

## Radiopacidade do cimento Portland adicionado de agentes radiopacificadores em diferentes proporções

### *Radiopacity of Portland cement added of radiopacifying agents in different proportions*

Augusto Bodanezi\*  
Eduardo Antunes Bortoluzzi\*\*  
Etiene Andrade Munhoz\*\*\*  
Norberti Bernardineli\*\*\*\*  
IVALDO GOMES DE MORAES\*\*\*\*\*  
CLOVIS MONTEIRO BRAMANTE\*\*\*\*\*

#### Resumo

**Introdução** – Este estudo avaliou o potencial radiopacificador de algumas substâncias adicionadas ao cimento Portland em diferentes concentrações. **Material e Métodos** – Óxido de bismuto, subnitrito de bismuto ou sulfato de bário foram incorporados ao cimento Portland nas seguintes proporções: 15, 20, 25 e 30% em peso. O cimento Portland puro e guta-percha obturadora serviram como controles. Depois de manipulados os compostos, o teste de radiopacidade foi conduzido conforme a especificação ANSI/ADA nº 57 (2000) (n=8). Radiografou-se os espécimes junto a uma escala de alumínio e em seguida as imagens resultantes foram digitalizadas para que as densidades radiográficas dos cimentos pudessem ser comparadas por meio da análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). **Resultados** – O cimento Portland puro revelou radiopacidade significativamente inferior à das demais misturas testadas. Na proporção de 15% a densidade radiográfica resultante dos sais de bismuto foi superior à do sulfato de bário, mas inferior à da guta-percha. Na proporção de 20% somente o óxido de bismuto produziu radiopacidade similar à da guta-percha, resultado alcançado pelo subnitrito de bismuto somente nas proporções de 25 e 30%, mas nunca alcançado pelas combinações cimento Portland/sulfato de bário ( $p<0.05$ ). **Conclusões** – Todas as substâncias, nas proporções testadas, podem ser potencialmente adicionadas ao cimento Portland como agentes radiopacificadores.

Palavras-chave: Cimentos dentários/química; Radiografia dentária digital; Tratamento do canal radicular

#### Abstract

**Introduction** – This study evaluated the radiopacifying potential of some substances added to Portland cement in different proportions. Bismuth oxide, bismuth subnitrate or barium sulfate were incorporated to Portland cement in the following ratios: 15, 20, 25 e 30% by weight. Pure Portland cement and gutta-percha served as controls. **Material and Methods** – After the compounds were handled, the radiopacity testing was performed according to the ANSI/ADA specification nº 57 (2000) (n=8). The specimens were radiographed near an aluminum stepwedge and the resulting images were digitized so that the respective radiographic densities could be compared by the analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test ( $\alpha=0.05$ ). **Results** – The pure Portland cement revealed a radiopacity significantly lower than the rest of mixtures studied. In the 15% proportion, the bismuth salts radiographic densities were more radiopaque than barium sulphate but less than gutta-percha. In the proportion of 20% only bismuth oxide produced radiopacity equivalent that of gutta-percha, result achieved by bismuth subnitrate solely in the proportion of 25% and 30%, but never reached by the Portland cement/barium sulphate combinations ( $p<0.05$ ). **Conclusions** – All substances in the proportions tested may be potentially added to Portland cement as radiopacifying agents.

Key words: Dental cements/chemistry; Radiography, dental, digital; Root canal therapy

\* Doutor em Endodontia pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (FOB-USP). E-mail: aboda@usp.br

\*\* Professor Doutor de Endodontia da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: edubortoluzzi@hotmail.com

\*\*\* Doutora em Estomatologia pela FOB-USP. E-mail: etiamfob@yahoo.com

\*\*\*\* Professor Livre-Docente do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários da FOB-USP. E-mail: norberti@fob.usp.br, srbettio@fob.usp.br, clobra@uol.com.br

## Introdução

Desde que as primeiras pesquisas confirmaram as excelentes propriedades físicas e biológicas do agregado de trióxido mineral<sup>12,17</sup>, esse cimento reparador tem sido moderadamente incorporado ao tratamento de perfurações radiculares, capeamentos pulpare, apicificações e como material retrobturador<sup>18</sup>.

No entanto, a partir do momento em que se identificaram semelhanças na composição dessa substância e do cimento tipo Portland utilizado na construção civil<sup>3,7,20</sup>, inúmeras pesquisas laboratoriais e *in vivo*<sup>9,11,13-14,19</sup> surgiram diante da possibilidade de se estender os benefícios desse material, de custo significativamente menor, a uma parcela maior da população que necessita de tratamentos endodônticos complexos.

O cimento tipo Portland em seu estado natural não apresenta radiopacidade suficiente para ser utilizado como material endodôntico<sup>6</sup> e, assim como a guta-percha e demais cimentos endodônticos, necessita da adição de substâncias radiopacas de alto peso molecular para que o clínico possa avaliar radiograficamente a localização e a qualidade do preenchimento obtido com esse composto.

Até o presente momento todos os agregados de trióxido mineral comercializados são adicionados unicamente de óxido de bismuto a 20% como agente radiopacificador. Contudo, análises microscópicas revelaram que essa substância proporciona danos estruturais capazes de comprometer a longevidade desses materiais<sup>5</sup>. Figueiredo *et al.*<sup>8</sup> (2008) observaram que o acréscimo de 20% de subnitrito de bismuto resultou em radiopacidade próxima àquela atribuída pelo óxido de bismuto ao cimento ProRoot®. Dentre nove possíveis substitutos para o óxido de bismuto, Duarte *et al.*<sup>6</sup> (2009) sugerem a adição de 20% de óxido de chumbo, em peso.

Sabendo-se que a radiopacidade obtida na análise clínico-radiográfica depende da natureza do agente radiopacificador e da proporção em que o mesmo é adicionado ao cimento, este estudo propôs-se a investigar o potencial radiopacificador de algumas substâncias adicionadas ao cimento tipo Portland em diferentes concentrações.

## Material e Métodos

Os seguintes agentes radiopacificadores foram avaliados neste estudo: subnitrito de bismuto (Vetec Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), óxido de bismuto (Riedel-de Haën, Hannover, Alemanha) e sulfato de bário (Cetus Ltda, Santo Amaro, SP, Brasil).

Preparou-se os espécimes de acordo com o determinado na norma ANSI/ADA nº 571 (2000) destinada à pesquisa de materiais obturadores do canal radicular. Mediante pesagem em balança de precisão ( $\pm 0,0001g$ ), adicionou-se a cada oito porções individuais de 0,5 gramas de cimento tipo Portland branco (Irajazinho, Votorantim, SP, Brasil) uma das proporções de 15%, 20%, 25% ou 30%, em peso, de cada um dos agentes radiopacificadores, pesquisados.

Cada cimento foi misturado à água destilada na relação

pó/líquido de 0.33g/ml e imediatamente inseridos no interior de anéis metálicos (diâmetro interno 8.0 mm e 2 mm de espessura) dispostos sobre uma placa de vidro revestida em papel celofane transparente, cuidando-se para que bolhas de ar não fossem aprisionadas no interior da massa. A compressão dos anéis por outra placa de vidro revestida e sobreposta aos moldes permitiu a remoção de eventuais excessos de material e consequente uniformização dos espécimes.

Constituiu-se o grupo controle positivo a partir da inserção de cones de guta-percha acessórios R8 (Tanari®, Manacapuru, AM, Brasil) plastificado no interior dos anéis, ao passo que anéis preenchidos com cimento Portland puro serviram como controle negativo.

Decorridas 24 horas para a secagem dos cimentos em estufa a  $37 \pm 1^\circ C$  e depois de conferida a espessura dos espécimes com auxílio de paquímetro digital (727 Starrett®, Itu, SP, Brasil), um espécime representativo de cada grupo experimental e controle foi disposto lado a lado sobre filmes radiográficos oclusais (Kodak Insight E, Nova Iorque, EUA) de modo a constituir um conjunto a ser expostos juntamente com uma escala de alumínio de espessuras variáveis (de 1 a 10 mm em incrementos de 1 mm) aos raios X por 0,36s à distância foco-filme de 40 cm produzidos por um aparelho operando a 70KVp e 7mA (Yoshida Kaycor X-707, Tokyo, Japão).

Depois de processadas pelo método tempo-temperatura ( $22^\circ C$ ) as radiografias foram digitalizadas em scanner (Color Vivid 3 Slim, Genius, Tailândia), ajustado à resolução de 1200 dpi, de modo a se obter imagens em formato TIFF que foram transferidas a um programa de domínio público para computadores (Image J 1.41v, Instituto Nacional de Saúde, EUA) onde os valores médios de cinza dos pixels, contidos na imagem produzidas no interior dos anéis, correspondentes às diferentes espessuras da escala alumínio, pudessem ser mensurados por meio da ferramenta histograma.

Em seguida, submeteram-se os valores médios de pixels à comparação estatística global com o teste ANOVA, enquanto as diferenças individuais entre os grupos e entre esses e os diferentes níveis da escala de alumínio foram determinadas por meio do Teste de Tukey, ambos ajustados ao nível de significância de 95%.

## Resultados

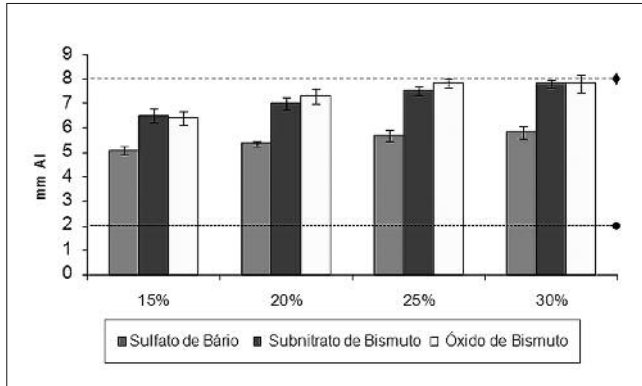
O Gráfico 1 apresenta as médias (mm Al) e respectivos desvios-padrão para cada uma das combinações de agentes radiopacificadores e cimento Portland testadas.

**Proporção 15%** – Nesta concentração as densidades radiográficas de todos os grupos experimentais apresentaram-se estatisticamente superiores à do cimento Portland puro (2mm Al). A adição de sulfato de bário produziu valores estatisticamente inferiores de densidade radiográfica (4 mm Al) em relação aos sais de bismuto (6 mm Al), os quais se revelaram menos radiopacos que a guta-percha (7 mmAl) ( $p < 0.05$ ).

**Proporção 20%** – O óxido de bismuto adicionado na proporção de 20% alcançou o grau de radiopacidade da guta-percha (7 mm Al), mas apresentou valores médios de

pixels estatisticamente semelhantes aos atribuídos pelo subnitrato de bismuto (6 mm Al) os quais excederam do ponto de vista estatístico, os índices conferidos pelo sulfato de bário (4mm Al) ( $p < 0.05$ ).

**Proporções de 25% e 30%** – Nessas concentrações, ambos os sais de bismuto equivaleram-se do ponto de vista estatístico ao grupo controle positivo (8 mm Al) e densidade radiográfica do sulfato de bário apresentou-se estatisticamente inferior à dos demais grupos (5mm Al) ( $p < 0.05$ ).



**Gráfico 1. Valores médios de radiopacidade e desvio padrão dos cimentos conforme o tipo e as proporções de agente radiopacificador testadas (◆ nível da gutapercha; ● nível do cimento Portland puro)**

## Discussão

A utilização de imagens radiográficas digitais vem sendo incorporada gradualmente à pesquisa e à clínica odontológica<sup>4,6,16</sup>. No presente estudo, esse método permitiu a quantificação imediata e a classificação das densidades de tons resultantes da exposição dos corpos-de-prova aos raios X<sup>16</sup>, favorecendo, dessa forma, a comparação direta das radiopacidades dos cimentos e a conversão das mesmas em milímetros de alumínio mediante a simples aplicação de testes estatísticos.

Empregou-se a gutapercha radiopaca como padrão de comparações porque, embora a obturação de canais radiculares não seja uma das principais aplicações do agregado de trióxido mineral, esse material apresenta-se frequentemente como o padrão-ouro nas investigações sobre a radiopacidade de cimentos obturadores e retobturadores<sup>2,4,16</sup>.

Os resultados desta pesquisa demonstram que a adição de uma proporção menor dos agentes radiopacificadores (15% em peso) quando comparada àquela encontrada nos agregados de trióxido mineral comercializados, produz níveis de radiopacidade ligeiramente acima do valor mínimo de 3 mm de alumínio, adequados para o uso clínico segundo as normas ANSI/ADA nº 571 (2000) e ISO 6876<sup>10</sup> (2001). No entanto, deve-se levar em conta que normalmente o agregado de trióxido mineral é aplicado em quantidades diminutas<sup>15</sup> e talvez essa radiopa-

cidade limítrofe não possibilite uma clara distinção radiográfica do material, especialmente quando da adição unicamente de sulfato de bário, agente associado aos menores graus de radiopacidade dentre os demais agentes estudados, como também relatado estudo similar<sup>6</sup>.

Apesar de estar associado ao desenvolvimento de falhas estruturais no cimento Portland, de acordo com os resultados deste trabalho, o óxido de bismuto já na concentração de 20% em peso, apresentou-se como o agente capaz de conferir níveis de radiopacidade estatisticamente equivalentes ao da gutapercha e, ao mesmo tempo, superiores aos das combinações de cimento Portland com subnitrato de bismuto ou sulfato de bário. Apesar desses achados se apresentarem em consonância com os descritos por Duarte *et al.*<sup>6</sup> (2009), o valor da radiopacidade conferido pelo óxido de bismuto a 20% mostrou-se ligeiramente mais elevado em nossa investigação, contudo equivalente ao descrito por Torabinejad<sup>18</sup> (1993) para o agregado de trióxido mineral ProRoot<sup>®</sup>. Atribuiu-se essa dissonância ao emprego de espécimes de 2 milímetros de espessura, conforme recomendação da ANSI/ADA especificação nº 571 (2000), enquanto Duarte *et al.*<sup>6</sup> (2009) utilizou espécies de 1 mm de espessura determinados pela norma ISO 6876<sup>10</sup> (2001). Não menos importante, diferenças nos métodos de aquisição e mensuração das imagens também não podem ser descartadas como causas dessa divergência.

Trindade *et al.*<sup>19</sup> (2003) sugeriram a adição de 30% de óxido de bismuto ao agregado de trióxido mineral com o intuito de facilitar sua visualização radiográfica nos tratamentos em que a espessura do material não se apresentar suficiente para destacar sua presença. Conforme os resultados deste trabalho, o acréscimo de 25% já torna o cimento Portland tão radiopaco quanto a gutapercha e proporções superiores a esse valor não resultariam em aumento significativo de sua radiopacidade.

Diante dos resultados deste estudo, a adição desses agentes radiopacificadores ao cimento Portland, nas concentrações testadas, se mostra viável. Contudo, antes que esses compostos possam ser recomendados ao uso clínico, novos ensaios "in situ" são necessários para comprovar esses achados e também descobrir se o acréscimo de maiores quantidades dessas substâncias radiopacificadoras não interfere nas propriedades físico-químicas e biológicas desse promissor cimento reparador.

## Conclusões

Com base nos resultados deste estudo "in vitro", pode-se concluir que:

1. A adição de substâncias radiopacificadoras ao cimento Portland puro proporciona aumento de sua radiopacidade.
2. Todas as substâncias, nas concentrações testadas, podem ser potencialmente adicionadas como agentes radiopacificadores ao cimento tipo Portland.

## Referências

1. American National Standards Institute/American Dental Association. Specification nº 57 for endodontic filling materials. Chicago: ANSI/ADA; 2000.
2. Beyer-Olsen EM, Ørstavik D. Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981;51:320-8.
3. Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio L, Pitt Ford TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. *Int Endod J.* 2005;38:834-42.
4. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MAC, Consani S, Souza-Neto MD. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. *Int Endod J.* 2007;40:514-20.
5. Coomaraswamy KS, Lumley PJ, Hofmann MP. Effect of bismuth oxide radiopacifier content on the material properties of an endodontic Portland cement-based (MTA-like) system. *J Endod.* 2007;33:295-8.
6. Duarte MAH, El-Kadre GDO, Vivan RR, Tanomaru JMG, Tanomaru-Filho M, Moraes IG. Radiopacity of Portland cement associated with different radiopacifying agents. *J Endod.* 2009;35:737-40.
7. Estrela C, Bammann, LB, Estrela CRA, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. *Braz Dent J.* 2000;11:3-9.
8. Figueiredo JAP, Boteselle BV, Ritter DD, Cogo DM, Parlow IF, Mileski JS *et al.* Avaliação da radiopacidade do cimento Portland comparado ao cimento MTA. *Robrac.* 2008;17:39-45.
9. Holland R, Souza V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J.* 2001;12:3-8.
10. International Organization for Standardization. ISO TC/106, ISO 6876 for dental root canal sealing materials. Geneva, Switzerland: ISO; 2001. p.1-10.
11. Islam I, Chng K, Jin Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *J Endod.* 2006;32:193-7.
12. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993;19:541-4.
13. Menezes R, Bramante CM, Letra A, Carvalho VGG, Garcia RB. Histological evaluation of pulpotomies in dogs using two types of mineral trioxide aggregate and regular and white Portland cements as wound dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98:376-9.
14. Morais CAH, Bernardineli N, Garcia RB, Duarte MAH, Guerisoli DMZ. Evaluation of tissue response to MTA and Portland cement with iodoform. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102:417-21.
15. Shah PMM, Chong BS, Sidhu SK, Pitt Ford TR. Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996;81:476-9.
16. Tagger M, Katz A. A standard for radiopacity of root-end (retrograde) fillings materials is urgently needed. *Int Endod J.* 2004;37:260-4.
17. Torabinejad M, Chivian N. Clinical application of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999;25:197-205.
18. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod.* 1993;19:591-5.
19. Trindade AC, Oliveira EPM, Figueiredo JAP. Análise comparativa da resposta tecidual ao agregado trióxido mineral (MTA) e ao cimento Portland, isolado e acrescido de substância radiopacizante. *J Bras Endod.* 2003;4:309-14.
20. Wucherpfennig AL, Green DB. Mineral trioxide vs. Portland cement – two biocompatible filling materials. *J Endod.* 1999;25:308.

Recebido em 23/4/2009

Aceito em 15/6/2009