

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE-FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PPG - MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

**Ana Cristina da Rocha Duque Beghini**

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DE DIFERENTES SISTEMAS  
CERÂMICOS LIVRES DE METAL**

Juiz de Fora  
2011

**ANA CRISTINA DA ROCHA DUQUE BEGHINI**

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DE DIFERENTES SISTEMAS  
CERÂMICOS LIVRES DE METAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Clínica Odontológica

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Lopes Devito**

Juiz de Fora

2011

BEGHINI, A.C.R.D. Avaliação da radiopacidade de diferentes sistemas cerâmicos livres de metal, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2011. 63f. Apresentação de Dissertação (Curso de Pós-Graduação stricto sensu – Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora (MG).

Ana Cristina da Rocha Duque Beghini

**Avaliação da radiopacidade de diferentes sistemas cerâmicos livres  
de metal**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Clínica Odontológica

Aprovada em \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Lopes Devito (Orientadora)  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana Andrea Salvio  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa de Castro Domingos Vieira  
Universidade Federal Fluminense

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, Paulo e Tereza. Nesses anos passamos por muitas provas, mas juntos vocês me mostraram o que é a força, a família e o Amor.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela sua presença constante em minha vida.

A minha orientadora, Professora Karina, pelo seu exemplo de excelência profissional sem deixar de ser um grande ser humano. Vejo você como a flor de lótus, aquela que sempre continua e cresce, esteja fácil, ou difícil, seja dia ou noite, sempre cresce e brilha.

Ao meu marido Bernardo, por seu amor. Em todos os momentos você me inspira a ser uma pessoa melhor.

Ao meu irmão Paulo Henrique, por ser grande companheiro e me ajudar em muitos momentos difíceis.

A Universidade Federal de Juiz de Fora, e a todos que a coordenam por fazer dela uma grande instituição.

A coordenadora do Mestrado, Professora Graça, pela gentileza e força que me deu para continuar quando eu já achava que não poderia mais.

As Professoras: Luciana por sua amizade, carinho e por colaborar de forma tão construtiva no meu trabalho, com suas experiências e observações tão pertinentes.

A Professora. Andréa de Castro Domingos Vieira que com muita gentileza aceitou vir fazer parte da minha banca e colaborar com sua experiência para o sucesso deste trabalho.

A Professora Fabíola, por estar sempre aberta a me ajudar, independente do momento e com um sorriso.

A Professora Luzia, que com muita dedicação, participou de minha banca de qualificação, colaborando para o aprimoramento deste trabalho.

A Professora Flávia Maria de Moraes Ramos Perez, por aceitar com presteza fazer parte da minha banca avaliadora.

A todos os Professores do Mestrado em Clínica Odontológica, por estarem sempre nos incentivando a aprender e a crescer.

Aos Amigos, Aline Spagnol, Liza Porcaro, e Bernardo Cesar, pela verdadeira amizade nessa jornada.

A todos os companheiros de mestrado e funcionários que apoiaram para o sucesso deste curso.

Aos Cirurgiões-dentistas: Simone, Lílian, Luciano, Stefânia, Júlio César, Fabíola, Paulo Henrique, Carlos Henrique e Nayana, pela grande boa vontade de serem avaliadores do meu trabalho, pois se prontificaram a me ajudar com muito carinho .

A secretária do Curso, Wanessa, que com sua amizade e boa vontade está sempre disposta a ajudar.

Ao João Paulo Sudré, grande protético, dentista e amigo, pela imensa ajuda dada com tamanha boa vontade, de uma forma que nunca vi igual, sem sua colaboração esse trabalho não poderia ser concluído.

*“Se sabemos aonde vamos os  
caminhos aparecem”*

*Talal Husseini*

## RESUMO

No presente estudo avaliou-se a radiopacidade de restaurações cerâmicas livres de metal de forma objetiva, subjetiva e por meio de MEV/EDS. Foram utilizadas as cerâmicas: Noritake EX-3 (Noritake), VM13 (Vita), IPS Empress II (Ivoclar Vivadent), IPS E.max ZirPress (Ivoclar Vivadent) e PM9 (Vita). Para a avaliação objetiva foram confeccionados cinco corpos de prova nas espessuras de 1, 2, 3 e 4 mm, que foram radiografados juntamente com uma escala de densidade e uma secção dental, utilizando-se sistema digital direto. As imagens radiográficas foram submetidas à leitura de densidade óptica. Para a avaliação subjetiva foram confeccionados *phantoms*, simulando a parte posterior das arcadas dentárias, no qual dois dentes de cada *phantom* foram submetidos a preparos inlay, restaurados com as cerâmicas estudadas, e radiografados pela técnica interproximal. Essas radiografias foram avaliadas por três grupos de examinadores: cirurgiões-dentistas, radiologistas e protésistas. Para a análise dos elementos químicos que dão características de radiopacidade aos materiais, foi realizada avaliação pelo MEV/EDS. Os resultados da avaliação objetiva indicaram diferenças significativas entre as radiopacidades das cerâmicas estudadas. Para 1 e 2 mm de espessuras todas as cerâmicas apresentaram radiopacidade superior a da dentina e inferior a do esmalte. A cerâmica Noritake EX3 apresentou maior radiopacidade em todas as espessuras. Não se puderam constatar, nas avaliações simulando condições clínicas, as diferenças de radiopacidades observadas na avaliação objetiva. O grupo dos cirurgiões-dentistas apresentou a menor acurácia diagnóstica quando comparados aos grupos de especialistas, sendo que os radiologistas apresentaram a maior acurácia diagnóstica para cerâmica (0,57). Independente do grupo de avaliadores, não foi possível a distinção radiográfica entre cerâmicas livre de metal e compósitos. O resultado da avaliação dos materiais pelo MEV/EDS indicou como possíveis elementos radiopacificadores: bário para as cerâmicas Noritake EX-3 (2,19%), VM13 (1,04%), PM9 (0,70%) e IPS Empress II (0,70%); e zinco (4,50%) e cério (1,45%) para a cerâmica IPS E.max ZirPress.

**PALAVRAS-CHAVE:** Radiopacidade, Cerâmicas livres de metal, Sistema radiográfico digital, Radiopacificadores.

## **ABSTRACT**

The aim of this study to evaluate the radiopacity of metal-free ceramic restorations in an objective, subjective and by SEM and EDS. Ceramics were used: Noritake EX-3 (Noritake), VM13 (Vita), IPS Empress II (Ivoclar Vivadent), IPS e.max ZirPress (Ivoclar Vivadent) and PM9 (Vita). For the objective evaluation were prepared five specimens with thickness of 1, 2, 3 and 4 mm, which were radiographed with a aluminum step and a dental section, using direct digital system. The radiographic images were submitted to the reading of optical density. For subjective evaluation were fabricated phantoms, simulating the back of the dental arches, in which two teeth of each phantom received an inlay preparation, were restored with the studied ceramics, and were x-rayed by the interproximal technique. These radiographs were evaluated by three groups of examiners, dentists, radiologists, and prosthetists. To analyze the chemical elements that provide radiopacity characteristics of the materials, evaluation was performed by SEM and EDS. The results of objective evaluation indicated significant differences between the radiopacity of the studied ceramics. For 1 and 2 mm in thickness and the ceramics were all higher radiopacity dentin and enamel below. Ceramics Noritake EX3 showed higher radiopacity in all thicknesses. There was evident on the evaluations simulating clinical conditions, the differences observed in the radiopacity of objective evaluation. The group of dentists had a lower diagnostic accuracy when compared to groups of specialists, and radiologists had the highest diagnostic accuracy for ceramics (0.57). Independent group of evaluators was not possible to distinguish between X-ray and metal-free ceramic composites. The result of evaluation of materials by SEM and EDS indicated as possible elements radiopacifiers barium to ceramic Noritake EX-3 (2.19%), VM13 (1.04%), PM9 (0.70%) and IPS Empress II (0.70%) and zinc (4.50%) and cerium (1.45%) for the ceramic IPS E.max ZirPress.

**KEYWORDS:** Radiopacity, metal-free ceramic, digital radiographic system, radiopacifiers.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Quadro 1.</b> Cerâmicas livres de metal utilizadas neste estudo.....	28
<b>Figura 1.</b> Matriz bipartida de acrílico. A. Matriz fechada. B. Matriz aberta.....	30
<b>Figura 2.</b> A. Cortador de tecidos duros (Labcut 1010, Excet Corp., EUA). B. Secção longitudinal de molares inferiores. C. Paquímetro digital (Mitutoyo, Japão).....	31
<b>Figura 3.</b> Posicionador utilizado para manter a distância foco-filme constante (40 cm).....	31
<b>Figura 4.</b> Objetos radiografados. A. Corpos de prova das cerâmicas livres de metal. B. Secção longitudinal do molar inferior. C. Escala de densidade de alumínio.....	32
<b>Figura 5.</b> A. Corpos de prova, secção dental e escala de densidade de alumínio posicionados sobre o sensor digital. B. Imagem radiográfica obtida deste conjunto. ....	33
<b>Figura 6.</b> Utilização ferramenta histograma do programa Adobe Photoshop® 8.0 (EUA).....	33
<b>Figura 7.</b> A. Matriz de acrílico (6 × 1 × 2 cm). B. Matriz com o conjunto de dentes fixado com cera utilidade.....	34
<b>Figura 8.</b> Silicone industrial (Casa do Silicone, Brasil).....	35
<b>Figura 9.</b> Matriz de acrílico vazada com silicone para construção dos <i>phantoms</i> . ....	35
<b>Figura 10.</b> <i>Phantom</i> de dentes com preparo inlay para cerâmica.....	36
<b>Figura 11.</b> A. Imagem radiográfica interproximal de pré-molares. B. Imagem radiográfica interproximal de molares.....	38
<b>Figura 12.</b> A. Corpos de prova colados na placa de platina com fita condutora de carbono dupla face. B. Metalizador Emitech K450.....	40
<b>Figura 13.</b> A. Corpos de prova sendo inseridos no MEV. B. Estação de trabalho	

onde foram realizadas as análises.....	41
<b>Figura 14.</b> A. Imagem MEV cerâmica Noritake EX-3, aumento 20 $\mu\text{m}$ B. Imagem MEV cerâmica VM13, aumento 20 $\mu\text{m}$ .....	49
<b>Figura 15.</b> A. Imagem MEV cerâmica PM9, aumento 20 $\mu\text{m}$ B. Imagem MEV cerâmica IPS Empress II, aumento 20 $\mu\text{m}$ .....	49
<b>Figura 16.</b> Imagem MEV cerâmica IPS E.max ZirPress, aumento 20 $\mu\text{m}$ .....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 1 mm de espessura.....	42
<b>Tabela 2.</b> Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 2 mm de espessura.....	43
<b>Tabela 3.</b> Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 3 mm de espessura.....	43
<b>Tabela 4.</b> Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 4 mm de espessura.....	44
<b>Tabela 5.</b> Frequência das respostas atribuídas às imagens radiográficas interproximais pelos três grupos de avaliadores.....	44
<b>Tabela 6.</b> Valores de acurácia (geral e cerâmica) para os três grupos de avaliadores.....	45
<b>Tabela 7.</b> Frequência das respostas atribuídas às imagens radiográficas interproximais pelos três grupos de avaliadores, considerando-se cada um dos materiais testados.....	46
<b>Tabela 8.</b> Frequência das respostas atribuídas, pelos três grupos de avaliadores, à qualidade das radiopacidades das restaurações.....	47
<b>Tabela 9.</b> Composição química dos materiais testados segundo o teste EDS/MEV.....	48

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>17</b>
<b>2. 1 Radiopacidade de Resinas Compostas.....</b>	<b>17</b>
<b>2. 2 Radiopacidade de Cimentos de Ionômero de Vidro.....</b>	<b>21</b>
<b>2. 3 Radiopacidade de Cerâmicas.....</b>	<b>25</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1 Materiais Utilizados.....</b>	<b>28</b>
<b>4. 2 Avaliação Objetiva da Radiopacidade.....</b>	<b>30</b>
<b>4. 3 Avaliação Subjetiva da Radiopacidade.....</b>	<b>34</b>
<b>4. 4 Avaliação da Composição Química das Cerâmicas.....</b>	<b>40</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>61</b>
<b>APENDICE A.....</b>	<b>62</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Na prática odontológica, é de fundamental importância que os profissionais tenham como metodologia de trabalho a realização de uma boa anamnese e adequado exame clínico para que se possa fazer um correto diagnóstico das condições apresentadas pelos pacientes. Com frequência, durante a realização desses exames são observados dentes com indicativos de restaurações deficientes, sendo que o profissional deve ser capaz de discernir quando há realmente necessidade de se realizar a substituição das restaurações.

Há uma maior dificuldade para avaliar a existência de restaurações deficientes nas faces proximais de dentes posteriores, pois essas dificilmente são visualizadas clinicamente. Nestes casos, o exame radiográfico é um grande auxiliar do diagnóstico, com destaque para as radiografias interproximais (MESTRINER, VINHA e MESTRINER JUNIOR, 2005). *Um recurso que vem sendo cada vez mais utilizado para facilitar o diagnóstico radiográfico são os exames obtidos a partir de sistemas digitais. Essa tecnologia trouxe vantagens tanto para os profissionais quanto para os pacientes, pois é mais rápida a aquisição das imagens, há uma redução da dose de radiação necessária, permite-se manipular as imagens por meios de softwares para que se possa auxiliar no diagnóstico, além disso, não há processamento químico, sendo que todas as etapas são computadorizadas (PONTUAL, 2007).*

Mas, independente do sistema radiográfico utilizado, para que haja uma adequada visualização das imagens, o material restaurador deve possuir uma radiopacidade que permita a diferenciação entre os contornos das restaurações e cáries recorrentes, defeitos marginais, estruturas dentárias adjacentes e cimentos (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2000).

A radiopacidade se tornou padronizada para materiais restauradores de dentes posteriores com o surgimento da norma ISO 4049, que estabeleceu que estes materiais deveriam ter radiopacidade igual ou superior à densidade radiográfica da dentina que, por sua vez, possui radiopacidade semelhante à do alumínio (1:1). Quando a radiopacidade do material restaurador é menor que a da dentina, o diagnóstico diferencial por meio de imagens radiográficas fica

comprometido (GU et al., 2006). Já a radiopacidade do esmalte é superior a da dentina (equivalente a 2 mm em alumínio), sendo que os materiais com radiopacidade equivalente a este valor, apresentam boa visualização nas radiografias (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2000).

A radiopacidade de um material é definida pelas substâncias contidas em sua composição, sendo o zinco, estrôncio, zircônio, bário, itérbio e lantânio, materiais radiopacificadores com elevado número atômico, presentes na constituição de diversos materiais odontológicos (FONSECA et al., 2006).

Muitos fabricantes anunciam a radiopacidade como propriedade de seus materiais, porém alguns deles não possuem um grau considerado satisfatório para que haja uma adequada avaliação da restauração no que se refere a existência de cáries recorrentes, qualidade do preparo e a adaptação do material restaurador. A literatura tem demonstrado uma grande variação na radiopacidade de materiais restauradores utilizados em dentes posteriores (MURCHISON, CHARLTON e MOORE, 1999; ATTAR, TAM e MCCOMB, 2003; SALZEDAS, LOUZADA e OLIVEIRA FILHO, 2006; IMPERIANO et al., 2007).

Atualmente, com a estética sendo amplamente valorizada por profissionais e pacientes, as restaurações não metálicas vem sendo cada vez mais utilizadas em dentes posteriores, o que ampliou a utilização na rotina odontológica das resinas compostas e das restaurações de cerâmica, onde até pouco tempo predominava o uso de amálgama como restauração direta e de restaurações metálicas fundidas como indiretas.

As restaurações cerâmicas livres de metal se caracterizam por serem integralmente confeccionadas por cerâmica, tanto em sua infraestrutura, como em sua cobertura, diferente das restaurações metalocerâmicas, onde sua infraestrutura era constituída de metal. As infraestruturas podem ser constituídas de diferentes tipos de cerâmica: alumina, zircônia, mica, dissilicato de lítio ou cerâmica feldspática com alto teor de leucita. A cerâmica de cobertura é constituída de cerâmica feldspática (ANUSAVICE, 2005).

As restaurações cerâmicas livres de metal apresentam ótimas propriedades como: alta resistência à compressão, biocompatibilidade, bom coeficiente de expansão térmica e principalmente excelentes propriedades estéticas (ANUSAVICE, 2005).

Com o uso cada vez mais frequente destes materiais é essencial verificar se eles possibilitam uma adequada visualização radiográfica para que se possa diferenciar claramente a restauração cerâmica de estruturas dentárias (esmalte e dentina), de cáries e outras alterações que possam haver no elemento dental. Além disso, os diferentes tipos de cerâmicas, que possuem composições distintas, provavelmente apresentam radiopacidades variadas, podendo interferir em sua visualização radiográfica.

Desta forma, é proposto nesse estudo avaliar as radiopacidades, por meio de imagens digitais, de diferentes sistemas cerâmicos livres de metal, comparando-as com as densidades radiográficas das estruturas dentais humanas (esmalte e dentina). A hipótese nula a ser testada é que haja diferenças nas radiopacidades dos diversos *materiais cerâmicos testados*.

## **2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Dentre os materiais não metálicos que podem ser utilizados para confeccionar restaurações em dentes posteriores destacam-se como materiais diretos as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro e, como materiais indiretos, as cerâmicas livres de metal. Como a literatura não apresenta muitas pesquisas sobre a radiopacidade de cerâmica, optou-se por colocar também na revisão de literatura, pesquisas com outros materiais não metálicos, porém que demonstram estudos de radiopacidade.

### **2.1 Radiopacidade de Resinas Compostas**

Attar, Tam e McComb (2003) avaliaram em seu estudo a radiopacidade de oito resinas compostas *flow*: 1) Aelite Flo (Bisco); 2) Compoglass Flow (Vivadent); 3) Dyract Flow (Dentsply); 4) Filtek Flow (3M ESPE); 5) Heliomolar Flow (Vivadent); 6) PermaFlo (Ultradent); 7) Revolution Formula 2 (Kerr); 8) Tetric Flow (Vivadent); 9) Wave (Southern Dental), que foram comparadas com os seguintes materiais controles: Filtek Z250 (3M ESPE), uma resina composta híbrida e Dyract AP (Dentsply), um compômero restaurador. Para a avaliação da radiopacidade foram

confeccionados cinco corpos de prova de cada material, com as dimensões de 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura. Um corpo de prova de cada material, um dente humano seccionado e uma escala de densidade de alumínio foram posicionados sobre um filme radiográfico oclusal. Os filmes foram expostos com tempo de exposição de 0,37 s, utilizando um aparelho de raios X que operava a 70 kV e 10 mA, sendo a distância objeto-filme de 40 cm. As densidades ópticas das imagens radiográficas foram medidas com um densitômetro de transmissão. Os autores concluíram que a resina Tetric Flow teve a maior radiopacidade, sendo superior a do esmalte. Já as resinas Wave e Revolution Formula 2 mostraram a menor radiopacidade, sendo esta inferior ou equivalente a da dentina.

Takeshita et al. (2004) estudaram a radiopacidade de quatro resinas micro-híbridas: 1) Filmagic (Vigodent); 2) TPH (Dentsply); 3) Herculite (Kerr); 4) W3D (Wilcos), todas na cor A3. Utilizaram também três dentes humanos hígidos, seccionados nas espessuras de 1 mm, 2 mm e 3 mm. Foram confeccionadas amostras de resinas utilizando matrizes de acrílico nas mesmas espessuras acima citadas. As amostras, juntamente com as secções dentais, foram radiografadas com um aparelho de raios X periapical operando a 65 kVp e 7 mA, a uma distância de 40 cm e tempo de exposição de 0,02 s. Para capturar as imagens, foi utilizado o sistema de radiografia digital Visualix (Gendex). Os autores demonstraram que os valores de densidade radiográfica das resinas estudadas aumentaram com o aumento de espessura. A resina composta TPH apresentou os maiores valores de densidade, seguido pela Herculite, W3D e Fill Magic. Todas as resinas estudadas apresentaram valores de densidade superiores ao do esmalte.

Tirapelli et al. (2004) estudaram as alterações de radiopacidade de materiais resinosos antes e após a data de vencimento. Foram avaliados os seguintes materiais: 1) Z100 (3M ESPE), resina composta; 2) Filtek P60 (3M ESPE), resina composta; 3) Dyract AP (Dentsply), compômero. Cinco amostras de cada material antes do vencimento e cinco amostras de cada material após o vencimento de seis meses foram confeccionadas apresentando 7 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Em seguida, as amostras foram polidas e armazenadas por sete dias em recipientes fechados com água destilada, em temperatura ambiente e longe da luz direta. Para a avaliação da radiopacidade as amostras foram radiografadas usando dois aparelhos de raios X: o primeiro operando a 60 kVp, 10 mA, 200 ms (Heliodent 60B, Siemens) e o segundo operando a 70 kVp, 8 mA, 300 ms (Spectro 70X, Dabi

Atlante). As amostras foram radiografadas juntamente com uma escala de densidade de alumínio. As densidades ópticas das imagens radiográficas foi obtidas utilizando-se um densitômetro digital. Os autores concluíram que a radiopacidade dos materiais à base de resina não se modificou, pelo menos após seis meses da data de validade, e que não houve diferença significativa na radiopacidade dos materiais quando foram radiografados utilizando aparelhos de raios X com 60 ou 70 kVp, com exceção de um único material (Filtek P60), que demonstrou maior radiopacidade com o aumento da quilovoltagem pico (kVp).

Pereira et al. (2005) compararam os diferentes níveis de cinza de quatro resinas compostas micro-híbridas: 1) Concept (Vigodent); 2) Herculite (Sybron/Kerr); 3) Inten-S (Ivoclar Vivadent); 4) Z100 (3M ESPE), todas na cor A2. Para a confecção dos corpos de prova foram utilizadas nove placas de acrílico em três espessuras (2 mm, 3 mm e 4 mm). Foram feitos quatro orifícios equidistantes em cada placa com 4 mm de diâmetro, nos quais foram inseridas as resinas compostas. As placas acrílicas foram posicionadas sobre o sensor do sistema de radiografia digital Sens-A-Ray (Regam Medical Systems) e radiografadas a 30 cm de distância foco-filme, com 0,8 s de tempo de exposição, utilizando um aparelho de raios X operando a 70 kV e 10 mA. A radiopacidade foi avaliada utilizando o programa do próprio sistema Sens-A-Ray. Os autores concluíram que a medida que a espessura aumentava os valores médios dos níveis de cinza também aumentavam. A resina Herculite apresentou os menores valores de níveis de cinza em todas as espessuras.

Salzedas, Louzada e Oliveira Filho (2006) estudaram a radiopacidade de seis materiais restauradores comparando-os com o esmalte e a dentina, por meio de um sistema de imagem digital. Para isso utilizaram os seguintes materiais: 1) Degufill Mineral (Degussa); 2) Synergy (Coltene); 3) TPH (Caulk/Dentsply); 4) Luxat (DMG); 5) Prisma Flow (DMG); 6) F2000 (3M ESPE). Cinco corpos de prova de cada material foram confeccionados com 2 mm de espessura. Para a comparação com os tecidos dentais, três cortes longitudinais também de 2 mm de espessura foram realizados de um molar extraído. Foram obtidas imagens radiográficas das amostras, das secções dentais e de uma escala de densidade de alumínio, com um aparelho de raios X operando a 50 kVp, 10 mA e 12 impulsos, com uma distância foco-filme de 30 cm. A imagem digital foi obtida com uma placa de armazenamento de fósforo como receptor da imagem (Digora, Soredex). O *software* Digora for Windows, versão 1.51, foi utilizado para calcular a radiopacidade do material. Os

autores concluíram que a radiopacidade dos materiais em ordem decrescente foi: TPH, F2000, Synergy, Prisma Flow, Degufill e Luxat. O material Luxat apresentou radiopacidade inferior a da dentina, já o material Degufill não diferiu estatisticamente da radiopacidade do esmalte, e os materiais TPH, F2000, Synergy e Prisma Flow apresentaram radiopacidade superior a do esmalte, demonstrando ser grande a variação da radiopacidade entre os materiais.

Cruvinel et al. (2007) avaliaram em seu estudo a radiopacidade e a microdureza de diferentes materiais restauradores antes e após o envelhecimento artificial. Os materiais avaliados foram: 1) TPH (Dentsply), resina composta; 2) Concept (Vigodent), resina composta; 3) Dyract AP (Dentsply), compômero ; 4) Enforce (Dentsply), cimento resinoso; 5) Tetric Flow (Ivoclar Vivadent), resina *flow*. Foram confeccionados em uma matriz de teflon dez corpos de prova de cada material, tendo eles 7 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Os corpos de prova foram mantidos em recipientes com 100% de umidade e em ambiente escuro até serem submetidos ao sistema de envelhecimento artificial. Para a análise da radiopacidade, cada grupo de cinco amostras foi radiografado, juntamente com uma escala de densidade de alumínio, com espessura variando entre 2 a 16 mm. Utilizaram um aparelho de raios X periapical operando a 70 kVp e filmes radiográficos periapicais Insight (Eastman Kodak). O tempo de exposição foi de 0,30 s e distância foco-filme de 20 cm. Para a obtenção da densidade óptica utilizaram um densitômetro digital, sendo as medições realizadas três vezes em cada amostra. Os autores concluíram que em termos de radiopacidade, não houve mudanças significativas quando os materiais foram submetidos a 384 horas de envelhecimento artificial acelerado.

Imperiano et al. (2007) avaliaram a radiopacidade de quatro resinas *flow*: 1) Natural Flow (DLF); 2) Flow It (Pentron) 3) Filtek Flow (3M ESPE) e 4) Protect Liner F (Kuraray). Foram confeccionados, em uma matriz de aço, cinco corpos de prova de cada um dos materiais estudados com dimensões de 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Um exemplar de cada material e uma escala de densidade de alumínio de dez degraus foram radiografados em filme oclusal, utilizando o aparelho de raios X Heliodont 60B (Siemens), operando a 65 kVp, 10 mA, tempo de exposição de 1 s e distância foco-filme de 40 cm. Um densitômetro digital foi utilizado para registrar as leituras das densidades ópticas, sendo realizadas em cinco locais diferentes em cada amostra radiografada. Os autores concluíram que as

resinas Flow It e Filtek Flow apresentaram radiopacidades aceitáveis de acordo com a norma ISO 4049, já as resinas Natural Flow e Protect Liner F não atenderem às exigências para a radiopacidade, portanto, existe a possibilidade das imagens radiográficas produzidas por restaurações confeccionadas com estes materiais serem confundidas com cárie secundária ou desadaptação marginal, em algumas situações clínicas.

Soares et al. (2007a) estudaram a radiopacidade de quatro resinas compostas: 1) Filtek Z250 (3M ESPE); 2) Filtek Supreme (3M ESPE); 3) 4Seasons (Ivoclar Vivadent) 4) EsthetX (Dentsply). Avaliaram também a composição destes materiais quanto a presença de elementos químicos responsáveis por sua radiopacidade. Os corpos de prova foram confeccionados em 12 placas de acrílico divididas em espessuras de 2 mm e 4 mm, onde haviam orifícios nos quais as resinas compostas eram inseridas. Foram realizadas três tomadas radiográficas de cada placa acrílica, sendo o tempo de exposição de 0,12 s. As imagens digitais foram obtidas através do sistema DenOptix (Gendex). Foram realizadas, no *software* VixWin, três leituras das densidades radiográficas das imagens de cada resina. Para a análise da composição química foram confeccionadas mais duas amostras de cada material na espessura de 2 mm, que foram metalizadas com íons de ouro e levadas ao microscópio eletrônico de varredura. Selecionaram três áreas de cada amostra para a realização da leitura através da Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS). Os resultados mostraram que os maiores valores de radiopacidade foram obtidos com a resina EsthetX, nas duas espessuras avaliadas. Os autores relataram que todas as resinas apresentaram em sua composição algum elemento químico que lhe confere densidade, porém não houve correlação entre os valores médios de densidade e o percentual em peso de elementos químicos responsáveis por esta característica.

## **2.2 Radiopacidade de Cimentos de Ionômero de Vidro**

Hara, Serra e Rodrigues Jr (2001a) estudaram a radiopacidade de 13 materiais restauradores: um cimento de ionômero de vidro quimicamente ativado 1)

Ketac-Fil (3M ESPE); três cimentos de ionômero de vidro modificados por resina 2) Fuji II-LC (GC), 3) Vitremer (3M ESPE), 4) Photac-Fil (3M ESPE); seis resinas modificadas por ionômero de vidro 5) Variglass (Dentsply), 6) Compoglass (Vivadent), 7) Dyract (Dentsply), 8) Freedom (Southern Dental), 9) Resinomer (Bisco), 10) F2000 (3M ESPE); uma resina composta de micropartícula 11) Durafil VS (Heraeus Kulzer) e duas resinas compostas microhíbridas 12) Tetric Ceram (Vivadent) e 13) Z100 (3M ESPE). Os materiais foram divididos em dois grupos de seis, sendo que o ionômero modificado por resina Photac-Fil pertenceu aos dois grupos. Utilizou-se como parâmetro para a avaliação da radiopacidade uma escala de densidade de alumínio e uma secção de um elemento dental. Os autores concluíram que os materiais Ketac-Fil, Photac-Fil e o Durafill, diferentemente dos outros materiais testados, apresentaram radiopacidade menor em comparação à estrutura dental, e por isso devem ser evitados em restaurações de dentes posteriores, pois a baixa radiopacidade poderia dificultar a visualização destes materiais em imagens radiográficas interproximais, podendo haver dificuldades no diagnóstico diferencial entre as margens das restaurações e cáries secundárias.

Hara, Serra e Rodrigues Jr (2001b) pesquisaram a radiopacidade de sete diferentes materiais restauradores, sendo três cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, três compômeros e um cimento de ionômero de vidro convencional, respectivamente: 1) Fuji II LC (GC America); 2) Vitremer (3M ESPE); 3) Photac-Fil (3M ESPE); 4) Variglass (Dentsply); 5) Dyract (Dentsply); 6) Compoglass (Ivoclar); 7) Ketac-Fil (3M ESPE). Foram confeccionadas oito amostras de cada material com 2 mm de espessura. Utilizaram como parâmetro para a avaliação da radiopacidade uma escala de densidade de alumínio de dez degraus e uma fatia de um elemento dental. Foi utilizado para a obtenção das imagens filme periapical Ektaspeed (Eastman Kodak). A avaliação foi realizada por cinco examinadores que classificaram as imagens segundo os seguintes escores: 1) Radiopacidade variando de 1 a 2 mm Al; 2) Radiopacidade variando de 3 a 4 mm Al; 3) Radiopacidade variando de 5 a 6 mm Al; 4) Radiopacidade variando de 7 a 8 mm Al e 5) Radiopacidade variando de 9 a 10 mm Al. Os autores concluíram que todos os materiais apresentaram radiopacidade superior a das estruturas dentais humanas, podendo ser utilizados em dentes posteriores.

Lagravère et al. (2003) avaliaram a radiopacidade de seis cimentos de ionômero de vidro: 1) Ketac Molar (3M ESPE); 2) Fuji IX (GC América); 3) Chemflex

(Dentsply); 4) Medifil IX (Promédica); 5) Fuji II LC (GC América) e 6) Vitremer (3M ESPE). Para realização do estudo utilizaram um terceiro molar hígido extraído, que foi submetido a preparo ocluso-mesial com 3 mm no sentido vestibulo-lingual e 4 mm de profundidade. O preparo foi moldado utilizando silicona de adição. Foram confeccionadas também amostras circulares dos mesmos materiais com 5 mm de diâmetro e 3 mm de espessura. As restaurações indiretas foram estabilizadas em uma base de acrílico e colocadas juntamente com as amostras circulares e uma escala de densidade de alumínio sobre o sensor do sistema radiográfico digital RVG (Trophy). O aparelho de raios X utilizado para a realização das tomadas radiográficas foi mantido a uma distância de 5 cm, operando com 70 kVp e 80 mA. Foram realizadas seis tomadas radiográficas para cada material e as imagens foram avaliadas quanto a sua radiopacidade no programa Trophy 2000. Os autores demonstraram que os materiais Chemflex, Vitremer, Medifil IX e Ketac Molar apresentaram radiopacidade inferior a da dentina e os materiais Fuji IX e Fuji II LC apresentaram radiopacidade superior a da dentina.

Fonseca et al. (2006) determinaram a radiopacidade de oito diferentes materiais odontológicos, sendo eles: 1) cimento LS (Vigodent), cimento de fosfato de zinco; 2) Vitro Cem (DFL), ionômero de vidro convencional; 3) Ketac Bond (3M ESPE), ionômero de vidro convencional; 4) Vidrion F (SS White), ionômero de vidro convencional; 5) Vidrion C (SS White), ionômero de vidro convencional; 6) Fuji II LC (GC Corp), ionômero modificado por resina; 7) Vitrebond (3M ESPE), ionômero modificado por resina; 8) Rely-X ARC (3M ESPE), cimento resinoso dual. Foram confeccionados cinco corpos de prova de cada material, com 4 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Além disso, foram confeccionadas cinco amostras de esmalte e dentina com 2mm de espessura cada, obtidas de terceiros molares humanos recém extraídos. Visando a comparação entre as amostras citadas foi utilizada uma escala de densidade de alumínio (variando de 1 a 9 mm de espessura). As amostras foram posicionadas sobre uma placa de fósforo do sistema digital Digora (Soredex) e expostas a raios X por meio de um aparelho periapical operando a 0,2 s, 70 kVp e 10 mA, com uma distância foco-filme de 40 cm. A radiopacidade dos materiais testados e das estruturas dentárias (esmalte e dentina) foi obtida no *software* Digora for Windows. Cada imagem digital teve sua radiopacidade medida três vezes, sem qualquer alteração em contraste e/ou brilho. Os autores concluíram que a radiopacidade do Vidrion C e do Vidrion F foi igual a da dentina e a radiopacidade do

Ketac Bond foi semelhante a do esmalte. Já os cimentos LS, Vitro Cem e Fuji II LC apresentaram radiopacidade superior a do esmalte.

Tsuge (2009) comparou a radiopacidade de diversos materiais disponíveis para a cimentação. Os materiais estudados foram: um cimento de policarboxilato (HY-Bond, Shofu); um cimento de óxido de zinco e eugenol (HY-Bond, Shofu); um cimento de fosfato de zinco (HY-Bond, Shofu); dois cimentos de ionômero de vidro convencional (Ketec Cem Easy Mix, 3M ESPE e Ketec Cem Radiopaco, 3M ESPE); seis cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Fuji Bond LC, GC Corp.; G- Cem, GC Corp.; HY-Bond Resiglass, Shofu; Ionite F, Tokuyama; RelyX Luting Cement, 3M ESPE e Xeno Cem Plus, Dentsply); dois cimentos resinosos de metil metacrilato (M-Bond, Tokuyama e Super Bond C&B, Sun Medical) e nove cimentos resinosos (Bistite II, Tokuyama; Chemiace II, Sun Medical; Clearfil Esthetic Cement, Kuraray; Imperva Dual, Shofu; Linkmax, GC Corp.; Maxcem, Kerr; Panavia F 2.0, Kuraray; RelyX ARC, 3M ESPE e Variolink II, Ivoclar/ Vivadent). Amostras de 2 mm de espessura de todos os cimentos testados foram confeccionadas, bem como secções méso-distais de dentes molares humanos extraídos, também de 2 mm de espessura. As amostras dos cimentos e as secções dentais foram colocadas sobre uma película radiográfica oclusal Ultra-Speed (Eastman Kodak), juntamente com uma escala de densidade de alumínio, com espessura variando de 2 a 20 mm de espessura. As radiografias foram obtidas utilizando-se um aparelho raios X operando com 0,6 s, 60 kVp, 15 mA e distância foco-filme de 35 cm. A densidade radiográfica das imagens foi medida com um densitômetro digital. Os autores puderam concluir que o valor da radiopacidade dos materiais de cimentação varia consideravelmente, e que alguns cimentos a base de resina apresentaram radiopacidade inferior à do esmalte. Os cimentos de ionômero de vidro apresentaram radiopacidade predominantemente superior a das estruturas dentais.

Souza et al. (2010) compararam a densidade óptica do cimento de hidróxido de cálcio Hydro-C (Dentsply) e do cimento de ionômero de vidro Vivaglass Liner (Ivoclar/Vivadent) com a das estruturas dentárias. Para isso, confeccionaram em uma matriz de teflon 18 corpos de prova de cada material, sendo três de cada uma das espessuras a seguir: 0,5 mm; 1 mm; 1,5 mm; 2 mm; 2,5 mm e 3 mm. Para comparar a radiopacidade dos materiais com a das estruturas dentárias, foram realizados cortes no sentido méso-distal de primeiros molares, seguindo as mesmas espessuras acima citadas. Cinco tomadas radiográficas foram realizadas para cada

material utilizando filmes oclusais Insight (Eastman Kodak). Foi utilizado um aparelho de raios X periapical operando com os seguintes fatores de exposição: distância foco-filme de 20 cm, 70kVp e tempo de exposição de 0,5 s. Os valores de densidade foram obtidos com o auxílio de um densitômetro digital, sendo realizadas três leituras para cada amostra. Os autores concluíram que a espessura do material contribuiu para a sua radiopacidade; que não é possível diferenciar as imagens radiográficas do esmalte e da dentina quando as espessuras são de até 1,5 mm; e que os materiais de revestimento não devem ser utilizados com uma espessura entre 1,5 e 2 mm já que não é possível discernir suas imagens radiográficas das estruturas dentais.

### **2.3 Radiopacidade de Cerâmicas**

Castilho et al. (2006) avaliaram a radiopacidade de quatro marcas de cerâmicas utilizadas para confecção de restaurações inlay/onlay: 1) Imperatriz (Ivoclar), 2) Simbios (Degussa), 3) Vita Omega 900 (Vita) e 4) Vitadur Alpha (Vita). Foram confeccionadas cinco amostras de cada material, a partir de uma matriz de alumínio com um orifício de 8 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. Após o preparo, as amostras foram colocadas em um tubo de ensaio, mergulhadas em água destilada e mantidas em estufa a 37° C, com o objetivo de simular o ambiente bucal. As amostras foram radiografadas utilizando-se um aparelho de raios X periapical com fatores de exposição fixados em 65 kVp, 70 mA, 40 cm de distância foco-filme e tempo de exposição de 0,02 s. Foram utilizados três sistemas de radiografias digitais, sendo dois com sensores do tipo CCD (*Charge Coupled Device*): RVG (Trophy) e Visualix (Gendex) e um sistema de placa de armazenamento de fósforo: Digora (Soredex). As densidades ópticas das imagens radiográficas foram determinadas por meio do programa *Image Tool for Windows* versão 1.28. Foram realizadas cinco medições em diferentes áreas de cada amostra. Os autores concluíram que o material que apresentou a maior radiopacidades foi o Vita Omega 900. As cerâmicas Imperatriz e Simbios apresentaram uma densidade óptica intermediária e a cerâmica Vitadur Alpha apresentou a menor densidade.

Constataram ainda que a radiopacidade das porcelanas não foi influenciada pelo sistema de radiografia digital utilizado.

Soares et al. (2007b) analisaram a radiopacidade de compósitos indiretos e de cerâmicas inlay e sua influência sobre a detecção de excessos de cimentos resinosos. Foram estudados os seguintes materiais: 1) Duceram LFC (Ducera), cerâmica; 2) Solidex (Shofu), compósito indireto; 3) Artglass (Heraeus Kulzer), compósito indireto; 4) Targis (Ivoclar), compósito indireto. Para isso, 60 molares extraídos foram selecionados e submetidos a preparos MOD. Os dentes preparados foram moldados com silicona de adição e após duas horas foi realizado o vazamento com gesso tipo IV e confeccionadas 15 restaurações com cada material estudado. As imagens radiográficas foram realizadas antes e após a cimentação, para isso antes da cimentação, as restaurações foram fixadas com cola branca, colocada em dois pontos da superfície oclusal, e depois as restaurações foram cimentadas com o cimento resinoso Rely X (3M ESPE). As amostras foram posicionadas sobre uma placa de fósforo do sistema Digora (Soredex), juntamente com uma escala de densidade de alumínio, e foram radiografadas utilizando o aparelho de raios X GE 1000 (General Electric) operando com 0,4 s, a 70 kVp e 10 mA, sendo que a distância foco-filme foi de 50 cm. Foram realizadas três exposições radiográficas para cada amostra. As radiopacidades em pixels foram determinadas, sem qualquer alteração no contraste ou brilho, com o auxílio do *software* Digora *for Windows* 2.0. Os autores concluíram que, a detecção da camada de cimento resinoso e das saliências existentes foram mais fáceis quanto menos radiopaco foi o material usado. A radiopacidade da cerâmica Duceram LFC foi inferior a dos compósitos indiretos Artglass e Targis, e não houve diferença estatisticamente significativa entre esses compósitos. O compósito Solidex foi o material mais radiolúcido, o que prejudicou o acompanhamento radiográfico deste material, devido à difícil visualização da restauração cimentada.

### 3 PROPOSIÇÃO

- Avaliar, de forma objetiva, as radiopacidades de diferentes cerâmicas odontológicas livres de metal, comparando-as com as radiopacidades das estruturas dentais humanas (esmalte e dentina);
- Avaliar, de forma subjetiva, as radiopacidades de diferentes cerâmicas odontológicas livres de metal, por meio da interpretação radiográfica de profissionais com diferentes especialidades e graus de experiência;
- Identificar os possíveis elementos radiopacificadores de diferentes cerâmicas odontológicas livres de metal.

## 4 METODOLOGIA

O projeto de pesquisa referente a este trabalho foi integralmente aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (Parecer nº. 263/2010, Anexo A).

### 4.1 Materiais Utilizados

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas as cerâmicas livres de metal apresentadas no Quadro 1, sendo todas selecionadas na cor correspondente à A3 de dentina.

Quadro 1. Cerâmicas livres de metal utilizadas neste estudo

<b>Produto</b>	<b>Fabricante, País</b>
Noritake EX-3	Noritake, Japão
VM13	Vita, Alemanha
IPS Empress II	Ivoclar Vivadent, Alemanha
IPS E.max ZirPress	Ivoclar Vivadent, Alemanha
PM9	Vita, Alemanha

A Cerâmica Noritake EX-3 (Noritake, Japão) é uma cerâmica feldspática que se apresenta na forma de pó/líquido e sua confecção se procede colocando-se o pó sobre a placa de vidro e misturando-o com o líquido, utilizando-se para isso o Pincel Vita nº4 (Vita, Alemanha). Preenche-se a matriz com a massa cerâmica e vibra-se manualmente de acordo com as instruções do fabricante. O excesso de líquido da superfície deve ser eliminado com lenço de papel. Continua-se a vibração e absorção de líquidos até que não haja mais o que ser removido. Após aguardar 1 min para secagem parcial da cerâmica, deve-se retirá-la da matriz e colocá-la em

uma manta cerâmica refratária (Vita Zahnfabrik, Vita, Alemanha). O forno utilizado para a queima foi o Vacumar 40T (Vita Zahnfabrik, Vita, Alemanha). Foi seguida a seguinte programação de sinterização especificada pelo fabricante: tempo de permanência com o forno aberto de 3 min, temperatura inicial de 380 °C, temperatura final de 800 °C, tempo de permanência com o forno fechado de 1 min, utilizando vácuo entre os tempos.

A VM13 (Vita, Alemanha) também é uma cerâmica feldspática que se apresenta no sistema pó/líquido e é confeccionada da mesma forma da citada acima. Foi utilizada a seguinte programação de sinterização especificada pelo fabricante: tempo de permanência com o forno aberto de 4 min, temperatura inicial de 400 °C, temperatura final de 820 °C, tempo de permanência com o forno fechado de 1 min, utilizando vácuo entre os tempos.

O sistema IPS Empress II (Ivoclar Vivadent, Alemanha) é constituído de dissilicato de lítio e se apresenta em forma de pastilha para ser submetida a prensagem. Foi seguido o protocolo citado por Miyachita et al. (2008), onde é utilizada a técnica da cera perdida associada à injeção da cerâmica para o interior do revestimento, a partir da fundição das pastilhas.

O sistema IPS E.max ZirPress (Ivoclar Vivadent, Alemanha) também é constituído de dissilicato de lítio. Foram utilizadas nesta pesquisa pastilhas de média opacidade correspondente à cor A3, submetidas ao método da cera perdida citado anteriormente.

A cerâmica PM9 (Vita, Alemanha) é uma cerâmica feldspática injetável que também se apresenta na forma de pastilhas. Foi utilizada na cor 3M2 de dentina (correspondente à cor A3 na escala Vita). Também foi submetida a técnica da cera perdida.

## **4.2 Avaliação Objetiva da Radiopacidade**

Para cada material testado foram confeccionados cinco corpos de provas, de 5 mm de diâmetro, de cada uma das seguintes espessuras: 1, 2, 3 e 4 mm. Para isso foi utilizada uma matriz bipartida de acrílico (Figura 1). Após a remoção da matriz, os corpos de prova foram submetidos a acabamento utilizando disco Sof-Lex (3M ESPE, EUA). A espessura final de cada corpo de prova foi aferida com paquímetro digital (Mitutoyo, Japão).



Figura 1. Matriz bipartida de acrílico. **A.** Matriz fechada. **B.** Matriz aberta.

Com o objetivo de comparar a radiopacidade dos materiais com a das estruturas dentárias (esmalte e dentina), quatro molares inferiores hígidos, cedidos pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia (UFJF), foram seccionados utilizando um cortador de tecidos duros (Labcut 1010, Excet Corp., EUA) dotado de um disco de diamante. Foram obtidos cortes longitudinais, no sentido méso-distal, nas espessuras de 1, 2, 3 e 4 mm, da região mais central de cada dente. As espessuras finais das secções também foram aferidas com auxílio do paquímetro digital (Figura 2).

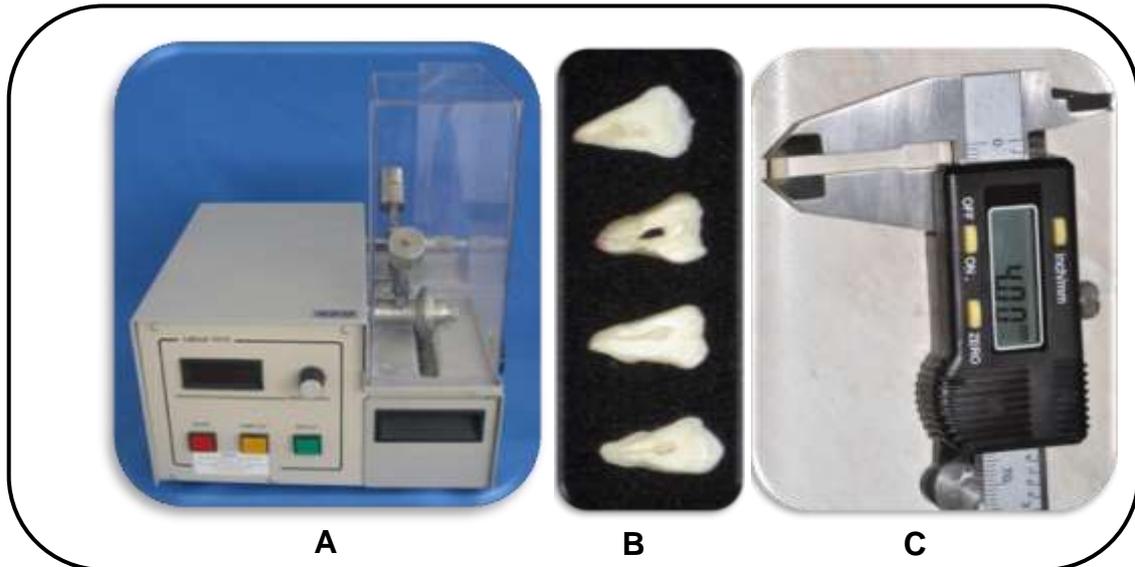


Figura 2. **A.** Cortador de tecidos duros (Labcut 1010, Excet Corp., EUA). **B.** Secção longitudinal de molares inferiores. **C.** Paquímetro digital (Mitutoyo, Japão).

Para realização das radiografias foi utilizado o aparelho de raios X periapical Gendex Expert DC (Gendex, EUA), operando a 7 mA, 65 kVp e tempo de exposição de 0,1 s. A distância foco-filme foi mantida constante (40 cm) utilizando um dispositivo padronizador que proporcionou uma incidência perpendicular do feixe de radiação ao plano onde foi colocado o sensor e os objetos radiografados (Figura 3).



Figura 3. Posicionador utilizado para manter a distância foco-filme constante (40 cm).

Foi utilizado o sistema de radiografia digital direta Visualix eHD (Gendex, EUA). Sobre o sensor foram colocados: um corpo de prova de cada cerâmica

testada (sendo primeiramente foram radiografados os corpos de prova com 1 mm de espessura, seguido pelos de 2 mm, e assim sucessivamente), o corte do dente com a espessura correspondente a do corpo de prova e uma escala de densidade de alumínio com espessuras variando de 1 mm a 11 mm, com incrementos de 1 mm (Figura 4). Os corpos de prova foram colocados sobre o sensor seguindo sempre a mesma ordem.

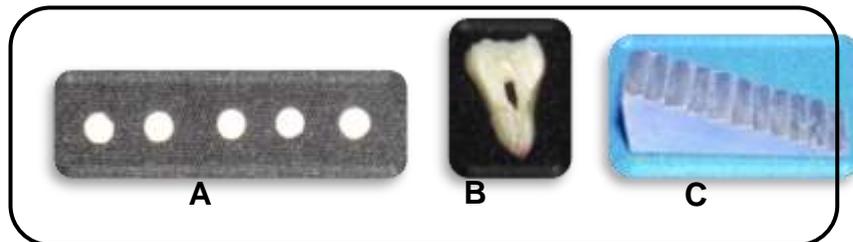


Figura 4. Objetos radiografados. **A.** Corpos de prova das cerâmicas livres de metal. **B.** Secção longitudinal do molar inferior. **C.** Escala de densidade de alumínio.

Foram obtidas três imagens de cada conjunto, arquivadas com resolução de 300 dpi, em formato TIFF. As densidades radiográficas das imagens digitais foram avaliadas, por um único operador, por meio da ferramenta histograma do programa Adobe Photoshop<sup>®</sup> 8.0 (EUA). Neste *software* foram obtidas as médias dos tons de cinza para todos os degraus da escala de alumínio, para os corpos de prova dos materiais estudados e para o esmalte e dentina do dente seccionado. Não foi realizada nenhuma alteração no brilho e/ou contraste das imagens.

A Figura 5 ilustra o sensor do sistema radiográfico digital com os objetos a serem radiografados, bem como a radiografia obtida. A Figura 6 ilustra a aplicação da ferramenta histograma, do *software* Adobe Photoshop<sup>®</sup> 8.0 (EUA), para a leitura das densidades.

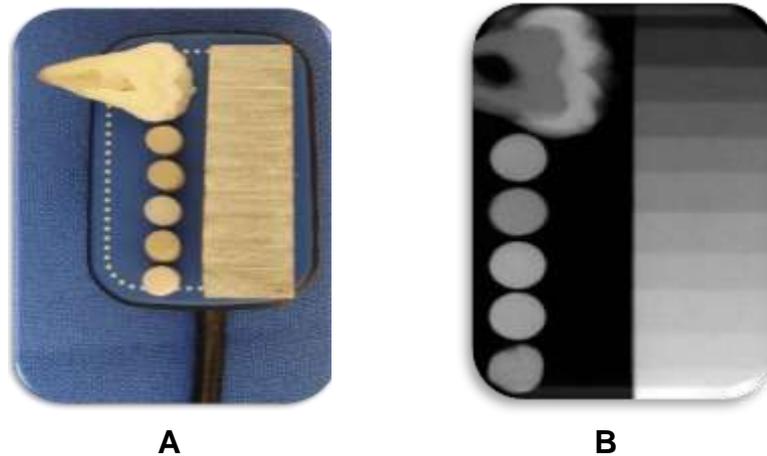


Figura 5. **A.** Corpos de prova, secção dental e escala de densidade de alumínio posicionados sobre o sensor digital. **B.** Imagem radiográfica obtida deste conjunto.

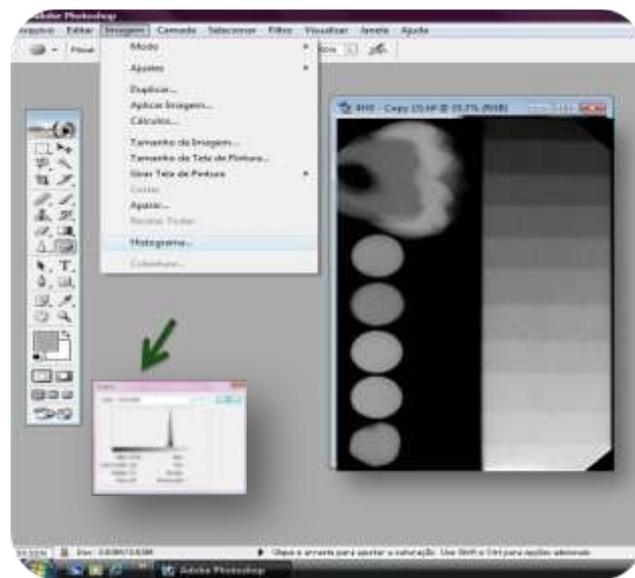


Figura 6. Utilização ferramenta histograma do programa Adobe Photoshop® 8.0 (EUA).

As radiopacidades das cerâmicas odontológicas, bem como das estruturas dentárias foram expressas em milímetros de alumínio (mm Al), permitindo a comparação entre elas, que foi realizada por meio de uma análise de variância (ANOVA) e teste *post hoc* de Tukey, com nível de significância de 5%, utilizando-se o programa BioEstat, versão 5.0.

#### 4.3 Avaliação Subjetiva da Radiopacidade

Para a avaliação subjetiva, que consiste na interpretação de imagens radiográficas simulando condições clínicas, foram radiografados *phantoms* constituídos de dentes naturais humanos (caninos, pré-molares e molares) dispostos de forma a simular a parte posterior da arcada dentária.

Para isso foram selecionados 50 dentes humanos hígidos, sendo 20 pré-molares, 20 molares e dez caninos. Todos os dentes, extraídos por razões clínicas odontológicas, foram doados pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Os dentes foram submetidos à profilaxia com remoção de cálculos e armazenados em soro fisiológico até o momento do uso.

Na sequência foram montados dez conjuntos de dentes, sendo que cada conjunto foi composto de cinco dentes: um canino (apenas para manter o contato proximal), dois pré-molares e dois molares. Cinco conjuntos simularam a arcada superior e cinco a arcada inferior. Os dentes foram fixados com cera utilidade.

Matrizes de acrílico nas dimensões de 6 cm (comprimento) × 1 cm (altura) × 2 cm (espessura) foram utilizadas para conter os conjuntos de dentes (Figura 7).



Figura 7. **A.** Matriz de acrílico (6 × 1 × 2 cm). **B.** Matriz com o conjunto de dentes fixado com cera utilidade.

Com a finalidade de manter os dentes em suas posições, as matrizes de acrílico foram vazadas com silicone industrial (Casa do Silicone, Brasil – Figura 8) que, dentre as suas propriedades, permite que os dentes sejam removidos e inseridos no *phantom* sem a perda das alterações dimensionais. O silicone foi

manipulado seguindo as instruções do fabricante: misturando-se, em uma cuba plástica e com uma espátula plástica, 100 ml da pasta base com 103 gotas do líquido catalisador. Esperou-se a polimerização do silicone por 24 h para a remoção do *phantom* da matriz acrílica. A Figura 9 ilustra a matriz de acrílico vazada com silicone para construção dos *phantoms*.



Figura 8. Silicone industrial (Casa do Silicone, Brasil).



Figura 9. Matriz de acrílico vazada com silicone para construção dos *phantoms*.

Dois dentes posteriores (pré-molares e/ou molares) de cada um dos dez *phantoms* foram escolhidos aleatoriamente e submetidos a preparo inlay para cerâmica.

A confecção do preparo cavitário seguiu as características preconizadas por Mondelli (2006): caixa oclusal com ângulos diedros arredondados e paredes circundantes ligeiramente expulsivas para oclusal. A dimensão vestibulo-lingual e a

profundidade da caixa oclusal com aproximadamente 1,5 a 2 mm, a fim de proporcionar maior volume e, conseqüentemente, forma e resistência ao material. Caixa proximal com uma separação de 0,5 a 0,8 mm do dente vizinho na região cervical. Paredes axiais convergentes para oclusal, observando-se o plano de inserção e remoção das restaurações indiretas (Figura 10). Foram utilizadas brocas diamantadas 2136 (KG Sorensen, Brasil) para a confecção do preparo e a broca 2136F (KG Sorensen, Brasil) para acabamento da cavidade, sempre em motor de alta rotação (Dabi Atlante, Brasil) e sob constante refrigeração.



Figura 10. *Phantom* de dentes com preparo inlay para cerâmica.

Na seqüência, os *phantoms* foram vaselinados na região do silicone e submetidos a moldagem pela técnica da dupla moldagem utilizando moldeira parcial perfurada de alumínio (HDR, Brasil) e silicona de adição HydroXtreme (Vigodent, Brasil). Os moldes foram vazados com gesso pedra especial tipo IV Durone (Dentsply, Brasil).

Os modelos foram encaminhados para um laboratório de prótese particular onde foram confeccionadas restaurações inlay com os mesmos materiais utilizados na confecção dos corpos de prova, seguindo a metodologia já descrita para cada material. Todas as restaurações foram confeccionadas por um mesmo operador experiente. Cada um dos dentes preparados foi restaurado com um dos materiais cerâmicos estudados, sendo que a seleção de qual material seria usado para cada dente foi aleatória. Foi confeccionado um gabarito para identificar os dentes restaurados e os respectivos materiais utilizados.

Após a confecção, as restaurações foram cimentadas nos preparos utilizando o cimento resinoso autoadesivo RelyX U100 (3M ESPE, EUA) seguindo todas as

recomendações do fabricante para o procedimento. Realizou-se a profilaxia dos preparos com pasta de pedra-pomes e água, e em seguida secou-se com bolinha de algodão, deixando o preparo seco, porém não ressecado. Por se tratar de um cimento autoadesivo, não necessita de tratamento dos substratos dentários. Foi realizado o condicionamento interno das peças cerâmicas com ácido fluorídrico (10%) por 20 s, em seguida lavou-se com água abundante durante 15 s e secou-se com jato de ar. Foi aplicado o silano RelyX Ceramic Primer (3M ESPE, EUA), deixando atuar por 5 s e secando com jato de ar para que o solvente evapore. Passou-se então para o preparo do cimento, sendo que a cor utilizada foi a A3. Com o auxílio do dispensador Clicker, o cimento que se constitui de pasta base e pasta catalisadora, foi dispensado na proporção de 1:1 sobre um bloco de papel e manipulado por 20 s até formar uma pasta homogênea. O cimento foi levado à peça que, por sua vez, foi levada ao dente. Realizou-se a polimerização utilizando-se o aparelho Demetron (Kerr Inc., EUA) por 20 s em cada uma das faces. Retirou os excessos de cimento, utilizando com disco Sof-Lex (3M ESPE, EUA) e foi realizado o ajuste oclusal com a broca 2135FF (KG Sorensen, Brasil) e polimento com sistema de borrachas para cerâmica (Labordental, EUA).

Com os *phantoms* devidamente prontos, os conjuntos superiores e inferiores foram articulados (colocados em oclusão) para possibilitar a obtenção de radiografias interproximais.

As radiografias foram obtidas utilizando o aparelho de raios X periapical Gendex Expert DC (Gendex, EUA), operando a 7 mA, 65 kVp e tempo de exposição de 0,05 s. A distância foco-filme foi mantida constante (40 cm) utilizando um dispositivo padronizador que proporcionou uma incidência perpendicular do feixe de radiação ao plano onde foi colocado o sensor e os *phantoms* a serem radiografados. Foi usado o sistema de radiografia digital direta Visualix eHD (Gendex, EUA). De cada um dos cinco *phantoms* articulados, foram obtidas duas radiografias interproximais, uma para a região de pré-molares e outra para a região de molares.

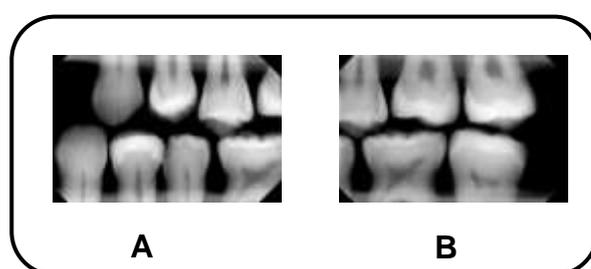


Figura 11. **A.** Imagem radiográfica interproximal de pré-molares. **B.** Imagem radiográfica interproximal de molares.

As imagens foram arquivadas com resolução de 300 dpi, em formato TIFF. Em seguida foi organizada, no programa Microsoft Office Power Point, versão 2007 (EUA), uma sequência de slides onde foram colocadas as imagens radiográficas interproximais obtidas. Nessas imagens todos os dentes pré-molares e molares foram numerados (1 a 40), estando dentre eles: dentes hígidos e dentes restaurados com as cerâmicas livres de metal estudadas.

As imagens radiográficas obtidas foram avaliadas individualmente por profissionais de diferentes especialidades e tempo de experiência variável. Foram incluídos:

- a) cirurgiões-dentistas recém-formados, com no máximo seis meses de experiência profissional (três avaliadores);
- b) cirurgiões-dentistas especialistas em Radiologia Odontológica, com pelo menos cinco anos de experiência profissional (três avaliadores);
- c) cirurgiões-dentistas especialistas em Prótese Dentária, com pelo menos cinco anos de experiência profissional (três avaliadores).

Foi entregue a cada um dos avaliadores uma mídia digital (CD) contendo a sequência de slides e uma ficha de avaliação (Apêndice A). Nessa ficha estavam contidas orientações quanto às duas avaliações que deveriam ser realizadas (Avaliação A e B).

Na Avaliação A, todos os dentes posteriores (pré-molares e molares) foram avaliados, atribuindo-se a cada um deles um dos escores abaixo:

- 01) Dente hígido
- 02) Presença de restauração metálica
- 03) Presença de restauração cerâmica livre de metal
- 04) Presença de restauração de compósito (restauração plástica)
- 05) Presença de restauração metalo-plástica
- 06) Presença de restauração metalo-cerâmica

Na avaliação B, para os dentes classificados na Avaliação A com restaurações (ou seja, escores de 02 a 06), os avaliadores analisaram a qualidade da radiopacidade de cada restauração, atribuindo valores inteiros entre 1 a 5, sendo a nota 5 (cinco) atribuída a radiopacidade totalmente satisfatória, ou seja, aquela que permitiu adequada visualização das margens da restauração e do limite dente/material restaurador; e a nota 1 (um) foi atribuída a restaurações cuja radiopacidade não permitiu sua identificação ou sua diferenciação com as estruturas dentárias vizinhas (radiopacidade totalmente insatisfatória). Os dentes classificados com escore 01 na Avaliação A, não receberam nota na Avaliação B.

As avaliações foram realizadas em um mesmo computador, disponibilizado em um ambiente de penumbra. Os avaliadores puderam utilizar as ferramentas de *zoom*, brilho e contraste disponíveis para imagens digitais. As radiografias foram analisadas em dois momentos diferentes, com intervalo de duas semanas, momento em que receberam um novo CD, com as mesmas imagens, mas ordenadas em uma nova sequência para evitar possíveis memorizações.

O tratamento estatístico das avaliações subjetivas foi realizado por meio de estatística descritiva (frequência de respostas). Além disso, valores de acurácia para cada grupo de avaliadores foram calculados. A concordância intra-examinador foi determinada pelo coeficiente Kappa.

#### **4.4 Avaliação da Composição Química das Cerâmicas**

Para avaliação da composição química das cerâmicas foi realizado o teste de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) pelo sistema EDS (*Energy Dispersive System* – Sistema de Dispersão de Energia) no Instituto de Geociências da Unicamp (Campinas, SP).

Para possibilitar uma adequada leitura das amostras, realizou-se a sua metalização. Para isso foram fixados cinco corpos de prova de cada cerâmica estudada, na espessura de 1 mm, a uma placa de platina do MEV utilizando fita condutora de carbono dupla face. Esse conjunto foi colocado na campânula do metalizador Emitech K450 por 1 min e 30 s e sob corrente de 50 mA, no qual uma

fina camada de elemento condutor, neste caso o ouro, foi depositado na superfície de modo que os elétrons pudessem ser conduzidos (Figura 12).



Figura 12. **A.** Corpos de prova colados na placa de platina com fita condutora de carbono dupla face. **B.** Metalizador Emitech K450.

Em seguida as amostras foram levadas ao microscópio eletrônico de varredura LEO 430i (EUA), que possuía acoplado a ele um espectrômetro de energia dispersiva (EDS) (Oxford Instruments, Inglaterra) para análises semi-quantitativas (Figura 13). A energia do feixe foi mantida em 20 kV e a corrente do feixe que atingiu as amostras foi de 3000 nA.

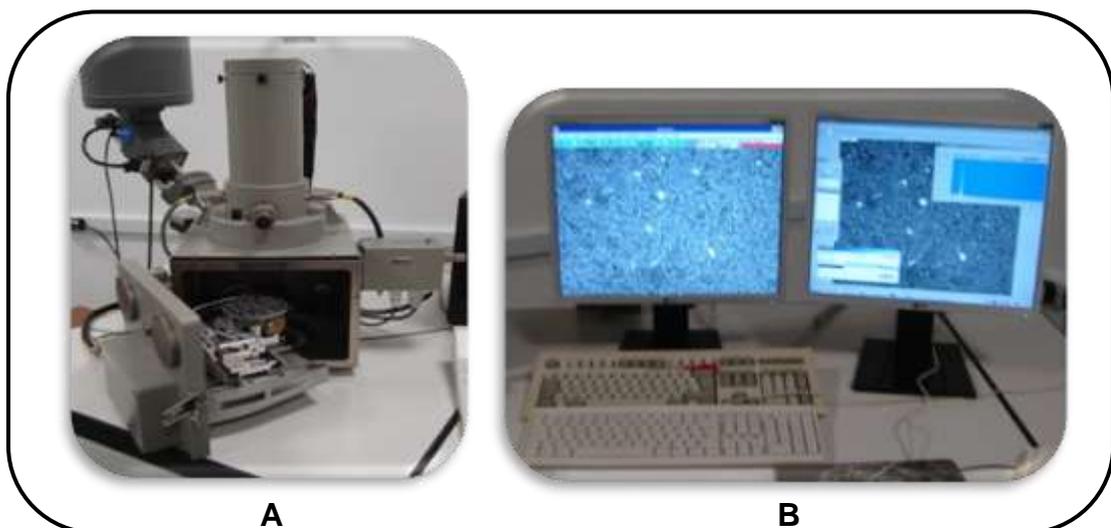


Figura 13. **A.** Corpos de prova sendo inseridos no MEV. **B.** Estação de trabalho onde foram realizadas as análises.

A composição das cerâmicas foi avaliada quanto à presença de elementos químicos que pudessem conferir características de radiopacidade ao material, para isso foram selecionadas aleatoriamente três áreas de cada corpo de prova para a realização das leituras. As médias e os desvios-padrão dos elementos químicos presentes em cada material estudado foram calculados.

## 5 RESULTADOS

A comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias foi realizada aplicando-se análise de variância e teste *post hoc* de Tukey, com nível de significância de 5%. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1. Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 1 mm de espessura

Material	Média (desvio-padrão)	Espessura equivalente em Al
Esmalte	46,33 (2,91) A	2 mm Al
Noritake EX-3	41,93 (2,75) B	>1 mm Al e <2 mm Al
VM13	34,86 (2,71) C	>1 mm Al e <2 mm Al
IPS E.max ZirPress	34,20 (2,59) CD	>1 mm Al e <2 mm Al
PM9	32,80 (2,53) D	>1 mm Al e <2 mm Al
IPS Empress II	29,26 (2,59) E	>1 mm Al e <2 mm Al
Dentina	25,66 (2,38) F	1 mm Al

\*Médias seguidas por letras distintas apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ( $p < 0,05$ ).

Tabela 2. Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 2 mm de espessura

Material	Média (desvio-padrão)	Espessura equivalente em Al (mmAl)
Esmalte	90,73 (3,42) A	4 mm Al
Noritake EX-3	87,40 (3,56) A	>3 mm Al e <4 mm Al

VM13	78,53 (3,35) B	3 mm Al
IPS E.max ZirPress	73,86 (3,43) C	3 mm Al
PM9	70,60 (3,17) C	3 mm Al
IPS Empress II	60,93 (3,14) D	>2 mm Al e <3 mm Al
Dentina	53,20 (2,75) E	2 mm Al

\*Médias seguidas por letras distintas apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ( $p < 0,05$ ).

Tabela 3. Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 3 mm de espessura

Material	Média (desvio-padrão)	Espessura equivalente em Al (mmAl)
Noritake EX-3	130,26 (3,63) A	6 mm Al
Esmalte	125,46 (3,42) B	>5 mm Al e <6 mm Al
VM13	121,86 (3,35) C	5 mm Al
IPS E.max ZirPress	110,80 (3,40) D	>4 mm Al e <5 mm Al
PM9	109,60 (3,37) D	>4 mm Al e <5 mm Al
IPS Empress II	92,86 (3,55) E	4 mm Al
Dentina	75,66 (3,10) F	3 mm Al

\*Médias seguidas por letras distintas apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ( $p < 0,05$ ).

Tabela 4. Comparação entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal e estruturas dentárias para corpos de prova de 4 mm de espessura

Material	Média (desvio-padrão)	Espessura equivalente em Al (mmAl)
Noritake EX-3	159,46 (3,42) A	7 mm Al
VM13	153,66 (3,27) B	7 mm Al
Esmalte	153,06 (3,34) B	7 mm Al
IPS E.max ZirPress	137,66 (3,29) C	6 mm Al
PM9	135,66 (3,25) C	6 mm Al

IPS Empress II	127,26 (3,25) D	>5 mm AI e <6 mm AI
Dentina	100,60 (3,09) E	>4 mm AI e <5 mm AI

\*Médias seguidas por letras distintas apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ( $p < 0,05$ ).

Em relação à interpretação das radiografias interproximais, contendo dentes hígidos e restaurados com cerâmicas livres de metal, a frequência das respostas atribuídas pelos diferentes grupos de avaliadores está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Frequência das respostas atribuídas às imagens radiográficas interproximais pelos três grupos de avaliadores

Escores*	Cirurgiões-dentistas	Radiologistas	Protesistas	Padrão-ouro
1	19,10%	26,25%	34,16%	50%
2	16,25%	0%	9,16%	0%
3	17,50%	37,50%	16,67%	50%
4	23,75%	36,25%	32,08%	0%
5	10,85%	0%	3,34%	0%
6	12,50%	0%	4,58%	0%

\*1. Dente hígido

2. Presença de restauração metálica

3. Presença de restauração cerâmica livre de metal

4. Presença de restauração de compósito (restauração plástica)

5. Presença de restauração metalo-plástica

6. Presença de restauração metalo-cerâmica

A capacidade de identificar dentes hígidos ou restaurados (independente do tipo de material restaurador) foi definida calculando-se os valores de acurácia para cada grupo de examinador (acurácia geral). Também foram calculados os valores de acurácia para identificar os índices de acerto em relação aos dentes classificados com o escore específico para restaurações de cerâmicas livres de metal (acurácia cerâmica). Esses valores estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de acurácia (geral e cerâmica) para os três grupos de avaliadores

Avaliadores	Acurácia Geral	Acurácia Cerâmica
Cirurgiões-dentistas	0,65	0,27
Radiologistas	0,76	0,57

Protesistas	0,77	0,45
-------------	------	------

Na Tabela 7 são apresentadas as frequências de respostas para cada material testado, em cada um dos grupos de avaliadores.

Tabela 7. Frequência das respostas atribuídas às imagens radiográficas interproximais pelos três grupos de avaliadores, considerando-se cada um dos materiais testados

Materiais	Avaliadores	Escore					
		1	2	3	4	5	6
VM13	Cirurgiões- dentistas	8,33%	25,00%	25,00%	12,50%	12,50%	16,67%
	Radiologistas	0%	0%	62,50%	37,50%	0%	0%
	Protesistas	4,17%	4,17%	29,16%	50,00%	4,17%	8,33%
PM9	Cirurgiões- dentistas	4,17%	29,16%	20,83%	20,83%	8,33%	16,67%
	Radiologistas	0%	0%	37,50%	62,50%	0%	0%
	Protesistas	16,67%	12,50%	29,16%	37,50%	4,17%	0%
Noritake EX-3	Cirurgiões-	0%	25,00%	25,00%	33,33%	8,33%	8,33%

		dentistas					
		Radiologistas	0%	0%	54,16%	45,83%	0%
		Protesistas	16,67%	16,67%	16,67%	41,66%	8,33%
IPS Empress II		Cirurgiões-dentistas	4,17%	16,67%	12,50%	37,50%	12,50%
		Radiologistas	0%	0%	75,00%	25,00%	0%
		Protesistas	0%	4,17%	16,67%	50,00%	12,50%
IPS E.max		Cirurgiões-dentistas	0%	33,33%	12,50%	29,16%	20,83%
		Radiologistas	0%	0%	87,50%	12,50%	0%
		Protesistas	0%	12,50%	58,33%	16,67%	12,50%

\*1. Dente hígido

2. Presença de restauração metálica

3. Presença de restauração cerâmica livre de metal

4. Presença de restauração de compósito (restauração plástica)

5. Presença de restauração metalo-plástica

6. Presença de restauração metalo-cerâmica

Para os dentes classificados com restaurações, os avaliadores analisaram a qualidade da radiopacidade de cada restauração, atribuindo respostas de 1 a 5, sendo a nota 5 (cinco) atribuída a radiopacidade totalmente satisfatória e a nota 1 (um) atribuída a radiopacidade totalmente insatisfatória. As freqüências de respostas para cada material testado, em cada um dos grupos de avaliadores, estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Freqüência das respostas atribuídas, pelos três grupos de avaliadores, à qualidade das radiopacidades das restaurações

Materiais	Avaliadores	Escores				
		1*	2	3	4	5**
VM13	Cirurgiões-dentistas	0%	36,36%	27,27%	36,36%	0%
	Radiologistas	8,33%	12,50%	20,83%	16,67%	41,66%
	Protesistas	25,00%	25,00%	12,50%	25,00%	12,50%
PM9	Cirurgiões-dentistas	4,34%	34,78%	39,13%	17,39%	4,34%
	Radiologistas	16,67%	8,33%	37,50%	25,00%	12,50%
	Protesistas	30,00%	20,00%	30,00%	10,00%	10,00%

Noritake EX-3	Cirurgiões-dentistas	0%	43,47%	26,08%	17,39%	13,04%
	Radiologistas	0%	12,50%	16,67%	20,83%	50,00%
	Protesistas	30,00%	25,00%	20,00%	25,00%	0%
IPS Empress II	Cirurgiões-dentistas	0%	43,47%	21,73%	26,08%	8,69%
	Radiologistas	0%	0%	4,17%	29,16%	66,66%
	Protesistas	45,83%	16,67%	16,67%	12,50%	8,33%
IPS E.max	Cirurgiões-dentistas	0%	29,16%	29,16%	37,50%	4,17%
	Radiologistas	8,33%	8,33%	20,83%	0%	62,5%
	Protesistas	8,33%	4,17%	25,00%	33,33%	29,16%

\*1. Radiopacidade totalmente insatisfatória

\*\*5. Radiopacidade totalmente satisfatória

A concordância intra-examinador foi mensurada pelo índice Kappa, permitindo a comparação entre as duas avaliações. Os valores encontrados foram os seguintes: 0,37 (concordância leve) para o grupo dos cirurgiões-dentistas; 0,64, para os protesistas (concordância substancial) e 0,73 (concordância substancial) para os radiologistas.

Os resultados do teste EDS em microscopia eletrônica de varredura (MEV) permitiu identificar a composição química de cada um dos materiais testados. A Tabela 9 indica as porcentagens dos elementos químicos presentes em cada cerâmica livre de metal.

Tabela 9. Composição química dos materiais testados segundo o teste EDS/MEV

Elemento químico	Z*	Materiais				
		VM13	PM9	Noritake	Empress	E-max
		Média (DP**)	Média (DP**)	Média (DP**)	Média (DP**)	Média (DP**)
C (Carbono)	6	0,55% (2,65)	4,51% (6,98)	3,90% (7,70)	1,99% (5,09)	-
O (Oxigênio)	8	38,80% (15,78)	43,44% (8,92)	45,77% (6,90)	45,38% (10,11)	55,30% (7,29)
Na (Sódio)	11	1,88% (1,79)	2,30% (1,91)	3,07% (1,17)	2,07% (1,50)	0,17% (0,37)
Mg (Magnésio)	12	0,03% (0,18)	-	-	-	0,21% (0,44)
Al (Alumínio)	13	2,98% (3,72)	3,78% (3,81)	4,06% (3,02)	3,95% (3,57)	-
Si (Silício)	14	14,20% (13,62)	15,10% (10,87)	19,53% (9,60)	16,73% (12,21)	34,44% (4,14)
K (Potássio)	19	3,48% (3,40)	2,87% (2,21)	3,19% (2,06)	3,49% (2,51)	3,68% (1,21)
Ca (Cálcio)	20	0,73% (1,97)	0,60% (0,38)	1,25% (1,41)	0,55% (0,52)	-
V (Vanádio)	23	-	-	-	0,01% (0,05)	-
Cr (Cromo)	24	1,19% (3,56)	-	-	0,14% (0,64)	-

Fe (Ferro)	26	8,85% (25,30)	-	0,02% (0,09)	1,23% (5,36)	-
Ni (Níquel)	28	-	-	-	0,02% (0,09)	-
Zn (Zinco)	30	-	0,04% (0,19)	-	-	4,50% (2,51)
Rb (Rubídio)	37	-	-	0,69% (3,26)	-	-
Y (Ítrio)	39	5,98% (16,95%)	9,79% (19,07%)	3,10% (10,07)	7,35% (17,58)	-
Zr (Zircônio)	40	18,91% (29,48)	16,27% (22,89)	9,52% (15,29)	15,06% (27,13)	0,21% (0,81)
In (Índio)	49	0,19% (0,43)	-	-	0,06% (0,27)	-
Sn (Estanho)	50	0,92% (5,49)	-	3,56% (11,83)	0,59% (2,60)	-
Ba (Bário)	56	1,04% (1,09)	0,70% (0,75)	2,19% (1,10)	0,70% (0,57)	-
Ce (Cério)	58	0,19% (0,55)	0,30% (0,63)	0,29% (1,17)	0,27% (0,60)	1,45% (0,81)
Pr (Praseodímio)	59	-	0,14% (0,46)	-	-	-
Tb (Térbio)	65	-	-	-	0,04% (0,21)	-
Hf (Háfnio)	72	0,04% (0,27)	0,08% (0,34)	-	0,12% (0,44)	-
Ti (Tálio)	81	-	0,02% (0,09)	-	-	-

\*Z: Número atômico

\*\*DP: Desvio-padrão

Nas Figuras 14, 15 e 16 estão ilustradas as análises dos materiais cerâmicos pelo MEV/EDS em aumento de 20  $\mu\text{m}$ .

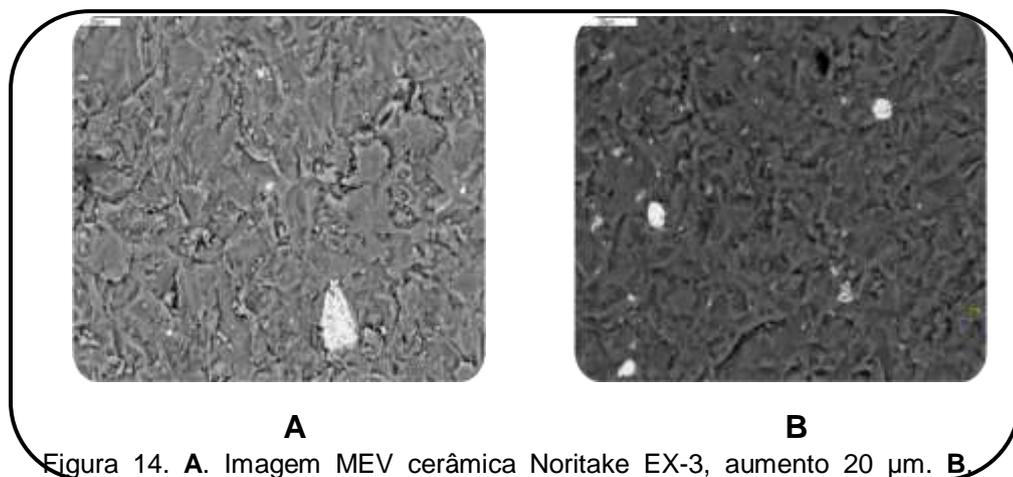


Figura 14. **A.** Imagem MEV cerâmica Noritake EX-3, aumento 20  $\mu\text{m}$ . **B.** Imagem MEV cerâmica VM13, aumento 20  $\mu\text{m}$

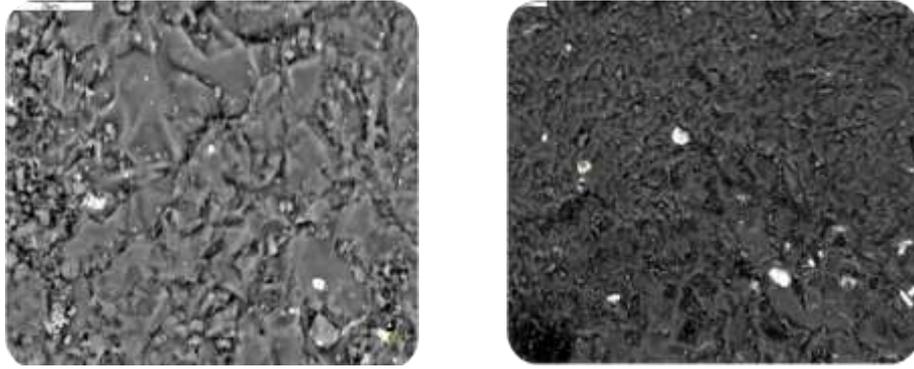
**A****B**

Figura 15. **A.** Imagem MEV cerâmica PM9, aumento 20  $\mu\text{m}$ . **B.** Imagem MEV cerâmica IPS Empress II, aumento 20  $\mu\text{m}$

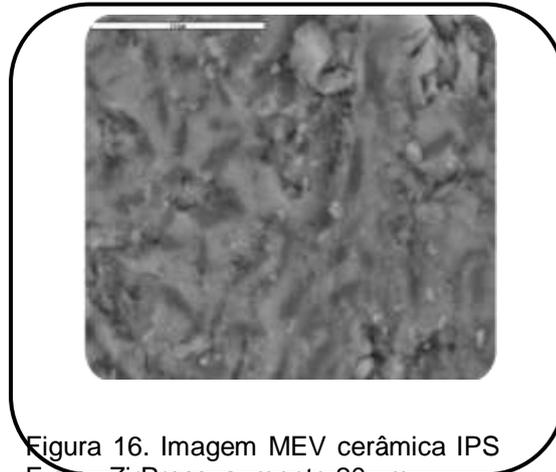


Figura 16. Imagem MEV cerâmica IPS E.max ZirPress, aumento 20  $\mu\text{m}$ .

## 6 DISCUSSÃO

Para que as restaurações sejam bem visualizadas nas imagens radiográficas elas devem apresentar uma radiopacidade igual ou superior à da dentina, para que não sejam confundidas com tecido dental cariado (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION, 2000).

Dentre os fatores que influenciam na radiopacidade de um material, destacam-se: o número atômico dos elementos que o compõem, a conformação molecular gerada por esses elementos, a densidade física e a espessura do material.

O número atômico dos elementos está diretamente ligado a maior ou menor absorção de raios X, ou seja, quanto maior o número atômico, maior o poder de absorção de raios X por esses elementos. Essa relação diretamente proporcional está também associada às diversas conformações moleculares dos materiais. Já a densidade física, que relaciona massa e volume, permite afirmar que quanto mais denso for um corpo, maior será seu poder de absorção de raios X. Em relação à espessura do material, é fácil entender que quanto mais espessa for uma estrutura, mais difícil será a passagem dos raios X por esse corpo (FREITAS, ROSA e SOUZA, 2004).

Em relação à espessura, os resultados deste estudo corroboram com a descrição acima relatada, pois, observando a radiopacidade de cerâmicas de diferentes espessuras, nota-se um aumento gradual nos valores de densidade com o aumento da espessura do corpo de prova.

Na espessura de 1 mm, todos os materiais estudados apresentaram radiopacidade inferior à do esmalte e superior à da dentina, sendo que a cerâmica Noritake EX-3 apresentou a maior radiopacidade entre todas as cerâmicas, seguida pela VM13, IPS E.max ZirPress, PM9 e IPS Empress II, Assim, mesmo havendo diferenças estatísticas entre as radiopacidades dos materiais, todos ficaram inseridos dentro da margem de boa visualização para imagens radiográficas, de acordo com o que está especificado na norma ISO 4049. Quando se avaliou os materiais com 2 mm de espessura, observou-se que também apresentaram

radiopacidade inferior ou equivalente à do esmalte e superior à da dentina, sendo que a cerâmica Noritake EX-3 continuou apresentando a maior radiopacidade, seguida pela mesma sequência decrescente apresentada para os corpos de prova de 1 mm de espessura. Quando se avaliou os materiais com 3 mm, observou-se que as cerâmicas VM13, IPS E.max ZirPress, PM9 e IPS Empress II continuaram apresentando radiopacidade inferior à do esmalte e superior à da dentina, no entanto, o material Noritake EX-3 apresentou radiopacidade superior à do esmalte. Para os corpos de prova com espessura de 4 mm, a cerâmica Noritake EX-3 continuou apresentando radiopacidade superior à do esmalte, e a VM13 não mostrou diferença estatisticamente significativa em relação à densidade dessa mesma estrutura dental.

A norma ISO 4049 especifica que na medida em que a radiopacidade do material vai excedendo progressivamente a radiopacidade do esmalte, como por exemplo, nos casos de materiais metálicos, dificulta-se a visualização correta dos tecidos vizinhos. Isso porque, segundo Whaites (2003), o contraste entre a restauração muito radiopaca e as estruturas subjacentes pode alterar a percepção da densidade de uma ou de ambas as estruturas, criando uma ilusão visual de que os tecidos abaixo da restauração são mais radiolúcidos do que na realidade, podendo induzir no avaliador a percepção de cárie onde ela não existe, condição descrita como “efeito de contraste”. Esse fenômeno passa a ser relevante na avaliação radiográfica da cerâmica Noritake EX-3, quando utilizada em maiores espessuras (a partir de 3 mm).

De maneira geral, nos resultados da avaliação objetiva foram observadas diferenças significativas nas radiopacidades das cerâmicas testadas, no entanto a mensuração da densidade óptica é uma ferramenta numérica bastante sensível, detectando variações ínfimas de radiopacidade, que nem sempre podem ser detectadas a olho nu, por esse motivo as pesquisas de radiopacidade que não correlacionam avaliações objetivas com situações clínicas, podem não apresentar resultados válidos para o cotidiano clínico dos profissionais. Nesse trabalho, a avaliação subjetiva permitiu a simulação de condições clínicas, com a interpretação radiográfica de dentes restaurados com as diferentes cerâmicas livres de metal testadas.

Para uma acurada interpretação radiográfica, também é fundamental a experiência e a área de atuação do examinador que avalia as imagens (Guedes et

al., 2007). Na presente pesquisa optou-se por utilizar três grupos de avaliadores: radiologistas, protesistas e cirurgiões-dentistas recém formados, com o objetivo de demonstrar como esses diferentes grupos avaliam a radiopacidade das cerâmicas estudadas.

Na avaliação do grupo dos cirurgiões-dentistas, as cerâmicas identificadas com maior porcentagem de acerto (25%) foram a VM13 e a Noritake EX-3, seguida pela cerâmica PM9 com 20,83% e pelas cerâmicas IPS E.max ZirPress e IPS Empress II, ambas com 12,50% de acerto. Já para o grupo dos radiologistas, as cerâmicas com maior porcentagem de correta identificação radiográfica foram, em ordem decrescente: a IPS E.max ZirPress (87,50%), a IPS Empress II (75,00%), a VM13 (62,50%), a Noritake EX-3 (54,16%) e a PM9 (37,50%). Já as cerâmicas que foram identificadas com maior acurácia pelos protesistas foram: a IPS E.max ZirPress (58,33%), seguida das cerâmicas VM13 e PM9 (ambas com 29,16%) e finalmente a Noritake EX-3 e a IPS Empress II (ambas com 16,67%).

Quanto à capacidade de se realizar um correto diagnóstico, é fato que os cirurgiões-dentistas com até seis meses de formado tiveram menor acurácia diagnóstica quando comparados aos grupos dos especialistas, sendo que os radiologistas foram os únicos que não identificaram erroneamente a presença de restaurações metálicas, metaloplásticas ou metalocerâmicas.

Cabe ressaltar que, na simulação clínica, os profissionais não conseguiram diferenciar as imagens radiográficas de dentes restaurados com cerâmicas livres de metal daqueles restaurados com compósitos, por apresentaram radiopacidade muito similar entre si, não sendo identificados nem pelos grupos dos radiologistas, que são os profissionais mais experientes em análises de imagens.

A acurácia para distinguir dentes hígidos de dentes restaurados, independente do material utilizado, foi superior nos grupos dos especialistas, sendo 0,76 para os radiologistas e 0,77 para os protesistas. O grupo dos cirurgiões-dentistas apresentou uma acurácia de 0,65. Já em relação à capacidade de diagnosticar especificamente o material usado (cerâmica livre de metal), puderam-se notar valores menores de acurácia para os três grupos de examinadores; no entanto, o grupo dos especialistas continuou com índice de acerto superior ao dos cirurgiões-dentistas (0,27), sendo que os radiologistas apresentaram acurácia superior (0,57) à dos protesistas (0,45).

Como cada avaliador realizou duas avaliações radiográficas, foi calculada a concordância intra-examinador (índice Kappa), que demonstrou que o grupo dos especialistas (0,64, para os protesistas e 0,73, para os radiologistas) apresentou maiores valores de concordância, quando comparado ao grupo dos cirurgiões-dentistas recém formados (0,37). Demonstrando novamente a importância da experiência e capacitação na interpretação das imagens radiográficas.

Quanto às notas atribuídas pelos avaliadores à qualidade da radiopacidade das restaurações, cabe ressaltar que o grupo dos cirurgiões-dentistas atribuiu nota 5, caracterizando radiopacidade totalmente satisfatória, às cerâmicas: Noritake EX-3 (em 13, 04% dos casos); IPS Empress II (8,69%); PM9 (4,34%) e IPS E.max ZirPress (4,17%). A cerâmica VM13 não recebeu nota máxima por esses profissionais. Já o grupo dos radiologistas atribuiu nota 5 às cerâmicas: IPS Empress II (66,66%); IPS E.max ZirPress (62,5%); Noritake EX-3 (50%); VM13 (41,66%) e PM9 (12,50%). O grupo dos protesistas atribuiu nota 5 às cerâmicas: IPS E.max ZirPress (29,16%); VM13 (12,50%); PM9 (10%); IPS Empress II (8,33%). Para esse grupo, foi a cerâmica Noritake EX-3 que não recebeu nota máxima. Deve-se também destacar que o grupo dos cirurgiões-dentistas atribuiu nota 1, ou seja, radiopacidade totalmente insatisfatória, apenas para a cerâmica PM9 (4,34%). Já o grupo dos radiologistas atribuiu essa nota para as cerâmicas PM9 (16,67%), VM13 (8,33%) e IPS E.max ZirPress (8,33%). O grupo dos protesistas atribuiu nota 1 para as cerâmicas: IPS Empress II (45,83%); PM9 e Noritake EX-3 (30,00% para ambas); VM13 (25%) e IPS E.max ZirPress (8,33%). Essa variação observada nas notas atribuídas pelos avaliadores quanto à qualidade das radiopacidades das diferentes cerâmicas livres de metal, enfatiza a hipótese de que variações numéricas de densidade óptica (observadas na avaliação objetiva) nem sempre são passíveis de percepção a olho nu durante a interpretação radiográfica.

Como já foi apresentando, outro fator que influencia na radiopacidade de um material é o número atômico dos elementos que o constituem. Pelo fato da constituição atômica e molecular das cerâmicas ser segredo resguardado por patente, o conhecimento integral das composições desses materiais não é de conhecimento público. Nesse trabalho, as amostras foram submetidas ao teste EDS em microscopia eletrônica de varredura, que possibilitou discriminar a constituição atômica de cada cerâmica testada. Assim sendo, pode-se fazer inferência em

relação às diferenças de radiopacidade encontradas entre os materiais de uma mesma espessura.

O microscópio eletrônico de varredura é um instrumento que permite a observação e caracterização de materiais orgânicos e inorgânicos em micro escala. Nesse equipamento, o material a ser analisado é irradiado com um feixe fino e focalizado de elétrons, que varre a amostra através de toda a sua superfície. A partir da interação dos elétrons do feixe com a amostra, uma série de sinais são produzidos permitindo a caracterização do material.

Como possíveis elementos radiopacificadores das cerâmicas estudadas, destacou-se a presença de zinco, bário e cério, que são elementos de elevado número atômico que podem conferir radiopacidade ao material (FONSECA et al., 2006). Em relação ao elemento bário, sua porcentagem na constituição das cerâmicas foi a seguinte: Noritake EX-3 (2,19%); VM13 (1,04%); PM9 (0,70%) e IPS Empress II (0,70%), estando essas porcentagens diretamente correlacionadas aos valores de densidade encontrados na avaliação objetiva, que também obedeceu essa mesma ordem de materiais em relação aos valores de radiopacidade. Exceto pela cerâmica IPS E.max ZirPress, que não apresentou o elemento bário em sua constituição. Nas imagens do MEV/ EDS foi observada que a conformação molecular e os componentes químicos dessa cerâmica apresentavam-se de maneira diferente das demais, o que permitiu concluir que os possíveis elementos radiopacificadores do IPS E.max ZirPress são o zinco (Zn), que se apresentou em quantidade destacável (4,50%) e o cério, que se encontrou no IPS E.max ZirPress em maior quantidade que nas outras cerâmicas testadas (1,45%).

Esse trabalho apresentou como grande destaque a possibilidade de estudar a radiopacidade de cerâmicas livres de metal em toda a sua integralidade, utilizando-se de três ferramentas que se complementam: a avaliação objetiva das densidades; a simulação clínica com a avaliação subjetiva das restaurações e a determinação dos possíveis elementos químicos que promovem a radiopacidade, por meio do MEV/EDS. Em conjunto, os resultados desse estudo permitem fazer inferências seguras em relação à radiopacidade desses materiais, auxiliando sobremaneira a prática clínica do cirurgião-dentista e enriquecendo a literatura

## 7 CONCLUSÃO

- Pela avaliação objetiva, observaram-se diferenças significativas entre as radiopacidades das cerâmicas livres de metal. Sendo que, nas espessuras de 1 e 2 mm, todas as cerâmicas testadas apresentaram radiopacidade superior a da dentina e inferior ou equivalente a do esmalte. A cerâmica Noritake EX-3 apresentou a maior radiopacidade em todas as espessuras;
- Pela avaliação subjetiva, não se observou claramente diferenças de radiopacidades entre as cerâmicas testadas, não sendo possível a distinção radiográfica de cerâmicas livres de metal e compósitos;
- O grupo dos cirurgiões-dentistas, com até seis meses de experiência, obteve a menor acurácia diagnóstica quando comparado aos grupos de especialistas. O grupo dos radiologistas obteve a maior acurácia diagnóstica;
- Como possíveis materiais radiopacificadores destacam-se o bário nas cerâmicas Noritake EX-3, VM13, PM9 e IPS Empress II; e o zinco e o cério na cerâmica IPS E.max ZirPress.

## REFERÊNCIAS

ANUSAVICE, K. J. Cerâmicas odontológicas. **Phillips Materiais Dentários**. Trad. DOURADO, A. et al. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2005. Cap.21, p.619-631.

ATTAR, N.; TAM, L.E.; MCCOMB, D. Flow, strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. **J l'Association Dentaire Canadienne**. v.69, n.8, p.516-21, 2003.

CASTILHO, J.C.M. et al. Digital radiographic evaluation of optical density of porcelains used for fabrication of inlay/onlay prosthesis. **J Appl Oral Sci**. v.1, n.1, p.16-20, 2006.

CRUVINEL, D.R. et al. Evaluation of radiopacity and microhardness of composites submitted to artificial aging. **Mater Res**. v.10, n.3, p.325-9, 2007.

FONSECA, R.B. et al. Radiodensity of base, liner and luting dental materials. **Clin Oral Invest**. v.10, n.2, p.114–8, 2006.

FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia Odontológica**. 6.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004, Cap.5, p.64-65.

GU, S. et al. Radiopacity of dental materials using a digital X-ray system. **Dent Mater**. v.22, n.8, p.765-70, 2006.

GUEDES, F.R. et al. O cirurgião dentista é capaz de identificar manipulações em imagens radiografias digitais? **Arq Bras Odont**. v.3, n.2, p.95-100, 2007.

HARA, A.T.; SERRA, M.C.; RODRIGUES JR, A.L. Radiopacity of Glass-Ionomer/Composite Resin Hybrid Materials. **Braz Dent J**. v.12, n.2, p.85-9, 2001b.

HARA, A.T.; SERRA, M.C.; RODRIGUES JR, A.L. Radiopacity of esthetic restorative materials compared with human tooth structure. **Am J Dent**. v.14, n.1, p.383-6, 2001a.

IMPERIANO, M.T. et al. Comparative radiopacity of four low-viscosity composites. **Braz J Oral Sci.** v.6, n.20, p.1278 – 82, 2007.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4049: dentistry - polymer-based filling, restorative and luting materials.** 3rd ed. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2000.

LAGRAVÈRE, M. et al. Estudio in vitro de La radiopacidad de los ementos de ionómero de vidrio comparada com dentina y esmalte. **Rev Estomatol Herediana.** v.13, n.1-2, p.5-8, 2003

MESTRINER, S.F.; VINHA, D.; MESTRINER JUNIOR, W. Comparison of different methods for the occlusal dentine caries diagnosis. **J Appl Oral Sci.** v.13, n.1, p.28-34, 2005.

MIYACHITA, E. et al. **Odontologia Estética: a arte da perfeição.** 1 ed. São Paulo: Editora: Artes médicas, 2008. Cap.2, p.245-81.

MONDELLI, J. **Fundamentos de Dentística Operatória.** 1 ed. São Paulo: Editora Santos, 2006. Cap.32, p.297-318.

MURCHISON, D.F.; CHARLTON, D.G.; MOORE, W.S. Comparative radiopacity of flowable resin composites. **Quintessence Int.** v.30, n.3, p.179-84, 1999.

PEREIRA, A.S.R. et al. Análise dos níveis de cinza de quatro resinas compostas micro-híbridadas utilizando um sistema de radiografia digital direto. **Fac. Odonto/PUCRS.** v.20, n.47, p.3-10, 2005.

PONTUAL, A.A. **Estudo comparativo de três sistemas digitais sem cabo no diagnóstico de cáries proximais.** [Dissertação]. Piracicaba (SP): FOP/UNICAMP; 2007.

SALZEDAS, L.M.P.; LOUZADA, M.J.Q.; OLIVEIRA FILHO, A.B. Radiopacity of restorative materials using digital images. **J Appl Oral Sci.** v.14, n.2, p.147-52, 2006.

SOARES, C.G. et al. Densidade óptica e composição química de resinas compostas. **Cienc Odontol Bras.** v.10, n.4, p.61-9, 2007a.

SOARES, C. J. et al. In vitro analysis of the radiodensity of indirect composites and ceramic inlay systems and its influence on the detection of cement overhangs. **Clin Oral Invest.** v.11, n.4, p.331–6, 2007b.

SOUZA, F.C.P.P.et al. In vitro comparison of the radiopacity of cavity lining materials with human dental structures. **J Conserv Dent.** v.13, n.2, p.65-70, 2010.

TAKESHITA, W.M. et al. An investigation of the optical density of composite resin using digital radiography. **Cienc Odontol Bras.** v.7, n.2, p.6-11, 2004.

TIRAPELLI, C. et al. Radiopacity and microhardness changes and effect of X-ray operating voltage in resin-based materials before and after the expiration date. **Mat Res.** v.7, n.3, p.409-12, 2004.

TSUGE, T. Radiopacity of conventional, resin-modified glass ionomer, and resin-based luting materials. **J Oral Sci.** v.51, n.2, p.223-30, 2009.

WHAITES, E. **Princípios de Radiologia Odontológica.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2003, Cap.1, p.25.

## ANEXO I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
 PRO-REITORIA DE PESQUISA  
 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF  
 36200-000 - JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

Parecer nº 263/2010

**Protocolo CEP-UFJF:** 2180.240.2010 **FR:** 368400 **CAAE:** 0172.0.180.000-10  
**Projeto de Pesquisa:** "Avaliação da radiopacidade de diferentes sistemas cerâmicos".  
**Área Temática:** Grupo III  
**Pesquisador Responsável:** Ana Cristina de Rocha Duque  
**Pesquisadores Participantes:** Fabíola Pessoa Pereira Leite e Karina Lopes Devito  
**Instituição:** UFJF

**Sumário/comentários do protocolo:**

- O estudo encontra-se bem justificado e com revisão de literatura pertinente. Trata-se de uma pesquisa científica acerca da radiopacidade de diferentes sistemas cerâmicos por meio de radiografias digitais. Atualmente as restaurações livres de metal tem sido amplamente utilizadas na rotina odontológica para reabilitação dos pacientes. Com o constante uso destes materiais é essencial que eles possibilitem uma adequada visualização nas imagens radiográficas para que se possa diferenciar claramente o que é a restauração cerâmica, do esmalte, da dentina, de restaurações de resina compostas, de cáries e outras alterações que possa haver no elemento dental. A hipótese nula a ser testada é que haja diferenças de radiopacidade entre os diferentes materiais cerâmicos.
  - O objetivo do estudo é claro e pertinente. No geral, os autores visam avaliar de forma objetiva e subjetiva a radiopacidade de diferentes cerâmicas odontológicas por meio de radiografias digitais.
  - A revisão de literatura sustenta o objetivo traçado.
  - A metodologia está bem delineada. O estudo constituirá de duas partes distintas: uma avaliação objetiva e outra simulando condições clínicas (avaliação subjetiva). Serão utilizadas oito cerâmicas odontológicas: 1) E.max de Silicato (Ivoclar), 2) In Ceram Alumina (Vita), 3) In Ceram Zircônia (Vita), 4) LAVA (3M), 5) Zircozan (Talladium), 6) VM9 (Vita), 7) VM7 (Vita), 8) Zircozan Ice (Talladium), das quais serão confeccionados cinco corpos de prova de cada material nas dimensões 4x4x1 mm<sup>3</sup>. Para avaliação da radiopacidade serão realizadas radiografias digitais, e avaliadas quanto às densidades ópticas no programa Adobe Photoshop® 8.0 (EUA). Para a análise subjetiva, serão montados phantoms constituídos de dentes naturais, simulando situações clínicas, que serão radiografados e avaliados por cirurgiões-dentistas de diferentes especialidades.
  - Toda documentação relativa aos responsáveis pelos locais onde serão realizados os procedimentos está correta (datada e assinada). O autor apresentou declaração do Banco de Dentes Humanos da FQ- UFJF, constando a liberação de 51 dentes humanos para a pesquisa.
  - O orçamento está apresentado detalhadamente, de acordo com a previsão de gastos da pesquisa e será assumido pelos pesquisadores.
  - O cronograma está descrito em meses, com início da coleta de dados após a aprovação pelo comitê de ética, sendo previsto o término para dezembro de 2010.
  - O autor apresentou ao CEP o pedido de dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, uma vez que utilizará somente elementos dentários já extraídos por indicação ortodôntica e que serão adquiridos no banco de dentes da Faculdade de Odontologia da UFJF.
  - A pesquisadora principal é graduada em Odontologia pela UFJF, especialista em Prótese pela ABO/JF e mestranda em Clínica Odontológica pela UFJF.
- Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

**Situação:** Projeto Aprovado  
 Juiz de Fora, 16 de dezembro de 2010

  
 Profa. Dra. Iêda Maria Vargas Dias  
 Coordenadora – CEP/UFJF

RECEBI
DATA: ___/___/2010
ASS: _____