

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

VANESSA BONATTO MALKA

RADIOPACIDADE DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS: COMPARAÇÃO ENTRE  
DOIS MÉTODOS *IN VITRO*

Porto Alegre  
2012

VANESSA BONATTO MALKA

RADIOPACIDADE DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS: COMPARAÇÃO ENTRE  
DOIS MÉTODOS *IN VITRO*

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação de Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Maria Poli Kopper Móra

Porto Alegre  
2012

### **CIP – Catalogação na Publicação**

Malka, Vanessa Bonatto

Radiopacidade de cimentos endodônticos : comparação entre dois métodos *in vitro* / Vanessa Bonatto Malka. – 2012.

27 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Curso de Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

Orientador: Patrícia Maria Poli Kopper Móra

1. Radiopacidade. 2. Cimentos endodônticos. 3. Radiologia

I. Mora, Patrícia Maria Poli Kopper II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

À querida professora e orientadora Patrícia Maria Poli Kopper Móra, por ter possibilitado que esse trabalho se tornasse realidade, mostrando ter enorme dedicação e competência na sua profissão. Muito obrigada pela paciência, compreensão, ajuda e disposição sempre. Esse trabalho não seria nada sem ti.

À professora Vânia Fontanella, por ter disponibilizado o local para começarmos a nossa pesquisa, por ter cedido parte do material necessário e por estar sempre pronta para nos auxiliar.

À acadêmica Gabriela Hochscheidt, pelo auxílio na realização dessa pesquisa.

Aos professores do Departamento da Endodontia da UFRGS, em especial ao professor Francisco Montagner, por ter me dado todo auxílio necessário quando precisei, com muita paciência e carinho; à professora Fabiana Soares Grecca, que conjuntamente atuou neste trabalho; e ao professor Augusto Bodanezi, com a sua contribuição e ajuda constante.

Meus agradecimentos também aos demais professores do Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia, que, de uma forma ou de outra, contribuíram com a realização desse trabalho.

Por último, mas não menos importante, agradeço à minha família, às minhas colegas e aos meus amigos, pelo apoio e compreensão.

## RESUMO

MALKA, Vanessa Bonatto. **Radiopacidade de cimentos endodônticos: comparação entre dois métodos *in vitro***. 2012. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

**Objetivo** O presente estudo teve como objetivo avaliar a radiopacidade de três cimentos endodônticos por meio de dois métodos *in vitro*. **Metodologia** Doze amostras de cada material (AH Plus, MTA Fillapex, Endo CPM Sealer) foram preparadas para cada método. Para a avaliação em discos padronizados (método A), os cimentos endodônticos foram colocados em orifícios circulares em uma placa de acrílico apoiada em uma placa de vidro. Após a presa, imagens radiográficas das amostras, juntamente com um penetrômetro de alumínio, foram obtidas utilizando um sistema digital. Para a avaliação da radiopacidade dos materiais em um simulador de tecidos (método B) tubos de polietileno foram preenchidos com os materiais. Após a presa, foram inseridos no interior do canal radicular de um dente canino posicionado no simulador e radiografados utilizando-se o sistema digital. As imagens foram analisadas utilizando-se o software Adobe® Photoshop®. A média e desvio padrão dos valores da escala de cinza foram comparados. A radiopacidade dos materiais no método (A) foi comparada em relação a radiopacidade de 1mm de alumínio e, no método (B), em relação a radiopacidade da dentina. Para comparar a radiopacidade entre os cimentos endodônticos, considerando cada método independentemente, os dados foram submetidos à análise estatística utilizando análise de variância de uma via e teste de Tukey *post-hoc*. A significância foi de  $\alpha=0,05$ . **Resultados** A radiopacidade dos cimentos estudados foi significativamente maior no método (A). Quando comparados entre si, em ambos os métodos, a radiopacidade dos cimentos apresentou diferenças estatisticamente significativas, sendo o AH Plus mais radiopaco que o MTA Fillapex e este mais radiopaco que o Endo CPM Sealer. **Conclusão** Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que, independentemente da metodologia empregada, os cimentos endodônticos estudados apresentaram a seguinte ordem decrescente de radiopacidade: AH Plus, MTA Fillapex e Endo CPM Sealer.

**Palavras-chave:** Radiopacidade. Cimentos endodônticos. Radiologia.

## ABSTRACT

MALKA, Vanessa Bonatto. **Radiopacity of root canal sealers: comparison of two *in vitro* methods.** 2012. 30f. Final Paper (Graduation in Dentistry) - Dental School, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

**Aim** To evaluate the radiopacity of three endodontic sealers using two *in vitro* methods. **Methods** Twelve samples of each material (AH Plus, MTA Fillapex, Endo CPM Sealer) were prepared for each method. For standard disc evaluation (method A), endodontic sealers were placed into circular rings in an acrylic plate on a glass plate. After set, radiographic images of the samples, along with an aluminium step-wedge, were obtained using a digital system. For radiopacity evaluating of the materials in a tissue simulator block (method B), polietilene tubes were filled with the sealers. After set, the tubes were inserted into the root canal of a canine tooth positioned in the tissue simulator block and radiographic images were obtained using the digital system. Images were analyzed using Adobe® Photoshop® software. The mean and standard deviation values of the grayscale values were compared. The radiopacity of the sealers on the (A) method was related to the radiopacity of 1mm of aluminum, and on the (B) method related to the dentin. To compare the radiopacity between the sealers, considering each method independently, one-way analysis of variance and Tukey's *post-hoc* test were used. Significance was set at  $\alpha < 0.05$ . **Results** Radiopacity values of the sealers were higher on method (A). The radiopacity of the sealers showed significant differences when compared, on both methods, being AH Plus more radiopaque than MTA Fillapex, and the latter more radiopaque than Endo CPM Sealer. **Conclusion** Considering the methodology used and the results obtained in this study it can be concluded that, regardless the methodology employed, the sealers studied exhibited the following descending order of radiopacity: AH Plus, Fillapex MTA and Endo CPM Sealer.

**Keywords:** Radiopacity. Sealers. Radiology.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É importante que os materiais dentários intra-orais apresentem um adequado grau de radiopacidade, a fim de permitir uma distinção entre o material e as estruturas anatômicas adjacentes quando radiografados. Esta propriedade é indispensável para os cimentos endodônticos e cones obturadores, pela qual se avalia o preenchimento e a qualidade da obturação do conduto radicular. A presença, a extensão e a qualidade do preenchimento devem ser percebidas com facilidade pelo profissional através da análise radiográfica do canal radicular.

De acordo com Grossman (1958), um cimento endodôntico ideal deve cumprir onze requisitos, e, entre eles, apresentar radiopacidade adequada para permitir sua identificação nas imagens radiográficas. Ainda hoje nenhum dos materiais disponíveis preenche todos estes requisitos. Devido a isso, constantemente novos materiais são introduzidos no mercado.

A série AH representa um grupo de cimentos resinosos. Começou a ser desenvolvida há mais de 50 anos, tendo o cimento AH Plus como resultado do desenvolvimento desta série. Este é um material à base de resina epóxica e é apresentado na forma de duas pastas. É frequentemente usado como controle em pesquisas sobre o tema, pois já foi bem estudado e possui boas propriedades físico-químicas. Sua adequada radiopacidade foi demonstrada em vários estudos (CARVALHO-JÚNIOR et al., 2007; TANOMARU-FILHO et al., 2007; BODANEZI et al., 2010; AZNAR et al., 2010; MARIN-BAUZA et al., 2010; GARRIDO et al., 2010; DUARTE et al., 2010; CANDEIRO et al., 2012). A presença de óxido de zircônio, óxido de ferro e tungstato de cálcio em sua composição são responsáveis por estes resultados.

O MTA (Agregado Trióxido Mineral) vem sendo indicado para diversas aplicações na Endodontia, sendo elas: selamento de perfurações, capeamento pulpar, pulpotomia, apicificação e material retrobturador. É basicamente composto de Cimento de Portland cujo principais componentes são o silicato tricálcico, silicato dicálcico, tricálcico aluminato, tetracálcico aluminoferrate e sulfato de cálcio hidratado. MTA também apresenta óxido de bismuto, que é o componente responsável pela sua radiopacidade (GUERREIRO-TANOMARU et al., 2009).

O Endo CPM Sealer é um cimento endodôntico com composição química similar ao MTA, acrescido de carbonato de cálcio para reduzir o pH. Os agentes

radiopacizantes são trióxido de bismuto e sulfato de bário. Diferentemente do AH Plus, este cimento ainda foi pouco estudado com relação a sua radiopacidade.

O MTA Fillapex é um cimento endodôntico resinoso que apresenta Agregado de Trióxido Mineral (MTA) em sua composição. Contém também óxido de bismuto que é o componente responsável por sua radiopacidade. Assim como a do Endo CPM Sealer, sua radiopacidade ainda foi pouco investigada.

Em meio a tantos materiais obturadores, a escolha entre eles torna-se uma tarefa difícil e que requer conhecimento das suas características. Para a tomada de decisão, o clínico necessita conhecer as propriedades dos materiais e, para isso, são necessárias pesquisas que tem como propósito investigar tais propriedades. Para avaliar a radiopacidade especificamente, diferentes metodologias foram empregadas.

Tradicionalmente a radiopacidade dos materiais tem sido estudada por meio da densidade óptica em filmes radiográficos, utilizando-se o fotodensitômetro. Além disso, os estudos compararam a radiopacidade verificada para os materiais com a do alumínio (BEYER-OLSEN e ORSTAVIK, 1981; BODRUMLU et al., 2007).

Beyer-Olsen e Orstavik (1981) estabeleceram um método para avaliação padronizada da radiopacidade de cimentos endodônticos. Realizaram, com auxílio de um densitômetro óptico, a medição da quantidade de luz transmitida pelo espécime e por um penetrômetro de alumínio. A medida obtida para os materiais foi comparada com as obtidas no penetrômetro, buscando sua equivalência com uma determinada espessura de alumínio. Tal estudo serviu como modelo para que o *American National Standards Institute (ANSI)* e a *American Dental Association (ADA)* determinassem a radiopacidade mínima que os materiais endodônticos devem apresentar.

De acordo com a Especificação No. 57 da ANSI/ADA, os materiais de preenchimento endodôntico devem apresentar uma diferença de radiopacidade equivalente a pelo menos 2mm da escala de alumínio, quando comparados ao osso ou a dentina, de maneira que sejam identificados na radiografia (ANSI/ADA, 1984). Além disso, determina que a radiopacidade dos materiais obturadores deve ser maior ou igual a 3mm de alumínio (International Organization for Standardization - ISO - 6876, 2001).

Bodrumlu (2007) analisou a radiopacidade do cimento endodôntico Epiphany, em comparação com outros três cimentos (AH 26, Sealapex e Ketac-Endo). Os cimentos endodônticos foram preparados de acordo com as instruções do fabricante e inseridos em orifícios circulares com diâmetro de 5mm e espessura de 1mm, sendo utilizados doze espécimes de cada material. Além disso, a raiz de um dente foi seccionada, formando três corpos de prova de dentina com 1mm de espessura. Os corpos de prova de cimento e dentina foram colocados sobre filmes radiográficos, juntamente com o penetrômetro de alumínio, e radiografados. O penetrômetro de alumínio foi utilizado para controlar o contraste e para correlacionar com precisão a densidade da imagem dos espécimes. A densidade da imagem radiográfica de cada degrau do penetrômetro de alumínio, das amostras de cimento e de dentina foi lida com o auxílio de um densitômetro de transmissão. O estudo concluiu que as medidas de radiopacidade do cimento endodôntico Epiphany excederam o mínimo necessário para os materiais endodônticos obturadores de canais radiculares.

Devido a constante evolução de estudos sobre materiais endodônticos, a avaliação de sua radiopacidade por meio das radiografias tradicionais entrou em desuso. A digitalização das imagens mostrou ser um método mais preciso, eficaz e rápido. Nas imagens digitalizadas obtêm-se a densidade radiográfica diretamente. Sendo assim, alguns estudos foram realizados para avaliar tal propriedade de materiais endodônticos empregando o referido recurso (TAGGER, KATZ, 2003; GU et al., 2006; BAKSI et al., 2007; CARVALHO-JÚNIOR et al., 2007; TANOMARU-FILHO et al., 2007; GEGLER, FONTANELLA, 2008; BODANEZI et al., 2009; GUERREIRO-TANOMARU et al., 2009; AZNAR et al., 2010; MARIN-BAUZA et al., 2010; GARRIDO et al., 2010; DUARTE et al., 2010, CANDEIRO et al., 2012; BALDI et al., 2012).

Tagger e Katz (2003) propuseram um método para avaliar a radiopacidade de cimentos endodônticos pela digitalização dos filmes radiográficos processados quimicamente, utilizando software e hardware especializados para radiografias, eliminando a necessidade de um fotodensitômetro. A radiopacidade de 21 cimentos endodônticos foi investigada, sendo que os corpos de prova dos cimentos foram radiografados juntamente com um penetrômetro. As imagens radiográficas foram digitalizadas e o número de pixels dos materiais e dos degraus do penetrômetro foi

calculado empregando-se o software Ready Concept Computerized System. Os resultados apresentam a radiopacidade dos cimentos em milímetros de alumínio, sendo que a do AH Plus correspondeu a 9,0mm de alumínio.

Gu et al. (2006) procuraram refinar as técnicas existentes de mensuração da radiopacidade para torná-las mais rápidas, simples e mais consistentes. Os materiais utilizados nesse estudo foram o cimento universal Embrace WetBond, o cimento universal RelyX UniCem Aplicap shade A2 Universal e o cimento endodôntico RoekoSeal Auto. Dez amostras de cada material foram analisadas. Os materiais foram preparados de acordo com as instruções do fabricante e inseridos em orifícios de 1mm de espessura e 4mm de diâmetro. Os corpos de prova, juntamente com um penetrômetro, foram radiografados sobre um sensor de um aparelho digital e as imagens digitalizadas foram geradas pelo software Trophy. . A radiopacidade dos materiais em comparação com a do alumínio foi avaliada a partir de uma escala de cinza, obtendo-se o número de pixels. Os autores concluíram que todos os materiais investigados excederam o mínimo de radiopacidade estipulado pela ISO e ANSI/ADA.

Baksi et al. (2007) investigaram o efeito de três cimentos endodônticos (Pulp Canal Sealer, Diaket e RoekoSeal) na radiopacidade de obturações em canais simulados, através de radiografias digitais. Trinta canais foram preparados em blocos acrílicos transparentes, obturados com guta-percha e um dos cimentos. Os canais simulados obturados, juntamente com o penetrômetro de alumínio, foram radiografados sobre um sensor do sistema digital Digora e a radiopacidade avaliada a partir da obtenção do número de pixels. As imagens foram transformadas em arquivos TIFF, e foram analisadas no software Image Tool 3.0. Os autores concluíram que a espessura da guta-percha influencia na radiopacidade da obturação, devendo esta ser considerada para o cálculo da radiopacidade mínima dos cimentos endodônticos determinada pela ANSI/ADA.

Carvalho-Junior et al. (2007) avaliaram a radiopacidade de cimentos endodônticos (AH Plus, Epiphany, Endofill e EndoREZ) e de cones de guta-percha e de Resilon, utilizando radiografias digitais e mensurações dos valores de cinza (pixels). Para tanto, foram confeccionados cinco corpos de prova de cada um dos materiais com 1mm de espessura e 5mm de diâmetro. Após a confecção os corpos de prova foram armazenados em uma estufa a 37°C e 95% de umidade até a

completa polimerização. As amostras, juntamente com um penetrômetro de alumínio, foram radiografadas sobre o sensor do sistema digital Digora. A radiopacidade das amostras e do alumínio foi avaliada a partir do cálculo do número de pixels em uma escala de cinza no software Digora. Os resultados obtidos mostraram a seguinte ordem decrescente de radiopacidade para os materiais testados: Resilon, AH Plus, guta-percha, Epiphany, Endofill e EndoREZ.

Tanomaru-Filho et al. (2007) avaliaram a radiopacidade de cinco cimentos endodônticos (AH Plus, Intrafill, RoekoSeal, Epiphany e EndoRez), em comparação com um penetrômetro de alumínio. Cinco espécimes, medindo 10mm de diâmetro e 1mm de espessura, foram confeccionados para cada material testado e levados a uma estufa a 37°C até a completa polimerização dos materiais. Juntamente com o penetrômetro de alumínio, os espécimes foram radiografados. As radiografias, depois de processadas, foram digitalizadas e analisadas com auxílio do software VIXWIN 2000, obtendo-se a densidade dos materiais e do alumínio. Os resultados da radiopacidade dos materiais foram apresentados em milímetros de alumínio. Todos os cimentos avaliados apresentaram-se de acordo com as normas da ANSI/ADA, sendo que o AH Plus apresentou radiopacidade correspondente a 8,8mm de alumínio.

Bodanezi et al. (2010) verificaram que o AH Plus, quando comparado aos cimentos Epiphany, Sealapex, Acroseal, Sealer 26, Endomethasone, Endofill e um cimento experimental MBP, apresentou a maior radiopacidade. Entretanto, todos apresentaram radiopacidade acima do nível mínimo recomendado pela especificação nº 57 da ANSI/ADA. Para o estudo foram confeccionados corpos de prova dos cimentos testados com 8mm de diâmetro e 2mm de espessura. Após, estes foram levados à estufa a 32°C por 72 horas, até completar a polimerização dos materiais. Os espécimes foram radiografados juntamente com um penetrômetro de alumínio e, após o processamento, as radiografias obtidas foram digitalizadas. As imagens obtidas em arquivos TIFF foram analisadas no software Image J, onde os valores de cinza (em pixels) dos espécimes e do penetrômetro foram medidos com auxílio da ferramenta histograma.

Buscando comparar a radiopacidade de cimentos endodônticos (Acroseal, Sealer 26, Sealapex, Epiphany, Endo CPM Sealer e Intrafill), Guerreiro-Tanomaru et al. (2009) utilizaram radiografias digitais. Cinco espécimes medindo 10mm de

diâmetro e 1mm de espessura foram confeccionados de cada material e levados à estufa a 37°C até a completa polimerização dos materiais. Após, os espécimes foram radiografados juntamente com um penetrômetro de alumínio, e as radiografias foram digitalizadas importadas para o software VIXWIN 2000. Epiphany e Intrafill obtiveram os valores mais altos de radiopacidade, seguidos do Sealer 26, Sealapex e Endo CPM Sealer, respectivamente. Acroseal foi o material menos radiopaco. De acordo com o estudo, o cimento endodôntico Endo CPM Sealer atingiu uma radiopacidade satisfatória.

No estudo de Aznar et al. (2010) o AH Plus teve a sua radiopacidade comparada com a de seis cimentos endodônticos (Sealapex, Apexit, Sealer 26, EndoRez, Intrafill e Endomethasone) e apresentou a maior média de radiopacidade. Para essa pesquisa, foram confeccionados cinco espécimes, de 5mm de diâmetro e 1,5mm de espessura, para cada material. Estes foram mantidos em estufa a 37°, com 100% de umidade, até a sua presa total. Como controle, um espécime de guta-percha e cinco fragmentos de dentina com espessura e diâmetro semelhantes a dos materiais teste foram confeccionados. Os corpos de prova foram radiografados e, a seguir, as radiografias foram digitalizadas com auxílio de um scanner, sendo as imagens obtidas salvas no formato de arquivo.TIF. A radiopacidade foi avaliada pela análise dos níveis de cinza (pixels) das imagens obtidas, utilizando-se o software Image Tool for Windows 3.0. A média de radiopacidade dos cimentos endodônticos, em ordem decrescente, foi: AH Plus, EndoRez, Intrafill, Sealer 26, Endomethasone, Apexit e Sealapex. Os autores relatam que o AH Plus foi o único cimento que demonstrou ser mais radiopaco que a guta-percha, e todos os cimentos estudados apresentaram radiopacidade superior a da dentina, o que é considerado ideal pelas normas da ANSI/ADA.

Marin-Bauza et al. (2010) avaliaram, entre outras propriedades, a radiopacidade de dois cimentos endodônticos resinosos (Epiphany SE Self-Etch Sealer e Hybrid Root SEAL) e do AH Plus. Para tanto, cinco corpos de prova, de 1mm de espessura e 5mm de diâmetro, foram preparados para cada material. Antes da análise os espécimes foram levados à estufa a 37°C objetivando a presa dos materiais. Os corpos de prova foram colocados sobre um sensor do sistema Digora e radiografados juntamente com um penetrômetro de alumínio. As imagens foram analisadas pelo software Digora for Windows 5.1. Apesar dos valores de

radiopacidade dos materiais testados apresentarem diferenças entre si, todos estavam de acordo com a especificação da ANSI/ADA. O cimento AH Plus apresentou os valores de radiopacidade mais altos, estatisticamente diferentes dos demais.

Garrido et al. (2010) compararam diferentes propriedades de um novo cimento endodôntico (Biosealer) com as de outros três já conhecidos (Sealer 26, Endofill e AH Plus). Cinco corpos de prova de cada material, com 1mm de espessura e 10mm de diâmetro, foram preparados e deixados em uma estufa a 37°C até a presa dos materiais. Os espécimes, juntamente com um penetrômetro de alumínio, foram colocados sobre um sensor do sistema Digora e radiografados. As imagens digitais foram analisadas calculando-se o número de pixels apresentados pelos materiais e pelo alumínio no software Digora for Windows 5.1.. O cimento endodôntico AH Plus apresentou os maiores valores de radiopacidade, seguido pelo Endofill, Sealer 26 e Biosealer.

Duarte et al. (2010) avaliaram, entre outras propriedades, a radiopacidade do AH Plus puro e contendo 5% e 10% de hidróxido de cálcio. Para tal também utilizaram o sistema digital Digora e o software Digora 1.51 for Windows. O objetivo do estudo foi determinar se a adição de 5% e 10% de hidróxido de cálcio ao AH Plus altera as propriedades físicas deste material. Os resultados mostraram que o AH Plus com ou sem adição de hidróxido de cálcio apresentou valores de radiopacidade mais elevados que o da dentina e da guta-percha. Não foi constatada diferença estatisticamente significativa entre o cimento endodôntico AH Plus puro e os cimentos endodônticos modificados.

Candeiro et al. (2012) avaliaram diversas propriedades do cimento endodôntico biocerâmico Endosequence BC Sealer, entre elas a radiopacidade, e a comparou com a do cimento AH Plus. Para isso, foram confeccionados cinco corpos de prova de cada material, com 10mm de diâmetro e 1mm de espessura, e de dentina com 1mm de espessura. Os cimentos e os espécimes de dentina foram radiografados juntamente com um penetrômetro em um filme oclusal. Após o processamento, as imagens foram digitalizadas e analisadas com auxílio do software Digora 1.51 for Windows. O valor da radiopacidade foi determinado de acordo com a densidade óptica, que foi convertida em milímetros de alumínio. A radiopacidade do cimento endodôntico AH Plus se mostrou superior, sendo ela de

6.936 mm de alumínio, enquanto a do Endosequence BC Sealer foi de 3.83 mm de alumínio.

Baldi et al. (2012) objetivaram analisar várias propriedades físico-químicas do cimento endodôntico AH Plus, incluindo a radiopacidade. O cimento AH Plus foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, e três grupos foram estabelecidos de acordo com a região do tubo do qual a pasta foi coletada. Treze amostras de 10mm de diâmetro e 1mm de espessura foram confeccionadas para cada grupo. As amostras foram levadas a estufa a 37°C e 95% de umidade, até a completa polimerização dos materiais. Após, foram radiografadas em filmes oclusais juntamente com um penetrômetro de alumínio. Depois de processadas, as radiografias foram digitalizadas e analisadas no software Digora 1.51 for Windows. Os valores de radiopacidade foram determinados de acordo com a densidade radiográfica, que foi convertida em mm de alumínio. Todos os espécimes apresentaram valores de radiopacidade acima dos 3mm de alumínio. A análise estatística mostrou haver diferenças significativas entre os três grupos, sendo que a maior radiopacidade foi observada nas amostras do final do tubo e a menor nas amostras do início do tubo.

Buscando aproximar a análise dos materiais à realidade clínica, levando em consideração a sobreposição de tecidos e estruturas anatômicas, Gegler e Fontanella (2008) desenvolveram um simulador de tecidos bucais. Este foi confeccionado a partir de uma maxila, que teve sua parte anterior removida por uma osteotomia horizontal (ao nível da cavidade nasal) e duas osteotomias verticais ao nível dos caninos. Tal segmento foi dividido em duas partes iguais, vestibular e lingual, que foram posicionadas em uma base de resina acrílica auto-polimerizável. Entre os segmentos foi deixado um espaço que foi preenchido com cera, para permitir a inserção de uma raiz dentária. Os tecidos moles foram simulados acrescentando uma camada de 1cm de resina acrílica auto-polimerizável, externa à superfície dos dentes. Este método foi utilizado com sucesso para o diagnóstico de reabsorção apical externa, mas até o presente momento não foi usado para avaliar a radiopacidade de materiais endodônticos.

Pela análise da literatura constata-se que o Endo CPM Sealer e o MTA Fillapex são materiais ainda pouco estudados com relação as suas propriedades, incluindo a radiopacidade. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo

avaliar a radiopacidade dos cimentos endodônticos AH Plus, Endo CPM Sealer e MTA Fillapex, em comparação com a de um penetrômetro de alumínio, por meio de dois métodos (materiais em discos padronizados; simulador de tecidos com materiais em tubos de polietileno padronizados).

## 2 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Análise da radiopacidade de cimentos endodônticos: comparação entre dois métodos *in vitro*.

Radiopacity evaluation of endodontic sealers: comparison between two methods *in vitro*.

Autores:

Vanessa Bonatto Malka<sup>1</sup>

Patrícia Maria Poli Kopper<sup>2</sup>

Vânia Fontanella<sup>2</sup>

Gabriela Hochscheidt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, RS

**Este trabalho de conclusão de curso está escrito em forma de artigo e seguiu as normas da revista International Endodontic Journal.**

## Resumo

MALKA, Vanessa Bonatto. **Radiopacidade de cimentos endodônticos: comparação entre dois métodos *in vitro***. 2012. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

**Objetivo** O presente estudo teve como objetivo avaliar a radiopacidade de três cimentos endodônticos por meio de dois métodos *in vitro*.

**Metodologia** Doze amostras de cada material (AH Plus, MTA Fillapex, Endo CPM Sealer) foram preparadas para cada método. Para a avaliação em discos padronizados (método A), os cimentos endodônticos foram colocados em orifícios circulares em uma placa de acrílico apoiada em uma placa de vidro. Após apresa, imagens radiográficas das amostras, juntamente com um penetrômetro de alumínio, foram obtidas utilizando um sistema digital. Para a avaliação da radiopacidade dos materiais em um simulador de tecidos (método B) tubos de polietileno foram preenchidos com os materiais. Após a polimerização, foram inseridos no interior do canal radicular de um dente canino posicionado no simulador e radiografados utilizando-se o sistema digital. As imagens foram analisadas utilizando-se o software Adobe® Photoshop®. A média e desvio padrão dos valores da escala de cinza foram comparados. A radiopacidade dos materiais no método (A) foi apresentada em relação a radiopacidade de 1mm de alumínio e, no método (B), em relação a radiopacidade da dentina. Para comparar a radiopacidade entre os cimentos endodônticos, considerando cada método independentemente, os dados foram submetidos à análise estatística utilizando análise de variância de uma via e teste de Tukey post-hoc. A significância foi de  $\alpha < 0.05$ . **Resultados** A radiopacidade dos cimentos estudados foi maior no método (A) do que no método (B). Quando comparados entre si, em ambos os métodos, a radiopacidade dos cimentos apresentou diferenças estatisticamente significativas, sendo o AH Plus mais radiopaco que o MTA Fillapex e este mais radiopaco que o Endo CPM Sealer. **Conclusão** Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que, independentemente da metodologia empregada, os cimentos endodônticos estudados apresentaram a seguinte ordem decrescente de radiopacidade: AH Plus, MTA Fillapex e Endo CPM Sealer.

**Palavras-chave:** radiopacidade, cimentos endodônticos, radiologia.

## Abstract

MALKA, Vanessa Bonatto. **Radiopacity of root canal sealers: comparison of two *in vitro* methods.** 2012. 30f. Final Paper (Graduation in Dentistry) - Dental School, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

**Aim** To evaluate the radiopacity of three endodontic sealers using two *in vitro* methods.

**Methods** Twelve samples of each material (AH Plus, MTA Fillapex, Endo CPM Sealer) were prepared for each method. For standard disc evaluation (A method), endodontic sealers were placed into circular wells in an acrylic plate on a glass plate. After set, radiographic images of the samples, along with an aluminium step-wedge, were obtained using a digital system. For evaluating radiopacity of the materials in a tissue simulator block (B method), polyethylene tubes were filled with the sealers. After set, the tubes were inserted into the root canal of a canine tooth positioned in the tissue simulator block and radiographic images were obtained using the digital system. Images were analyzed using Adobe® Photoshop® software. The mean and standard deviation of the grayscale values were compared. The radiopacity of the sealers on the (A) method was related to the radiopacity of 1mm of aluminum, and on the (B) method related to the dentin. To compare the radiopacity between the sealers, considering each method independently, one-way analysis of variance and Tukey post-hoc test were used. Significance was set at  $\alpha < 0.05$ . **Results** Radiopacity values of the sealers were higher on (A) method. The radiopacity of the sealers showed significant differences when compared, on both methods, being AH Plus more radiopaque than MTA Fillapex, and the latter more radiopaque than Endo CPM Sealer. **Conclusion** Considering the methodology used and the results obtained in this study it can be concluded that, regardless the methodology employed, the sealers studied exhibited the following descending order of radiopacity: AH Plus, Fillapex MTA and Endo CPM Sealer.

**Keywords:** radiopacity, sealers, radiology.

## INTRODUÇÃO

É importante que os materiais dentários intra-orais apresentem um adequado grau de radiopacidade, a fim de permitir uma distinção entre o material e as estruturas anatômicas adjacentes. Esta propriedade é indispensável para os cimentos endodônticos, pela qual se avalia o preenchimento e a qualidade da obturação do conduto radicular. De acordo com Grossman (1958), um cimento endodôntico ideal deve cumprir onze requisitos, e, entre eles, apresentar radiopacidade adequada, permitindo sua identificação no interior dos canais radiculares quando radiografados.

De acordo com a Especificação No. 57 da ANSI/ADA, a radiopacidade dos materiais de preenchimento endodôntico deve ser comparada a do alumínio (ANSI/ADA, 1984). Para tanto, tradicionalmente essa propriedade tem sido estudada por meio da densidade óptica em filmes radiográficos, utilizando-se o fotodensitômetro (Beyer-Olsen e Orstavik, 1981; Bodrumlu et al. 2007).

No momento em que a digitalização das imagens tornou-se possível, a densidade radiográfica passou a ser obtida diretamente. Sendo assim, alguns estudos foram realizados para avaliar a radiopacidade dos materiais empregando o referido recurso (Tagger & Katz, 2003; Gu et al. 2006; Baksi et al. 2007; Carvalho-Júnior et al. 2007; Tanomaru-Filho et al. 2007; Gegler e Fontanella, 2008; Bodanezi et al. 2009; Guerreiro-Tanomaru et al. 2009; Aznar et al. 2010; Marin-Bauza et al. 2010; Garrido et al. 2010; Duarte et al. 2010, Candeiro et al. 2012; Baldi et al. 2012).

Buscando aproximar a análise da radiopacidade dos materiais à realidade clínica, levando em consideração a sobreposição de tecidos e estruturas anatômicas, Gegler e Fontanella (2008) desenvolveram um simulador de tecidos bucais. Este método foi utilizado com sucesso para o diagnóstico de reabsorção apical externa, mas até o presente momento não foi usado para avaliar a radiopacidade de materiais endodônticos.

Nos estudos que objetivaram avaliar a radiopacidade dos cimentos endodônticos o AH Plus é frequentemente usado como controle, pois sua adequada radiopacidade foi demonstrada em várias investigações (Carvalho-Júnior et al. 2007; Tanomaru-Filho et al. 2007; Bodanezi et al. 2010; Aznar et al. 2010; Marin-Bauza et al. 2010; Garrido et al. 2010; Duarte et al. 2010; Candeiro et al. 2012). Pela análise da literatura constata-se que o Endo CPM Sealer e o MTA Fillapex, são materiais

ainda pouco estudados com relação as suas propriedades, incluindo a radiopacidade.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a radiopacidade dos cimentos endodônticos AH Plus, Endo CPM Sealer e MTA Fillapex por meio de dois métodos: (A) materiais em discos padronizados em comparação com o alumínio; (B) materiais em tubos de polietileno padronizados no interior do simulador de tecidos em comparação com a dentina.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi aprovado na COMPEAQ (Comissão de Pesquisa), e foi realizado no Laboratório de Endodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Para avaliar a radiopacidade dos cimentos endodônticos AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha), Endo CPM Sealer (EGEO. S.R.L., Buenos Aires, Argentina) e MTA Fillapex (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, Brasil), os seguintes métodos foram utilizados:

### **(A) Materiais em discos padronizados**

Inicialmente foram confeccionados 36 orifícios circulares de 1,5mm espessura e 4mm de diâmetro em três placas de acrílico, sendo 12 em cada uma. Cada placa recebeu um dos cimentos em estudo. Para tal, estes foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante, por um único operador, e inseridos nos orifícios das placas de acrílico previamente apoiadas em placas de vidro. Sendo assim, dez amostras de cada material foram preparadas.

A seguir, os conjuntos, contendo os cimentos, foram levados à estufa (BIOMATIC, Santo André, Brasil), juntamente com um frasco contendo água, a 37°C por 7 dias, até a completa polimerização dos materiais.

Após, a placa de acrílico, contendo os materiais nos orifícios, foi colocada sobre o sensor do sistema de captura de imagens digitais Cygnus Media, juntamente com um penetrômetro de alumínio. A seguir, o cilindro do aparelho de raios-x (Timex 70C, Gnatus, Ribeirão Preto, Brazil) foi posicionado perpendicularmente ao sensor,

obtendo-se uma distância foco-filme de 30cm. O aparelho de raios-x foi acionado a 70 kVp e 7 mA, com tempo de exposição de 0.4 segundos. As imagens foram geradas e processadas no Software Cygnus Media. Foram realizadas 5 radiografias de cada placa de acrílico, sendo que em cada uma foram obtidas imagens de duas amostras.

### **(B) Materiais em tubos de polietileno padronizados**

Os cimentos endodônticos foram preparados como descrito anteriormente e inseridos em uma seringa de insulina. Com auxílio desta foram levados ao interior de tubos de polietileno (Abott Lab do Brasil, São Paulo, SP, Brasil), de 10mm de extensão e 1,5mm em diâmetro. Para tanto, a agulha da seringa foi posicionada em uma das extremidades do tubo e seu êmbolo foi pressionado lentamente ao mesmo tempo em que a agulha era recuada em direção a outra extremidade. No momento em que a agulha saía do tubo, a pressão exercida no embolo era interrompida. Doze amostras de cada material foram preparadas.

A seguir, os tubos contendo os cimentos foram levados à estufa, juntamente com um frasco contendo água, a 37°C por 7 dias, até a completa polimerização dos materiais.

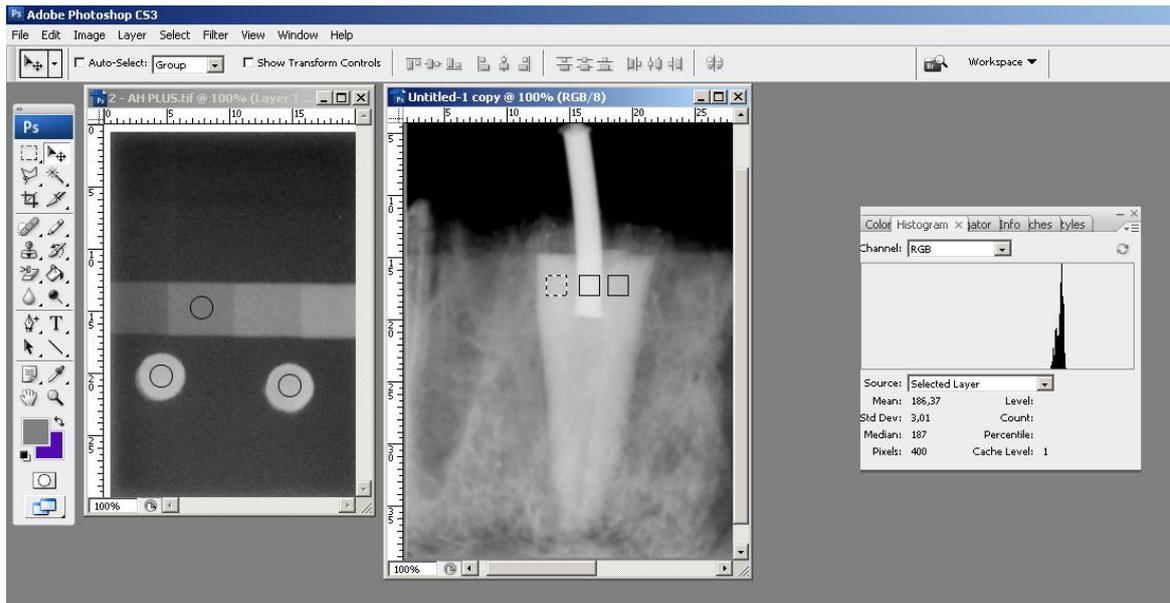
As amostras foram individualmente colocadas dentro do canal de um dente canino humano que foi posicionado no interior do simulador de tecidos, previamente confeccionado como descrito por Gegler e Fontanella (2008).

Cada kit (tubo, canino e simulador) foi colocado sobre o sensor do sistema de captura de imagens digitais Cygnus Media. Após foram radiografados como já descrito. Assim, foram obtidas dez imagens de cada material, sendo uma de cada amostra.

### **Processo e análise das imagens**

As imagens digitalizadas foram, então, analisadas pelo avaliador cego e calibrado, que utilizou o software Adobe Photoshop® (v. 10.0, Adobe Systems, San José, EUA). Primeiro, a área de interesse em cada amostra foi selecionada. Nas imagens obtidas pelo método (A) um círculo de tamanho padrão (400 pixels) foi desenhado no centro do disco e outro no segundo degrau do penetrômetro

equivalente a 1mm de alumínio (Figura 1). Nas imagens obtidas pelo método (B), na região do terço cervical da raiz, dois quadrados de tamanho padronizado (400 pixels), um sobre o tubo e outro sobre a dentina, foram desenhados (Figura 1). A média e desvio padrão dos valores da escala de cinza – 0 (preto) a 255 (branco) – das regiões selecionadas das imagens foram medidos e registrados utilizando-se a



ferramenta histograma.

Figura 1 – Amostra da análise das imagens digitalizadas pelo software Adobe Photoshop®.

Fonte: do autor

### **Análise Estatística**

A radiopacidade dos materiais no método (A) foi apresentada em relação a radiopacidade de 1mm de alumínio e, no método (B), em relação a radiopacidade da dentina. Para comparar a radiopacidade entre os cimentos endodônticos, considerando cada método independentemente, os dados foram submetidos à análise estatística utilizando análise de variância (ANOVA) de uma via e teste de Tukey *post-hoc*. A significância foi de  $\alpha < 0.05$  e o software utilizado para a análise estatística foi o SPSS versão 10.0.

### **RESULTADOS**

Os resultados estão apresentados na tabela 1. Durante a análise dos resultados constatou-se falhas no preenchimento de dois tubos de polietileno de cada grupo em estudo. Sendo assim, a amostra para o método (B) foi de dez espécimes por grupo.

Independentemente do método empregado, os cimentos endodônticos testados apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. O AH Plus foi o cimento mais radiopaco. O MTA Fillapex mostrou radiopacidade intermediária e o Endo CPM Sealer foi o menos radiopaco.

No método (A) o cimento AH Plus e o MTA Fillapex mostraram ser, em média, 47,7% e 34,6% mais radiopaco que o alumínio, respectivamente. O Endo CPM Sealer mostrou ser, em média, 13,2% menos radiopaco que o alumínio.

No método (B) todos os cimentos apresentaram radiopacidade superior a da dentina. Em média o AH Plus, o MTA Fillapex e o Endo CPM Sealer foram 13,8%, 11,5% e 5,6% mais radiopacos, respectivamente.

Tabela 1 - Comparação da radiopacidade dos materiais testados em ambos os métodos: pastilha em relação a 1mm de alumínio e simulador de tecidos em relação a dentina.

<i>Grupo</i>	<i>N</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>P</i>
<b>% 1 mm Alumínio</b>						
AHP	12	142,1	153,3	147,7 <sup>A</sup>	3,9	0,000 <sup>1**</sup>
FILLAPEX	12	119,0	147,2	134,6 <sup>B</sup>	9,3	
ECPM	12	77,9	96,5	86,8 <sup>C</sup>	5,2	
<b>% Dentina</b>						
AHP	10	111,6	115,6	113,8 <sup>A</sup>	1,2	0,000 <sup>1**</sup>
FILLAPEX	10	109,7	113,6	111,5 <sup>B</sup>	1,3	
ECPM	10	103,7	106,8	105,6 <sup>C</sup>	0,9	

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

<sup>1</sup> Análise de Variância

\*\* significativo  $p \leq 0,01$

DP= Desvio-padrão

## DISCUSSÃO

A radiopacidade dos cimentos endodônticos constitui-se em uma importante propriedade uma vez que, ainda hoje, o recurso que o cirurgião-dentista apresenta para verificar a qualidade da obturação dos canais radiculares é a análise da imagem radiográfica. Sendo assim, tal propriedade de novos cimentos deve ser investigada e comparada a materiais que comprovadamente apresentam adequada radiopacidade.

O presente estudo buscou avaliar tal propriedade dos cimentos AH Plus, o MTA Fillapex e o Endo CPM Sealer, sendo que o AH Plus foi empregado como parâmetro de comparação uma vez que já foi bastante investigado. Para tanto, a radiopacidade dos referidos materiais foi comparada a do alumínio, seguindo as recomendações da Especificação No. 57 da ANSI/ADA (1984). Além disso, buscando simular as condições clínicas, tal propriedade também foi estudada utilizando-se um simulador de tecidos desenvolvido por Gegler e Fontanella (2008).

O método recomendado pela ANSI/ADA (1984) permite o controle de uma série de variáveis, diferentemente do método que utilizou o simulador de tecidos. Entretanto, cabe salientar que o simulador, pelo fato de permitir a sobreposição de tecidos, torna a informação sobre a radiopacidade dos cimentos endodônticos mais próxima da que se obtém durante a realização dos tratamentos endodônticos, exceto pela ausência da guta-percha

Os resultados da presente investigação mostraram que o AH Plus foi o material mais radiopaco em ambos os métodos, sendo sua radiopacidade considerada adequada como também foi constatado em investigações prévias (Carvalho-Júnior et al. 2007; Tanomaru-Filho et al. 2007; Bodanezi et al. 2010; Aznar et al. 2010; Marin-Bauza et al. 2010; Garrido et al. 2010; Duarte et al. 2010; Candeiro et al. 2012).

O MTA Fillapex apresentou valores de radiopacidade intermediários quando comparado ao AH Plus e Endo CPM Sealer, sendo mais radiopaco que o alumínio e que a dentina. Tal fato parece indicar que este material cumpre os requisitos necessários com relação a esta propriedade. Esta constatação deve ser confirmada em investigações futuras.

O Endo CPM Sealer apresentou resultados controversos, mostrando-se menos radiopaco que 1mm de alumínio, o que discorda dos achados de Guerreiro-Tanomaru et al. (2009), que constataram radiopacidade equivalente a 6mm de alumínio para este material. Além disso, este cimento apresentou radiopacidade superior a da dentina, possibilitando sua identificação na imagem radiográfica quando empregado clinicamente.

## CONCLUSÃO

Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que, independentemente da metodologia empregada, os cimentos endodônticos estudados apresentaram a seguinte ordem decrescente de radiopacidade: AH Plus, MTA Fillapex e Endo CPM Sealer.

## REFERÊNCIAS

- American Dental Association (1984) Specification no. 57 for endodontic filling materials. *The Journal of the American Dental Association* **88**, 108.
- Aznar FDC, Bueno CES, Nishiyama CK, Martin AS (2010) Radiopacidade de sete cimentos endodônticos avaliada através de radiografia digital. *Revista Gaúcha de Odontologia* **58**, 181-184.
- Baksi BG, Eyüboğlu TF, Sen BH, Erdilek N (2007) The effect of three different sealers on the radiopacity of root fillings in simulated canals. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology & Endodontics* **103**, 138-41.
- Baldi JV, Bernardes RA, Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Moraes JCS, de Moraes IG (2012) Variability of physicochemical properties of an epoxy resin sealer taken from different parts of the same tube. *International Endodontic Journal* **45**, 915-920.
- Beyer-Olsen EM, Ørstavik D (1981) Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* **51**, 320-8.

Bodanezi A, Pereira AL, Munhoz EA, Bernardineli N, Moraes IG, Bramante CM (2010) Digital radiopacity measurement of different resin- and zinc oxide-based root canal sealers. *Revista Odonto Ciência* **25**, 74-77.

Bodrumlu E, Sumer AP, Gungor K (2007) Radiopacity of a new root canal sealer, epiphany. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology & Endodontics* **104**:e59-e61

Candeiro GTM, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini, G (2012) Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics* **38**, 842-845.

Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB *et al.* (2007) Radiopacity of root filling materials using digital radiography. *International Endodontic Journal* **40**, 514-20.

Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA *et al.* (2010) Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. *Journal of Endodontics* **36**, 1048-51.

Garrido AD, Lia RC, França SC, da Silva JF, Astolfi-Filho S, Sousa-Neto MD (2010) Laboratory evaluation of the physicochemical properties of a new root canal sealer based on *Copaifera multijuga* oil-resin. *International Endodontic Journal* **43**, 283-91.

Gegler A, Fontanella V (2008) *In vitro* evaluation of a method for obtaining periapical radiographs for diagnosis of external apical root resorption. *European Journal of Orthodontics* **30**, 315-319.

Guerreiro-Tanomaru JM, Duarte MAH, Gonçalves M, Tanomaru-Filho M (2009) Radiopacity evaluation of root canal sealers containing calcium hydroxide and MTA. *Brazilian Oral Research* **23**, 119-23.

Grossman LI (1958) An improved root canal cement. *Journal of American Dental Association* **56**, 381-5.

Gu S, Rasimick BJ, Deutsch AS, Musikant BL (2006) Radiopacity of dental materials using a digital X-ray system. *Dental Materials* **22**, 765-770.

Marin-Bauza GA, Rached-Júnior FJ, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Miranda CE, Silva-Sousa YT (2010) Physicochemical Properties of Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics* **36**, 1531-6.

Tagger M, Katz A (2003) Radiopacity of Endodontic Sealers: Development of a New Method for Direct Measurement. *Journal of Endodontics* **29**, 751-5.

Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Guerreiro-Tanomaru JMG, Gonçalves M (2007) Radiopacity Evaluation of New Root Canal Filling Materials by Digitalization of Images. *Journal of Endodontics* **33**, 249-51.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise da metodologia empregada e dos resultados do presente estudo algumas considerações podem ser levantadas.

Para que os resultados desta pesquisa pudessem ser comparados a outros estudos, os dados da radiopacidade deveriam ter sido descritos em milímetros de alumínio. Este fato possibilitaria a discussão da radiopacidade dos cimentos endodônticos com o exigido pela ISO – 6876 (2001). Esta situação não foi possível em função de que o penetrômetro foi radiografado apenas até o quarto degrau (2mm de alumínio).

Além disso, no método (B), se o penetrômetro tivesse sido incluído nas radiografias, haveria a possibilidade de apresentar-se os resultados da radiopacidade dos cimentos, no simulador, também em milímetros de alumínio. Este fato possibilitaria a comparação da radiopacidade dos materiais entre os dois métodos estudados.

Sendo assim, o presente estudo contribuiu para a sugestão de uma nova investigação em que o método (A), recomendado pela ANSI/ADA (1984), possa ser comparado ao método (B), que aproxima o estudo da radiopacidade da realidade clínica. Tal investigação futura poderá validar o método (B), contribuindo para o estudo da radiopacidade de novos materiais de uso endodôntico.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Specification no. 57 for endodontic filling materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 88, p. 108, Jan. 1984.
- AZNAR, FDC. et al. Radiopacidade de sete cimentos endodônticos avaliada através de radiografia digital. **Rev. Gauch. Odontol.**, Porto Alegre, v. 58, no. 2, p.181-184, Apr./Jun. 2010.
- BAKSI, B.G. et al. The effect of three different sealers on the radiopacity of root fillings in simulated canals. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 103, no. 1, p. 138-141, Jan. 2007.
- BALDI, J.V. et al. Variability of physicochemical properties of an epoxy resin sealer taken from different parts of the same tube. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 45, no. 10, p. 915-920, Oct. 2012.
- BEYER-OLSEN, E.M.; ØRSTAVIK, D. Radiopacity of root canal sealers. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 51, no. 3, p. 320-328, Mar. 1981.
- BODANEZI, A. et al. Digital radiopacity measurement of different resin- and zinc oxide-based root canal sealers. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 25, no. 1, p. 74-77, 2010.
- BODRUMLU, E.; SUMER, A.P.; GUNGOR, K. Radiopacity of a new root canal sealer, epiphany. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 104, no. 5, p. e59-e61, Nov. 2007.
- CANDEIRO, G.T.M. et al. Evaluation of Radiopacity, pH, Release of Calcium Ions, and Flow of a Bioceramic Root Canal Sealer. **J. Endod.**, Baltimore, v. 38, no. 6, p. 842-845, Jun. 2012.
- CARVALHO-JUNIOR, J.R. et al. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 40, no. 7, p. 514-520, Jul. 2007.
- COLLARES, F.M. et al. Nanostructured hydroxyapatite as filler for methacrylate-based root canal sealers. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 45, no. 1, p. 63-67, Jan. 2012.
- DUARTE, M.A.H. et al. Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. **J. Endod.**, Baltimore, v. 36, no. 6, p. 1048-1051, Jun. 2010.
- GARRIDO, A.D.B. et al. Laboratory evaluation of the physicochemical properties of a new root canal sealer based on *Copaifera multijuga* oil-resin. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 43, no. 4, p. 283-291, Apr. 2010.
- GEGLER, A.; FONTANELLA, V. *In vitro* evaluation of a method for obtaining periapical radiographs for diagnosis of external apical root resorption. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 3, no. 30, p. 315-319, Jun. 2008.
- GROSSMAN, L. I. An improved root canal cement. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 56, no. 3, p. 381-385, Mar. 1958.

GUERREIRO-TANOMARU, J.M. et al. Radiopacity evaluation of root canal sealers containing calcium hydroxide and MTA. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 23, no. 2, p. 119-123, Apr./Jun. 2009.

GU, S. et al. Radiopacity of dental materials using a digital X-ray system. **Dent. Mater.**, Washington, v. 22, no. 8, p. 765-770, Aug. 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO TC/106, ISO/CD 6876**: dental root canal sealing materials. Geneva, 2001.

MARIN-BAUZA, G.A. et al. Physicochemical Properties of Methacrylate Resin-based Root Canal Sealers. **J. Endod.**, Baltimore, v. 36, no. 9, p. 1531-1536, Sept. 2010.

TAGGER, M.; KATZ, A. Radiopacity of Endodontic Sealers: Development of a New Method for Direct Measurement. **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, no. 11, p. 751-755, Nov. 2003.

TANOMARU-FILHO, M. et al. Radiopacity Evaluation of New Root Canal Filling Materials by Digitalization of Images. **J. Endod.**, Baltimore, v. 33, no. 3, p. 249-251, Mar. 2007.