3 dias de avaliação e um aumento da reação inflamatória nas polpas avaliadas após 30 dias, não ultrapassando o critério considerado moderado.

No Grupo 2 (Ketac-Cem), duas polpas apresentaram inflamação de grau moderado aos 3 dias de avaliação e aos 30 dias verificamos que em uma delas a reação permaneceu moderada. Esse achado vai de encontro com os de Meryon et al.,²⁹ mostrando que o CIV é mais irritante nos períodos iniciais de cimentação.

O Grupo 3 (Vidrion C) foi o que demonstrou menor grau de irritação pulpar encontrando-se em nove observações, sete com ausência de inflamação, uma com reação escassa e outra com reação discreta, sugerindo um menor grau de toxicidade para esse cimento.

Os resultados demonstram que o comportamento dos cimentos difere entre eles e estão de acordo com os trabalhos de Cooper,⁹ Meryon et al.,²⁹ e Müller et al.³²

Segundo Smith & Ruse,⁴⁶ a resposta inflamatória pulpar pode estar associada ao baixo pH durante o endurecimento inicial do CIV. A acidez inicial do CIV associada a outros fatores irritantes pode causar dano à polpa.

Em culturas de células, os CIVs foram considerados como irritantes pulpares potenciais conforme Hume & Mount,¹⁷ não devendo ser colocado diretamente sobre a polpa, embora Kawahara et al.²¹ considerem que a reação mais fraca ocorra com os CIVs em comparação com OZE e CPC. Meryon et al.²⁹ verificaram que a citotoxicidade é reduzida após 1 hora do endurecimento do CIV, entretanto a variação do comportamento dos CIVs pode ser diferente em função da marca comercial avaliada (Müller et al.³²).

Quanto à biocompatibilidade, o CIV se mostrou ligeiramente mais brando que o CFZ no período de 3 a 30 dias, concordando com os trabalhos de Pameijer et al.,³⁸ Heys et al.,¹⁵ Oilo,³⁴ Metz & Brackett.³⁰ Concordamos com Knibbs et al.,²⁵ Berry & Berry,⁶ Knibbs & Walls,²⁴ Fichman & Guidi¹³ e Kern et al.²² que o CIV é uma alternativa ao CFZ para a cimentação de peças protéticas.

Os resultados obtidos nos permitiu verificar que os CIVs apresentaram compatibilidade pulpar satisfatória, principalmente com uma das marcas testadas (Vidrion C), o que nos permite recomendá-lo para a cimentação de coroas totais ou outros tipos de incrustações metálicas fundidas, principalmente se levarmos em consideração as outras propriedades favoráveis desse material.

O fato de ser um material adesivo pode ter favorecido a resposta pulpar, uma vez que atenua a possibilidade de infiltração marginal e de bactérias que têm a capacidade de alterar a resposta pulpar. Portanto, associado à aceitável biocompatibilidade, adesividade e capacidade de

liberar flúor para as estruturas conseqüentemente exercendo uma ação cariostática, consideramos os CIVs como excelentes materiais para cimentação de próteses unitárias e pequenas próteses fixas.

Conclusões

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, consideramos lícito concluir que:

- todos os cimentos avaliados causaram alguma reação pulpar;
- a reação inflamatória da polpa persistiu após 30 dias com o Grupo 1 (CFZ) e Grupo 2 (Ketac-Cem);
- o Grupo 3 (Vidron C) foi o que apresentou melhor compatibilidade pulpar.

Agradecimento

À Profa. Dra. Yasmin Rodarte Carvalho pelo empenho na análise dos resultados histológicos.

NOGUEIRA JÚNIOR, L. et al. Histopathological analysis of pulp reactions, in vivo, after cementation of complete crowns with three luting agents: one phosphate and two glass ionomer cements. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.26, n.2, p.517-531, 1997.

- **ABSTRACT:** *The purpose of this study was to conduct an histological evaluation of pulp reactions of teeth after cementation of complete metal crowns with one of the following luting agents: zinc phosphate cement (ZPC) (Lee Smith, Vigodent) and two glass ionomer cements (Ketac-Cem, ESPE, Vidrion C, SS-WHITE). Twenty-seven sound bicuspid scheduled for extraction by orthodontic treatment were prepared for complete crowns, casts were made and luted with one of the above cements. Three, ten and thirty days after cementation the teeth were removed, split in two halves and the pulps detached from one of the halves, stained with HE and pulpal reactions assessed by optical microscopy. Results showed dissimilar inflammatory responses that were associated to the different cementing agents. For specimens of the ZPC and Ketac-Cem groups the inflammatory reaction subsided for 30 days. For the*

Vidrion C group only 2 out of 9 specimens showed pulpal inflammatory reactions. Therefore, regarding biocompatibility, best results were seen with the specimens of the Vidrion C group.

- **KEYWORDS:** Full crowns; zinc phosphate cement; glass ionomer cements; luting agent; biocompatibility.

Referências bibliográficas

- 1 AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Device. Recommended standard practices for biological evaluation of dental materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.84, p.382-7, 1972.
- 2 AUTIAN, J. General toxicity and screening tests for dental materials. *Int. Dent. J.*, v.24, p.235-50, 1971.
- 3 BARATIERI, L. N., NETTO, J. C., NAVARRO, M. F. L. Cimentos de ionômero de vidro. *Odontol. Mod.*, v.13, p.20-5, 1986.
- 4 BARRY, T. I., CLINTON, D. J., WILSON, A. D. The structure of glass-ionomer cement and its relationship to the setting process. *J. Dent. Res.*, v.58, p.1072-9, 1979.
- 5 BEBERMEYER, R. D., BERG, H. J. Comparison of patient-perceived post-cementation sensitivity with glass-ionomer and zinc phosphate cements. *Quintessence Int.*, v.25, p.209-14, 1994.
- 6 BERRY, E. A., BERRY, L. L. The successful use of glass-ionomer luting cements without post-cementation sensitivity. *Tex. Dent. J.*, v.102, p.8-10, 1987.
- 7 BRACKETT, W. W., METZ, J. E. Performance of a glass-ionomer luting cement over 5 years in general practice. *J. Prosthet. Dent.*, v.67, p.59-61, 1992.
- 8 CHRISTENSEN, G. J. Glass ionomer as a luting material. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.120, p.59-62, 1990.
- 9 COOPER, I. R. The response of the human dental pulp to glass-ionomer cements. *Int. Endod. J.*, v.13, p.76-88, 1980.
- 10 COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT. Using glass ionomers. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.121, p.181-4, 1990.
- 11 DAHL, B. L. Dentine/pulp reactions to full crown preparation procedures. *J. Oral Rehabil.*, v.4, p.247-54, 1977.
- 12 FEDERATION DENTAIRE INTERNATIONALE. Commission on Dental Materials, Instruments, Equipment and Therapeutics. Recommended

- standard practice for biological evaluation of dental materials. *Int. Dent. J.*, v.30, p.140-88, 1980.
- 13 FICHMAN, D. M., GUIDI, D. O cimento de ionômero de vidro como agente de cimentação. *Rev. Paul. Odontol.*, v.13, p.46-7, 1991.
 - 14 FORSTEN, L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers. *Scand. J. Dent. Res.*, v.99, p.241-5, 1991.
 - 15 HEYS, R. J. et al. An evaluation of a glass ionomer luting agent: pulpal histological response. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.114, p.607-11, 1987.
 - 16 HOTZ, P. et al. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br. Dent. J.*, v.142, p.41-7, 1977.
 - 17 HUME, W. R., MOUNT, G. J. In vitro studies on the potential for pulpal cytotoxicity of glass-ionomer cements. *J. Dent. Res.*, v.67, p.915-8, 1988.
 - 18 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Biological evaluation of dental materials*. Technical Report 7405. Geneve, 1984. 54p.
 - 19 _____. *Biological evaluation of medical devices ISO 10993*, n.1. Part 1. Guidance on selection of tests. Technical Corrigendum 1. Geneve, 1992. 11p.
 - 20 JOHNSON, G. H., POWELL, L. V., DEROUEN, T. A. Evaluation and control of post-cementation pulpal sensitivity: zinc phosphate and glass-ionomer luting cements. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.124, p.39-46, 1993.
 - 21 KAWAHARA, H., IMANISHI, Y., OSHIMA, H. Biological evaluation on glass ionomer cement. *J. Dent. Res.*, v.58, p.1080-6, 1979.
 - 22 KERN, M. et al. Clinical comparison of postoperative sensitivity for a glass ionomer and a zinc phosphate luting cement. *J. Prosthet. Dent.*, v.75, p.159-62, 1996.
 - 23 KLÖTZER, W. T. Pulp reactions to a glass ionomer cement. *J. Dent. Res.*, v.54, p.678, 1975. (Abstract 75).
 - 24 KNIBBS, P. J., WALLS, W. G. A laboratory and clinical evaluation of three dental luting cements. *J. Oral Rehabil.*, v.16, p.467-73, 1989.
 - 25 KNIBBS P. J., PLANT, C. G., SHOVELTON, D. S. The performance of a zinc polycarboxylate luting cement and glass-ionomer luting cement in general dental practice. *Br. Dent. J.*, v.160, p.13-5, 1986.
 - 26 LEINFELDER, K. F. Glass ionomers: current clinical developments. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.124, p.62-4, 1993.
 - 27 McLEAN, J. W. Glass-ionomer cements. *Br. Dent. J.*, v.164, p.293-300, 1988.
 - 28 McLEAN, J. W., WILSON, A. D. The clinical development of the glass ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust. Dent. J.*, v.22, p.31-7, 1977.
 - 29 MERYON, S. D., STENPHENS, P. G., BROWNE, R. W. A comparison of the in vitro cytotoxicity of two glass-ionomer cements. *J. Dent. Res.*, v.62, p.769-73, 1983.

- 30 METZ, J. E., BRACKETT, W. W. Performance of a glass ionomer luting cement over 8 years in general practice. *J. Prosthet. Dent.*, v.71, p.13-5, 1994.
- 31 MOUNT, G. J. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper. Dent.*, v.19, p.82-90, 1994.
- 32 MÜLLER, J. et al. Reaction of cultured pulp cells to eight different cements based on glass ionomers. *Dent. Mater.*, v.6, p.172-7, 1990.
- 33 NORMAN, R. D., WRIGHT, J. S. A comparison of a glass-ionomer and zinc phosphate cements via pulpal response. *Compend. Cont. Dent.*, v.7, p.41-7, 1986.
- 34 OILO, G. Luting cements: a review and comparison. *Int. Dent. J.*, v.41, p.81-6, 1991.
- 35 PAMEIJER, C. H., NILNER, K. Long term clinical evaluation of three luting materials. *Swed. Dent. J.*, v.18, suppl., p.59-67, 1994.
- 36 PAMEIJER, C. H., STANLEY, H. R. Biocompatibility of a glass ionomer luting agent in primates. Part I. *Am. J. Dent.*, v.1, p.71-6, 1988.
- 37 PAMEIJER, C. H., SEGAL, E., RICHARDSON, J. Pulpal response to a glass-ionomer cement in primates. *J. Prosthet. Dent.*, v.46, p.36-40, 1981.
- 38 PAMEIJER, C. H., STANLEY, H. R., ECKER, G. Biocompatibility of a glass-ionomer luting agent. Part II: crown cementation. *Am. J. Dent.*, v.4, p.134-41, 1991.
- 39 PHILLIPS, R. W. *Skinner materiais dentários*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 334p.
- 40 PLANT, C. G. et al. Pulpal effects of glass ionomer cements. *Int. Endod. J.*, v.17, p.51-9, 1984.
- 41 _____. Pulpal response to a glass luting cement. *Br. Dent. J.*, v.165, p.54-8, 1988.
- 42 REINHARDT, J. W., SWIFT JUNIOR, E. J., BOLDEN, A. J. A national survey on the use of glass-ionomer cements. *Oper. Dent.*, v.18, p.56-60, 1993.
- 43 SHILLINBURG, H. T., HOBBS, S., WHITSETT, L. D. *Fundamentos de prótese fixa*. São Paulo: Quintessence, 1988. 340p.
- 44 SMITH, D. C. A new dental cement. *Br. Dent. J.*, v.125, p.381-4, 1968.
- 45 _____. Dental cements. Current status and future prospects. *Dent. Clin. North Am.*, v.6, p.763-92, 1983.
- 46 SMITH, D. C., RUSE, N. D. Acidity of glass ionomer cements during setting and its relation to pulp sensitivity. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.112, p.654-7, 1986.
- 47 STANLEY, H. R. Pulpal responses to ionomer cements – biological characteristics. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.120, p.25-9, 1990.

- 48 TOBIAS, R. S. et al. Pulpal response to a glass-ionomer cement. *Br. Dent. J.*, v.144, p.345-50, 1978.
- 49 _____. Pulpal response to an anhydrous glass ionomer luting cements. *Endod. Dent. Traumatol.*, v.5, p.242-52, 1989.
- 50 WILSON, A. D., KENT, B. E. A new translucent cement for dentistry. *Br. Dent. J.*, v.132, p.133-5, 1972.
- 51 WILSON, A. D., McLEAN, J. W. *Glass-ionomer cements*. Chicago: Quintessence Books, 1988. 274p.
- 52 WILSON, A. D. et al. Experimental luting agents based on the glass ionomer cements. *Br. Dent. J.*, v.142, p.117-22, 1977.