

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

ÁUREO HONORATO E MELO

ESTUDO COMPARATIVO DA DENSIDADE RADIOGRÁFICA DE  
DIFERENTES CIMENTOS ODONTOLÓGICOS RESTAURADORES À  
BASE DE IONÔMERO DE VIDRO

Goiânia  
2007

ÁUREO HONORATO E MELO

ESTUDO COMPARATIVO DA DENSIDADE RADIOGRÁFICA DE  
DIFERENTES CIMENTOS ODONTOLÓGICOS RESTAURADORES À  
BASE DE IONÔMERO DE VIDRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás para a obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Clínica Odontológica

Orientador: Prof. Dr. Gersinei Carlos de Freitas

Co-orientador: Prof. Dr. João Batista de Souza

Goiânia  
2007

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

(GPT/BC/UFG)

**Melo, Áureo Honorato e.**

**M528e Estudo comparativo da densidade radiográfica de diferentes cimentos odontológicos restauradores à base de ionômetro de vidro / Áureo Honorato e Melo. –2007.  
70 f. : il., color., figs., tabs.**

**Orientador: Prof. Dr. Gersinei Carlos de Freitas, Co-Orientador: Prof. Dr. João Batista de Souza.**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás. Faculdade de Odontologia, 2007.**

**Bibliografia: f. 65-68.  
Inclui listas de ilustrações e de tabelas.**

**1. Dentes – Radiografia 2. Cimentos dentários – Radiopacidade 3. Cimentos dentários – Ionômetro de vidro I. Freitas, Gersinei Carlos de II. Souza, João Batista de III. Universidade Federal de Goiás. Faculdade de Odontologia III. Titulo.**

**CDU: 616.314-073.75**

Autoriz  
o a  
reprodu  
ção total  
ou  
parcial  
deste  
trabalho  
, para  
fins de  
estudo e  
pesquisa

Goiânia,

\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_.

Assinat  
ura: \_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
e-mail: aureohm@hotmail.com

## Áureo Honorato e Melo

**Estudo Comparativo da Densidade Radiográfica de Diferentes  
Cimentos Odontológicos Restauradores .**

Dissertação defendida e aprovada em 20/10/2007, pela Banca  
Examinadora constituída por:



Prof. Dr. Genival Carlos de Freitas  
Presidente da Banca



Prof. Dr. Adérico Santana Guilherme  
Membro da Banca



Prof. Dr. Rogério Vieira rigon  
Membro da Banca

## DEDICATÓRIA

*Ao ver a travessia em minhas costas sinto que só consegui, pois fui ajudado, encorajado, levantado e protegido. **Deus**, obrigado. Tu és o grande e é a ti que dedico toda a minha honra e todo o meu louvor. A ti, todas as glórias.*

*Aos meus pais **José Luiz e Ana Maria**, fortes esteios durante as tempestades da vida e brancas nuvens nos dias ensolarados. Aos meus irmãos **Raul e Sulamita**, cada um com o seu modo de dedicar-se e empenhar-se às coisas, mas nenhum sem afeto. Obrigado com real e intenso sentimento de gratidão e amor.*

*À minha esposa, companheira e amada **Giselle**, que talvez pouco saiba do muito que ela representou nesta caminhada. A ti, quero dizer, esta caminhada foi longa e dificultosa mas, ao seu lado, prazerosa e gratificante. Que o florescer desta semente, agora lançada, frutifique e sejam sempre vistosos e dignos do esforço empenhado.*

*“... porque eu vos dei o exemplo, para que, como eu vos fiz, façais vós também...”*

*João 13:15.*

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Ao orientador Professor Doutor **Gersinei Carlos de Freitas**, que com sabedoria e paciência acolheu-me, norteou idéias e canalizou esforços. A você um sincero muito obrigado.*

*Ao co-orientador Professor Doutor **João Batista de Souza**, que com honestas advertências e sinceros incentivos me mostrou o real valor da pesquisa e do título almejado.*

*Ao Professor **Gercino Monteiro Filho**, estatístico que me atendeu prontamente, com parcimônia e desapego, auxiliando no desenvolvimento da metodologia e da estatística.*

*Ao Professor Doutor **Carlos Estrela**, que com presteza e gentileza nos foi fundamental em momentos cruciais.*

*Aos amigos do mestrado, primeiro os professores, que com palavras ou silêncio, sempre souberam nos impulsionar em aulas, ou melhor, verdadeiros simpósios, produtivas, empolgantes e repletas de bons sentimentos; a nós, os alunos, que nas aulas soubemos, antes de mais nada, tornarmos solidários e amigos; e, agora, aos funcionários da “pós”, **Gláucia e Fábio**, que sempre nos ajudaram, sem medir esforços ou esperar algo em troca.*

*Deixo aqui uma coleção enorme de monumentais e alegres bons momentos. Sei que existem muitos mais a agradecer. Obrigado a todos que com atos, palavras e pensamentos intentaram minha vitória.*

## RESUMO

Os propósitos deste trabalho foram estudar a radiopacidade de cimentos de ionômero de vidro restauradores a partir de tomadas radiográficas e compará-las entre si. Para a consecução, obtiveram-se a partir de uma escala de alumínio, densidades radiográficas comparáveis e possíveis de serem utilizadas no trabalho clínico. Corpos-de-prova cilíndricos foram obtidos utilizando-se lâminas de vidro de 25,4 x 76,2 x 1,0 mm perfuradas por uma broca número 5 com 5,0 mm de diâmetro. As radiografias dos corpos-de-prova foram obtidas em três marcas de filmes. Foi utilizado neste experimento uma escala de alumínio padronizada denominada penetrômetro e um aparelho de raios-X Gnatus XR 6010. Os dados foram coletados por cinco examinadores devidamente calibrados e analisados pelos testes de Friedman e de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados obtidos mostraram que existiu diferença estatisticamente significativa nas médias conseguidas por cada examinador nos grupos formados pelos cimentos e pelos filmes. Também mostrou que todos os cimentos apresentaram valores médios de densidade radiográfica menor que 1.

Descritores: Análise radiográfica, Radiopacidade, Radiografia Dentária, Cimentos de ionômero de vidro.

## ABSTRACT

Glass ionomer cements are generally represented by a combination of a powder, which main components are alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), silica ( $\text{Si}_2\text{O}_3$ ) and calcium fluoride ( $\text{CaF}_2$ ), and a liquid, which is an aqueous solution basically compound of polyacrylic acid and tartaric acid. Its excellent features have been described since the 1960's, and some of these are the radiopacity and fluoride release. The aim of this work is to study the radiopacity measured by radiographic exposures of the following restorative glass ionomers: Vidrion R (SS White Manufacturing Ltd, Gloucester, England); Chemfil (DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Germany); Vitro Molar (DFL); Maxxion R (FGM Dental products Ltd); Riva self cure powder and liquid and Riva self cure in capsules (Riva SC, SDI Ltd, Bayswater, Australia) and to make comparisons among them. Then, different radiographic densities from an aluminum scale were attained and they could be compared and used in the clinical work. The specimens were made using standard glass plates (25,4 x 76,2 x 1,0 mm) manufactured by Global Trade Technology and they were perforated by a 5mm bur (number 5, Black & Decker, Brazil) especially used for glass. For the radiopacity evaluation, the samples were radiographed using three different types of films, which are the following: Kodak Dental Intraoral E-Speed Film (EASTMAN KODAK Co., Rochester, N.Y.); Contrast DFL DV-58 (DFL Ltd); and Agfa Dentus M2 Confort (Heraeus Kulzer Inc.). A 99,5% pure aluminum step wedge and a Gnatus XR 6010 X-ray equipment were utilized in this work. The data were collected by 5 examiners, who were properly calibrated, and analyzed by Friedman and Kolmogorov-Smirnov tests. The results showed no statistical differences among the averages of each examiner comparing the cements and the films. And the results also showed that all the cements present radiographic density average values below 1.

Key words: radiographic evaluation; radiopacity; dental radiograph; glass ionomer cements.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Cimentos de ionômero de vidro utilizados. Maxxion R (A), Vidrion R (B), Vitro Molar (C), Chemfil (D), Riva Self Cure em cápsulas (E), Riva Self Cure (F)..... 39
- Figura 2 – Filmes radiográficos utilizados no experimento..... 40
- Figura 3 – Lâminas de vidro lisa (A), Lâminas de vidro lisa perfuradas (B), broca para vidro (C)..... 41
- Figura 4 – Sequência de preparação dos corpos de prova: (A) lâmina de vidro já perfurada e placa de vidro já protegida com tira de poliéster; (B) cimento de ionômero de vidro restaurador já proporcionado; (C) espatulação do cimento; (D) inserção do cimento na cavidade; (E) pressão manual e extravasamento do excesso; (F) remoção da fina camada de excesso de cimento da lâmina de vidro..... 42
- Figura 5 – Posicionamento do penetrômetro e do corpo-de-prova sobre o filme (A), medida para a tomada radiográfica do mesmo (B), visualização em detalhes do penetrômetro (C)..... 44
- Gráfico 1 – Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Riva Self Cure manipulado..... 49
- Gráfico 2 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Agfa Dentus.....51
- Gráfico 3 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Contrast..... 52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída.....	47
Tabela 5.2 A - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Chemfil.....	48
Tabela 5.2 B - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Maxxion R .....	48
Tabela 5.2 C - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Riva Self Cure em cápsulas.....	48
Tabela 5.2 D - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Riva Self Cure manipulado.....	49
Tabela 5.2 E- Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Vidrion R.....	50
Tabela 5.2 F - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Vitromolar.....	50
Tabela 5.3 A - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Agfa Dentus M2 Confort.....	51
Tabela 5.3 B - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Contrast.....	52
Tabela 5.3 C - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Ektaspeed.....	53

## SUMÁRIO

### LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### LISTA DE TABELAS

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Cimento de ionômero de vidro	17
2.1.1	Composição e indicação	17
2.1.2	Propriedade física - Radiopacidade	19
2.2	Escala padronizada de alumínio – Penetrômetro	33
3.	OBJETIVOS	35
4.	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1	Cimentos odontológicos	38
4.2	Filmes radiográficos	40
4.3	Delineamento do trabalho	40
5.	RESULTADOS	46
6.	DISCUSSÃO	54
7.	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE	69

## **1. INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução científica vivida neste século possibilitou inúmeros tratamentos conservadores na Odontologia. As lesões cariosas que expressavam dificuldades ou impossibilidades de tratamento conservador e/ou que sinalizassem um prognóstico sombrio passaram a uma prevalência decrescente a partir do surgimento de materiais biocompatíveis e duráveis. Desta maneira, novas diretrizes no conjunto de opções terapêuticas dentro da Odontologia surgem com relevantes expectativas.

A busca por materiais biocompatíveis, estéticos, operacionáveis, com alto vedamento marginal, baixa solubilidade nos fluidos bucais, radiopacos, dentre outras características, impulsionou pesquisas e descobertas. Os cimentos odontológicos e as resinas sintéticas surgem no cenário científico como grandes promessas para a resolutividade destas necessidades. As resinas odontológicas obtiveram um grande aporte nas suas pesquisas e propriedades ao incorporar em sua estrutura o metacrilato e as novas tecnologias para a polimerização. Já os cimentos odontológicos, materiais de menor dureza quando comparados com o amálgama ou com a própria resina composta podem ser utilizados de variadas formas. A cimentação de peças protéticas, o forramento de cavidades ou a restauração das mesmas são exemplos de sua utilização.

Anusavice (1996) relata que os cimentos de uso odontológico, baseados nos componentes químicos e utilização são os ionômeros de vidro convencionais e híbridos, poliacrilato de zinco, fosfato de zinco, óxido de

zinco e eugenol, óxido de zinco sem eugenol e hidróxido de cálcio. Os que podem ser utilizados como cimentos restauradores são apenas os ionômeros de vidro convencionais e híbridos, fosfato de zinco, óxido de zinco e eugenol e óxido de zinco sem eugenol.

Para Amore *et al* (2003) os cimentos de ionômero de vidro ocupam hoje um papel de destaque na odontologia e oferecem consideráveis vantagens em certas áreas em relação a outros materiais, principalmente para lesões cervicais por abrasão, erosão ou cárie. Essas vantagens resultam das suas propriedades de liberação de íons fluoreto, estabilidade dimensional e adesão ao esmalte e à dentina. Craig e Powers (2004) acrescentam ainda que as mais notáveis propriedades dos cimentos de ionômero de vidro são o módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, a resistência de união à dentina, o coeficiente de expansão comparável com o da estrutura dentária, a baixa solubilidade nos fluidos bucais e a radiopacidade razoavelmente alta.

Amore *et al* (2003) ressaltam que já nas primeiras pesquisas sobre os cimentos de ionômero de vidro realizadas por Wilson & Kent em 1969, havia a intenção de obter um material que possuísse as características biológicas do cimento de óxido de zinco e eugenol, a resistência do cimento de fosfato de zinco, os benefícios anticariogênicos do cimento de silicato e a adesividade do cimento de poliacarboxilato de zinco. A palavra ionômero foi criada pela Du Pont Company para indicar polímeros contendo uma pequena proporção de grupos ionizáveis, geralmente da ordem de 5% a 10%. Essa definição, embora seja reconhecida, não abrange todos os componentes do material. Por este motivo o termo polialquenóico ou polialcenóico também foi bastante empregado. Entretanto, o termo polialcenóico não abrange os

cimentos de vidro polifosfonados. Então, o termo ionômero de vidro foi proposto e adotado, genericamente, para todos os cimentos de grupos poliácidos, policarboxílicos ou polifosfonatados.

Anusavice (1996) reforça que a radiopacidade é uma propriedade física que merece especial atenção, pois torna o material restaurador visível em uma tomada radiográfica. Possibilitando ao profissional, em um momento após o passo restauratório, após uma tomada radiográfica, visualizar o correto preenchimento da cavidade e a não existência de bolhas dentro da restauração; e, também, linhas e áreas em solução de continuidade com o meio bucal. Pode-se, também, em uma rotina de manutenção, em novas tomadas radiográficas, verificar se há ou não infiltrações cariosas e, assim, diferenciá-las, tanto as restaurações com ionômero de vidro como também as possíveis lesões de cárie, das demais estruturas anatômicas dentárias.

Por definição, para Amore *et al* (2003), radiopacidade é uma propriedade física intrínseca aos materiais. O fato de os raios-X atravessarem os corpos e formar imagens radiográficas de diferentes tonalidades está relacionado com a capacidade de barrar, ou não, estes raios. Estas imagens de tonalidades diferentes podem variar de um tom esbranquiçado que confere maior radiopacidade ao material, por conseqüência maior a densidade radiográfica na radiografia, até um tom mais preto que confere menor radiopacidade do material, por conseqüência menor a densidade radiográfica na radiografia.

Mount (2000) salienta que uma restauração interproximal num dente posterior deve ser capaz de ser radiograficamente diferenciável da dentina ou de cáries recorrentes, de forma que alterações possam ser

monitorizadas prontamente. Esses cimentos podem se tornar radiopacos pela seleção de um vidro apropriado ou inclusão de radiopacificadores tais como sulfato de bário ou metais como a prata. Geralmente a radiopacidade do cimento de presa dual vem do vidro e excede, confortavelmente, aquela da dentina. A coloração e a translucidez não são afetadas, de forma que eles podem ser colocados universalmente mesmo que a monitorização com raios-X não seja necessária. Os cimentos quimicamente ativados originais são geralmente radioluscentes e a inclusão de radiopacificadores tende a modificar a coloração, de forma que não são recomendados para a restauração de cavidades nas quais a monitorização com raios-X é requerida.

Em um vindouro futuro observaremos no nosso cotidiano cimentos ionoméricos restauradores modificados com biopartículas. Substâncias estas que comprovadamente possuam atividade cariostática. Espera-se também uma maior significância na liberação de íons, dentre eles os fluoretos e os cátions de estrôncio, e na interação entre o material e o remanescente dental. Também, melhorando sua capacidade seladora, sua resistência à compressão, seu módulo de elasticidade e radiopacidade, (Mount, 2000).

Assim, percebe-se a importância clínica da densidade radiográfica dos materiais restauradores. Entre esses, os cimentos de ionômero de vidro, haja vista sua larga utilização em diversas e abrangentes utilizações na odontologia atual. Torna-se de suma importância o acompanhamento da longevidade clínica desses materiais e, um dos meios é através dos raios-X, ou melhor, por meio das radiografias, o que mostra a



importância desse trabalho em salientar esse aspecto desses cimentos restauradores de ionômero de vidro.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO**

#### **2.1.1 Composição e indicação**

Anusavice (1996) enunciou que os cimentos odontológicos usados como materiais restauradores possuem baixa resistência quando comparados ao amálgama e às resinas compostas, entretanto podem ser usados em áreas que recebem baixa carga de estresse. Estes cimentos podem ser empregados como restaurações temporárias, intermediárias e “permanentes”. Os ionômeros de vidro e os ionômeros de vidro modificados com resina são também indicados para restaurações estéticas em dentes anteriores. Ionômero de vidro é o nome genérico de um grupo de materiais que usam pó de vidro de silicato e uma solução aquosa de ácido poliacrílico. O pó do ionômero de vidro é um vidro de cálcio e flúor-silicato-alumínio, solúvel em ácido. O líquido possui ácidos dissolvidos em meio aquoso na forma de copolímeros do ácido itacônico, tartárico, maléico ou tricarboxílico. Estes ácidos tendem a aumentar a reatividade do líquido, diminuir a viscosidade e reduzir a tendência para a geleificação do mesmo. Após a mistura do pó e do líquido e da formação de uma pasta, as partículas da superfície do vidro são atacadas pelo ácido. Os íons cálcio, alumínio, sódio e flúor são deslocados para o meio

aquoso. Ocorre então a formação das ligações cruzadas com os íons cálcio. O alumínio adentra a mistura tornando a massa mais resistente. Os íons sódio não participam das ligações cruzadas, pois substituem os íons prótio das carboxilas, enquanto os íons flúor aderem, também, aos íons sódio, formando então o fluoreto de sódio e se dissolvendo em meio à estrutura. Assim, a fase de ligação cruzada se completa sendo também hidratada pela água do meio. Após a reação de geleificação ser completada observa-se que algumas partículas de vidro não reagiram e foram envolvidas por um gel de sílica, montando assim um aglomerado de partículas de pó que não reagiram circundadas por um gel de sílica em uma matriz amorfa de cálcio hidratado e de polissais de alumínio. Acrescentou também que os cimentos de ionômeros de vidro podem ser divididos em três grupos: o tipo I para aplicações cimentantes, o tipo II utilizado como material restaurador e o tipo III como bases ou revestimentos.

Mount (2000) salientou que a utilização dos cimentos de ionômero de vidro segue a seguinte classificação: Tipo I, cimentos para cimentação; Tipo II, Restaurador com subdivisão II.1, restaurador estético autocurado e de cura dual, e II.2, restaurador reforçado; e Tipo III, cimentos para forramento ou base.

Craig e Powers (2004) enunciaram que o ionômero de vidro restaurador vem comumente apresentado em dois frascos, um de pó e o outro de líquido. Uma formulação básica para este cimento é a de que o seu pó contenha, em massa, 29% de óxido de silício, 16,6% de óxido de alumínio, 34,3% de fluoreto de cálcio, 5% de fluoreto de sódio e alumínio, 5,3% de fluoreto de alumínio e 9,8% de fosfato de alumínio. Já o seu líquido contém

47,5% de um copolímero de ácido itacônico / poliacrilato na proporção de 2:1 em água. Os ionômeros de vidro híbridos quimicamente ativados basicamente contêm um fluoraluminossilicato radiopaco e um sistema catalisador de persulfato de potássio e ácido ascórbico. O líquido é uma solução aquosa de ácido policarboxílico modificado por grupos pendentes de metacrilato (HEMA) e o ácido tartárico. Os cimentos de ionômero de vidro híbridos fotoativados contêm um vidro de fluoraminossilicato no pó e um copolímero de ácidos acrílico e maléico, HEMA, água, canforoquinona e um ativador no líquido. Ainda, ressaltam também a existência dos compômeros, cimentos com vidro de fluorossilicato de alumínio e estrôncio, fluoreto de sódio e ativadores foto e quimicamente sensíveis. O líquido contém metacrilato polimerizável / monômero de ácido carboxílico, acrilato multifuncional / monômero de fosfato, monômero de diacrilato e água.

### **2.1.2 Propriedade física - Radiopacidade**

Shah *et al* (1996), em um estudo comparativo sobre a radiopacidade da dentina e de variados materiais restauradores (amálgama = Tytin capsules, Kerr; cimento de óxido de zinco e eugenol = Kalzinol e IRM, De Trey Dentsply; cimento de ionômero de vidro tipo III – base = Vitrebond, 3M Dental Products; cimento de ionômero de vidro tipo I – cimentação = Fuji II LC, GC Corporation; cimento de ionômero de vidro tipo II – restaurador = Chemfil, De Trey Dentsply; Gutta-percha, De Trey Dentsply) utilizados em

dentos pós-tratamento endodôntico, obedecendo protocolo sugerido pela ISO 6876, seção 7.7, utilizando radiografias obtidas, a partir de um aparelho de raios-X dental, Heliodont MD, Siemens, de corpos-de-prova com medidas de 10 mm de diâmetro com 1 mm de profundidade e colocados lado a lado com uma escala de alumínio com 10 degraus durante a tomada radiográfica obteve como resultados que o amálgama possui densidade radiográfica 10 na escala, que os cimentos de óxido de zinco e eugenol possuem densidade radiográfica entre 5 e 8, que a gutta-percha possui densidade radiográfica próxima de seis, que os cimentos de ionômero de vidro possuem densidade radiográfica em valores maiores que três e que a dentina possui densidade radiográfica próxima de um. Concluindo então que amálgama, gutta-percha e óxido de zinco e eugenol possuem densidades radiográficas maiores que a mínima exigida pela normatização e que os cimentos de ionômero de vidro possuem uma densidade radiográfica menor que a mínima exigida.

Shah *et al* (1997) em outro estudo comparativo sobre a radiopacidade da dentina e de variados materiais restauradores (cimento de óxido de zinco e eugenol = Kalzinol e IRM, De Trey Dentsply; cimento de fosfato de zinco = SS White, SS White Manufacturing Ltd.; cimento de ionômero de vidro tipo III – base = Vitrebond, 3M Dental Products, Fuji Lining LC, GC Dental Industrial Corporation, Photac-Bond, ESPE Dental-Medizin GmbH; cimento de ionômero de vidro tipo II – restaurador = Ketac-Bond, ESPE Dental-Medizin GmbH) utilizados como materiais restauradores e para forramento, utilizando radiografias obtidas a partir de um aparelho de raios-X dental, Heliodont MD, Siemens, de corpos-de-prova com medidas de 10 mm de diâmetro com 1 mm de profundidade e colocados lado a lado com

uma escala de alumínio com 10 degraus durante a tomada radiográfica obtiveram como resultados que todos os materiais testados foram radiopacos quando comparados com a dentina; que o cimento de óxido de zinco e eugenol (Kalzinol) foi o mais radiopaco, seguido pelo cimento de fosfato de zinco (SS White); que os cimentos de ionômero de vidro obtiveram valores menores que três na escala de alumínio e por isso, neste estudo, foram os menos radiopacos; e, que após as análises estatísticas, as comparações entre os dados evidenciaram existir diferenças significativas nas densidades radiográficas. Concluindo, então que, todos os materiais testados são mais radiopacos que a dentina; que a radiopacidade varia consideravelmente entre os materiais; que o cimento de óxido de zinco e eugenol (Kalzinol) exibiu considerável radiopacidade e que os materiais ionoméricos possuem pequena radiopacidade, sendo que os ionômeros modificados exibem valores ainda menores.

Marouf e Sidhu (1998) em um estudo sobre radiopacidade de ionômeros de vidro restauradores resina modificados (Fuji II LC, Vitremer e Photac-Fill) comparados com uma escala de alumínio pela análise da densidade ótica e de radiografias padronizadas, determinaram valores de radiopacidade expressos em milímetros equivalentes de alumínio que denotaram diferentes valores, sendo que o mais radiopaco foi o Fuji II LC seguido bem de perto pelo Vitremer e mais distante pelo Photac-Fill.

Wenzel, Hintze, Horsted-Bindslev (1998) em um estudo comparativo sobre a densidade radiográfica de dentes e de materiais restauradores e a possibilidade de distingui-los entre si por sua radiopacidade, utilizou corpos-de-prova obtidos a partir de dentes molares,

caninos e incisivos recém-extraídos com cavidades classe III ou II preparadas e preenchidas com os seguintes materiais restauradores: amálgama, compósito fotopolimerizável, cimento de ionômero de vidro, cimento de ionômero de vidro reforçado com compósito fotopolimerizável e, então, radiografados em filme Kodak Ektaspeed e em dois sistemas digitais: um por sensor fosforoso (Digora) e outro com sensor base-ccd. Os valores obtidos a partir da densidade radiográfica dos materiais denotou diferenças com relação ao dente restaurado em questão (se molar ou incisivo) mas não mostrou diferença estatisticamente significativa com relação às amostras do material comparado entre si. Concluindo que os materiais restauradores quando radiografados tradicionalmente ou analisados digitalmente obtiveram as mesmas diferenças e que tanto a radiografia comum quanto o método digital podem ser utilizados na odontologia forense.

Bouschlicher, Cobb e Boyer (1999) avaliaram a radiopacidade relativa densitometricamente, por meio dos valores obtidos por escala de alumínio, de dentina, de esmalte e de 20 materiais restauradores. Corpos-de-prova de 5 mm de diâmetro com 2 mm de espessura foram fabricados a partir de 20 materiais restauradores produzindo um total de 140 corpos-de-prova. Os 20 materiais testados compreendiam grupos formados por adesivos, resinas fotopolimerizável e quimiopolimerizável, cimentos de ionômeros de vidro restauradores (tipo II) e para cimentação (tipo I), compósitos e compômeros. Todos os materiais foram comparados com tiras de molares humanos obtidas a partir de secções longitudinais de 2 mm dos dentes em questão e, também, com uma escala de alumínio contendo 99,6%, em massa, de alumínio. As densidades óticas do esmalte, dentina, materiais restauradores e escala de



alumínio foram lidas partindo de imagens radiográficas obtidas por um fotodensitômetro de transmissão. Obtiveram que todos os materiais testados, que possuíam corpos-de-provas com 2 mm de espessura, obtiveram seus valores de radiopacidade semelhantes aos recomendados pela ISO 4049, com exceção dos sistemas adesivos. Obtiveram que quatro dos seis compósitos fluidos apresentaram valores de radiopacidade intermediários ao esmalte e à dentina e, que dois materiais possuem radiopacidade maiores que o esmalte. Os três compômeros testados, as resinas fotopolimerizáveis e quimiopolimerizáveis apresentam radiopacidades maiores que o esmalte. Concluíram então que a utilização de materiais testados e colocados em ordem de radiopacidade é útil pois permite que clinicamente vejam-se degraus, bolhas, infiltrações, trincas ou outras falhas e, que, é importante utilizar-se de materiais que possuam radiopacidades maiores que o esmalte para a distinção correta de materiais restauradores e estruturas dentais.

Gegler *et al* (1999) em um estudo comparativo sobre a radiopacidade de ionômeros de vidro, utilizou nove marcas comerciais de cimentos de ionômero de vidro para identificar qual apresenta maior radiopacidade. Para isso foram confeccionados corpos-de-prova, um de cada marca de ionômero de vidro, e foram restaurados nove dentes pré-molares, nas regiões apical e oclusal, que foram então radiografados. As radiografias dos corpos-de-prova e dos dentes foram submetidas a avaliação densitométrica e as dos dentes a dez observadores. As duas avaliações mostraram que o Chelon Silver foi o ionômero mais radiopaco, seguido do Variglass DY, e o menos radiopaco foi o Chelon Fill.

Hara, Serra, Haiter-Neto e Rodrigues (2001) para comparar a

radiopacidade de 13 materiais restauradores (um cimento de ionômero de vidro convencional, três cimentos de ionômero de vidro modificados com resina, seis compósitos modificados com poliácidos e resina e três compósitos modificados com resina) com estruturas dentais sadias utilizaram radiografias de 315 corpos-de-prova dos materiais com 2 mm de espessura e 4,1 mm de diâmetro. Estas radiografias continham imagens dos corpos-de-prova e de uma escala de alumínio, sendo que a radiopacidade foi analisada por um densitômetro de transmissão. Os resultados submetidos aos testes Anova e Tukey revelaram que, exceto pelo compósito modificado com resina, todos os materiais apresentaram radiopacidades maiores que as estruturas dentárias.

Jandt *et al* (2002) desenvolveram compósitos híbridos experimentais contendo vidro, sílica e metal e os testaram mecanicamente e radiograficamente em um estudo piloto fundamental, analisando as propriedades mecânicas dos compósitos nas duas pastas para cimentação à base de vidro, sílica e metal criadas; que continham Bis-GMA / poliglicol dimetacrilato como base comum de vidro e sílica, e; nas suas ligas metálicas a incorporação para diferenciação de partículas de titânio (com tamanhos entre 1 e 3  $\mu\text{m}$ ) na primeira e prata-estanho-cobre (com tamanhos de 1 a 50  $\mu\text{m}$ ) na segunda. Mensuraram as tensões de dureza e fratura e obtiveram como resultados que a incorporação de titânio ou de prata-estanho-cobre nos cimentos aumentou significativamente em comparação com o grupo controle, e que não existiam diferenças significantes entre os dois cimentos criados. A radiopacidade do grupo controle com a do grupo com titânio não apresentou diferença estatística e com relação a do grupo que continha prata-estanho-cobre ocorreu diferença estatisticamente significativa. O que os permitiu

inferir que o acréscimo de titânio ou da liga prata-estanho-cobre aumentaria a dureza, a resistência a fratura e a radiopacidade destes materiais, tornando-os mais confiáveis clinicamente.

Amore *et al* (2003) em um estudo retrospectivo na literatura sobre os 30 anos da evolução dos CIV, como materiais restauradores, concluíram que estes quando comparados com as resinas compostas apresentam deficiências em função da baixa resistência à abrasão, pois apresentam desgaste três vezes maior; e que, quando comparados entre si, apresentam diferentes resistências à abrasão, em ordem decrescente assim enunciada, CIV modificados com resina, *cermets*, anidros e convencionais. Além de menor adesividade, os CIV têm superfície mais áspera do que os compostos resinosos, fato que se agrava após a exposição aos fluidos bucais, após os procedimentos de acabamento e polimento. Com relação aos CIV modificados por resina é permitido o acabamento imediato em função da rápida polimerização dos componentes resinosos e da baixa suscetibilidade à hidratação e desidratação. Contudo, como a reação de geleificação continua lentamente pelo menos por 24 horas, melhores resultados podem ser alcançados com a espera para os procedimentos de acabamento e polimento. Com relação a radiopacidade, observaram que os valores descritos para esta propriedade física sempre eram menores que os descritos para as estruturas dentárias, em especial para a dentina, o que provoca confusão nos avaliadores e nos dados obtidos por eles. Quando comparados com materiais resinosos e amálgama, os valores são enormemente menores, sugerindo uma pequena radiopacidade por parte dos CIV.

Lagraver Vich *et al* (2003) em um estudo comparativo *in vitro*

para determinar a radiopacidade dos cimentos de ionômero de vidro comparados com esmalte e dentina utilizou de terceiros molares permanentes com preparos cavitário oclusomesial de 3 mm de extensão vestibulo lingual e 4 mm de profundidade, e seis tipos de ionômeros restauradores (Ketac Molar, Fuji IX, Chemflex, Medifil IX, Fuji II LC e Vitremer) e um cilindro de alumínio tipo 6063 possuindo 2 mm de altura e 3 mm de diâmetro. As imagens obtidas por um sistema captador de fibra ótica CCD (RVG by Trophy, França) de 41 x 25 mm continham um dente restaurado com um dos cimentos restauradores testados e o cilindro de alumínio. As imagens foram analisadas pelo programa Trophy 2000 e submetidos a análise de variância (ANOVA) que verificou diferença estatisticamente significativa entre os materiais e as estruturas dentárias. Todas as amostras apresentaram uma radiopacidade menor que a dentina e o esmalte, sendo que o FUJI IX foi o material mais aceitável pois foi o único a apresentar uma radiopacidade intermediária ao esmalte e a dentina.

Tirapelli *et al* (2004) em um estudo comparativo sobre mudanças na radiopacidade, dureza, alterações radiográficas dos materiais a base de resina causadas por variações na voltagem dos aparelhos de raios-X após a expiração do prazo de validade, utilizou-se de cinco corpos-de-prova preparados à partir de resinas P 60 e Z 100, e do compômero Dyract AP radiografados junto com uma escala de alumínio com 99,5 % de pureza, em massa. A radiopacidade dos materiais foi conseguida comparando os corpos-de-prova com a escala e a dureza comparada pelo teste de Vickers em três pontos distintos em cada amostra. Os testes ANOVA e Tukey revelaram que não houve mudanças significativas na radiopacidade dos materiais testados

antes e depois da expiração do prazo de validade. O material Filtek P 60 mostrou uma redução na radiopacidade quando ocorreu a diminuição da voltagem do aparelho de raios-X. Para a dureza, apenas o material Z 100 demonstrou diminuição após a expiração do prazo de validade.

Kleverlaan, Duinen e Feilzer (2004) em um estudo para a avaliação das propriedades mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro convencionais comercialmente distribuídos que podem ser influenciados pelos diferentes métodos de cura, condições padrão recomendadas pelo fabricante, excitação ultrasônica ou por um aquecimento externo, utilizaram amostras dos cimentos Fuji IX FAST, Fuji IX, Ketac Molar Quick e Ketac Molar. As amostras foram testadas por uma máquina universal Hounsfield H 109 KM (Hounsfield, Redhill, UK) com velocidade de cruzamento das cabeças de 0,5 mm.min<sup>-1</sup>. Os resultados permitiram inferir que para a dureza os diferentes métodos de cura produziram diferentes situações e que a melhor delas é a utilização do material obedecendo as condições padrão do fabricante, já para a radiopacidade espera-se que sejam aproximadamente iguais, quando as radiografias forem clinicamente inspecionadas.

Prentice, Tyas e Burrow (2005) em um estudo que investigou a variação de propriedades físicas de um cimento de ionômero de vidro convencional (Riva Self Cure manipulado, SDI Limited, Austrália) com variações nos tamanhos das partículas do pó e na distribuição do vidro, sendo que o pó A possuía partículas de vidro com tamanhos médios de 9,60 µm e o pó B partículas com tamanhos médios de 3,34 µm, encontraram como conclusões que ao diminuírem o tamanho das partículas e melhorarem a distribuição do vidro na amostra há um aumento na dureza superficial do

material combinada com ótica coesão e bons tempos de trabalho e de presa, baixa viscosidade e a expectativa de que a radiopacidade será aumentada. Outra importante melhora está no acabamento e polimento facilitado, com maior brilho e menor perda de água para o meio.

Papacchini *et al* (2005) em um estudo que objetivava avaliar a coesão entre o esmalte e materiais restauradores e a radiopacidade, tais como cimentos de ionômero de vidro convencionais e modificados com resina e compósitos usados como selantes de fósulas e fissuras utilizaram 40 molares hígidos extraídos divididos em oito grupos de cinco dentes assim distribuídos: (1) condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37 % e aplicação do ClinPro Sealant (3M ESPE); (2) condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37 % e aplicação do Guardian Seal (Kerr); (3) condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37 % e aplicação do Excite com posterior aplicação de Tetric Flow (Ivoclar Vivadent); (4) condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37 % e aplicação do One Step (Bisco) com posterior aplicação de Unifil Flow (GC); (5) condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37 % e aplicação do One Step (Bisco) com posterior aplicação de Eliteflo (Bisco); (6) aplicação do Unifil Bond (GC) com posterior aplicação de Unifil Flow (GC); (7) aplicação do GC Cavity Conditioner (GC) com posterior aplicação de Fuji VII (GC); (8) aplicação do GC Cavity Conditioner (GC) com posterior aplicação de Fuji II LC Improved (GC). Para coletar os dados foram feitos cortes nos dentes já preparados de 5 mm de altura e radiografados na presença de uma escala de alumínio com 7 degraus variando de 1 a 7 mm de altura. Após esta etapa os espécimes foram recortados em discos de 1x 1 mm e processados por um tensor de fraturas com velocidade de 0,5 mm. min<sup>-1</sup>. Concluíram que todos os

materiais apresentaram baixos valores de radiopacidade e que as falhas na coesão é mais comum na própria estrutura do selante, sendo que as resinas fluídas apresentaram maiores valores de coesão.

Prentice, Tyas e Burrow (2006) avaliaram as vantagens e as desvantagens clínicas para os cimentos de ionômero de vidro sobre o aumento da liberação de flúor, a radiopacidade e a diminuição da viscosidade e do seu tempo de presa inicial ao acrescentarem nanopartículas de fluoretos e íons em ligação cruzada na composição deste cimento. Foi utilizado como cimento base o pó do cimento de ionômero de vidro restaurador Riva self cure (SDI Limited, Bayswater, Austrália) com acréscimos controlados, em massa, de fluoreto de itérbio e sulfato de bário. Os valores acrescidos em valores iguais de massa das duas substâncias somadas atingiram números iguais a 1, 2, 5, 10, 15 e 25%. As amostras foram espatuladas conforme orientações do fabricante do pó base e, após 24 horas, os valores de radiopacidade, dureza superficial e resistência a compressão foram obtidos. Verificaram a rejeição da hipótese nula, e que o acréscimo de nanopartículas de fluoreto de itérbio e sulfato de bário não aumentou significativamente os valores de radiopacidade, dureza superficial e resistência a compressão. Entratanto, o acréscimo de fluoreto acelerou a reação de cura e o tempo de presa do cimento foi diminuído. Salientaram, também, que baixas concentrações de sulfato tornaram a reação de presa mais lenta e a imagem radiográfica menos densa, diminuindo sua radiopacidade.

Ferreira e Rego (2006) em um estudo que visava avaliar o desgaste pela perda de massa após escovação simulada, a liberação de flúor, a resistência a compressão e a radiopacidade de dois cimentos de ionômero de

vidro, um indicado para restaurações convencionais – Vidrion R e outro indicado para a técnica de restaurações atraumáticas (ART) – Vitro Molar , com a adição de própolis e antibióticos – cefaclor, ciprofloxacina e metronidazol utilizou-se de 198 corpos-de-prova distribuídos em número de 48 para a escovação simulada, 90 para a resistência à compressão e 60 para a liberação de flúor. Os 48 espécimes utilizados na escovação simulada foram radiografados antes e após as escovações e tiveram suas densidades radiográficas analisadas. Para os testes com própolis e antibióticos foram adicionados 0,4 mL de suspensão de própolis a 30% em álcool de cereais e um total de 0,002 g de antibióticos (valores de cefaclor, ciprofloxacina e metronidazol somados). Para o teste de escovação simulada foi usada uma máquina de escovação simulada *in vitro* do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté regulada para exercer uma força peso de 200 g possuindo escovas com 22 tufo (Bitufo, São Paulo, Brasil) untadas com creme dental infantil Tandy, simulando condições domésticas usuais. Para o teste de resistência à compressão foram confeccionados corpos-de-prova com 5 mm de diâmetro com 2,6 mm de altura submetidos ao aparelho VERSAT 2000 do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté regulado para uma velocidade de  $1,00 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  com carga de 500 Kg. Uma sonda controlava os valores de força aplicados do início até o momento da fratura. A liberação de flúor foi conseguida ao imergir corpos-de-prova com 5 mm de diâmetro por 2,6 mm de altura, individualmente, em recipientes contendo 200 mL de água deionizada por 24 horas. A leitura da liberação de flúor foi conseguida utilizando-se eletrodo e potencializador da Companhia de Saneamento Ambiental do município de Taubaté (CETESB).



Ao avaliarem os resultados concluíram que após a escovação simulada o cimento de ionômero de vidro para restaurações convencionais (Vidrion R) adicionado com antibióticos possui maior perda de massa; que ocorreu maior liberação de fluoretos no cimento de ionômero de vidro indicado para ART (Vitro Molar) adicionado a antibióticos; que a resistência a compressão foi menor para o cimento de ionômero de vidro para restaurações convencionais (Vidrion R) adicionado de antibióticos e de própolis e que não houve diferenças estatisticamente significantes nas radiopacidades para os grupos de cimentos testados.

Salzedas, Louzada e Oliveira Filho (2006) em um estudo com objetivo de avaliar pelo sistema digital Digora as densidades radiográficas de seis materiais restauradores comparando-os aos tecidos dentais (esmalte e dentina), expressos em milímetros de alumínio equivalente, utilizou cinco amostras de cada material com 2 mm de altura e 5 mm de diâmetro interno, três cortes de um molar extraído hígido (incluindo esmalte e dentina) com 2 mm de espessura, e um penetrômetro de alumínio com nove degraus diferindo de 1 a 9 mm de altura. Sobre as placas ótica foram colocados uma das amostras, um corte do dente humano e o penetrômetro sendo obtidas cinco medidas de densidade radiográfica de cada item avaliado (material restaurador, esmalte, dentina e degraus do penetrômetro) em cada radiografia. A análise de variância (ANOVA) indicou diferença entre as densidades radiográficas dos materiais. As conclusões são que; a ordem decrescente de radiopacidade dos materiais restauradores testados é TPH, F2000, Synergy, Prisma Flow, Degufill e Luxat; e que, nesta espessura, o Luxat apresentou valores para densidade radiográfica intermediários entre o esmalte e a

dentina, o Degufill apresentou densidade radiográfica igual ao do esmalte, e TPH, Prisma Flow, F2000, Synergy apresentaram densidade radiográfica maior que o esmalte.

Gu, Rasimick, Deutsch e Musikant (2006) em um estudo que objetivava demonstrar dificuldades na observação da radiopacidade em radiografias pelos métodos propostos pela ISO 6876/2001 e 4049/2000 e ANSI/ADA 57 e 78 utilizou-se de três materiais dentários, os cimentos dentários Embrace Wetbond, Relyx UniCem Aplicap e RoekoSeal Auto, um sistema digital de radiografias, RVG Sensor (Trophy Radiology Inc., Marietta, GA) e uma escala de alumínio simplificada contendo mais de 99% de pureza de alumínio, em massa. Espécimes de 1 mm de espessura destes materiais, 1 para cada material, foram preparados utilizando lâminas de vidro e radiografados com variações combinadas de tempo e distância. Os valores foram de 40 cm com 8 e 60 s, 30 cm com 8 e 60 s, 30 cm com 3 e 60 s e 15 cm com 3 e 60 s. Os resultados mostraram uma similaridade na absorbância, por parte da escala de alumínio para as três amostras, nas variações provocadas nas distâncias e nos tempos de exposição. Entretanto, os valores baixos de radiopacidade em todas as tomadas radiográficas sugerem que a espessura de 1 mm, como preconizada pela ISO e ANSI/ADA, não é um bom valor para este tipo de teste. E que as variações das distâncias foco-filme e tempo de exposição provoca variação nas médias obtidas como valores de radiopacidade.

Tanomaru-Filho *et al* (2007) avaliaram a radiopacidade de cinco cimentos obturadores de canais (AH Plus, Intrafil, Roeko Seal, Epiphanye EndoRez) nos modelos propostos pela ISO 6876/2001 utilizou-se de 5

espécimes circulares de 10 x 1 mm feitos à partir de cada cimento e radiografados em filmes oclusais por um aparelho emissor de raios-x GE 1000 com 50 KVp e 18 pulsos/min numa distância de 33,5 cm. As radiografias foram digitalizadas e as radiopacidades comparadas utilizando-se o programa para computador WIXWIN-2000, da Gendex. Os resultados demonstraram, após as análises ANOVA e Tukey, que os cimentos avaliados apresentaram radiopacidades diferentes entre si. Entretanto, todos os materiais avaliados atingiram valores de radiopacidade mínimos condizentes com os recomendados pela ISO 6876/2001.

## **2.2 Escala padronizada de alumínio - Penetrômetro**

Watts e McCabe (1999) em um estudo que objetivava caracterizar as escalas de alumínio, chamadas de penetrômetro, e através de parâmetros exigidos pela ISO 4049/1997 nas formas e constituições físicas das mesmas, confeccionaram doze corpos-de-provas com dez degraus variando-os de 1 em 1 mm com doze ligas de alumínio com variações nas suas proporções de alumínio, em massa. Para assegurar as medidas foram utilizados balanças de precisão e micrômetro (Mitutoyo Co., Tokyo, Japan) digitais e microscopia eletrônica de varredura (SEM 505, Philips, Cambridge, UK) usando um calibrador e analisador por raios-X de energia dispersiva por corrente elétrica (9100/60, Edax Int., Illinois, USA). Importante ressaltar que o calibrador foi preparado para perceber diferenças entre materiais metálicos e não metálicos

dentro das ligas. As doze escalas tiveram suas respectivas radiopacidades caracterizadas independentemente uma da outra em filmes periapicais e panorâmicos. Os espécimes foram radiografados usando-se dois aparelhos geradores de raios-x Marksman II (Penwalt Corp., Philadelphia, USA) e Heliodont 60 (Siemens, Germany). Cada espécime foi radiografado por cinco vezes a uma distância foco-filme de 69 cm, um intervalo de tempo de 5 s e uma voltagem de 65 KVp. As radiografias obtidas foram processadas em um processador automático Durr 430 (IGP Dental, Chelmsford, UK). As densidades óticas de cada degrau das escalas foi analisado em densitômetros de transmissão modelos DT 1405 e DT 1505 (R.Y. Parry Ltd, Newbury, UK). Como resultados e conclusões obtiveram que as ligas que possuem 4%, em massa, de cobre não oferecem resultados confiáveis e que as ligas que possuem 0,05% de cobre, 1,0% de ferro e 98% de alumínio oferecem os resultados mais confiáveis. Concluindo então que escalas com pureza de alumínio, em massa, à partir de 98% oferecem resultados confiáveis e absolutos; e, que as escalas devem possuir variações (degraus) de 1 em 1 mm para oferecerem resultados confiáveis em uma escala com unidade e espessura alumínio equivalente (mm/Al-eq), obedecendo a ISO 4049/1997.

### **3. OBJETIVOS**

### **3. OBJETIVOS**

O objetivo deste estudo foi:

1. analisar a densidade radiográfica de cimentos odontológicos restauradores a base de ionômero de vidro; comparando-as com uma escala standardizada de alumínio (penetrômetro) e entre si.
2. avaliar a discrepância de resultados das densidades radiográficas em três marcas de filmes radiográficos de uso odontológico.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CIMENTOS ODONTOLÓGICOS

Os cimentos odontológicos testados nesta pesquisa foram os seguintes:

Produto	Apresentação	Fábrica	Lote	Validade	ANVISA
Vidrion R	pó (10 g) e líquido (8 mL)	SS White Artigos Dentários Ltda	0040407	abril de 2009	80149710185
Chemfil	pó (10 g) e líquido (frasco para acondicionamento de água destilada)	DENTSPLY Indústria e Comércio Ltda	489083	janeiro de 2009	80196880208
Vitro Molar	pó (10 g) e líquido (8 mL)	DFL Indústria e Comércio Ltda	06040657	março de 2009	10017710120
Maxxion R	pó (10 g) e líquido (8 mL)	FGM Produtos Odontológicos Ltda	170306	março de 2008	103113-9
Riva self cure	pó (15 g) e líquido (6,9 mL)	SDI Limited	86475	setembro de 2008	80149714765



Riva self cure cápsulas	Cápsulas	SDI Limited	97479	março de 2009	80149725035
-------------------------------	----------	-------------	-------	------------------	-------------



Figura 1 – Cimentos de ionômero de vidro utilizados. Maxxion R (A), Vidrion R (B), Vitro Molar (C), Chemfil (D), Riva Self Cure em cápsulas (E), Riva Self Cure (F).

## 4.2 FILMES RADIOGRÁFICOS

Os filmes radiográficos testados nesta pesquisa foram os seguintes:

Produto	Fábrica	Lote	Validade	ANVISA
Kodak Dental Intraoral E- Speed Film	EASTMAN KODAK COMPANY	3106215	abril de 2009	80148590010
Contrast DFL DV-58	DFL Indústria e Comércio Ltda	07020181	julho de 2008	80141430172
Agfa Dentus M2 Confort	Heraeus Kulzer Inc.	954285	janeiro de 2009	10166840075



Figura 2 – Filmes radiográficos utilizados no experimento.

## 4.3 DELINEAMENTO DO TRABALHO

Para a confecção dos corpos-de-prova de forma cilíndrica foram utilizadas lâminas de vidro liso, em suficiência, com medidas de 25,4 x 76,2 x 1,0 mm (Global Trade Technology – China) perfuradas por uma broca número 5 especial para vidros (Black & Decker do Brasil – Manaus – Amazonas – Brasil), visualizadas na figura 3, contendo 5 mm de diâmetro e os cimentos odontológicos restauradores.

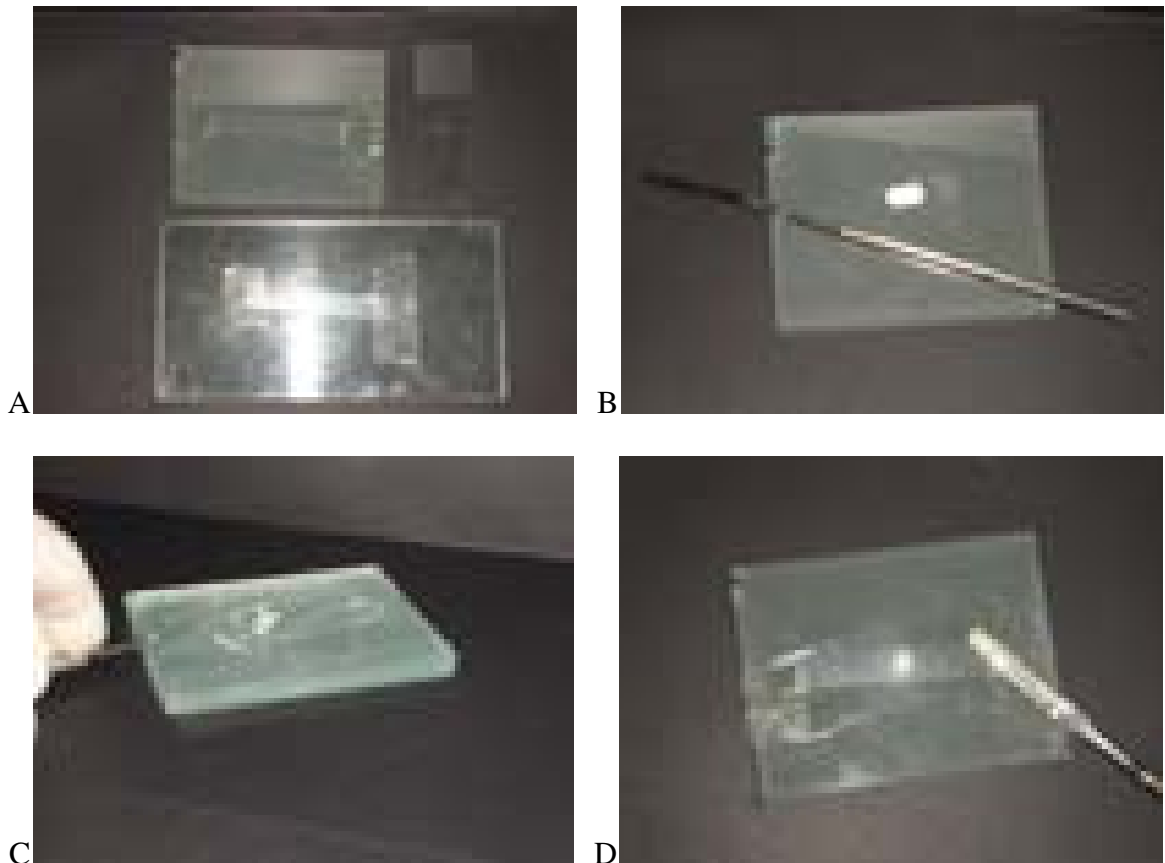


Figura 3 – Lâminas de vidro lisa (A), Lâminas de vidro lisa perfuradas (B), broca para vidro (C).

As lâminas de vidro foram todas perfuradas com broca para vidro em uma furadeira de bancada Ferrari com mandril ½“ FG – 13 modelo AAF1010001 (Black & Decker do Brasil – Manaus – Amazonas – Brasil) com um movimento lento, gradual e único, sendo que o furo ficou com dimensões internas de 5 mm de diâmetro por 1 mm de altura.

Para a inserção do cimento, cada lâmina foi colocada por sobre uma placa de vidro para uso odontológico. Para que o cimento não aderisse à placa de vidro, estas foram protegidas com tiras de poliéster. Os cimentos odontológicos foram preparados de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes e inseridos dentro da cavidade contida na lâmina de vidro,

preenchendo todos os espaços necessários. Imediatamente, cobriu-se o cimento com uma nova tira de poliéster e, sobre esta, outra placa de vidro de uso odontológico foi pressionada manualmente. Esta pressão possuía força suficiente para comprimir o material e provocar o extravasamento do excesso de material, sem danificar qualquer uma das estruturas envolvidas. O excesso foi recortado com lâmina BD para bisturi número 15, sendo todos os passos visualizados na figura 4. Foram confeccionados cinco corpos-de-prova de cada cimento testado, perfazendo um total de trinta corpos-de-prova.



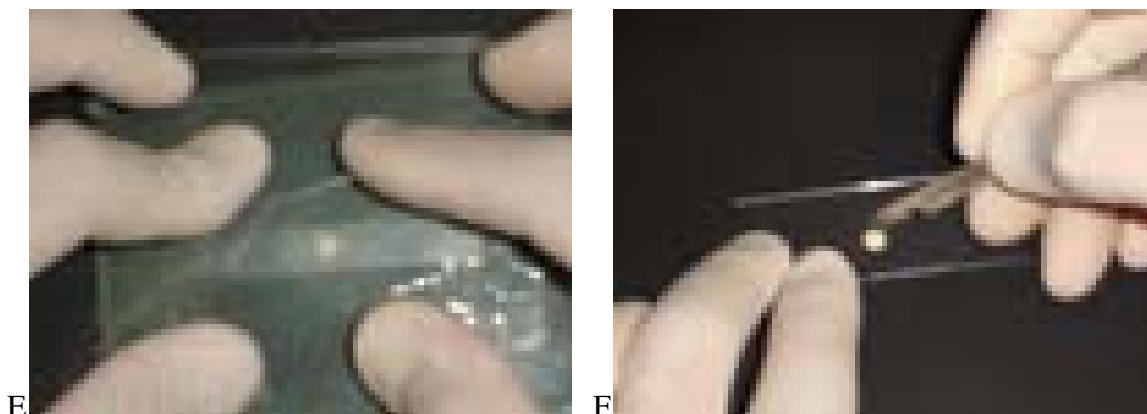


Figura 4 – Sequência de preparação dos corpos de prova: (A) lâmina de vidro já perfurada e placa de vidro já protegida com tira de poliéster; (B) cimento de ionômero de vidro restaurador já proporcionado; (C) espatulação do cimento; (D) inserção do cimento na cavidade; (E) pressão manual e extravasamento do excesso; (F) remoção da fina camada de excesso de cimento da lâmina de vidro.

Após um período de 48 horas, tempo suficiente para a presa completa de todos os cimentos, foram executadas as tomadas radiográficas. Estas foram conseguidas utilizando-se os três filmes periapicais citados anteriormente com um mesmo aparelho de raios-X (Gnatus, XR 6010, 60 KV, 10 ma, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com distância foco-filme de 5,0 centímetros e 0,8 segundos de exposição. Em cada película radiográfica foi anexada à escala padronizada de alumínio (penetrômetro) em paralelo e acima ao corpo-de-prova de cada grupo, visualizado na figura 5. Cada um dos cinco corpos-de-prova de cada um dos seis cimentos restauradores testados foi radiografado uma única vez com cada um dos três filmes testados, obtendo-se ao final noventa radiografias.

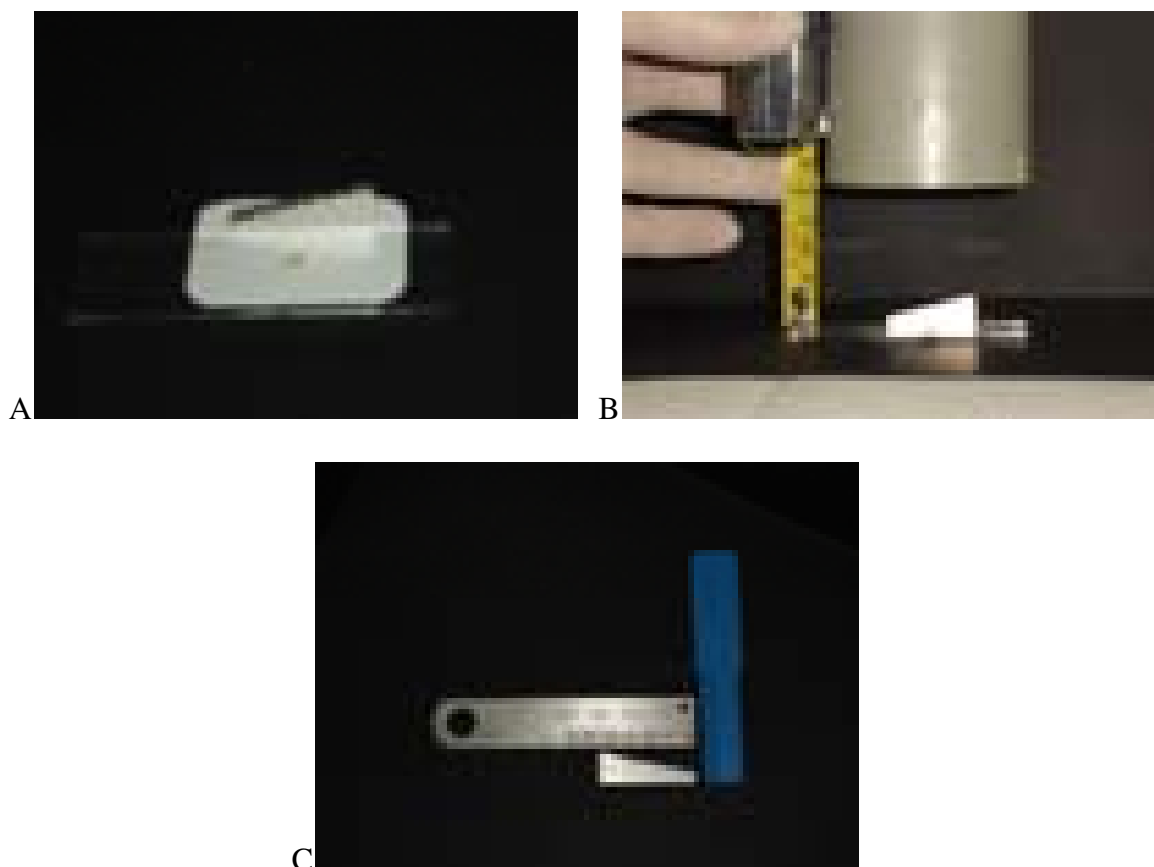


Figura 5 – (A) Posicionamento do penetrômetro e do corpo-de-prova sobre o filme, (B) medida para a tomada radiográfica do mesmo, (C) visualização do penetrômetro em detalhes.

A análise da densidade radiográfica dos corpos-de-prova foi realizada por comparação das radiografias obtidas; e empregou-se uma escala padronizada de alumínio (penetrômetro) confeccionada em uma liga de alumínio como parâmetro comparativo na determinação de valores densitométricos expressos em valores reais e inteiros em milímetros-alumínio-equivalente (mm/Al/eq). Esta liga de alumínio, denominada 6063, é composta por Al-base; Si-0,60%; Fe-0,35%; Au-0,10%; Mn-0,10%; Mg-0,90%; Ar-0,10%; Zn-0,10%; Ti-0,15% e outros-0,15%. O penetrômetro utilizado possui sete degraus variando de 4,0 a 10,0 milímetros de espessura

(usinada), com 3 centímetros de comprimento e 0,5 centímetro de largura, visualizado na figura 5.C.

As radiografias foram processadas de acordo com o método tempo / temperatura em câmaras escuras com as cubas das soluções devidamente preenchidas com soluções reveladora e fixadora novas e não contaminadas. Todas as radiografias apresentaram boa qualidade na imagem, com nitidez e contraste apropriados.

As análises das densidades radiográficas obtidas foram feitas por cinco examinadores munidos de tabelas previamente idealizadas (apêndice), individualmente, em sala apropriada, com emprego de um mesmo negatoscópio, em momentos diferentes e subseqüentes. Estes examinadores marcaram a casela correspondente ao filme numerado e por eles não identificável para as imagens avaliadas. Os valores ofertados na tabela eram: menor que 1; 1; 2; 3; 4; 5; 6 e 7 em escala de mm/Al-eq. O parâmetro final foi quantificado pelas médias dos cinco examinadores, a partir dos degraus do penetrômetro expressos em mm/Al-eq correspondente aos cimentos odontológicos dos grupos teste.

## **5. RESULTADOS**



## 5. RESULTADOS

Os resultados referentes às avaliações para a densidade radiográfica de cada examinador estão dispostos na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída.

Densidade	Examinador 1		Examinador 2		Examinador 3		Examinador 4		Examinador 5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
< 1	65	72,22	65	72,22	62	68,89	65	72,22	62	68,89
1	21	23,33	25	27,78	28	31,11	25	27,78	28	31,11
2	3	3,33	–	0,00	–	0,00	–	0,00	–	0,00
3	1	1,11	–	0,00	–	0,00	–	0,00	–	0,00
Total	90	100,0 0	90	100,0 0	90	100,0 0	90	100,0 0	90	100,0 0

P < 0,001 (Teste de Friedmann)

Para avaliação dos dados de densidade radiográfica para cada examinador em cada cimento foi aplicado inicialmente o teste paramétrico de análise de variância a um critério (ANOVA) e, na seqüência, foi aplicado o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparações individuais. Após as análises de Tukey, utilizou-se as análises não paramétricas de Kolmogorov-Smirnov para a tabulação dos dados finais, relacionando-se cimento, filme e examinador de forma individual.

Para o Chemfil e Maxxion R, não houve diferença nos resultados obtidos, dispostos nas tabela 5.2 A e B, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o filme radiográfico. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1 mm/Al-eq nos três filmes. Importante ressaltar que não foi aplicado nenhum teste estatístico previsto, pois não houve resultados estatisticamente diferentes.

Tabela 5.2 A - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Chemfil.

Examinador *	Densidade < 1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

\* Devido a que não houve valores diferentes não existe teste estatístico

Tabela 5.2 B - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Maxxion R .

Examinador *	Densidade < 1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

\* Devido a que não houve valores diferentes não existe teste estatístico

Para o Riva Self Cure em cápsulas, houve diferenças nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.2 C, porém não significativas, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o filme radiográfico. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em 1 mm/Al-eq nos três filmes.

Tabela 5.2 C - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Riva Self Cure em cápsulas.

Examinador	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=15)	3	20,0	12	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 (n=15)	0,0	0,0	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 (n=15)	0,0	0,0	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 (n=15)	0,0	0,0	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 (n=15)	0,0	0,0	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0

p = 0,017 (Teste de Friedman)

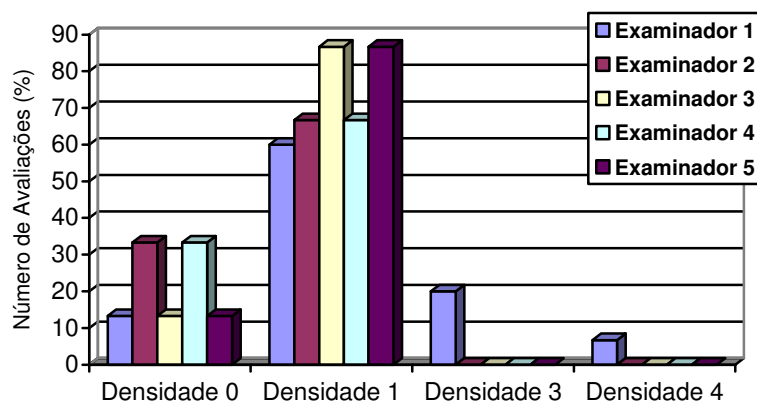
Para o Riva Self Cure, houve diferença significativa nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.2 D, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o filme radiográfico. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1, 1, 2 e 3 mm/Al-eq nos três filmes. Ainda, foi o cimento que mais apresentou variações dentro das amostras.

Tabela 5.2 D - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Riva Self Cure manipulado.

Examinador	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=15)	2	13,3	9	60,0	3	20,0	1	6,7
2 (n=15)	5	33,3	10	66,7		0,0		0,0
3 (n=15)	2	13,3	13	86,7		0,0		0,0
4 (n=15)	5	33,3	10	66,7		0,0		0,0
5 (n=15)	2	13,3	13	86,7		0,0		0,0

p = 0,003 (Teste de Friedman)

Gráfico 1 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Riva Self Cure manipulado



p = 0,003 (Teste de Friedman)

Para o Vidrion R, não houve diferenças nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.2 E, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o filme radiográfico. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1 mm/Al-eq nos três

filmes. Importante ressaltar que não foi aplicado nenhum teste estatístico previsto, pois não houve resultados diferentes.

Tabela 5.2 E- Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Vidrion R.

Examinador *	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

\* Devido a que não houve valores diferentes não existe teste estatístico

Para o Vitro Molar, não houve diferenças nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.2 F, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o filme radiográfico. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1 mm/Al-eq nos três filmes. Importante ressaltar que não foi aplicado nenhum teste estatístico previsto, pois não houve resultados diferentes.

Tabela 5.2 F - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao cimento Vitromolar.

Examinador *	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5 (n=15)	15	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

\* Devido a que não houve valores diferentes não existe teste estatístico

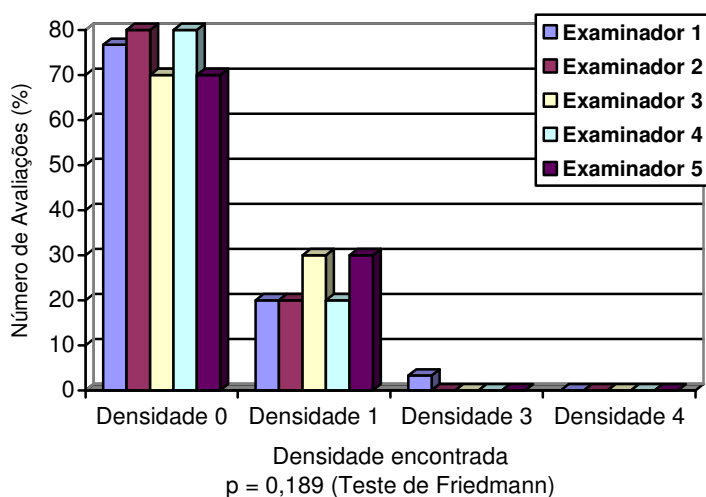
Para o Agfa Dentus M2 Confort, houve diferença estatisticamente significativa nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.3 A, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o cimento odontológico restaurador. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1, 1 e 2 mm/Al-eq para os seis cimentos.

Tabela 5.3 A - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Agfa Dentus M2 Confort

Examinador	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=30)	23	76,7	6,0	20,0	1	3,3		0,0
2 (n=30)	24	80,0	6,0	20,0		0,0		0,0
3 (n=30)	21	70,0	9,0	30,0		0,0		0,0
4 (n=30)	24	80,0	6,0	20,0		0,0		0,0
5 (n=30)	21	70,0	9,0	30,0		0,0		0,0

p = 0,189 (Teste de Friedmann)

Gráfico 2 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Agfa Dentus



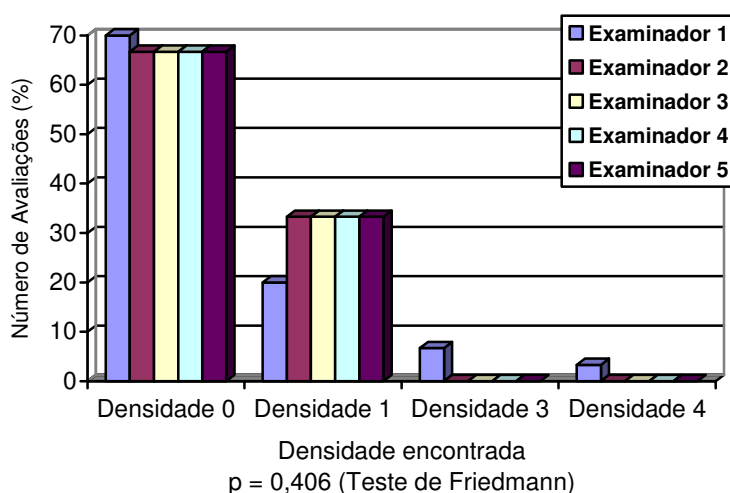
Para o Contrast DFL DV-58, houve diferença estatisticamente significativa nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.3 B, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o cimento odontológico restaurador. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1, 1, 2 e 3 mm/Al-eq para os seis cimentos.

Tabela 5.3 B - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Contrast.

Examinador	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=30)	21	70,0	6	20,0	2	6,7	1,0	3,3
2 (n=30)	20	66,7	10,0	33,3		0,0		0,0
3 (n=30)	20	66,7	10,0	33,3		0,0		0,0
4 (n=30)	20	66,7	10,0	33,3		0,0		0,0
5 (n=30)	20	66,7	10,0	33,3		0,0		0,0

p = 0,406 (Teste de Friedman)

Gráfico 3 - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Contrast



Para o Kodak Dental Intraoral E-speed Film, não houve diferença estatisticamente significante nos resultados obtidos, dispostos na tabela 5.3 C, com um mesmo examinador, quando se modificou apenas o cimento odontológico restaurador. Sendo que a sua densidade radiográfica foi avaliada em menor que 1 e 1 mm/Al-eq para os seis cimentos.

Tabela 5.3 C - Distribuição das avaliações por cada examinador e de acordo com a densidade atribuída ao filme Ektaspeed.

Examinador	Densidade <1		Densidade 1		Densidade 2		Densidade 3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1 (n=30)	21	70,0	9	30,0		0,0		0,0
2 (n=30)	21	70,0	9	30,0		0,0		0,0
3 (n=30)	21	70,0	9	30,0		0,0		0,0
4 (n=30)	21	70,0	9	30,0		0,0		0,0
5 (n=30)	21	70,0	9	30,0		0,0		0,0

p = 1,000 (Teste de Friedman)

## **6. DISCUSSÃO**



## 6. DISCUSSÃO

Radiopacidade é uma propriedade física inerente a constituição do material, podendo ser aumentada ou diminuída, existir ou não, mudando-se apenas os constituintes dos materiais trabalhados (Anusavice, 1996; Amore *et al*, 2003; Craig & Powers, 2004). Apresentando-se assim como a capacidade do material de poder ser visível em radiografias, por ser capaz de barrar raios-X durante uma tomada radiográfica. Atualmente, separa-se radiopacidade de densidade radiográfica, sabendo que a última é a intensidade ou tonalidade de cinza e branco visível em uma radiografia (Mount, 2000). Sendo assim, quando neste trabalho falarmos em radiopacidade, estaremos relacionando as substâncias contidas no material capazes de barrar raios-X, com maior ou menor intensidade. Já, quando falarmos em densidade radiográfica, estaremos relacionando as várias tonalidades de cinza, branco e preto observadas nas radiografias.

Mount (2000) separa os cimentos restauradores de ionômero de vidro em dois tipos: Tipo II.1 – cimentos restauradores estéticos e Tipo II. 2 – cimentos restauradores reforçados. Para este autor, os cimentos de ionômero de vidro possuem todas as características de um cimento restaurador ideal, exceto o fato de não possuírem a devida resistência física à carga oclusal. A adesão tanto ao esmalte quanto à dentina é adequada e a biocompatibilidade é de ordem elevada, o que significa que a irritação pulpar não é problema. A liberação de fluoretos é a principal vantagem e não houve relatos de microinfiltrações ou recidivas de cárie. A manipulação clínica não é complexa e a estabilidade a longo prazo no ambiente bucal foi bem comprovada. Relata, ainda, que a radiopacidade destes cimentos, Tipo II.1, é de valor intermediário entre as radiopacidades dos componentes dentários. Sabidamente o esmalte apresenta maior radiopacidade que a dentina, que apresenta maior radiopacidade que a dentina cariada. Por isso, cimentos com valores intermediários de radiopacidade seriam importantes

no diagnóstico diferencial entre cárie, dente e restauração. Já a radiopacidade dos cimentos tipo II.2 é maior que a do esmalte, não sendo assim problema. Porém, este autor não cita valores de densidades radiográficas ou experimentos que, de acordo com a ISO, comprovem estas observações.

Lagravere *et al* (2003) comparam seis marcas de cimentos de ionômero de vidro comercialmente famosas com as estruturas dentárias utilizando métodos radiográficos e de análise digitais. Obtiveram que todas as marcas apresentaram resultados de densidades radiográficas diferentes e estatisticamente significativos entre si e entre as estruturas dentárias. Com exceção da Fuji IX, que apresentou valores de radiopacidade próximos ao esmalte, todas as outras marcas, Ketac Molar, Chemflex, Medifil, Fuji II LC e Vitremer, apresentaram valores de radiopacidade muito próximos ao da dentina. Em seu estudo, estes autores utilizaram corpos-de-prova com 3 mm de altura e 5 mm de diâmetro. Hara *et al* (2001) em um estudo com metodologia semelhante e com variação apenas na altura do corpo de prova obtiveram resultados ainda mais discrepantes. Concluíram que os cimentos de ionômero de vidro apresentavam radiopacidades maiores que as estruturas dentárias. Utilizando corpos-de-prova mais baixos, 2 mm, concluíram contrariando Lagravere *et al* (2003). Gegler *et al* (2001) em uma análise de nove marcas comerciais obteve, também, resultados diferentes de Lagravere *et al* (2003) e semelhantes a Marouf, Sidhu (1998) e Hara *et al* (1999) e aos nossos. Sugerindo então que as metodologias devem ser melhor propostas ou pareadas. Em estudos que obedeçam a ISO 9917, ISO 4049 ou ANSI / ADA n. 96 os corpos-de-prova devem apresentar as seguintes medidas: 1 mm de altura e 5 mm de diâmetro (Shah *et al*, 1996; Bouchlicher, Cobb, Boyer; 1999; Gu *et al*, 2006).

Um importante meio de comparação para as densidades radiográficas é a escala padronizada de alumínio. Afinal, os valores para radiopacidade serão atribuídos em mm/Al-eq. Watts, McCabe (1999) em um estudo sobre a melhor composição para a escala de

alumínio e que analisou, de acordo com a ISO 4049, 12 composições distintas para a liga de alumínio concluíram que ligas que apresentem 0,05 % de cobre ou menos e, 1,0 % de ferro ou mais e, uma quantidade maior que 98 % de alumínio é perfeita para estudos comparativos de radiopacidade.

Conceição e Oshima (2002) recomendam o uso dos materiais ionoméricos como restauradores de cavidades de classe V, bases para restaurações diretas, confecção de núcleo de preenchimento, restauração de cavidades tipo II sem envolvimento de crista marginal, preenchimento de áreas retentivas previamente à confecção de restaurações indiretas, selamento de cicatrículas e fissuras, restauração provisória, cimentação de bráquetes e bandas ortodônticas e cimentação de pino intracanal. Citam como vantagem a adesividade à estrutura dental, a liberação de flúor, a biocompatibilidade e o coeficiente de expansão térmica similar ao do dente. Contudo, apresentam resistência ao desgaste, à tração e resultado estético inferior às resinas compostas. Papacchini *et al* (2005) demonstraram que, nos seus estudos, a adesão ao esmalte existente nos mais variados materiais derivados do cimento de ionômero de vidro convencional é suficiente para manter um bom vedamento marginal, não sofrendo fratura ou infiltração neste ponto. E, que pela liberação de fluoretos, é um excelente material de escolha para indivíduos mais suscetíveis ao processo cariioso.

Para Conceição e Oshima (2002), a radiopacidade é uma propriedade contemplada, porém não importante. Haja vista que, com este material, não há a necessidade de preocupar-se com recidivas de cárie, pois possui efeito antimicrobiano. Ferreira, Rego (2006) acrescentaram própolis e antibióticos em amostras de Vidrion R e Vitro Molar e as compararam com os controles dos mesmos cimentos. Encontraram que, embora as propriedades físicas de desgaste, resistência à compressão e liberação de flúor tivessem se alterado, as radiopacidades se mantiveram constantes. Neste experimento, utilizaram radiografias dos corpos-de-prova e compararam com as do grupo controle, em avaliações

feitas por examinadores, sem seguirem padrões ISO. Millar, Abiden, Nicholson (1998) em um estudo *in vitro* sobre a inibição de cáries observaram o efeito inibidor de cáries dos cimentos de ionômero de vidro e dos poliácidos modificados. Sugerindo que por impedir a diminuição do pH, por um mecanismo tampão e de troca iônica, e inibir a dissolução do esmalte em meio ácido, teria efeitos antimicrobianos. Isto mostra a versatilidade do material e a necessidade de se instaurar na literatura métodos eficazes de se observar bioquimicamente e *in vivo* as propriedades citadas do referido material.

Amore *et al* (2003), Nicholson (2007) em estudos retrospectivos na literatura obtiveram que a radiopacidade e a densidade radiográfica, embora sejam importantes, são pouco evidenciadas em análises com métodos clínicos. Em seus levantamentos, a análise das imagens radiográficas é, em grande maioria, feita por programas de computador em salas especiais e longe do indivíduo. Substituindo o “olho clínico” e o treinamento do profissional. Em suas conclusões, Nicholson (2007) mostraram que os cimentos de ionômero de vidro restauradores têm se mostrado bons materiais para restaurações de cavidades classes I, II e V, selantes e cimentos de bandas ortodônticas. Entretanto, a maior conclusão a que ele chegou é a de que são necessários estudos clínicos para confirmar o que os estudos *in vitro* mostraram.

Prentice, Tyas, Burrow (2005) acrescentaram partículas de vidro de tamanhos de 3,34  $\mu\text{m}$  e 9,60  $\mu\text{m}$  em um cimento de ionômero de vidro convencional, Riva Self Cure manipulado e observaram que, com a diminuição do tamanho das partículas e a melhor distribuição das mesmas ocorreu um aumento na dureza superficial do material combinando ótima coesão, bons tempos de trabalho e de presa e baixa viscosidade. A expectativa era de que a radiopacidade seria aumentada, porém, não confirmada. Jandt *et al* (2002) compara com um ionômero de vidro convencional um compósito experimental de vidro, metal e sílica. Concluindo que a incorporação de metal e sílica na constituição do material aumentou a

radiopacidade do mesmo, porém os resultados não apresentaram resultados estatisticamente significantes.

Já em 2006 Prentice, Tyas e Burrow acrescentaram nanopartículas de sulfato de bário e fluoreto de itérbio em proporções, em massa, de 1 a 25% e obtiveram que a radiopacidade aumentou. Porém, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Utilizou radiografias digitais e como avaliadoras, programa de computador. Substituindo o “olho clínico” e o caráter subjetivo que envolve o diagnóstico. Papacchini *et al* (2005) com métodos óticos de observação visualizaram que discos de 1 mm de esmalte e dentina são mais radiopacos que os cimentos de ionômero de vidro, sendo que o esmalte atingiu valores médios inteiros de 7 mm/Al-eq, a dentina, 4 mm/Al-eq e os cimentos não chegaram, na escala, a 2 mm/Al-eq.

Shah *et al* (1996) e Shah *et al* (1997) analisaram a radiopacidade de cimentos obturadores dos canais radiculares e cimentos de ionômero de vidro modificados com resina e compararam com a dentina. Obtiveram que os cimentos obturadores apresentaram maiores valores de radiopacidade, quando comparados com a dentina, e os cimentos de ionômero de vidro apresentaram menores valores de radiopacidade, quando comparados com a dentina. Existe a necessidade de se comparar as radiopacidades dos diferentes materiais com uma escala de alumínio, pois os valores adotados pela ISO são todos em mm/Al-eq.

Kleverlaan, van Duinen, Feilzer (2004) alteraram os métodos de cura dos cimentos testados e, observaram que os tempos de trabalho e de presa melhoraram mas, não houve diferenças das densidades radiográficas obtidas. Ou seja, alterar a cura dos cimentos não altera sua propriedade de barrar raios-X. Salientaram que é necessário aumentar a quantidade das substâncias radiopacificadoras, dentro de seus limites, para sua radiopacidade aumentar e mudar suas densidades radiográficas, concordando com Prentice, Tyas, Burrow (2005) e (2006).

É desejável que uma radiografia interproximal em dentes posteriores seja capaz de ser radiograficamente diferenciável da dentina ou de cáries recorrentes, de forma que alterações possam ser monitorizadas prontamente. Esses cimentos podem se tornar mais radiopacos pela seleção de um vidro apropriado ou inclusão de radiopacificadores tais como sulfato de bário ou metais como a prata. Geralmente a radiopacidade dos cimentos de presa dual (tipos I, II.1, II.2 e III) vem do vidro e excede confortavelmente aquela da dentina. A coloração e a translucidez não são afetadas, de forma que a monitorização com raios-X não seja necessária. Porém, se lembrarmos que a boca possui equilíbrios dinâmicos e que recidivas de cárie e erosões podem ocorrer, radiografias tornam-se necessárias e a radiopacidade do material é um importante fator a ser visto na radiografia.

Para Mount (2000), os cimentos autocurados tipo II.1 originais (estéticos) são geralmente radioluscentes e a inclusão de radiopacificadores tende a modificar a coloração, de forma que não são recomendados para a restauração de cavidades nas quais a monitorização com raios-X é requerida. Ressaltando então, a necessidade do profissional em ter o pleno conhecimento das propriedades físicas, químicas e biológicas do material indicado para a terapêutica requerida.

Importante também, pensarmos que, os cimentos de fosfato de zinco e os cimentos de ionômero de vidro estão se tornando os padrões, quanto às comparações a respeito das propriedades físicas, contra os quais os outros cimentos para cimentação são comparados. A solubilidade é baixa, uma vez que a proporção pó / líquido é alta o suficiente, e a resistência à compressão e à tração são adequados, devido às partículas diminutas. A radiopacidade é uma propriedade desejável também para os cimentos de ionômero de vidro do Tipo I (cimentos para cimentação), de forma que o resíduo do cimento possa ser detectado nas áreas de difícil acesso.

Bouschlicher, Cobb, Boyer (1999) compararam compômeros e resinas fluídas e convencionais a cimentos de ionômero e estruturas dentárias. Utilizaram 20 materiais restauradores, em um total de 140 corpos-de-prova com medidas de 4 mm de diâmetro por 1 mm de altura, uma escala de alumínio padronizada pelas condições da ISO e imagens radiográficas. Como resultados obtiveram que as radiopacidades diferentes de todos os materiais testados e das estruturas dentárias, em condições clínicas, serviriam para distinguir degraus, bolhas, infiltrações ou outros defeitos e falhas na restauração. Sendo satisfatórios os resultados de radiopacidade obtidos pelos materiais em condições clínicas. Concordando então com Shah *et al* (1997), Marouf, Sidhu (1998), Hara *et al* (1999) e Gegler *et al* (1999) e conosco.

Quanto à metodologia escolhida para este trabalho, foi feita uma revisão sistemática da literatura e esta é comprovadamente atual e eficaz, pois respeita os padrões da ISO e, ao nosso interesse, apresenta fatores limitadores para a pesquisa que também o são para o clínico. Almeida Silva, Costa (2004), Tanomaru-Filho *et al* (2007) utilizam esta metodologia com padrões ISO 6876 / 2001, para cimentos endodônticos, com análises da densidade radiográfica via computador, análise pixel. Esta análise pixel é um fator limitador para o clínico, pois, o mesmo não dispõe do tempo e das condições físicas, quanto às instalações, para executá-la.

Wenzel, Hintze, Horsted-Bindslev (1998) e Salzedas, Louzada, Oliveira Filho (2006) utilizaram esta mesma metodologia em cimentos de ionômero de vidro com a análise das densidades radiográficas via computador. Os seus resultados diferiram entre si e entre os nossos, sendo que nos deles a radiopacidade atingiu valores de 2 mm/Al-eq e nos nossos a média foi de 1,0 mm/Al-eq. Contudo, todos podemos afirmar que os cimentos de ionômero de vidro se diferem das estruturas dentárias. Salzedas, Louzada, Oliveira Filho (2006) obtiveram que todos os seis materiais testados, de acordo com alguns padrões pedidos pela ISO,

obtiveram como densidade radiográfica valores maiores que os do esmalte. Entretanto é válido ressaltar que os corpos-de-prova possuíam como dimensões 6 mm de diâmetro por 2 mm de altura. E, as radiografias foram feitas no sentido longitudinal, atravessando então, a parte de 6 mm, contrariando as normas da ISO que recomendam 1 mm de diâmetro. Explicando então tal fato.

Tirapelli *et al* (2004), Gu *et al* (2006) em estudos comparativos sobre propriedades físicas e radiopacidade de cimentos de ionômero de vidro com a utilização de métodos radiográficos e de análise digitais obtiveram resultados semelhantes ao desse estudo. Haja vista que em neste trabalho as análises foram feitas visualmente e os examinadores calibrados apenas em um único momento inicial. Isto demonstrou que as análises digitais são mais precisas e numericamente perfeitas, contudo é válido ressaltar que os materiais serão diariamente utilizados por profissionais nas mais variadas realidades.

A radiopacidade é uma propriedade que é necessária e imprescindível. A sua existência é de suma importância para a manutenção da saúde das estruturas dentárias e não dentárias (artificiais). A reintervenção em um elemento dentário, pelo simples fato da não correta visualização das estruturas, pode produzir resultados desastrosos. Inicialmente envolvendo a endodontia e, num futuro, reabilitações dentárias e neuro-oclusais. A densidade radiográfica visualizadas nas radiografias diárias de uma clínica é de fundamental importância para o processo saúde-doença e para as relações comerciais, lembrando que o cirurgião-dentista trabalha com este processo e com os mais variados modos de se restabelecê-lo. É de suma importância que por meio das densidades radiográficas sejam feitos controles periódicos das radiopacidades dos materiais dentários e que existam parâmetros pré-estabelecidos e bem definidos sobre como conduzir uma avaliação, não deixando à revelia para os pesquisadores ou para a indústria.



## **7. CONCLUSÕES**

## 7. CONCLUSÕES

Pode-se concluir, após as análises estatísticas, que:

1. Os filmes Agfa Dentus M2 Confort e o Contrast DFL DV – 58 apresentaram médias com diferenças estatísticas significativas e valores discrepantes aos do Kodak Dental Intraoral E-Speed, sendo que este não apresentou médias com diferenças estatísticas.
2. Não houve diferenças estatísticas significativas na avaliação da densidade para os seguintes cimentos: Vidrion R, Chemfil, Vitro Molar e Maxxion R. Já entre os examinadores e entre os corpos-de-provas houve diferenças estatísticas significativas e envolveu os seguintes cimentos: Riva Self Cure manipulado e em cápsulas.

## **REFERÊNCIAS**

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA SILVA, J. C. de. COSTA, R. F. Radiopacity analysis of five different commercial trade names of guta-percha points. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, v. 4, n. 3, p. 171-177, Sept/Dec. 2004.

AMORE, R. BALSAMO, M. PAGANI, C. RODRIGUES, J. R. Cimentos de ionômero de vidro: 1969 a 2002. **JBC**, Curitiba, v. 7, n. 37, p. 65-70, Junho, 2003.

ANUSAVICE, K. J. Cimentos odontológicos para restaurações e proteção pulpar. In: \_\_\_\_\_. **Materiais dentários**. 10<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: EDITORA GUANABARA KOOGAN, 1996. Cap. 24, p. 309-327.

BOUSCHLICHER, M. R.; COBB, D. S.; BOYER, D. B. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. **Oper Dent**. Seattle, v. 24, n. 1, p. 20-25, Jan-Feb, 1999.

CRAIG, R. G.; POWERS, J.M. Cimentos. In: \_\_\_\_\_. **Materiais dentários restauradores**. 11<sup>a</sup> ed. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda, 2004. cap. 20, p. 593-626.

CONCEIÇÃO, E. N.; OSHIMA, H. M. S. Materiais restauradores diretos. In: \_\_\_\_\_. **Dentística: saúde e estética**. Porto Alegre: Artmed, 2002. cap.9 e 10, p. 115-135.

FERREIRA, H. C. REGO, M. A. do. Evaluation *in vitro* of properties physicist-chemistries of glass-ionomer cements, after addition of propolis and antibiotics. **Cienc Odontol Bras**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 38-46, Jan/Mar. 2006.

GEGLER, A.; CRUZ, A. T.; BARBISAN, A. O.; PACHECO, J. F. M.; FONTANELLA, V. R. C. Radiopacidade de ionômeros de vidro. **Rev. da Fac. Odontol. Porto Alegre**. Porto Alegre, v. 40, n. 1, p. 20-23, Sept. 1999.

GU, S. RASIMICK, B. J. DEUTSCH, A. S. MUSIKANT, B. L. Radiopacity of dental materials using a digital x-ray system. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 22, n. 8, p. 765-770, Aug. 2006.

HARA, A. T.; SERRA, M. C.; HAITER-NETO, F.; RODRIGUES, A. L. Radiopacity of esthetic restorative materials compared with human tooth structure. **Am J Dent**. San Antonio, v. 14, n. 6, p. 383-386, Dec. 2001.

JANDT, K. D.; AL-JASSER, A. M. O.; AL-ATEEQ, K. VOWLES, R. W.; ALLEN, G. C. Mechanical properties and radiopacity of experimental glass-silica-metal hybrid composites. **Dent Mater**. Copenhagen, v. 18, n. 6, p. 429-435, Sept. 2002.

KLEVERLAAN, C. J. DUINEN, R. N. B. van. FEILZER, A. J. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 20, n. 1, p. 45-50, Jan. 2004.

LAGRAVERE VICH, M. DELGADO COTRINA, L. CHÁVEZ ALAYO, A. SÁNCHEZ ALIAGA, A. QUENTA SILVA, E. SALDARRIAGA BANCALARI, A. PECHO YATACO, O. Estudio *in vitro* de la radiopacidad de los cementos de ionómero de vidrio comparada con dentina y esmalte. **Ver. Estomatol. Hered**, México, v. 13, n. 1, p. 5-8, Jan. 2003.

MAROUF, N. SIDHU, S. K. A study on the radiopacity of different shades of resin-modified glass ionomer restorative materials. **Oper Dent**, Seattle, v. 23, n. 1, p. 10-14, Jan-Feb. 1998.

MOUNT, G. J. **Atlas de cimentos de ionômero de vidro**. 2. ed. São Paulo: Livraria Santos Editora Ltda, 2000.

NICHOLSON, J. W. Polyacid-modified composite resins (“compomers”) and their use in clinical dentistry. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 23, n. 5, p. 615-622, May, 2007.

PAPACCHINI, F. GORACCI, C. SADEK, F. T. MONTICELLI, F. GARCIA-GODOY, F. FERRARI, M. Microtensile bond strength to ground enamel by glass-ionomers, resin-modified glass-ionomers, and resin composites used as pit and fissure sealants. **J Dent**, Bristol, v. 33, n. 6, p. 459-467, July, 2005.

PRENTICE, L. H. TYAS, M. J. BURROW, M. F. The effect of particle size distribution on an experimental glass-ionomer cement. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 21, n. 6, p. 505-510, June, 2005.

PRENTICE, L. H. TYAS, M. J. BURROW, M. F. The effect of ytterbium fluoride and barium sulphate nanoparticles on the reactivity and strength of a glass-ionomer cement. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 22, n. 8, p. 746-751, Aug. 2006.

SALZEDAS, L. M. P. LOUZADA, M. J. Q. OLIVEIRA FILHO, A. B. de. Radiopacity of restorative materials using digital images. **J Appl Oral Sci**, Bauru, v. 14, n. 2, p. 147-152, Feb. 2006.

SHAH, P. M. M. CHONG, B. S. SIDHU, S. K. PITT FORS, T. R. Radiopacity of potential root-end filling materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 81, n. 4, p. 476-479, Apr. 1996.

SHAH, P. M. M. SIDHU, S. K. CHONG, B. S. PITT FORD, T. R. Radiopacity of resin-modified glass ionomer liners and bases. **J Prosthet Dent**, Augusta (GA), v. 77, n. 3, p. 239-242, Mar. 1997.

TANOMARU-FILHO, M. JORGE, E. G. TANOMARU, J. M. G. GONÇALVES, M. Radiopacity evaluation of new root canal filling materials by digitalization of images. **JOE**, São Paulo, v. 33, n. 3, Mar, 2007.

TIRAPELLI, C. PANZERI, F. de C. PANZERI, H. PARDINI, L. C. ZANIQUELLI, O. Radiopacity and microhardness changes and effect of x-ray operating voltage in resin-based materials before and after the expiration date. **Mat Res**, São Carlos, v. 7, n. 3, p. 409-412, Mar. 2004.

WATTS, D. C. McCABE, J. F. Aluminium radiopacity standards for dentistry: an international survey. **J Dent**, Bristol, v. 27, n. 1, p. 73-78, Jan. 1999.

WENZEL, A. HINTZE, H. HORSTED-BINDSLEV, P. Discrimination between restorative dental materials by their radiopacity measured in film radiographs and digital images. **J Forensic Odontostomatol**. Sidney (AU), v. 16, n. 1, p. 8-13, June. 1998.

## **APÉNDICE**

