



**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**GUÂNIRA D'ARC DE OLIVEIRA EL KADRE**

**COMPARAÇÃO DA RADIOPACIDADE E DA AÇÃO  
ANTIMICROBIANA DE RADIOPACIFICADORES A  
SEREM ASSOCIADOS AO CIMENTO PORTLAND**

**BAURU – SP  
2007**

**UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO**

**GUÂNIRA D'ARC DE OLIVEIRA EL KADRE**

**COMPARAÇÃO DA RADIOPACIDADE E DA AÇÃO  
ANTIMICROBIANA DE RADIOPACIFICADORES A SEREM  
ASSOCIADOS AO CIMENTO PORTLAND**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências  
Biológicas e Profissões da Saúde  
como parte dos requisitos para  
obtenção do Grau de Cirurgia-  
Dentista sob orientação do Profº Drº  
Marcos Antonio Húngaro Duarte

**BAURU – SP  
2007**

K116c

Kadre, Guâniara D' arc de Oliveira EI

Comparação da radiopacidade e ação antimicrobiana de radiopacificadores a serem associados ao cimento Portland / Guâniara D'arc EI Kadre – 2007.  
42f.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Húngaro Duarte

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Odontologia) - Universidade do Sagrado Coração – Bauru - São Paulo.

1. Cimento Portland 2. Radiopacidade 3. Ação antimicrobiana I. Duarte, Marco Antonio Húngaro II. Título

**GUÂNIARA DÁRC DE OLIVEIRA EL KADRE**

**COMPARAÇÃO DA RADIOPACIDADE E DA AÇÃO ANTIMICROBIANA  
DE RADIOPACIFICADORES A SEREM ASSOCIADOS AO CIMENTO  
PORTLAND**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentados ao Centro de Ciências Biológicas e Profissões da Saúde para obtenção do Grau de Cirurgiã Dentista sob orientação do Profº Drº Marco Antonio Húngaro Duarte.

Banca Examinadora:

---

---

---

BAURU – SP - 2007

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pelo caminho percorrido, pela luz que me ilumina e me guia, por todas vitórias conquistadas e pelas derrotas sobrevividas.

Agradeço ao meu pai ANTONIO, exemplo de honestidade, determinação, trabalho e alegria de viver; à minha mãe ROMILDA, minha melhor amiga, exemplo de esperança, amor, dedicação e bondade e aos meus 11 irmãos queridos (Laércio, Osmar, Wamberto, Moisés, Jadir, Ivo, Ivone, Selma, Osana, Dorival e Dimas).

Agradeço ao meu amigo e orientador MARCO ANTONIO HUNGARO DUARTE que com muita dedicação, competência e paciência tornou possível este trabalho, e também a sua querida esposa DANIELA e seu filho RAFAEL que com muita generosidade e compreensão entenderam sua ausência.

Agradeço ao meu amigo e colaborador Professor Paulo Henrique Weckwerth, que gentilmente nos auxiliou nas pesquisas antimicrobianas. Pessoa de caráter, dedicação e com imensa paixão pelo seu trabalho.

E por último um agradecimento muito especial ao meu querido marido ABDO que tornou possível um grande sonho da minha vida que foi cursar faculdade de odontologia e pela família maravilhosa que juntos formamos com nossas filhas YASMIN e HALIME que são minha verdadeira paixão, inspiração, alegria e prazer em viver. AMOS VOCÊS !!!!!

E um OBRIGADO MUITO ESPECIAL À MARIA ANTONIA que se mostrou amiga e companheira nesta grande e difícil batalha, sempre me apoiando nas horas em que mais precisei.

OBRIGADO A PIBIC CNPq USC PELO FINANCIAMENTO DA PESQUISA E PELA OPORTUNIDADE DE SUA REALIZAÇÃO

## RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar a radiopacidade e a ação antimicrobiana de algumas substâncias radiopacificadoras. Para análise da radiopacidade agregou-se as substâncias: óxido de bismuto, óxido de zinco, óxido de chumbo, Subnitrato de bismuto, Carbonato de bismuto, Sulfato de bário, Iodofórmio, Tungstato de cálcio e Óxido de zircônio. A proporção utilizada foi de 20% da substância e 80% cimento Portland branco em peso. A medida da radiopacidade seguiu a norma ISO 6876. Após o preparo das amostras, foi realizada a manipulação de cada material com água destilada e colocados em anéis com 10mm de diâmetro e 1mm de altura. Foi confeccionado, também, amostra de dentina com 1 mm de espessura. Após a presa, os anéis com os materiais, um penetrômetro e a dentina foram posicionados em filme oclusal Ektaspeed e radiografados. Após o processamento dos filmes, os mesmos foram digitalizados e a radiopacidade foi analisada no programa Digora, em densidade radiográfica, e posteriormente convertida em mm de alumínio. Para análise da ação antimicrobiana empregou-se o teste de difusão radial, onde os radiopacificadores foram manipulados com água destilada e inseridos em poços com as placas semeadas como os seguintes microorganismos: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*. Após 24 horas de incubação a 37°C realizou-se a medição dos halos de inibição. Os resultados mostraram que todos os materiais apresentaram radiopacidade significativamente maior à da dentina sendo que o valor maior foi conseguido com o óxido de bismuto, e o menor valor com óxido de zinco. Quanto a ação antimicrobiana, verificou-se que apenas o iodofórmio e o óxido de zinco apresentaram halos frente ao *S. aureus* e o óxido de chumbo apresentou inibição frente à *Candida albicans*. Concluiu-se que todas as substâncias podem ser usadas como radiopacificador devido proporcionarem radiopacidade acima da dentina, e a grande maioria não apresenta ação antimicrobiana.

**Palavras-chave:** Cimento Portland, Radiopacidade, Ação antimicrobiana

## Abstract

The objective of the present paper was to evaluate the radiopacity and antimicrobial action of some radiopacifier substances. To radiopacity analysis aggregated the substances: bismuth oxide, zinc oxide, lead oxide, bismuth subnitrate, barium sulphate, iodophorm, calcium tungstate and zirconium oxide. The proportion used was 20% of the substance to 80% of white Portland cement in weight. The radiopacity analysis was according to the ISO 6876 norm. After preparation of the material, the cement was manipulated and inserted into rings with 10mm of diameter and 1mm of high. It was done dentin specimens with 1mm of high. After setting material, the rings with the material, the dentin and a penetrometer were positioned over an Ektaspeed film and radiographed. After film processing, the images were digitalized and the radiopacity was analyzed at Digora program. The analysis was in radiographic density and after converted into mm Aluminium. To antimicrobial action was used the diffusion radial test, where the radiopacifiers were manipulated with distilled water and inserted into agar cavity with the plates with the microorganisms: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*. After 24 hours of incubation at 37°C, the inhibition halo was measured. The results showed that all substances had radiopacity significantly bigger than dentin, with the bigger value to bismuth oxide and the lesser to zinc oxide. About antimicrobial action, it was verified that just the iodophorm and zinc oxide showed inhibition counter *S. aureus* and the lead oxide had action counter the *Candida albicans*. It was concluded that all substances can be used to give radiopacity to the Portland cement and the bigger part of substances didn't have antimicrobial action.

**Key-words:** Portland cement, Radiopacity, Antimicrobial action

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>12</b>
2.1 Estudos de Radiopacidade.....	12
2.2 Estudos de ação antimicrobiana.....	19
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
3.1 determinação da radiopacidade.....	28
3.1.1 Preparo dos materiais.....	28
3.1.2 Preparo dos corpos de prova.....	28
3.1.3 Análise da radiopacidade por imagem digital.....	29
3.2 Ação antimicrobiana.....	30
3.2.1 Preparo dos materiais.....	30
3.2.2 Avaliação antimicrobiana.....	30
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
5.1 Da metodologia.....	35
5.2 Dos resultados.....	36
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>



## SÚMULA CURRICULAR

NOME: Guâniara D'arc de Oliveira El Kadre

DATA DE NASCIMENTO: 27/04/1968

FILIAÇÃO : MÃE: Romilda Dametto de Oliveira

PAI : Antonio Pinto de Oliveira

ENSINO FUNDAMENTAL: “E. E. de 1º e 2º Grau Profº Marciano de Toledo Pizza”.

ENSINO MÉDIO :” E. E. de 1º e 2º Grau Profº Irineu Penteado”

ENSINO SUPERIOR: USC – Universidade do Sagrado Coração

# 1 INTRODUÇÃO

Dentre as propriedades ideais que um material retroobturador deve apresentar, cita-se a radiopacidade que mostra a menor ou maior capacidade do material ser visualizado na radiografia, e outra é a ação antimicrobiana que consiste na destruição de microorganismos remanescentes.

Para a radiopacidade são associadas diferentes substâncias a um material como óxido de zinco, óxido de bismuto, óxido de chumbo, subnitrato de bismuto, tungstato de cálcio, sulfato de bário, carbonato de bismuto, óxido de zircônio e até o próprio iodofórmio.

Shah et al. (1996) estudando a radiopacidade de materiais retroobturadores verificaram maiores valores para o amálgama e menores valores aos cimentos ionoméricos, sendo que o SuperEBA e IRM apresentaram resultados intermediários

O MTA (Mineral Trioxide Aggregate) desenvolvido na Universidade de Loma Linda é um material retroobturador que apresenta excelentes resultados biológico (TORABINEJAD et al. 1995d, 1997) e com boas características físico químicas (TORABINEJAD et al. 1993, 1995b,c) porém com baixa ação antimicrobiana (TORABINEJAD et al. 1995a, ESTRELA et al. 2000)

Recentemente se descobriu que o principal componente do MTA é o cimento Portland e então, estudos (WUCHERPFENNIG; GREEN 1999, ESTRELA et al. 2000, HOLLAND et al. 2001) se delinearam analisando a reposta tecidual, ação antimicrobiana e averiguaram os resultados serem os mesmos.

Entretanto levantaram a hipótese que o cimento Portland pode apresentar arsênio e ser liberado sendo tóxico aos tecidos. Duarte et al. (2005) verificaram que a liberação foi semelhante ao MTA e ínfima, sendo tais resultados apoiados por Ribeiro et al (2005) que não verificaram genotoxicidade *in vitro* com cimento Portland e MTA.

O MTA é um material caro, não acessível a classes mais baixas podendo o Portland ser uma alternativa, visto que este material apresenta também excelentes resultados biológicos e semelhantes ao MTA (HOLLAND et al. 2001).

No entanto, no Portland não há radiopacificadores, e necessitaria sua associação, para se tornar este material.

Existem inúmeras substâncias que podem ser empregadas como Iodofórmio, óxido de bismuto, óxido de chumbo, carbonato de bismuto, subnitrito de bismuto, sulfato de bário, óxido de zinco, óxido de zircônio e tungstato de cálcio.

No MTA o radiopacificador presente é o óxido de bismuto.

Torabinejad et al. (1995) analisando a radiopacidade do MTA verificou ser esta correspondente a 7,17 mm de Alumínio.

No entanto, questiona-se: será que o óxido de bismuto seria o radiopacificador com maior radiopacidade para ser associado ao cimento Portland? Algum radiopacificador apresenta ação antimicrobiana que favorecerá uma ação anti-séptica melhor ao cimento Portland?

Na literatura não há trabalho que analisaram a ação antimicrobiana de radiopacificadores empregados em cimentos e pastas empregados na endodontia e cirurgia parodontológica. Também não há estudos empregando diferentes radiopacificadores ao Portland e analisando qual é o melhor, não respondendo as indagações acima.

Portanto a estas indagações necessita-se de respostas e a busca de um radiopacificador ideal para ser associado ao cimento Portland se faz necessária.

Há na literatura escassez de estudos que analisem a ação antimicrobiana de radiopacificadores empregados em cimentos e pastas exercem ação antimicrobiana além do que é esperado que é dar radiopacidade ao material. O cimento Portland é um material de baixo custo e acessível, necessitando apenas da associação de um radiopacificador, devendo ser empregado aquele que favorecer melhor radiopacidade e se possível exerça uma ação antimicrobiana. Diante da falta de trabalhos que analisem a ação antimicrobiana de diferentes substâncias radiopacificadoras e da necessidade de se agregar um radiopacificador ao cimento Portland acha-se oportuno e fundamental a realização de um trabalho que analise a ação antimicrobiana de radiopacificadores e analise

a radiopacidade destes diferentes radiopacificadores associados ao cimento Portland para verificar qual o melhor a ser empregado.

Diante da necessidade de orientar o clínico qual o melhor radiopacificador a ser associado ao cimento Portland, o objetivo do presente trabalho foi comparar diferentes radiopacificadores (Iodofórmio, óxido de bismuto, óxido de chumbo, carbonato de bismuto, subnitrato de bismuto, sulfato de bário, óxido de zinco, óxido de zircônio e tungstato de cálcio) quanto à sua ação antimicrobiana que estas substâncias apresentam e analisar a radiopacidade que cada um proporciona quando associado ao cimento Portland.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **Revisão da literatura**

#### **2.1 Estudos de radiopacidade**

Higginbotham (1967) realizou testes que averiguaram o tempo de presa, espessura de película, solubilidade, radiopacidade e capacidade seladora de alguns cimentos endodônticos. Os materiais avaliados pelo autor foram: Kerr pulp canal sealer puro e com associação de acetato de zinco, Tubli-seal; Diaket A; Proco-sol; Kloropercha. Empregou a especificação nº 8 proposta pela ADA utilizada para avaliação do fosfato de zinco, para averiguação do tempo de presa e espessura de película. Para constatação das outras propriedades, se seguiu metodologia proposta por outros autores, sendo que no teste de infiltração empregou o radioisótopo  $\text{Ca}^{45}$  como marcador. Pelos resultados o autor verificou para o tempo de presa que os materiais Kerr pulp canal sealer, Tubli-seal e Diaket A, apresentaram uniformidade. A adição de acetato de zinco acelerou drasticamente o tempo de presa do Kerr pulp canal sealer. Na espessura de película, o Tubli-seal demonstrou a menor. Quanto à solubilidade, o Proco-sol foi o menos solúvel tanto em água quanto no ácido cítrico. No que diz respeito à radiopacidade, os melhores resultados foram alcançados pelo Kerr pulp canal sealer puro e com acetato de zinco. Para a capacidade seladora, o Proco-sol e o Kerr pulp canal sealer selaram melhor após um mês do que em um dia, e o autor concluiu que cuidadosa técnica de condensação se faz necessária para alcançar melhor capacidade seladora.

Boscolo; Benatti; Gonçalves (1979) avaliaram a radiopacidade de oito cimentos obturadores de canais radiculares, sendo eles: AH26, Endomethasone, Tubli-seal, Óxido de Zinco, Eugenol, Fill Canal, Diaket A, Trim Canal e Alpha Canal. Confeccionaram 10 corpos de prova de cada cimento contendo 5 mm de diâmetro e 3 mm de altura, e após 24 horas foram radiografados em filme oclusal: A leitura radiográfica de cada corpo foi realizada em fotomicroscópio II de Zeiss, acoplado a uma fotomultiplicadora RCAI Pa 8 Zeiss. Concluíram que o AH26

apresentou significativamente maior radiopacidade que os demais cimentos estudados.

Eliasson; Haasken (1979), averiguaram a densidade radiográfica de 26 materiais de impressão, sendo que os valores foram expressos em espessura de alumínio, equivalente. Posteriormente, sob condições clínicas simuladas somente dez dos materiais testados puderam ser distinguidos consistentemente da estrutura óssea, em radiografias periapicais. Verificaram também, maior dificuldade em detectar objetos com margem biselada do que objetos com espessura uniforme. Concluíram, ainda, pela análise dos resultados que a radiopacidade mínima requerida para a detecção de um corpo estranho no tecido gengival deve ser no mínimo de 2 mm de alumínio.

Beyer-Olsen; Orstavik (1981) apresentaram um método padronizado e reproduzível para determinar a radiopacidade de materiais odontológicos. O método associa análise densitométrica de espécimes de tamanho padronizado com um objeto de alumínio, sob condições controladas de exposição e processamento do filme. Discutiram e avaliaram aspectos metodológicos, bem como realizaram a medida da radiopacidade de 40 materiais. Detectaram uma ampla variação entre os diferentes tipos de material pelo método proposto e pela avaliação clínica. Constataram que o exame visual feito por vários observadores não ofereceu medidas confiáveis da radiopacidade.

Kaffe et al. (1983) avaliaram a radiopacidade de 14 marcas de guta-perchas encontradas no comércio, empregando o padrão recentemente elaborado para materiais endodônticos, que consiste na quantificação em mm de alumínio. A nova medida foi testada com o densitômetro. Verificaram que a radiopacidade de todas as guta-perchas testadas excederam grandemente o mínimo requerido. Entretanto, concluíram que a performance de algumas destas marcas é menos do que satisfatória no uso clínico e sugeriram que o padrão seja revisado, elevando o requisito para a radiopacidade e outros testes de uso a ser realizado.

Moraes (1984) realizou uma sucessão de experimentos buscando esclarecer a causa do enegrecimento do AH26, mormente quando recebia 20% de

hidróxido de cálcio no pó. Encontrou uma interação entre o bisfenol A, a hexametilenotretamina e o óxido de bismuto. A mesma também se dava substituindo-se esse último pelo subnitrato ou carbonato de bismuto. Este redundou em um discreto acinzentamento. Realizou, então, testes de alterações de cor, textura e volume, de radiopacidade, de consistência e tempo de presa, buscando outros radiopacificadores e resinas tipo bisfenol A e respectivos endurecedores tentando assim, obter novos cimentos epóxicos viáveis para obturação de canais radiculares. Após 30 experimentos, obteve 4 formulações. Então, elas foram submetidas àqueles mesmos testes para comparações com outros materiais obturadores de canais radiculares, como o AH26 original ou com hidróxido de cálcio, o óxido de zinco e eugenol e guta-perchas de diversas procedências. Os ensaios culminaram com o de infiltração marginal, onde 216 dentes unirradiculados tiveram seus canais preparados e obturados com os cimentos experimentais e, com AH26 ou com óxido de zinco e eugenol. Após a impermeabilização de suas superfícies, exceto próximo ao forame apical eles foram imersos em solução de azul de metileno a 2%, onde permaneceram por 72 horas e até 30 dias. Então, realizou, a secção longitudinal dos dentes e mediu a extensão de infiltração marginal das obturações. Após a análise dos testes de infiltração marginal e os testes de alteração de cor, e considerando os testes de consistência e de radiopacidade de todos os cimentos estudados, um dos cimentos experimentais teve desempenho destacado em relação ao AH26 original e ao cimento de óxido de zinco e eugenol, dentro dos padrões clínicos.

Orfaly; Lilley; Molokhia (1987) investigaram a radiopacidade de dez materiais encontrados comercialmente. Para este teste, as normas 6876, 1986 da ISO e nº 57, 1984 da ANSI/ADA estipulam espessura do espécime de 1 e 2mm respectivamente. Nesse trabalho empregaram três espessuras dos espécimes, 0,5mm; 1,3mm; e uma clinicamente estipulada, utilizando um canal artificial, no qual o cimento foi condensado com cones radiolúcidos. Realizaram radiografias em um aparelho 70Kv par 16 impulsos, e uma distância foco-filme de 300mm. Mediram a radiopacidade com um densitômetro. Os valores de radiopacidade observados para os discos de 1,3mm de espessura variaram de 1,95 até 11,30mm

de alumínio, para aquelas de 0,5mm de espessura foram de 1,37 a 3,26mm de alumínio equivalente. Os resultados dos diferentes materiais foram da mesma ordem para ambas as espessuras de materiais. Nos dentes simulados, os valores da radiopacidade foram de 0.42 a 1,30mm de alumínio equivalente, e a ordem dos materiais diferiu da ordem obtida nas duas espessuras, sendo isso possivelmente devido a diferença de viscosidade entre os materiais devendo, portanto, a viscosidade ser considerada quando da realização dos testes de radiopacidade dos materiais.

Alaçam; Görgül; Örmülü (1990) avaliaram três radiopacificadores diferentes para ser utilizado com o hidróxido de cálcio. Os materiais testados foram o diatrizoato meglumina, iotalamato meglumina e o sulfato de bário. Empregaram várias proporções dos radiopacificadores com hidróxido de cálcio, sendo que o veículo utilizado foi a água destilada. Após a manipulação das pastas, inseriram as misturas em moldes de teflon contendo 2 mm de altura e 10 mm de diâmetro, e então radiografaram, utilizando filme Agfa. Com as radiografias em mãos, compararam a radiopacidade com densidade de escala do alumínio e de duas amostras de dentina. Verificaram que o diatrezoato meglumina (69%) e o iotalamato meglumina (60%) apresentaram resultados similares a 34% de sulfato de bário.

Katz et al. (1990) determinaram a radiopacidade de vários tipos de guta-percha e de discos de dentina. Prepararam discos com 1 mm de espessura de 15 diferentes cones de guta-percha comerciais e experimentais e testaram suas radiopacidades. A radiopacidade de 1 mm de dentina foi similarmente testada com um densitômetro. Todas as radiografias foram realizadas em filme D-speed e E-speed. Verificaram que a radiopacidade média dos discos de guta-percha no filme D-speed foi equivalente a 7,26 mm de alumínio e 7,53 mm no filme E-speed excedendo, significativamente, o mínimo requerido que é de 3 mm de alumínio. As amostras de dentina foram uniformes em suas radiopacidades e equivalente a 1 mm de alumínio.

Ray; Seltzer (1991) testaram várias características físicas de um novo cimento de ionômero de vidro. Averiguaram o tempo de presa, facilidade de



manipulação, adaptação, adesão à parede dentinária e radiopacidade. Realizaram, também, microscopia eletrônica de varredura com auxílio de microsondas para constatar a composição de cada material. Todas as propriedades do ionômero de vidro foram comparadas com a do cimento de Grossman. Os resultados indicaram, que com relação as propriedades testadas, o cimento de ionômero de vidro foi superior ao cimento de Grossman.

Torabinejad et al. (1995c) determinaram a composição química, pH e radiopacidade do agregado de trióxido mineral (MTA), e também realizaram a análise comparativa do tempo de presa, força compressiva e solubilidade do material com o amálgama, Super EBA e IRM. Espectrofotômetros de energia dispersiva de raios X em conjunto com microscopia de varredura foram utilizados para determinar a composição do MTA, enquanto que o pH foi aferido com auxílio de um pHmetro com eletrodo compensado pela temperatura. Na radiopacidade empregaram o método descrito na norma 6876 da ISO. Já na avaliação do tempo de presa e força compressiva empregaram o método proposto pela instituição de padronização inglesa. Para averiguação da solubilidade, o método utilizado foi o proposto pela ADA com algumas modificações. Os resultados mostraram que as principais moléculas presentes no MTA são os íons cálcio e fósforo. Quanto ao pH observaram que ele é inicialmente de 10,2 e alcança 12,5 após 3 horas. MTA é mais radiopaco que o Super EBA e o IRM, possuindo um valor de 7,17mm de alumínio equivalente. Quanto ao tempo de presa verificaram que era mais rápido para o amálgama, 4 minutos e para o MTA ele foi o mais longo, 2 horas e 45 minutos. Na força compressiva essa foi de 40MPa em 24 horas, aumentando para 67 MPa após 21 dias. Na avaliação da solubilidade, exceto para o IRM, nenhum dos outros materiais se mostrou solúvel sob as condições desse estudo.

Shah et al. (1996) averiguaram a radiopacidade de alguns materiais obturadores retrógrados, sendo eles: amálgama, Kalzinol, IRM, Super EBA, Vitrebond, Fuji II LC, Chemfil e guta-percha. Os materiais foram espatulados e inseridos em anéis contendo 10 mm de diâmetro e 1 mm de altura. Radiografaram os anéis contendo os materiais em estudo e as radiografias foram, então, avaliadas densitometricamente, comparando a radiopacidade com a espessura de

alumínio correspondente. Verificaram que os cimentos de ionômero de vidro (Vitrebond, Fuji II LC, Chemfil) apresentaram radiopacidade abaixo do padrão internacional para cimentos endodônticos (< 3 mm de alumínio), os três materiais com o óxido de zinco e eugenol (Kalzinol, Super EBA, IRM) possuíam radiopacidade entre 5 e 8 mm de alumínio e a guta-percha demonstrou uma radiopacidade de 6,1 mm de alumínio, enquanto que o amálgama apresentou a melhor radiopacidade, maior que 10 mm de alumínio. Os autores concluíram que o material a ser empregado em obturações retrógradas deve apresentar radiopacidade maior que os cimentos endodônticos.

Petry et al.(1997) avaliaram utilizando o sistema de imagem digitalizada da Acu Ray a radiopacidade dos cimentos N-Rickert, Fill canal, Sealer 26 e Sealapex. Os cimentos foram espatulados e inseridos no interior de tubos, e posteriormente levados à estufa a 37°C com umidade de 95% por um período de 24 horas e o tempo instruído pelo fabricante para a presa do material. Posteriormente, as amostras foram estocadas em um recipiente úmido por 14 dias. Após esse período, as amostras foram submetidas aos testes de radiopacidade empregando o sistema de imagem digitalizada Acu Ray. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na radiopacidade, quando o material foi deixado 24 horas ou o tempo instruído pelo fabricante para a presa. O Sealapex apresentou a menor densidade ótica, porém sem se diferenciar estatisticamente dos demais que apresentaram resultados semelhantes.

Almeida; Antonio; Moura (1998) analisaram a radiopacidade de grupos obturadores de canais, sendo eles: AH26, N-Rickert, Sealapex, Fill Canal. Os cimentos foram espatulados e inseridos em moldes de plástico apresentando 5 mm de diâmetro e 2 mm de altura seguindo especificação n. 57 da American Dental Association. Posteriormente, levaram os conjuntos à estufa a 37°C por 24 horas. Empregaram dois copos de prova por cimento e após a presa realizaram a radiografia das amostras em filme oclusal (Ektaspeed plus) e, então, mediram a radiopacidade com auxílio de um fotodensitômetro. Os resultados mostraram que o N-Rickert e o FillCanal apresentaram maior radiopacidade, apresentando densidade radiográfica de 0,46, enquanto que o AH26 apresentou valores de 0,78

e o Sealapex foi o que atenuou mais a passagem da luz, apresentando valor de 0,90.

Ono; Matsumoto (1998) avaliaram as propriedades físicas (selamento, radiopacidade, fluidez, tempo de trabalho e solubilidade) de um novo cimento obturador CH61. Comparando com aquelas do AH26, Sealapex e Canals. A capacidade seladora foi realizada com tubos de vidro. A fluidez utilizando-se dois métodos (Grossman e ISO 1986). A radiopacidade, tempo de trabalho e solubilidade de acordo com a norma da ISO 1986. Averiguaram pelos resultados, que em 24 horas não ocorreu infiltração no CH61 e houve diferença significativa com os demais cimentos. Para análise da fluidez, os resultados diferiram de método para método sendo que no de Grossman o AH26 apresentou maiores valores, enquanto que no da ISO o Canals obteve os valores mais elevados. Na radiopacidade, ela diminuiu na seguinte ordem: AH26, Canals, CH61 e Sealapex. Para solubilidade ela foi mais baixa para o CH61. Concluíram que o CH61 apresentou excelente capacidade seladora e baixa solubilidade.

Islam et al. (2006) avaliaram e compararam o pH, a radiopacidade, tempo de presa, solubilidade, alteração dimensional e resistência mecânica do ProRoot MTA (PMTA), ProRoot (tooth colored formula) (WMTA), e o cimento Portland branco (WP) e o cimento Portland original (OP). Os resultados mostraram que o PMTA e o cimento Portland têm propriedades físicas muito similares. Entretanto, a radiopacidade do cimento Portland é muito menor que a do PMTA. A resistência mecânica do PMTA é maior que a do cimento Portland em 28 dias. O maior constituinte do PMTA é o cimento Portland. Dado o baixo custo do cimento Portland e propriedades similares quando comparados ao PMTA, é razoável considerar o cimento Portland como substituto possível para o PMTA em aplicações endodónticas. Entretanto, a indústria fabricante não recomenda seu uso em humanos nos Estados Unidos. Há a necessidade de se realizar testes *in vivo* e *in vitro*, especialmente em relação a biocompatibilidade, para verificar as exigências em relação a FDA, para seu uso como dispositivo médico.

## 2.2 Estudos de ação antimicrobiana

Haapasalo; Orstavik (1987) desenvolveram um modelo *in vitro* para infecção de túbulos dentinários do canal radicular. Prepararam espécimes de dentina bovina de 4mm de altura por 6 mm de diâmetro e canal com 2,3 mm. Realizaram a remoção do cimento e posterior abertura dos túbulos através do emprego do EDTA a 17% e NaOCL 5,25%. Após o preparo, infectaram as amostras com *Enterococcus faecalis*, que após 3 semanas invadiram 400µm e em algumas amostras até 1000µm da dentina. Para a desinfecção dos túbulos foram testados o paramonoclorofenol líquido ou, gasoso e uma pasta de hidróxido de cálcio (Calasept). Verificaram que esta pasta falhou em eliminar bactérias, ainda que superficialmente. O paramonoclorofenol líquido, rapidamente eliminou os microorganismos, porém, com o gasoso, a debelação foi mais lenta. Os autores concluíram que o método é sensível e praticável para testar *in vitro* a ação anti-séptica de substâncias intracanaís.

Mc Comb; Ericson (1987) investigaram a ação antimicrobiana de dois cimentos forradores, o Prisma VLC Dycal e o GC lining cement (ionômero de vidro). Utilizaram como parâmetro de comparação o Dycal fórmula avançada II e o Life. O método empregado foi a difusão radial em meio ágar, tendo como cepas o *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus casei* e microorganismo da saliva. Mediram os halos de inibição após 24, 48 e 72 horas de incubação da placa a 37°C. Determinaram também o pH dos cimentos pós-espátulação e ao final de 72 horas. Verificaram por meio dos resultados, que o Prisma VLC Dycal não inibiu bactérias em qualquer período. O efeito antimicrobiano do cimento de ionômero de vidro foi observado, mesmo apresentando um pH ácido durante a presa. Após 48 horas, o ionômero inibiu o crescimento apenas do *Streptococcus mutans*. O Dycal fórmula avançada II inibiu ambos os microorganismos tão bem como os

salivares, enquanto que a inibição pelo Life foi parcial. Verificaram que o pH de todos os cimentos contendo hidróxido de cálcio era alcalino quando da espatulação. Diante disso, concluíram que parece não existir uma simples correlação entre alto pH superficial e a atividade antimicrobiana.

Em estudo *in vitro* Morrier et al. (1995) testaram a ação antimicrobiana de dois cimentos de óxido de zinco e eugenol (O.Z.E. e Spaal), dois que contém hidróxido de cálcio (Dycal e Dentical) e um ionômero de vidro. Utilizaram o método de difusão radial empregando cepas puras de microorganismos comumente encontrados na cárie dentária, medindo os halos após a incubação da placa a 37°C por 24 horas. Os resultados mostraram que o Dycal não apresentou halos de inibição, enquanto que os cimentos de óxido de zinco e eugenol apresentaram os maiores halos. O Dentical apresentou inibição do crescimento do *Actinomyces viscosus* e *Lactobacillus acidophilus*. O ionômero de vidro inibiu apenas o *Actinomyces viscosus*. Os autores concluíram que a ação antimicrobiana depende da difusibilidade da substância anti-séptica no meio ágar.

Barkhordar (1989) estudou a atividade antimicrobiana de dez cimentos obturadores, entre eles o AH26 e o Sealapex. O método empregado foi a difusão radial em meio ágar, utilizando como microorganismos o *Streptococcus mutans* e o *Streptococcus sanguis*. A medição dos halos foi realizada após 2, 7 e 14 dias de incubação das placas a 37°C. Verificou que todos cimentos exibiram halos de inibição, sendo maiores para o *Streptococcus sanguis* com exceção do Diaket. Os cimentos AH26, Kerr e Tubliseal tinham significativamente maior efeito inibidor no *Streptococcus sanguis* do que os outros materiais. Para o *Streptococcus mutans*, a inibição maior foi proporcionada pelo Diaket.

Canalda; Pumarola (1989) avaliaram *in vitro* utilizando o método de difusão radial, a ação antimicrobiana dos cimentos CRCS, Sealapex, Tubliseal, Endomethasone e AH26. Os microorganismos utilizados foram o *Streptococcus*

hemolíticos, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Veilonella sp*, *Bacteróides fragilis* e a *Cândida albicans*. Os halos de inibição foram medidos após 48 e 96 horas de incubação das placas a 37°C em condições de anaerobiose e aerobiose. Verificaram que a ação antimicrobiana dos cimentos que contêm hidróxido de cálcio foi semelhante a dos outros cimentos, com exceção da *Veilonella sp* que não sofreu ação do Sealapex. A *Cândida albicans* não foi inibida pelo AH26. Os autores observaram, também, que o maior halo ocorreu com o Endomethasone que possui paraformaldeído em sua composição.

Utilizando, também, o método de difusão radial em meio ágar, Pumarola; Gomes; Canalda (1989) compararam a atividade antimicrobiana dos cimentos Life, Dycal II, Calcipulp e Cavitec e do Hidróxido de cálcio puro. Utilizaram cinco cepas bacterianas, sendo elas *Staphylococcus aureus*, *Veilonella parvula*, *Bacteróides fragilis*, *Peptostreptococcus s.p.* e *Streptococcus B. hemolítico*. Verificaram que os forradores contendo hidróxido de cálcio (Life, Dycal e Calcipulp) apresentaram maiores halos em relação ao hidróxido de cálcio puro, que por sua vez, foi superior ao forrador contendo óxido de zinco e eugenol (Cavitec). No entanto, o Cavitec foi o único que inibiu todas as cepas estudadas; porém com menores halos.

Al-Khatib (1990), testaram *in vitro* a atividade antimicrobiana de materiais endodônticos empregados na obturação de canal radicular. Avaliaram o cimento de Grossman, Tubliseal, CRCS, Sealapex, Hipocal, Nogenol, AH26 e a Eucapercha. O pó de hidróxido de cálcio, a mistura do pó com soro fisiológico e uma formulação de teflon também foi averiguada. Utilizando o método de difusão radial em meio ágar com as bactérias *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* e *Bacteróides endodontalis*, mediram o tamanho dos halos em tempos variáveis após incubação a 37°C. Verificaram que o cimento de Grossman apresentou os maiores halos para o *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus*

*aureus*. Nos Bacteróides *endodontalis*, o AH26 foi o melhor. No geral, comprovaram que os derivados do óxido de zinco e eugenol portaram-se melhor do que os que contêm hidróxido de cálcio.

Meryon; Johnson (1990) estudaram a possível ação do zinco e do flúor em estimularem o crescimento do *Streptococcus sanguis*. O zinco foi utilizado nas concentrações de 10, 25 e 50 ppm e flúor nas concentrações de 30, 40 e 50 ppm. Um controle foi utilizado para comparação. Empregando densidade ótica para medição dos resultados, constataram que o zinco favoreceu o crescimento bacteriano nas três concentrações em relação ao controle, sendo a diferença estatisticamente significativa. Já o flúor provocou a inibição do crescimento nas três concentrações, firmando sua ação antimicrobiana. Concluíram que é obscuro o mecanismo pelo qual o zinco atua.

Safavi; Spångberg; Langeland (1990), infectaram com *Streptococcus faecium*, os túbulos dentinários de dentes humanos extraídos. Posteriormente, expuseram os canais ao iodeto de potássio em um grupo e em outro ao hidróxido de cálcio, incubando os dentes a 37°C em diferentes períodos de tempo, sendo o máximo de 24 horas. Avaliaram a viabilidade dos microorganismos pela incubação das amostras tiradas dos canais tratados em meio de cultura. Verificaram que o iodeto de potássio foi efetivo em desinfetar túbulos dentinários, no entanto, o hidróxido de cálcio não debelou as bactérias, mesmo após 24 horas, permanecendo essas, viáveis.

Liebana et al. (1991) testaram a susceptibilidade de 1042 cepas de *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sobrinus* isolados de saliva e placa dental, entre 1985 a 1989, frente a vários antibióticos. Testaram a concentração inibitória mínima do antibiótico pela diluição em ágar. Verificaram que, exceto para a Espiramicina e Acetil espiramicina, todos os antibióticos inibiram 100% das cepas com concentrações  $\geq 2\mu\text{g/ml}$ . Constataram uma perda de sensibilidade dos

microorganismos, vagarosa, porém, progressiva aos fármacos estudados, apresentando inclusive, diferença estatística.

Pumarola et al. (1991), utilizando o método de difusão radial em meio ágar escavado, determinaram o comportamento de diferentes cepas de *Staphylococcus aureus* frente aos cimentos Traitement spad, Endomethasone, AH26 com prata, N2 universal, Tubliseal, Sealapex e Diaket A. Realizaram a medição dos halos após 20 horas de incubação a 37°C. Constataram melhores resultados com o Traitement spad, Endomethasone, N2 universal e AH26. Já o Sealapex apresentou valores muito baixos e em algumas cepas não apresentou halo. Averiguaram, também, uma variabilidade grande entre o tamanho dos halos em função da cepa, concluindo ser uma variável que pode influenciar nos resultados de outros trabalhos.

Sjögren et al. (1991) testaram, por meio de um estudo *in vivo*, o efeito antibacteriano do hidróxido de cálcio, quando utilizado por um curto período de tempo. Empregaram 30 dentes unirradiculados, com lesão periapical crônica, cujos canais foram preparados biomecanicamente com o auxílio de ultra-som e hipoclorito de sódio. Posteriormente, dividiram os dentes em dois grupos, sendo um de 12 e um de 18. No grupo de 12, o hidróxido de cálcio permaneceu por 10 minutos dentro do canal e no outro, com 18 dentes, ele foi deixado por 7 dias. Para coleta das amostras seguiram o seguinte esquema: primeiramente ela foi realizada em todos os canais logo após o preparo biomecânico. Nos grupos dos 12 dentes o canal foi deixado sem o curativo por 7 dias e, então, colheu-se a amostra. No grupo com 18 dentes, colheram o material logo após a remoção do curativo e 5 semanas depois. Durante esse período, os dentes permaneceram sem curativo, isto é, apenas com selamento provisório. Notaram efetividade do medicamento, apenas no grupo onde ele permaneceu por 7 dias dentro do canal, sendo que 10 minutos, mostrou ser um tempo insuficiente.



Stuart et al. (1991) testaram a efetividade antimicrobiana do paramonoclorofenol canforado, formocresol, pulpdent (pasta de hidróxido de cálcio comercial) e da pasta de hidróxido de cálcio recém-preparada. Utilizaram 90 dentes unirradiculados que foram preparados e contaminados com cepas de *Streptococcus mutans*, *Actinomyces viscosus*, *Bacteróides gingivalis* ou *Bacteróides fragilis*. Os dentes foram, então, divididos em grupos de 20 elementos cada, sendo que em 10 dentes, se colocava o medicamento e em 10, não. Posteriormente, incubaram os mesmos a 37°C por 1 hora na presença de umidade. A efetividade de cada medicamento foi determinada pela comparação da quantidade de unidade formadora de colônia do dente com e sem medicamento. Verificaram que todos os agentes testados possuíam atividade antimicrobiana. Observaram uma redução percentual no número de bactérias, variando de 64,3% a 100%. Estes dados foram encontrados quando da atuação do formocresol ou paramonoclorofenol canforado frente ao *Streptococcus mutans*, *Bacteróides gingivalis* ou *fragilis*. Para o *Actinomyces viscosus* não houve diferença entre os dados. Da análise individual de cada substância, constataram apenas diferença no grupo do paramonoclorofenol canforado para os *Bacteróides gingivalis*, que foi o pior resultado.

A eficiência antibacteriana do hidróxido de cálcio (Calasept), paramonoclorofenol canforado, cresofeno e iodeto de potássio a 2% foram testadas por Gengoclu; Külikeçi (1992). Empregaram cones de papel estéril, que foram contaminados com 4 espécies de microorganismos e posteriormente imersos nas substâncias em estudo por 10 e 15 minutos. Decorridos os períodos, levaram os cones para o meio de cultura para evidenciar o crescimento. Verificaram que o iodeto de potássio a 2% foi efetivo contra apenas dois dos quatro microorganismos testados, sendo eles o *Porphyromonas gingivalis* e *Fusobacterium nucleatum*. As outras substâncias foram efetivas contra todos as

quatro espécies (*Streptococcus mutans*, *Peptostreptococcus anaerobicus*, além da *Porphyromonas gingivalis* e *Fusobacterium nucleatum*).

Pumarola et al. (1993) os métodos de difusão radial e de diluição para verificar a ação antimicrobiana e concentração inibitória mínima de cimentos obturadores de canal radicular. Em ambos os métodos as amostras foram incubadas a 37°C por 20 horas para então, avaliarem os resultados. No método de difusão, os melhores resultados ocorreram com Traitment spad e Endomethasone o pior com o Sealapex. Os demais cimentos (AH26, N2 universal, Diaket A e Tubliseal) apresentaram resultados intermediários. No método de diluição, os melhores resultados foram obtidos com o Diaket A e Traitment spad enquanto que os piores foram com o AH26 e Tubliseal. Os autores comentaram ser o método de diluição não muito vantajoso, devido à possibilidade de mudança de alguns componentes do material e da não dissolução homogênea. Por não haver diferenças entre os dois métodos recomendam o uso do método de difusão para análise antimicrobiana *in vitro*, em função da maior facilidade e do menor número de desvantagens.

Coogan; Creaven (1992) avaliaram *in vitro* a ação antimicrobiana do Vitrebond, Panávia, Quacen, IRM, Dycal, Dycal V.L.C., Ceramco e G.C. Elite. Utilizaram o método de difusão radial em meio ágar e colonização, empregando como cepas, os *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis* e cultura de debris removidos de lesões cariosas. Os resultados foram observados durante 5 dias. Verificaram que todos os materiais apresentaram ação antimicrobiana, sendo que o Vitrebond mostrou zona de inibição significativamente maior do que os demais materiais. A Panávia, por sua vez propiciou mínima ação antimicrobiana. Averiguaram que no decorrer de 5 dias, havia redução da ação para todos os materiais.

Sukawat. & Srisuwan (2002) compararam a eficácia antibacteriana de três formulações diferentes de hidróxido de cálcio usando dentina de espécimes humana infectada com *E. faecalis*. Após exposição das três fórmulas de hidróxido de cálcio (o hidróxido de cálcio misturou com água destilada, hidróxido de cálcio

misturado com 0.2% de clorexidina, e hidróxido de cálcio misturado com paraclorofenol canforado) por 7 dias, o pó da dentina dos espécimes infectado foi obtido e avaliado a quantidade de bactérias pelo espectrofotometria. Constatou-se que o hidróxido de cálcio misturado com o paraclorofenol canforado matou todos os *E. faecalis* dentro do túbulo dentinário. Este resultado era melhor do que aquele obtido com o hidróxido de cálcio misturado com água destilada ou com 0.2% de clorexidina ( $p < 0.05$ ). O hidróxido de cálcio misturado com 0.2% de clorexidina era ineficaz de encontro a estas bactérias.

Lai et al. (2003) estudaram o efeito de três materiais resinosos retrógrado sobre o crescimento de bactérias anaeróbicas obrigatórias associadas a infecções endodonticas utilizando o teste de difusão radial em ágar. Foram utilizadas amostras dos seguintes materiais resinosos (resina modificada, cimento de ionômero de vidro, Fuji II LC; compômero, Duracty; e a resina composta, Spectrum) incubados por uma semana com as seguintes bactérias anaeróbicas: *Fusobacterium nucleatum*, *Porfiromonas gengivalis*, *P. endodontalis* e *Prevotella intermedia*. Os materiais resinosos recentemente misturados foram inseridos dentro de poços preparados em placas de agar, inoculados com os microorganismos por 1 semana. Após o fim do período de incubação a zona de inibição do crescimento foi observada e avaliada. A análise de variação do diâmetro médio da zona de inibição não indicou nenhuma diferença estatisticamente significativa na resposta da espécie preto-pigmented de *Bacteroids* ( $p > 0.05$ ). Para *F. nucleatum*, o Spectrum teve um efeito mais antibacteriano sobre bactéria do que Dyract ( $p < 0.05$ ). Adicionalmente Fuji II LC era ineficaz de encontro a *F. nucleatum*. Entretanto, as placas de controle positivas mostraram o crescimento bacteriano em todos os caso. Seus dados sugerem que o potencial antibacteriano de materiais polimerizados variou consideravelmente, dependendo do tipo e do produto testado.

Al-Nazhan & Al-Judai (2003) estudaram *in vitro* o efeito antifúngico do MTA utilizando o teste de diluição. O MTA foi testado recentemente misturado e após 24 horas de ocorrência a presa frente a *C. albicans*. Os MTA testados ficaram

incubados com *C. albicans* por 1 hora, 24 horas, e 3 dias. Os resultados mostraram que o MTA recentemente misturado era eficaz em matar os fungos após 1 dia do contato. No entanto 24 horas pós-presa do MTA foi efetivo após 3 dias de incubação. Concluíram que o MTA recém manipulado e pós 24 horas de presa eram eficazes contra a *C. albicans*.

### **3 METODOLOGIA/ MATERIAL E MÉTODOS**

Os radiopacificadores que foram testados são: Iodofórmio (IF), óxido de bismuto (OB), óxido de chumbo (OC), carbonato de bismuto (CB), subnitrato de bismuto (S<sub>Bi</sub>), sulfato de bário (S<sub>Ba</sub>), óxido de zinco (OZ), óxido de zircônio (OZir) e tungstato de cálcio (TC).

#### **3.1 DETERMINAÇÃO DA RADIOPACIDADE**

##### **3.1.1 Preparo dos materiais**

Na determinação da radiopacidade, os radiopacificadores foram associados aos cimentos Portland na proporção de 20% de radiopacificador em peso para 80% de cimento Portland branco. Por exemplo, preparou-se 2gramas de material experimental para cada 0,4gramas de radiopacificador e utilizou-se 1,6 gramas de cimento Portland.

##### **3.1.2 Confeção dos corpos de prova**

Corpos de prova cilíndricos foram preparados com os cimentos em teste e cilindros de dentina de mesma espessura para comparações individuais.

Os cimentos devidamente proporcionados e espatulados foram vertidos, com os devidos cuidados para evitar inclusão de bolhas de ar, em anéis de metal com 10mm de diâmetro e 1mm de altura, os quais foram colocados sobre placas de vidro plana e lisa. Outra placa foi assentada e comprimida sobre os anéis para planificar a superfície e uniformizar a espessura do corpo de prova. O conjunto foi conservado a 37<sup>0</sup>C. Depois da presa dos cimentos, as placas foram retiradas e as espessuras dos corpos de prova conferidas com paquímetro. Qualquer aumento foi compensado por raspagem das superfícies dos mesmos.

Os cilindros de dentina foram obtidos de raízes de dentes humanos. Estes foram seccionados com disco de carborundun, obtendo-se cilindros com 2mm de espessura, medidas com auxílio de um paquímetro.

### **3.1.3 Análise da radiopacidade por imagem digital**

Todos os corpos de prova foram preliminarmente radiografados, para constatar presença ou não de bolhas, onde descartou-se os que apresentaram bolhas. Os aprovados foram dispostos sobre filme oclusal tipo E Kodak, conjuntamente com um penetrômetro de alumínio.

Os filmes foram sensibilizados com um aparelho de raios Dabi Atlante, com quilovoltagem de 60 kV, miliAmperagem de 10 mA com tempos de exposição de 0,3 s. A distância foco/filme foi de 30 cm.

Após a sensibilização e processamento automático das imagens, estas foram digitalizadas e analisadas quanto à densidade radiográfica no programa Digora 1.51. O valor da radiopacidade foi determinado em densidade radiográfica a qual foi também convertida em milímetros de alumínio (mm Al). A conversão foi realizada determinando-se a densidade radiográfica correspondente a cada milímetro de alumínio, de acordo com cada intervalo entre os milímetros, isto é, entre 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4, etc. Para se obter o valor de cada material, observou-se em qual intervalo ele estava, ou seja, se o valor da sua densidade estava entre por exemplo o intervalo 4 e 5, 5 e 6, etc. A cada intervalo o 1mm corresponde a valores distintos; por exemplo, a diferença entre o 4 e 5 é  $162,07 - (4) = 145,24$  e entre 5 e 6 é  $176,46 - (5) = 162,07$ . Assim se, por exemplo, quando a densidade do material apresentou o valor entre 5 e 6, o cálculo foi realizado da seguinte maneira. Do valor da densidade do material subtraiu-se o valor correspondente a 5mm de alumínio, essa diferença foi convertida em milímetros de alumínio utilizando-se para o cálculo uma regra de três simples.

Exemplo:

?? Valor correspondente a 5mm Al = 162,07

?? Valor da densidade do material = 170,16

?? Diferença entre densidade material/5mm Al = 8,09

?? Diferença entre densidade de 5 e 6mm Al = 14,39

?? Cálculo do valor da densidade do material em mm de Al.

?? Se o valor 14,39 corresponde a 1mm Al. (entre 5 e 6) 8,09 corresponderá a X;  
isto é: 14,39-----1

$$8,09-----X \quad X=0,56$$

Assim, o valor 0,56, foi adicionado ao valor 5 têm-se o valor do material em milímetros de alumínio, isto é, 170,16 em densidade radiográfica é correspondente a 5,56 mm Al.

Os valores dos materiais e da dentina foram comparados entre si tanto nos valores de densidade radiográfica como em mm de Al pelo ANOVA a 1 critério para comparação global e teste de Tukey-Kramer para os confrontos individuais.

## **3.2 AÇÃO ANTIMICROBIANA**

### **3.2.1 Preparo dos materiais**

Para avaliação da ação antimicrobiana, os radiopacificadores foram associados a água destilada empregando uma proporção de 2gr por ml de água, e então, foi procedida a avaliação.

### **3.2.2 Avaliação antimicrobiana**

O método de escolha para a avaliação da ação antimicrobiana das substâncias em estudo foi a difusão do agente de forma radial no ágar de cultura. A sensibilidade dos microorganismos foi detectada pela presença ou não dos halos de inibição, os quais serão medidas utilizando-se de um paquímetro e bastantes luminosidades.

Os microorganismos utilizados para a avaliação foram cepas padrões de:

*Staphylococcus aureus*; *Enterococcus faecalis*; *Pseudomonas aeruginosa*;  
*Cândida albicans*.

Com relação ao meio de cultura, utilizou-se o "Brain Heart Infusion - Ágar - MERCK", para as bactérias e o "Saborurand - Dextrose - MERCK" para a levedura (*Candida albicans*).

Os microorganismos da coleção conservados em "Tryptic Soy Ágar - DIFCO" foram cultivados em "Tryptic Soy Broth - DIFCO". As culturas de 18 e 24 horas de incubação, foram, então, diluídas em solução fisiológica estéril, até se

obter uma turbidez; visualmente comparada ao padrão 0,5 da escala de Mac Farland (aproximadamente 108 microorganismos/ml). Essa diluição foi imediatamente semeada, com auxílio de uma zaragata de algodão estéril umedecida sobre o meio de cultura ágar, já com as escavações para receber as substâncias em teste em placas de Petri de 15 X 150mm. Cada escavação possuía 6 mm de diâmetro e 3 mm de altura. Durante a semeadura, foi tomado o cuidado de não se contaminar o interior das escavações. Um período de 30 minutos se aguardou após a semeadura.

Posteriormente as pastas de radiopacificadores foram espatuladas.

Após a manipulação, as misturas foram colocadas em seringas tipo Luer Lock e então, levadas às escavações. Após a complementação do preenchimento, realizou-se a pré-incubação por 2 horas, e então, as placas foram levadas à estufa a 37°C por 24 horas.

Decorrido esse período os halos de inibição foram medidos com auxílio de paquímetro sob intensa luminosidade. Os dados foram comparados pelo teste de ANOVA para comparação global e confrontos individuais pelo teste de Tukey.

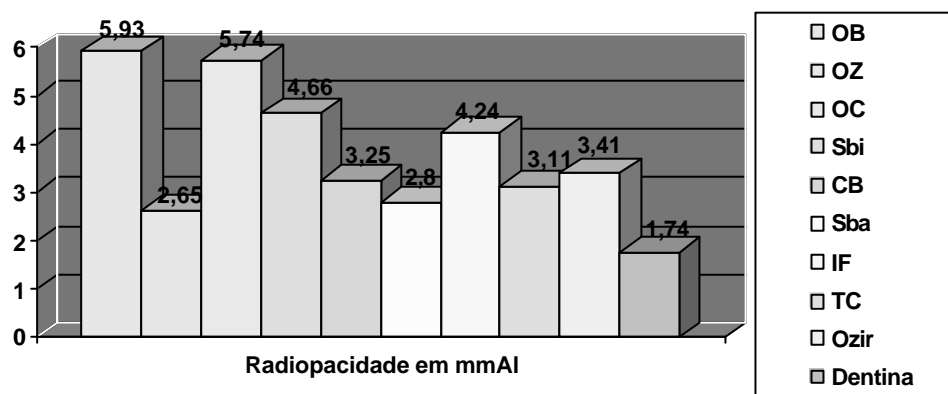


## 4 RESULTADOS

Na tabela 1 estão os valores da radiopacidades das substâncias estudadas em mm Al e na figura 1 a representação gráfica dos valores médios de radiopacidade.

Tabela 1 - Medida da radiopacidade em mmAl das substâncias estudadas

	1	2	3	4	5	6
(OB)	6.09	5.96	6.25	5.35	6.24	5.73
(OZ)	2.62	2.69	2.65	2.61	2.64	2.66
(OC)	4.91	6.26	5.22	5.74	6.71	5.63
(Sbi)	4.31	4.33	4.21	5.02	5.02	5.10
(CB)	3.12	3.20	3.08	4.03	3.05	3.05
(SBa)	2.90	2.95	2.93	2.46	2.78	2.80
(IF)	4.48	4.63	4.51	3.92	3.98	3.96
(TC)	2.87	2.93	2.86	3.38	3.30	3.34
(OZir)	3.28	3.25	3.19	3.62	3.60	3.55
Dentina	1.72	1.80	1.72	1.76	1.74	1.75



**Figura 1** – Representação gráfica da média das radiopacidades das substâncias em mm e Al

Na tabela 2 encontram-se as comparações individuais pelo teste de Tukey que apresentaram ou não diferenças significantes.

Tabela 2 – Comparações individuais pelo teste de Tukey que apresentaram diferença significativa

Comparações individuais	Significância
CB X dentina	Significante ( $p < 0,05$ )
CB X OZ	Não significativa ( $p > 0,05$ )
CB X OZir	Não significativa ( $p > 0,05$ )
CB X TC	Não significativa ( $p > 0,05$ )
CB X SBi	Significante ( $p < 0,05$ )
CB X SBa	Não significativa ( $p > 0,05$ )
CB X IF	Significante ( $p < 0,05$ )
CB X OC	Significante ( $p < 0,05$ )
CB X OB	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina x OZ	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X OZir	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X TC	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X SBi	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X SBa	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X IF	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X OC	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X OZ	Significante ( $p < 0,05$ )
Dentina X OB	Significante ( $p < 0,05$ )
OZ x OZiR	Significante ( $p < 0,05$ )
OZ X TC	Não significativa ( $p > 0,05$ )
OZ X SBi	Significante ( $p > 0,05$ )
OZ X SBa	Não significativa ( $p > 0,05$ )
OZ X IF	Significante ( $p < 0,05$ )
OZ X OC	Significante ( $p < 0,05$ )
OZ X OB	Significante ( $p < 0,05$ )
OZir X TC	Não significativa ( $p > 0,05$ )
OZir X SBi	Significante ( $p < 0,05$ )
OZir X SBa	Não significativa ( $p > 0,05$ )
OZir X IF	Significante ( $p < 0,05$ )
OZir X OC	Significante ( $p < 0,05$ )
OZir X OB	Significante ( $p < 0,05$ )
TC x SBi	Significante ( $p < 0,05$ )

TC x SBa	Não significativa ( $p > 0,05$ )
TC x IF	Significante ( $p < 0,05$ )
TC x OC	Significante ( $p < 0,05$ )
TC x OB	Significante ( $p < 0,05$ )
SBi x SBa	Significante ( $p < 0,05$ )
SBi x IF	Não significativa ( $p > 0,05$ )
SBi x OC	Significante ( $p < 0,05$ )
SBi x OB	Significante ( $p < 0,05$ )
SBa x IF	Significante ( $p < 0,05$ )
SBa x OC	Significante ( $p < 0,05$ )
SBa x OB	Significante ( $p < 0,05$ )
IF x OC	Significante ( $p < 0,05$ )
IF x OB	Significante ( $p < 0,05$ )
OC x OB	Não Significante ( $p > 0,05$ )

Na tabela 3 encontram-se os valores dos halos de inibição das substâncias em estudo frente aos microorganismos estudados.

Tabela 3 – Média dos halos de inibição das substâncias estudadas frente aos microorganismos estudados.

	<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>
OB	0	0	0	0
OC	0	0	0	12
SBa	0	0	0	0
IF	50	0	0	0
OZ	12	0	0	0
SBi	0	0	0	0
CB	0	0	0	0
OZ	0	0	0	0
TC	0	0	0	0

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Da metodologia

A metodologia empregada no presente trabalho para avaliação da radiopacidade utilizou-se filmes oclusais para obtenção das imagens. No entanto, a leitura dos valores não foram feitos em fotodensitômetro e sim empregando o recurso digital.

Com o advento dos computadores e do desenvolvimento de programas para análise de radiografias, favorecem a leitura da radiopacidade como uso deste recurso tecnológico. No presente trabalho empregou-se o programa Digora, onde após a digitalização das radiografias oclusais com uma máquina digital, a imagem foi levada para o programa, onde se mediu a densidade radiográfica dos materiais testados e também de uma escala de Alumínio para que se pudesse fazer a conversão. Tal metodologia também foi empregada por Carvalho-Jr et al. (2007). Já Tanomaru-Filho et al. (2007), empregou a digitalização, porém utilizou um programa com software VIXWIN-2000 (Gendex).

No presente trabalho, como mencionado, foi utilizado filme oclusal conforme também empregado por Tanomaru-Filho et al. (2007). Já Carvalho-Jr. et al. (2007), utilizaram o próprio sensor do sistema Digora. Esses fatores não influenciaram tanto nos valores, visto que, quando se compara o trabalho de Tanomaru-Filho et al. (2007) que empregaram a película radiográfica e o de Carvalho-Jr. et al. (2007) se utilizaram o sensor do sistema, a radiopacidade dos cimentos que coincidiram nos dois trabalhos, apresentaram resultados bem parecidos.

Essa metodologia que foi empregada no presente trabalho vem favorecer a execução pela sua simplicidade, visto que o computador todo mundo têm, como a máquina digital e o programa podem se conseguir, já quando se usa o fotodensitômetro quando se analisa a radiopacidade em densidade óptica, há necessidade de se ter o aparelho que é mais difícil e o custo muitas vezes pode ser alto (BAKSI et al 2007)

Quanto à análise antimicrobiana no presente trabalho, utilizou-se o método de difusão radial, que é um método amplamente utilizado, embora tenha a limitação de oferecer apenas se a substância testada inibe ou não o crescimento

microbiano, embora não ofereça se essa ação é bactericida ou bacteriostática. No entanto é uma metodologia que favorece informações para verificar se deve-se realizar estudos de concentração inibitória ou bactericida mínima para se verificar este feito. Outra limitação desta metodologia é se a substância testada depende da solubilização para desempenhar a ação anti-séptica muitas vezes pode dar resultados falsos.

No entanto, uma forma de diminuir este problema é realizar a pré-incubação das placas, ou seja, deixar 1(uma) hora em temperatura ambiente com Agar para baixo para solubilização do material.

No presente trabalho por utilizar microorganismos aeróbios e anaeróbios facultativos, optou-se por essa metodologia. Outro fator que se optou por essa metodologia é sua facilidade de realização e ser uma metodologia amplamente citada na literatura (CANALDA; PUMAROLA 1990, PUMAROLA et al 1989, 1991, 1992).

## **5.2 Dos resultados**

A radiopacidade consiste em uma propriedade importante de um material empregado na obturação endodôntica ou na obturação retrógrada, uma vez que, ela é fundamental para averiguar se o material preencheu bem os espaços endodônticos denotando que o procedimento foi bem realizado.

No presente trabalho foram analisadas várias substâncias que são empregadas como radiopacificadores em cimentos, pastas e até em cones de guta-percha.

A associação ao cimento Portland foi que este material tem sido testado em odontologia com resultados físico-químicos-biológicos muito bons (DUARTE et al 2005, et al 2001, ESTRELA et al 2000, HOLLAND et al 2001; MORAES et al 2006), além do que o MTA que é um material comercial, seu principal componente é o cimento Portland.

No entanto o cimento Portland não apresenta radiopacificador, e o presente trabalho procurou buscar qual substância pode ser associada e favorecer boa radiopacidade.

Vários estudos (ESTRELA et al. 2000, SONG et al. 2006 OLIVEIRA et al. 2007), compararam os componentes do MTA com a do cimento Portland e observaram praticamente a mesma composição, com exceção do óxido de bismuto, que é um radiopacificador que se encontra apenas no MTA.

Pelos resultados da radiopacidade, o óxido de bismuto foi a substância que apresentou maiores valores (5,93), seguido do óxido de chumbo (5,74).

No MTA comercial, relata-se que o óxido de bismuto é de 20% em peso que foi a empregada no presente trabalho. No entanto os resultados obtidos no presente trabalho (5,93) é inferior aos 7,27 mm de Al obtido por Torabinejad et al. (1995c). Provavelmente a diferença pode ser que Torabinejad et al. (1995c) empregou o cimento cinza que contém mais óxido de Ferro que o branco, que foi o cimento Portland empregado no presente trabalho.

Outro fator também verificado por Song et al. (2006), é que o Pro-Root MTA numa análise de difração de raios-X apresentou proporção bem mais alta de óxido de bismuto do que o MTA da Ângelus, o que pode também ter favorecido a maior radiopacidade apresentando por Torabinejad et al (1995c), ou seja, o ProRoot apresenta mais que 20% de óxido de bismuto.

Entretanto deve-se ressaltar que o óxido de bismuto quando agregado ao cimento Portland, dramaticamente muda algumas propriedades do material por favorecer falhas dentro da matriz do cimento. A adição do óxido de bismuto diminui a estabilidade mecânica por introduzir esse elemento e aumentaria a porosidade por deixar mais água sem reagir dentro da matriz do cimento. Essas falhas na matriz cementária poderia exacerbar a existência de fraturas, além do mais, a porosidade e degradação do material, o que potencialmente afetaria a longevidade do mesmo ( COOMARASWAMY et al. 2007). Esse fato incentivou a procura de uma outra substância para ser usada como radiopacificador, daí partiu-se primeira para avaliação da radiopacidade.

Quanto aos demais radiopacificadores, todos apresentaram valores maiores que a dentina, sendo que após o óxido de bismuto os valores maiores foram obtidos com o óxido de chumbo e subnitrato de bismuto, no entanto, todos foram significativamente inferiores ao óxido de bismuto.

O óxido de chumbo é o radiopacificador presente no Endomethasone e é um cimento que apresenta boa radiopacidade. O óxido de zircônio e o tungstato de cálcio são os radiopacificadores no AHPlus e esse cimento tem apresentado excelente radiopacidade, sendo o cimento que apresenta uma das melhores radiopacidades em relação a demais cimentos obturadores, conforme demonstrado por alguns autores (CARVALHO JR. et al. 2007; TANOMARU FILHO et al. 2007). No presente trabalho, quando se agregou separadamente o óxido de zircônio e o tungstato de cálcio os valores foram inferiores ao óxido de bismuto, não apresentando radiopacidade tão altas, sendo que, o cimento com óxido de zircônio apresentou 3,41 mm Al e o com tungstato de cálcio 3,11 mm Al.

Outro radiopacificador testado foi o iodofórmio que apresentou uma radiopacidade de 4,24 mm Al. Essa comparação de cimento Portland com iodofórmio já foi testada biologicamente por Moraes et al. (2006), que comparando ao MTA, observaram resultados biológicos semelhantes quando da implantação em tecido subcutâneo de rato. Além do que, a ação antimicrobiana do iodofórmio inibe o *Staphylococcus aureus*, enquanto que os demais radiopacificadores não apresentaram ação antibacteriana, com exceção do óxido de chumbo, que apresentou ação antifúngica, e o óxido de zinco que mostrou ação frente ao *Staphylococcus aureus*. Esses resultados antimicrobianos observados no presente trabalho vêm demonstrando que a maioria dos radiopacificadores inseridos na composição de alguns cimentos exercem função de radiopacidade não apresentando nenhuma outra atividade. Deve-se ressaltar que os radiopacificadores foram analisados individualmente, somente agregados à água. Deve-se agora fazer um trabalho agregando-se ao cimento Portland e colocado no meio de cultura para certificar se há reação de presa do cimento Portland com esses diferentes radiopacificadores não se reproduz alguma substância que desempenhe ação anti-séptica.

## 6 CONCLUSÃO

Diante das limitações do presente trabalho é permissível concluir que:

- a) que todas as substâncias agregadas ao cimento portland conferiram a ele uma maior radiopacidade que a dentina.
- b) a substância que favoreceu maior radiopacidade ao cimento Portland foi o óxido de bismuto.
- c) a grande maioria dos radiopacificadores não apresentou ação antimicrobiana.



## REFERÊNCIAS

ALAÇAM, T.; GÖRGÜL, G.; ÖMÜRLÜ, H. Evaluation of diagnostic radiopaque contrast materials used with calcium hydroxide. **J. Endod**, Baltimore, v.16, n.8, p.365-8, Aug. 1990.

AL-KHATIB, Z.Z. et al. The antimicrobial effect of various endodontic sealers. **Oral Surg**, Saint Louis, v.70, n.6, p.784-90, Dec. 1990.

Al-Nazhan,S; Al-Judai, A. Evaluation of Antifungal Activity of Mineral Trioxide Aggregate. **J.Endod.**, Baltimore, v. 29; n.12, p.826-27,dec. 2003.

ALMEIDA, P.M.; ANTONIO, M.P. da S.; MOURA, A.A.M. de. Estudo comparativo da radiopacidade de quatro cimentos obturadores de canais radiculares. **Rev. Inst. Ciênc. Saúde**, São Paulo, v.16, n.1, p.27-30, jan./june. 1998.

BAKSI, B.G. et al.The effect of three different sealers on the radiopacity of root fillings in simulated canals. **Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v.103, n. p.138-41. 2007.

BARKHORDAR, R.A. Evaluation of antimicrobial activity *in vitro* of ten root canal sealers on Streptococcus sanguis and Streptococcus mutans. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.68, n.6, p.770-2, dec. 1989.

BOSCOLO, F.N.; BENATTI, O.; GONÇALVES, N. Estudo comparativo da radiopacidade dos cimentos obturadores de canais radiculares. **Rev. Ass. paul. cirurg. Dent.**, São Paulo, v.33, n.2, p.154-60, mar./abr. 1979.

BEYER-OLSEN, E.M.; ORSTAVIK, D. Radiopacity of root canal sealers. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.51, n.3, p.320-8, mar. 1981.

CAMILLERI, J.;PITT FORD, T.R.. Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.39, n.1, p. 1-8, jan. 2006.

CANALDA, C.; PUMAROLA, J. Bacterial growth inhibition produced by root canal sealer cements with a calcium hydroxide base. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.68, n.1, p.99-102, july. 1990.

CARVALHO-JUNIOR, J.R. et al. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.40, n.7, p.514-520, july. 2007.

COOGAN, M.M.; CREAVEN, P.J. Antibacterial properties of eight dental cements. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.26, n.6, p.355-61, nov. 1993.

COOMARASWAMY, K.S.; LUMLEY, P.J.; HOFFMANN, M.P. Effect of bismuth oxide radiopacifier content on the material properties of an endodontic Portland. **J. Endod**, Baltimore, v.33, n.3, p.295-298, mar. 2007.

DUARTE, M. A. H. et al Arsenic release provided by MTA and Portland cement. **Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** Saint Louis, v.99, n.5, p.648-50, may 2005.

ELIASSON, S.T.; HAASKEN, B. Radiopacity of impression materials. **Oral surg.**, Saint Louis, v.47, n.5, p.485-91, may 1979.

ESTRELA, C. et al Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. **Braz. dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 11, n.1, p.3-9. 2000.

GENCOGLU, N.; KÜLEÇKI, G. Antibacterial efficacy of root canal medicaments. **J. Nihon Univ. Sch. Dent.**, Tokyo, v.34, n.4, p.233-6, Dec. 1992.

HAAPASALO, M.; ORSTAVIK, D. *in vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. **J. dent. Res.**, Baltimore, v.66, n.8, p.1375-9, aug. 1987.

HIGGINBOTHAM, T.L. A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers. **Oral surg.**, Saint Louis, v. 24, n.1, p.89-101, july 1967.

HOLLAND, R. et al Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral trioxide aggregate, Portland Cement or calcium hydroxide. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v.12, n.1, p.3-8, 2001.

ISLAM et al. Comparison of the Physical and Mechanical Properties of MTA and Portland Cement. **J.Endod.**, Baltimore, v.32; n.3, p.193-7, Mar 2006

KAFFE, I et al. Is the radioopacity standard for guta-percha sufficient in clinical use? **J. Endod.**, Baltimore, v.9, n.2, p.58-9, feb. 1983.

KATZ, A. et al. Densitometric measurement of radiopacity of guta-percha cones and root dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.16, n.5, p.211-3, may 1990.

LAI et al. Antibacterial Effects of Resinous Retrograde Root Materials. **J.Endo.**, Baltimore, v. 29; n.2, p.118-20. feb. 2003.

LIEBANA, J. et al. Antimicrobial susceptibility of 1042 strains of *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. Comparison from 1985 to 1989. **Oral microbiol. immunol.**, v.6, n.3, p.146-50, june 1991.

MCCOMB, D.; ERICSON, D. Antimicrobial action of new, proprietary lering cements. **J. dent. Res.**, Baltimore, v.66, n.5, p.1025-28, may 1987.

MERYON, S.D.; JOHNSON, S.G. Stimulation of the growth of *Streptococcus sanguis* (NCTC 7864) by zinc *in vitro*. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.23, n.2, p.92-6, mar. 1990.

MORAES, I.G. de. **Propriedades físicas de cimentos epóxicos experimentais para obturações de canais radiculares, baseados no AH26**. Bauru, 1984. 149p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

MORAIS, C.A.H. et al.. Evaluation of tissue response to MTA and Portland cement with iodoform. **Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Oxford, v.102, n.9, p.417-21, sept. 2006.

MORRIER, J.J. et al. Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne de cinq ciments. **Rev. franc. Endod.**, Paris, v.7, n.4, p.23-8, dec. 1988.

OLIVEIRA, M.G. et al.. Comparative chemical study of MTA and Portland cements, **J. Endod.**, 2007 (PMID: 17639192 – in press).

ONO, K.; MATSMOTO, K. Physical Properties of CH61, a newly developed root canal sealer. **J. Endod.**, v.24, n.4, p.244-7, apr. 1998.

ORFALI, F.; LILLEY, J. D.; MOLOKHIA, A. The radiopacity of some endodontic sealer cements. **J. Dent Res.**, Baltimore, v.66, n.4, p.876, Apr. 1987. Abstract 368

PETRY, A.E.A. et al. Evaluation of endodontic sealer radiopacity using digitized imaging equipment. **Braz. Endod. J.**, Goiania, v.2, n.1, p.24-8, 1997.

PUMAROLA, J.; GOMES, A.E.; CANALDA, C. Estudio comparativo de la acción antimicrobiana de diversos fondos cavitários empleados en odontología conservadora. **Rev. esp. Endod.**, Madri, v.7, n.1, p.3-6, ene./mar. 1989.

PUMAROLA, J. et al. Estudio del comportamiento de diferentes cepas de *Staphylococcus aureus* frente a los cementos de obturación de conductos radiculares. **Rev. esp. Endod.**, Madri, v.9, n.2, p.19-23, abr./jun. 1991.

PUMAROLA, J. et al. Antimicrobial activity of seven root canal sealers. Results of agar diffusion and agar dilution tests. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.74, n.2, p.216-20, aug. 1992.

RAY, H.; SELTZER, S. A new glass ionomer root canal sealer. **J. Endod.**, Baltimore, v.17, n.12, p.598-603, dec. 1991.

RIBEIRO, D. A. et al Biocompatibility *in vitro* tests of Mineral Trioxide Aggregate and Regular and White Portland cement. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.8, p.605-7, aug. 2005.

SAFAVI, K.E.; SPÄNGBERG, S.W.; LANGELAND, K. Root canal dentinal tubule disinfection. **J. Endod.**, Baltimore, v.16, n.5, p.207-10, may 1990.

SHAH, P. M. et al Radiopacity of potential root-end filling materials. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.81, n.4, p.476-9, apr. 1996.

SJÖGREN, U. et al. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as short-term intracanal dressing. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.24, n.3, p.119-25, may. 1991.

SONG, J.S. et al.. Chemical analysis of powder and set forms of Portland cement, gray ProRoot MTA, with ProRoot MTA, and gray MTA-Angelus. **Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 102, p. 809-815. 2006.

SUKAWAT, C. SRISUWAN, T. A Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Three Calcium Hydroxide Formulations on Human Dentin Infected with *Enterococcus faecalis*. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28; n. 2, p.102-4, feb. 2002.

STUART, K.G. et al. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. **Oral Surg.**, Saint Louis, v.72, n.1, p.101-4, july 1991.

TANOMARU-FILHO, M. Et al..Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. **J. Endod.**, Baltimore, v.33, n.3, p.249-251, mar. 2007.

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; PITTFORD, T. R. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.12, p.591-5, dec.1993.

TORABINEJAD, M. et al Antibacterial effects of some root end filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.8, p.403-6, aug. 1995 (a).

TORABINEJAD, M. et al Comparative investigation of marginal adaptation of Mineral Trioxide Agregate and other commonly used root-end filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.6, p.295-299, june 1995 (b).

TORABINEJAD, M. et al Physical and chemical properties of a new root end filling material. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.7, p.349-53, july. 1995 (c).

TORABINEJAD, M. et al Histologic assessment of Mineral Trioxide Agregate as a root-end filling in monkeys. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.4, p.225-8, apr.1997.

TORABINEJAD, M. et al Investigation of Mineral Trioxide Agregate for root-end filling in dogs. **J. Endod.**, Baltimore, v.21, n.12, p.603-8, dec.1995 (d).

WUCHERPFENNIG, A.L.; GREEN. D. B. Minerlal Trioxide vs. Portland Cement: two compatible filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v.25, n.4, p.308, apr. 1999. (Abstract PR40)