



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o aluno Augusto Del Pintor Pasotti RA 107760 esteve sob minha orientação para realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Caracterização de Partículas de Carga de Diferentes Resinas Compostas Odontológicas" no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado á Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 – Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 30 de Setembro de 2013.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a horizontal line, positioned above a solid horizontal line.

Rafael Rocha Pacheco



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
Área de Materiais Dentários



“Caracterização de Partículas de Carga de Diferentes Resinas Compostas Odontológicas”

Autor: Augusto Del Pintor Pasotti

Piracicaba
2013

Augusto Del Pintor Pasotti

“Caracterização de Partículas de Carga de Diferentes Resinas Compostas Odontológicas”

Monografia apresentada ao curso
de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP,
para a obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Ms. Rafael Rocha Pacheco

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Giannini

Piracicaba

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

P264c Pasotti, Augusto Del Pintor, 1992-
Caracterização de partículas de carga de diferentes
resinas compostas odontológicas / Augusto Del Pintor
Pasotti. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Rafael Rocha Pacheco.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Polímeros. 2. Microscopia eletrônica de
varredura. I. Pacheco, Rafael Rocha, 1987- II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais, Antonio e Dulce pelo imenso apoio e incentivo que designaram a mim durante todo o curso para que eu pudesse concluir mais esta etapa em minha vida. E ao meu avô, que nos deixou este ano. Meu imenso obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me amparar em todos os momentos de minha vida, mesmo quando fui um homem de pouca fé.

Ao meu orientador Ms. Rafael Rocha Pacheco que me ajudou imensamente para a realização deste trabalho, sempre com paciência e atenção. Desejo a ele muito sucesso em sua carreira.

A minha namorada Maria Júlia Guimarães Santos que dedico este trecho,

“ Quem já passou
Por esta vida e não viveu
Pode ser mais, mas sabe menos do que eu
Porque a vida só se dá
Pra quem se deu
Pra quem amou, pra quem chorou
Pra quem sofreu, ai

Quem nunca curtiu uma paixão
Nunca vai ter nada não...”

Vinícius de Moraes, Toquinho.

RESUMO

As resinas compostas odontológicas atuais podem ser classificadas de acordo com o tamanho, conteúdo e tipo da partícula de carga presente na formulação. A morfologia e composição do conteúdo inorgânico presente no compósito pode apresentar influência direta nas propriedades mecânicas do material, assim, como na estética. O objetivo do presente estudo foi avaliar a morfologia e a composição de diferentes compósitos odontológicos disponíveis atualmente no mercado. Para o estudo, 7 (sete) resinas compostas foram selecionadas: Z250 (3M ESPE), Empress Direct (Ivoclar Vivadent), Charisma Diamond (Heraeus Kulzer), Opallis (FGM), Amelogen (Ultradent Inc.), Ice (SDI) e Premisa (Kerr Dental). As resinas compostas foram submetidas a banhos consecutivos de álcool e acetona, até a remoção completa da porção orgânica. Para avaliar a morfologia das partículas, as amostras foram montadas em *stubs* metálicos, cobertas com ouro e observadas através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Para determinação da composição do conteúdo inorgânico, as amostras foram montadas em *stubs* plásticos e cobertas com carbono para análise através de Energia Dispersiva de Raios-X (EDX). As resinas compostas apresentaram partículas de carga compostas por sílica, em sua maior parte. O compósito Z250 apresentou partículas esféricas (1 a 2 μm) de sílica e zircônia. As demais resinas compostas apresentaram partículas de formato irregular, com tamanhos variando de 0,5 μm a 2 μm . Todos os compósitos apresentaram sílica em sua composição, bário e alumínio. As resinas compostas odontológicas investigadas apresentaram partículas inorgânicas que diferiram em morfologia e composição, apresentando sílica em todos os compósitos.

Palavras-chave: Polímeros, Microscopia Eletrônica de Varredura.

ABSTRACT

Dental composites currently are classified according to the size, content and type of filler particles present in the formulation. The morphology and composition of inorganic material present in the composite may have a direct influence on the mechanical properties of the material, as well as aesthetics. The aim of this study was to evaluate the morphology and composition of different commercial dental composites. For the study, seven (7) composites were selected: Z250 (3M ESPE), Empress Direct (Ivoclar Vivadent), Charisma Diamond (Heraeus Kulzer), Opallis (FGM), Amelogen (Ultradent Inc.), Ice (SDI) and Premise (Kerr Dental). The composites were subjected to successive baths of alcohol and acetone until complete removal of the organic portion. To evaluate the morphology of the particles, the samples were mounted on metal stubs, coated with gold and observed by scanning electron microscopy (SEM). To determine the composition of the filler content, the samples were mounted on plastic stubs covered with carbon for analysis by energy dispersive x-ray (EDX). The present composite resin filler particles consist of silica, for the most part. The composite Z250 showed spherical particles (1 to 2 μ m) and silica zirconia. The other composites showed irregularly shaped particles, with sizes ranging from 0.5 μ m to 2 μ m. All composites showed with silica in their inorganic content, barium and aluminum. The dental composite resins showed different inorganic particles which differed in composition and morphology, with silica in all composites.

Keywords: Polymers, Scanning Electron Microscopy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	1
2. PROPOSIÇÃO	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	6
3.1. <i>Delineamento Experimental e Materiais a serem utilizados:</i>	6
3.2. <i>Análise da Morfologia das Partículas de Carga</i>	7
3.3. <i>Análise da Composição das Partículas de Carga</i>	7
4. RESULTADOS	9
4.1. <i>Morfologia das Partículas de Carga (MEV)</i>	9
4.2. <i>Composição das Partículas de Carga (EDX)</i>	13
5. DISCUSSÃO	18
6. CONCLUSÃO	22
7. REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

As resinas compostas odontológicas atuais apresentam um considerável e favorável desempenho clínico, tanto em durabilidade, quanto em estética. Tal desempenho deve-se as suas propriedades mecânicas, biocompatibilidade, qualidade estética e a capacidade de adesão à estrutura dental em esmalte e dentina (Bayne et al., 1994; Ferracane, 2011).

A composição das resinas não apresentou grande evolução nos últimos 50 anos dentre os materiais odontológicos. Onde a mudança de maior impacto foi a alteração do tamanho das partículas de carga, que foram reduzidas para proporcionar maior resistência ao desgaste e melhores características de acabamento e polimento, além de preservar suas propriedades durante o uso clínico. Atualmente, através da formulação de novos compósitos restauradores que possibilitam o uso clínico mais favorável e que promovem adesão as estruturas dentais. Dessa forma, a manipulação de tais materiais deve ser feita de forma adequada pelos profissionais, preservando suas propriedades físicas.

As resinas apresentam, basicamente, três componentes principais: matriz orgânica, partículas inorgânicas e o agente de união. Na matriz orgânica estão presentes sistemas ativadores e iniciadores, responsáveis por desencadear a polimerização do compósito, já as partículas inorgânicas tem como função reduzir a contração de polimerização e o coeficiente de expansão térmica. E como agente de união destaca-se o silano, material comumente usado para proporcionar a união entre a parte orgânica e inorgânica.

Resinas compostas são classificadas a partir do tamanho, conteúdo e tipo da partícula, sendo estas de vidro de bário-alumino-silicato, vidro de lítio-boro-bário, trifluoreto de itérbio, quartzo, zircônia e dióxido de silício. As resinas que possuem partículas maiores que a unidade de medida de um micrômetro são denominados compósitos macroparticulados, enquanto, as que apresentam partículas menores que a unidade de medida de um micrômetro são denominados microparticulados. Dentre as novas classificações presentes encontramos as resinas compostas híbridas, microhíbridas e de nanopartículas (Anusavice, 2003; Da Costa et al.,2007; Puckett et al.,2007). Estas partículas conhecidas como “microparticuladas” teriam sido chamadas mais precisamente de “nanoparticuladas”, mas provavelmente não foram, devido à falta de conhecimento do conceito “nano” no momento (Ferracane, 2011), onde o conceito de nano é dado por uma escala, que inclui a faixa de tamanho 1-100 nm.

O formato das partículas de carga varia entre formas irregulares ou esféricas, dependendo do fabricante. Sendo que o formato e o tamanho das partículas de carga podem influenciar o polimento, o desgaste dos materiais, além de outras propriedades mecânicas (Stoddard & Johnson, 1991; Berastegui et al.,1992; Lang et al.,1992; Jaarda et al.,1993; Reis et al.,2003; Takanashi et al.,2008).

Algumas partículas de carga que continham fluoretos também foram adicionadas nas formulações das resinas e demonstraram a liberação de flúor, além de boas propriedades mecânicas. A incorporação deste elemento na composição dos materiais está relacionada com a importância dos fluoretos durante o processo de des- e remineralização (Featherstone et al., 1986). Porém sua eficácia tem sido contestada, e os resultados clínicos não são conclusivos, envolvendo compósitos.

Além do uso de compósitos como material restaurador, eles se distinguem de acordo com as necessidades específicas, alterando sua formulação. Sendo utilizados como: selantes de fósulas e fissuras, forradores de cavidade, núcleos de preenchimento, inlays, onlays, coroas, restaurações provisórias, cimentos para próteses unitárias ou múltiplas e dispositivos ortodônticos, cimentos endodônticos e pinos radiculares (Ferracane, 2011). A classificação das resinas compostas é feita através da diferenciação de suas partículas, sendo elas: macroparticuladas, microparticuladas, híbridas (partículas pequenas), microhíbridas (híbridas modernas), nanoparticuladas e resinas a base de siloranos. Esse último tem a capacidade de reduzir a contração de polimerização e apresenta partículas de quartzo.

A utilização de compósitos para restaurações de dentes posteriores torna-se uma prática cada vez mais frequente, onde a Odontologia Restauradora moderna permite a preservação da estrutura dental sadia, que mantém a resistência do dente (Baren et al.; 2001). As resinas também possibilitam a reprodução das características semelhantes aos dos dentes naturais, destacando-se o módulo de elasticidade e a resiliência equivalentes ao da dentina. Assim, com estas propriedades os materiais comportam-se de maneira semelhante a estrutura dental perdida, em termos de deformação e absorção de esforços mastigatórios. Outro ponto importante é a forma com que este material consegue ficar unido integralmente aos tecidos dentais, por meio de sistemas adesivos e formação da camada híbrida. Destacamos também a forma com que as resinas compostas podem reproduzir o policromatismo das estruturas dentais, devido a sua diversidade de cores, conferindo excelência estética as restaurações.

As mudanças estruturais que ocorrem em relação as resinas compostas possibilitam um aumento de seu uso em regiões dentais que sofrem intenso esforço oclusal, sem que características estéticas, funcionais ou de durabilidade sejam diminuídas. Portanto, conhecer a morfologia e a composição das diferentes partículas de carga utilizadas na composição dos diferentes fabricantes, possibilita a análise e a compreensão dos mesmos em frente as mais variáveis situações.

2. PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente estudo foram:

- Avaliar a morfologia das partículas de carga de diferentes resinas compostas odontológicas utilizando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV);
- Analisar a composição das partículas de carga de diferentes resinas compostas odontológicas utilizando Energia Dispersiva de Raios-X (EDX).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Delineamento Experimental e Materiais a serem utilizados:

Para este estudo foram utilizados 7 (sete) diferentes marcas comerciais de compósitos restauradores. A Tabela 1 lista os diferentes materiais utilizados no estudo e suas composições de acordo com os respectivos fabricantes.

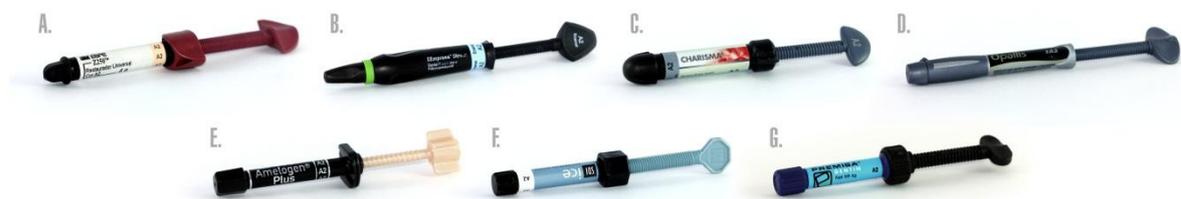


Figura 1. Resinas compostas utilizadas no estudo. A- Z250 (3M ESPE); B- Empress Direct (Ivoclar Vivadent); C- Charisma Diamond (Heraeus-Kulzer); D- Opallis (FGM); E- Amelogen (Ultradent Inc.); F- SDI Ice (SDI); G- Premisa (Kerr Dental).

Tabela 1. Resinas compostas, fabricantes e composição (segundo os fabricantes).

Resina Composta	Fabricante	Composição
Z250	3M ESPE, EUA	Silane treated ceramic, Bisphenol A Polyethylene Glycol Diether Dimethacrylate (BISEMA6), Diurethane Dimethacrylate (UDMA), Bisphenol A Diglycidyl Ether Dimethacrylate (BISGMA), Triethylene Glycol Dimethacrylate (TEGDMA), Benzotriazol, Ethyl 4-Dimethylate Aminobenzoate (EDMAB).
Empress Direct	Ivoclar Vivadent, Liechtenstein	Urethane dimethacrylate (10-25%), Tricyclodocandimethanoldimethacryl at (2,5-10%), BisGMA (2,5-10%), Barium glass filler, mixed oxide, Ba-Al-fluorosilicate glass
Charisma Diamond	Heraeus Kulzer, Alemanha	2-Propenoic acid, (octahydro-4,7-methano-1H-indene-5,?-diyl)

		bis(methyleneiminocarbonyloxy-2,1-ethanediy) ester(10-15%)
Opallis	FGM, SC, Brasil	BisGMA (6-8%), BisEMA (5-10%), TEGDMA (<5%), Diuretano Dimetacrilato (5-10%), Cerâmica Silanizada (65-75%), Dióxido de Silício Silanizado (5-10%), Canforoquinona (<1%), Etil 4-dimetilaminobenzoato (<1%)
Amelogen	Ultradent Inc., EUA	Bis GMA (<60%), Triethylene Glycol Dimethacrylate (<40%)
Ice	SDI Limited, Austrália	Acrylic monomer (18-40%), Balance ingredient (non-hazardous) (60-82%)
Premisa	Kerr Dental, EUA	Uncured methacrylate ester monomers (20-35%), inert mineral fillers, activators and stabilizers

3.2. Análise da Morfologia das Partículas de Carga

Na análise das características morfológicas das partículas de carga das resinas compostas foi utilizado um protocolo de imersões / banhos consecutivos em álcool e acetona em centrífuga (Excelsa Baby I, Fanem, São Paulo, Brasil) para remoção da matriz orgânica dos compósitos e exposição das partículas de carga (Shinohara et al., 2006). As partículas foram posicionadas sobre *stubs* metálicos que, em seguida, foram metalizados (Figura 2 – A) para observação em MEV (JSM 5600LV, Jeol) com aumentos de 1.000 a 5.000X.

3.3. Análise da Composição das Partículas de Carga

Adicionalmente, as partículas foram identificadas quanto à sua composição pelo sistema de detecção de energia dispersa de raios-X (Link ISIS – Oxford) conectado ao MEV (Arrais et al., 2003). As amostras foram preparadas da

mesma forma, a partir de banhos / imersões consecutivas em álcool e acetona, porém, posicionadas em *stubs* plásticos e cobertas com carbono (Figura 2 – B) para observação em EDX (JSM 5600LV, Jeol). Foi possível determinar, assim, a composição do conteúdo inorgânico dessas resinas compostas odontológicas.

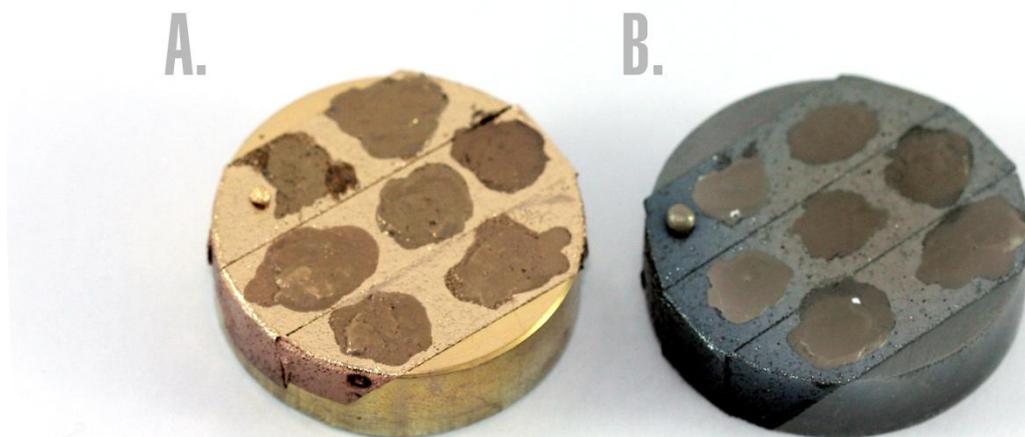


Figura 2. Amostras preparadas em *stubs* para observação em MEV e EDX. A- Amostras preparadas em *stubs* metálicos e cobertas com ouro; B- Amostras preparadas em *stubs* plásticos e cobertas com carbono.

4. RESULTADOS

Os resultados foram obtidos através da análise das partículas de carga, as quais foram avaliadas qualitativamente utilizando as imagens em MEV. As partículas de carga foram descritas, de acordo com o tamanho médio, amplitude do tamanho dessas partículas, morfologia, tipo, composição e a disposição/concentração na massa da resina composta. As mesmas foram comparadas dentre os diferentes materiais e com as descrições feitas pelos fabricantes nos seus respectivos perfis técnicos ou MSDS (Material Safety Data Sheet).

4.1. Morfologia das Partículas de Carga (MEV)

Foram separados 2g de cada compósito utilizado no estudo. Os materiais foram submetidos a banhos de álcool e acetona, para remoção da porção orgânica, montados em “stubs” metálicos e cobertos com ouro para observação em MEV nos aumentos de 1.000x e 5.000x. As imagens obtidas através da microscopia seguem abaixo:

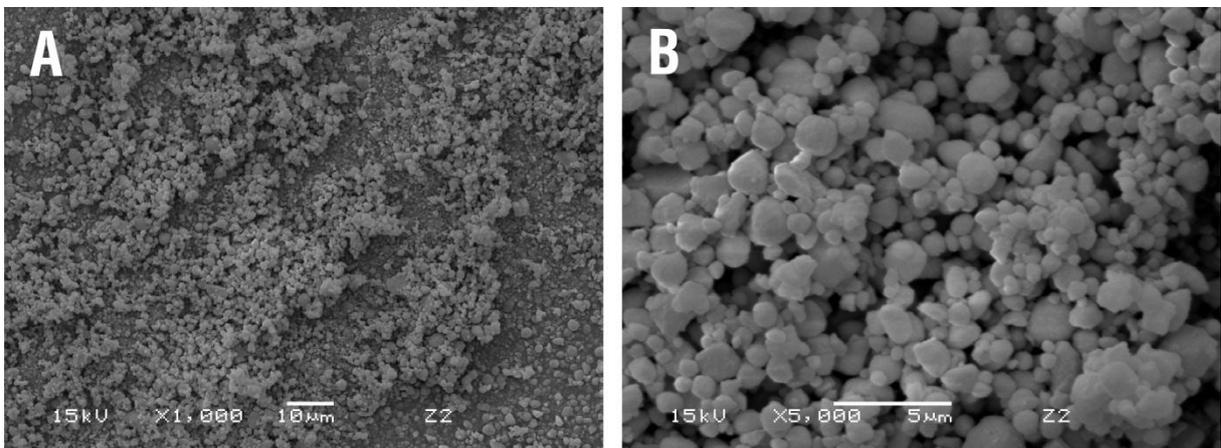


Figura 3. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Z250 (3M ESPE) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. Observa-se partículas esféricas com tamanho aproximado de 2,0 μm .

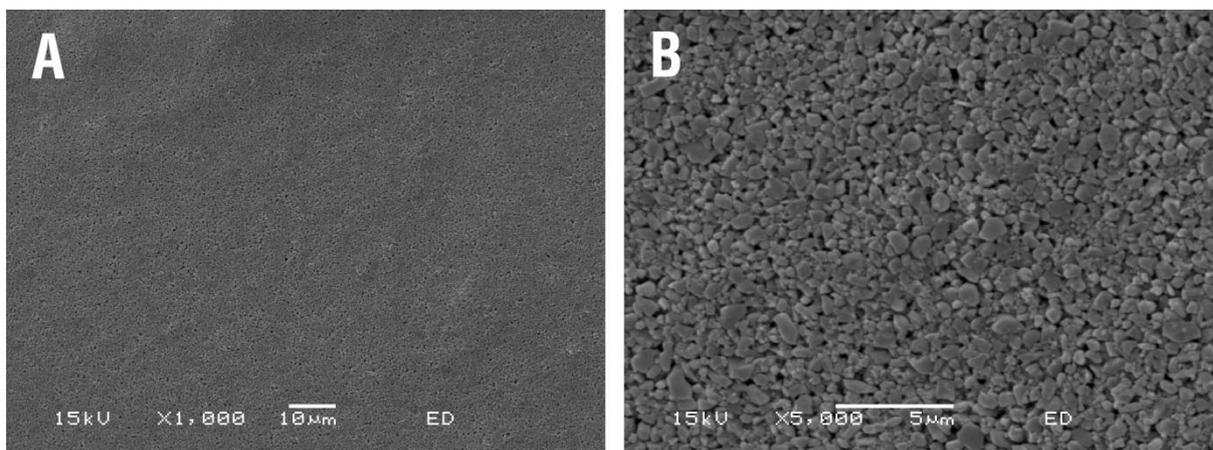


Figura 4. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Empress Direct (Ivoclar Vivadent) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. As partículas tem formato irregular e tamanho menor que 1,5 μm .

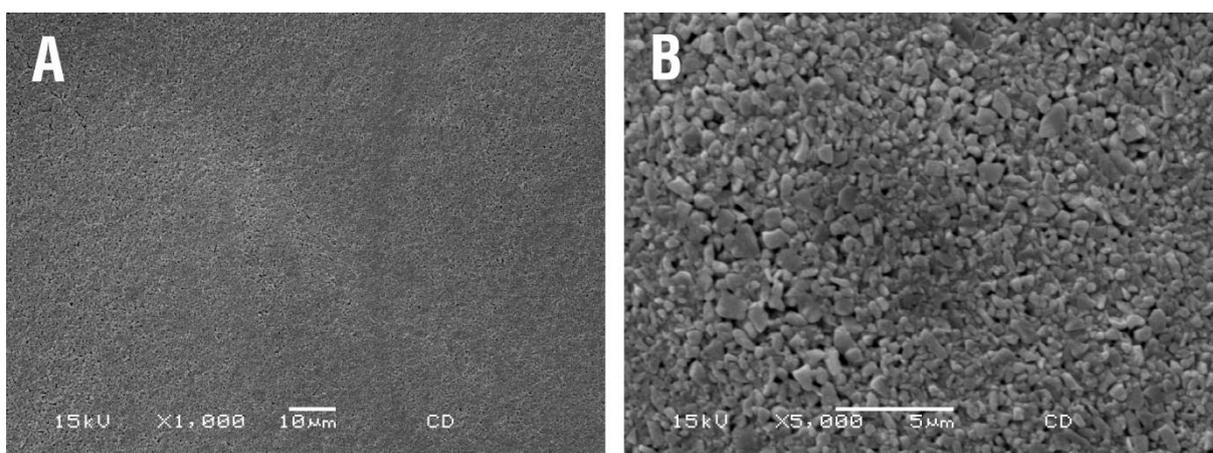


Figura 5. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Charisma Diamond (Heraeus Kulzer) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. As partículas de carga são irregulares, com tamanho variado de 0,5 μm a 2,0 μm .

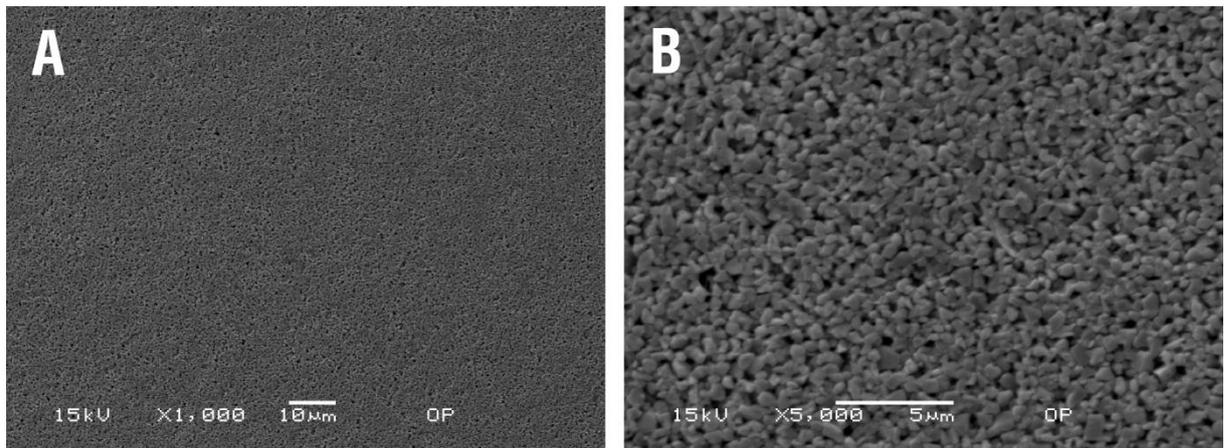


Figura 6. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Opallis (FGM) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. A resina apresenta partículas de carga de tamanho homogêneo de aproximadamente 0,5 μm .

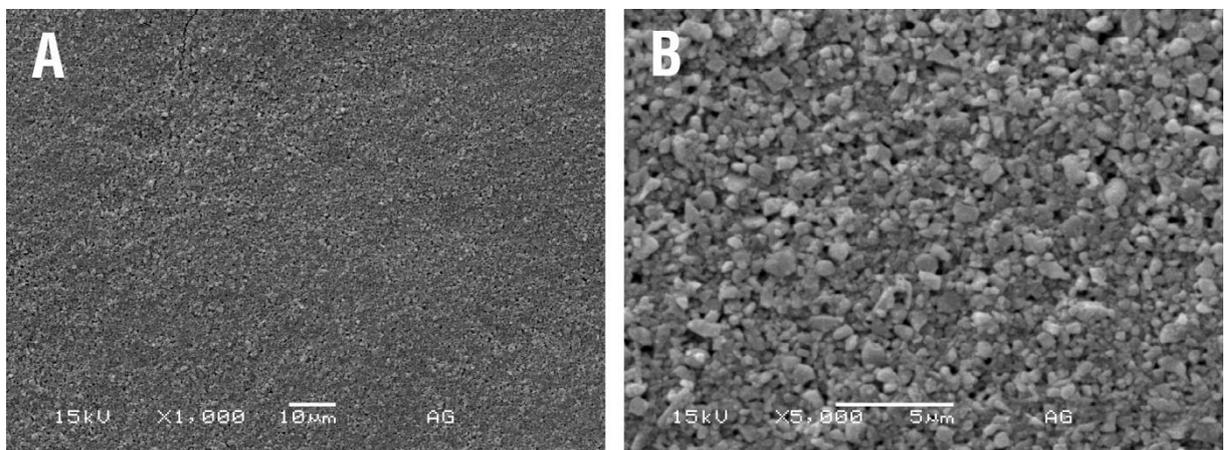


Figura 7. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Amelogen (Ultradent Inc.) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. As partículas de carga são irregulares, com tamanho variado de 0,5 μm a 1,5 μm .

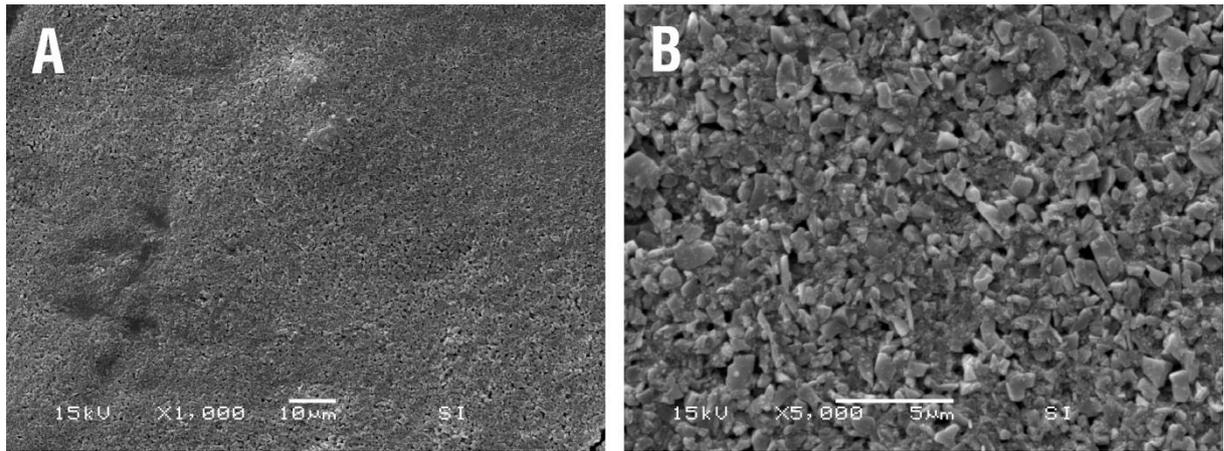


Figura 8. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina SDI Ice (SDI) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. As partículas são irregulares e com tamanho variando de 1 µm a 2,5 µm.

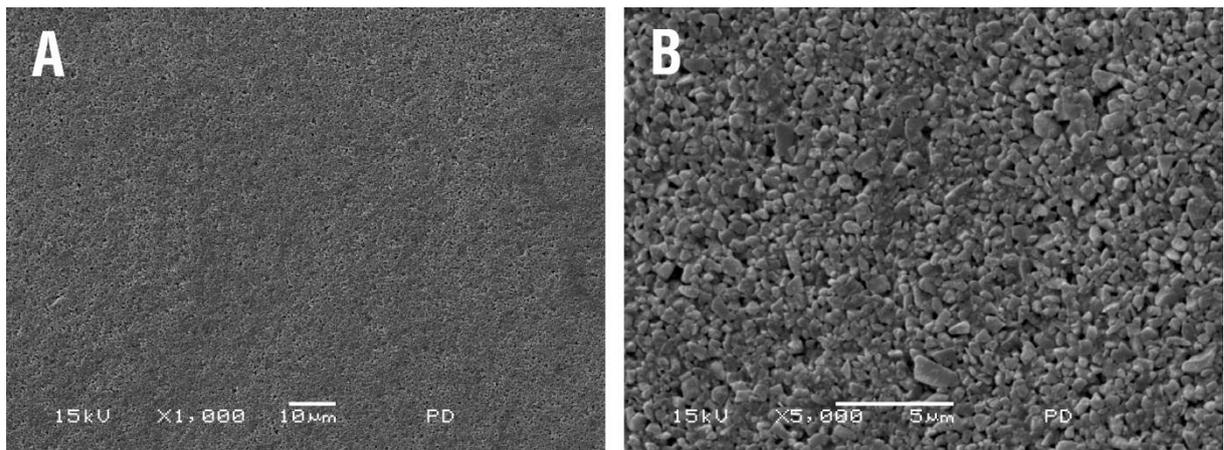


Figura 9. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Premisa (Kerr Dental) em aumentos de 1.000X (A) e 5.000X (B), respectivamente. As partículas de carga são irregulares e com tamanho variando de 0,5 µm a 2,5 µm.

4.2. Composição das Partículas de Carga (EDX)

Foram separados 2g de cada compósito utilizado no estudo. Os materiais foram submetidos a banhos de álcool e acetona, para remoção da porção orgânica, montados em “stubs” plásticos e cobertos com carbono para observação em EDX. Os espectros obtidos estão apresentados a seguir:

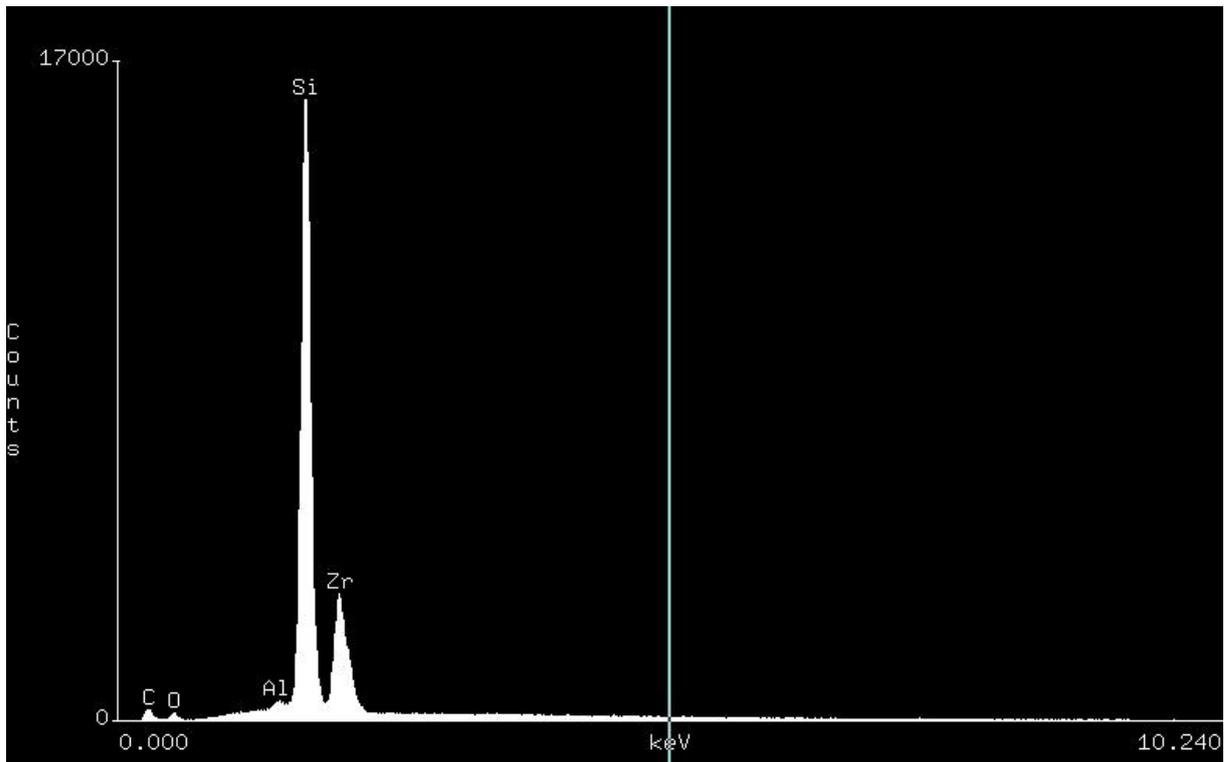


Figura 10. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Z250 (3M ESPE). Nota-se a presença de carbono, oxigênio, alumínio, silício e zircônia.

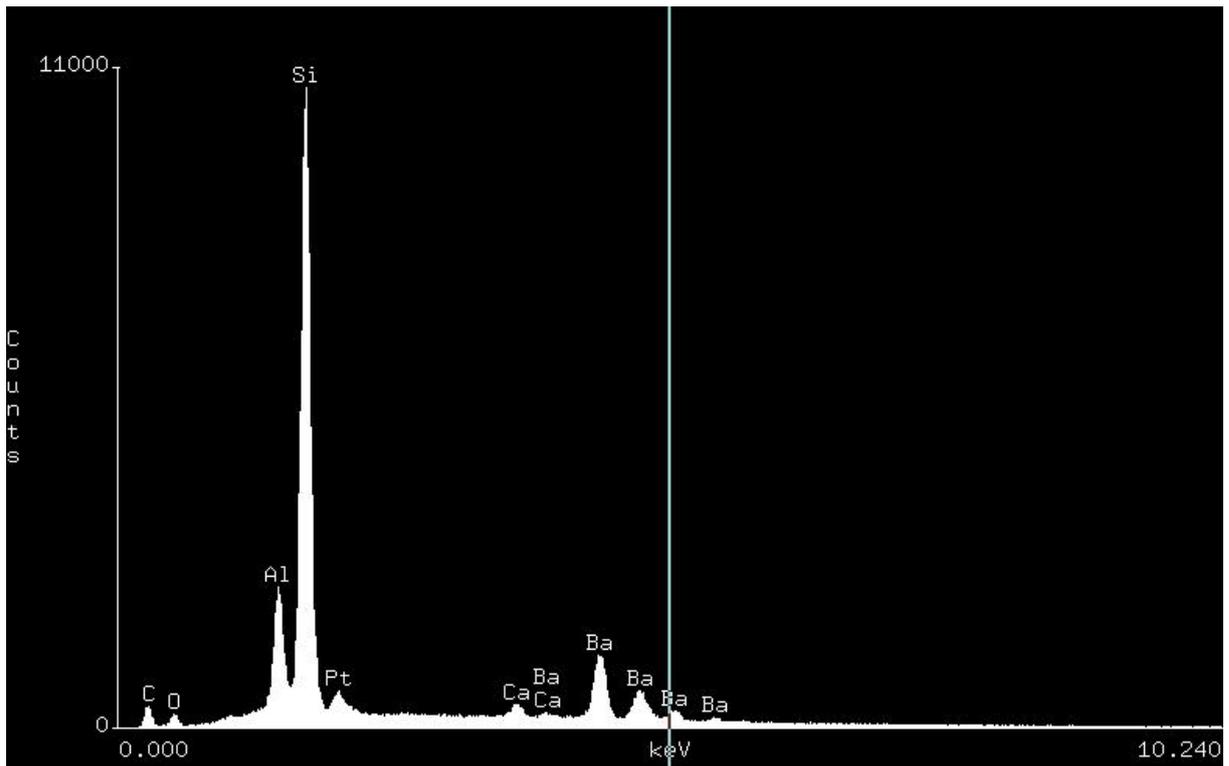


Figura 11. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Empress Direct (Ivoclar Vivadent). Nota-se a presença de carbono, oxigênio, alumínio, silício, platina, cálcio e bário.

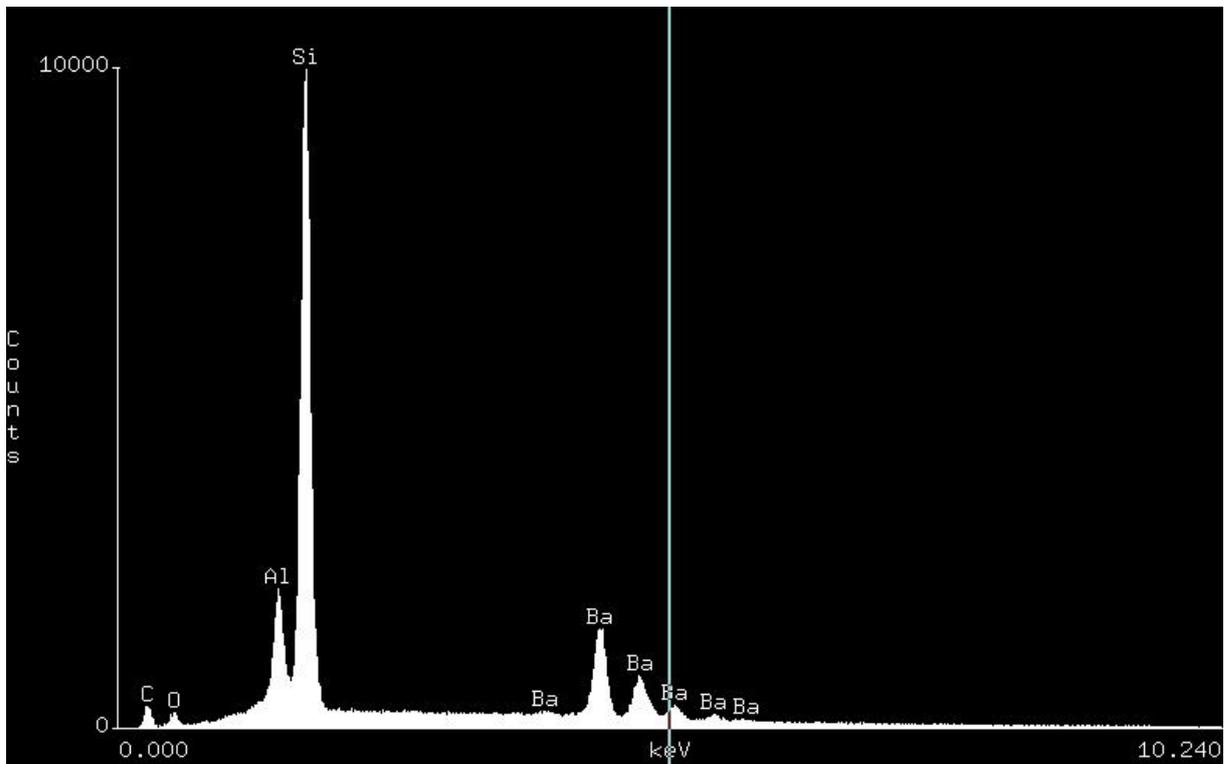


Figura 12. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da

resina Charisma Diamond (Heraeus Kulzer). Nota-se a presença de carbono, oxigênio, alumínio, silício e bário.

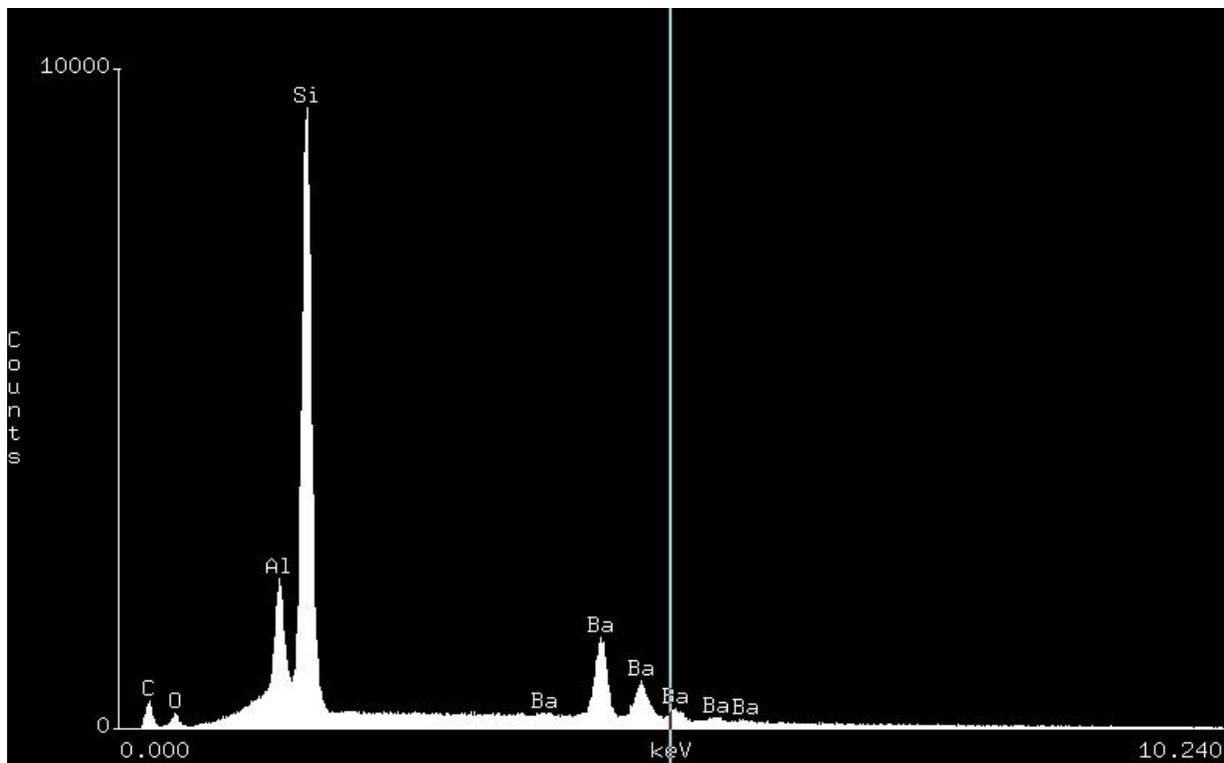


Figura 13. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Opallis (FGM). Nota-se a presença de carbono, oxigênio, alumínio, silício e bário.

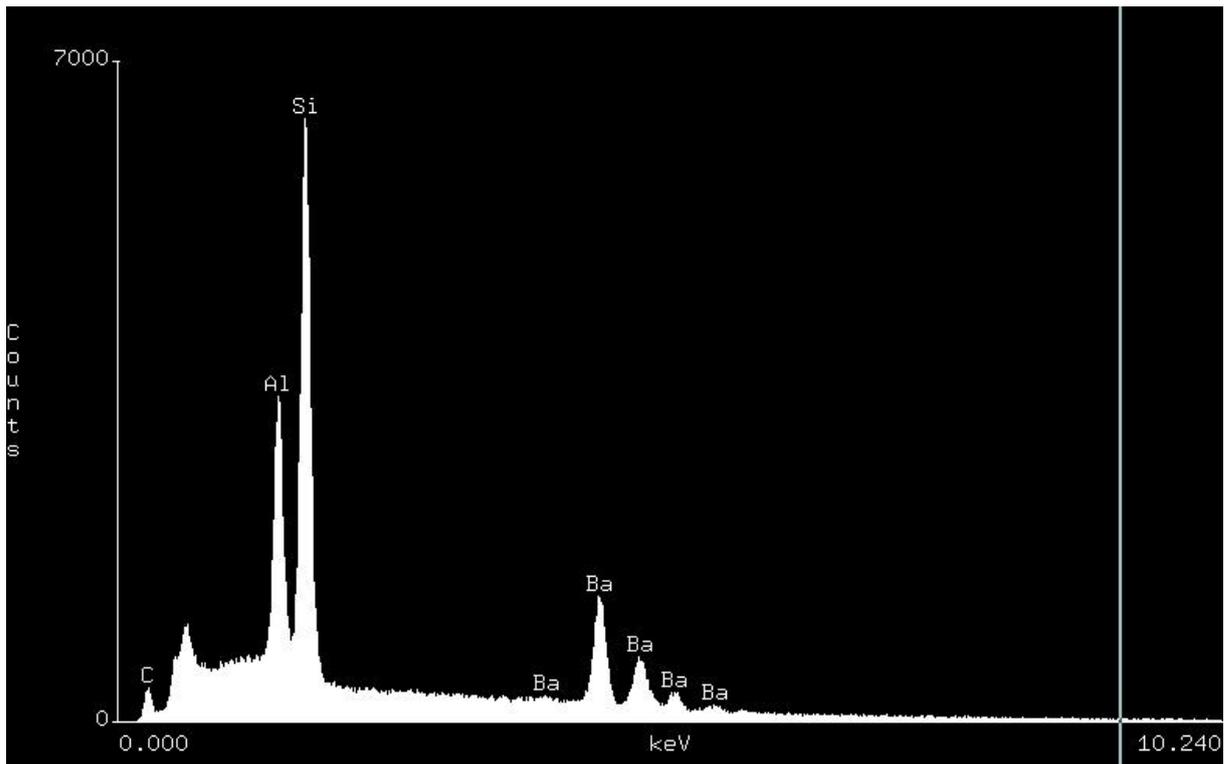


Figura 14. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Amelogen (Ultradent Inc.). Nota-se a presença de carbono, alumínio, silício e bário.

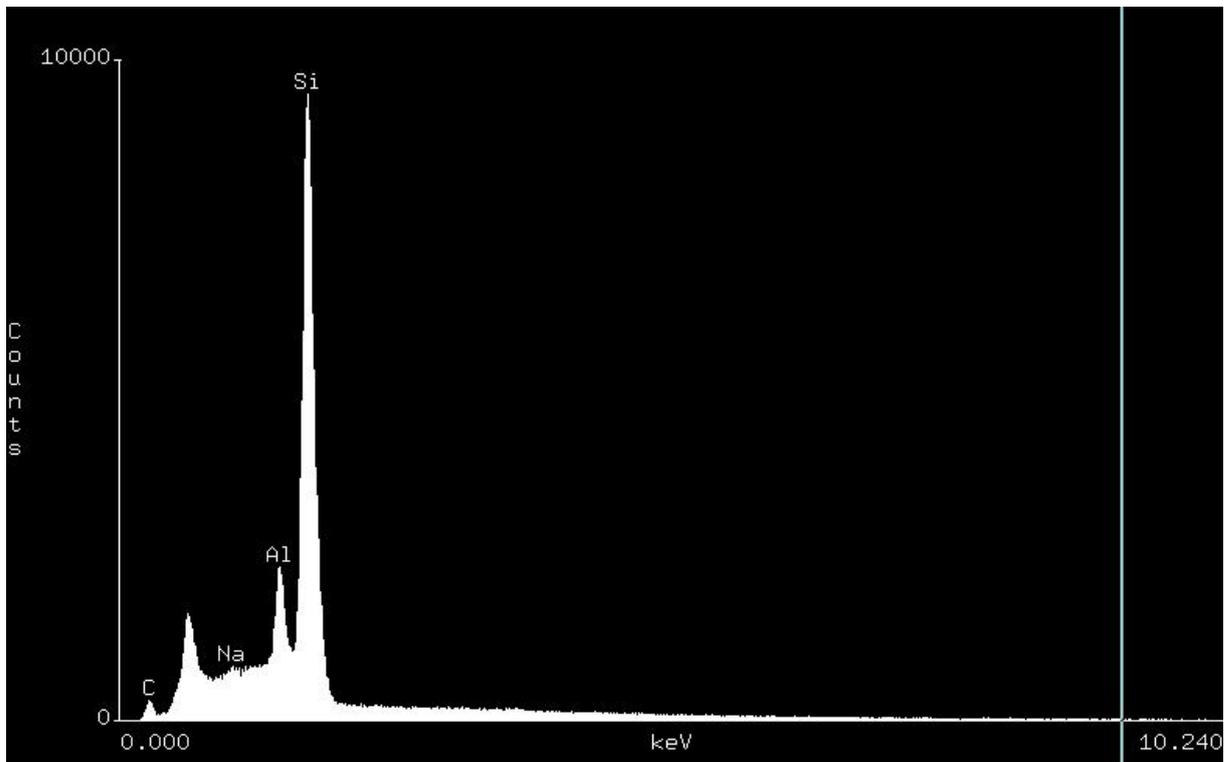


Figura 15. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da

resina SDI Ice (SDI). Nota-se a presença de carbono, sódio, alumínio e silício.

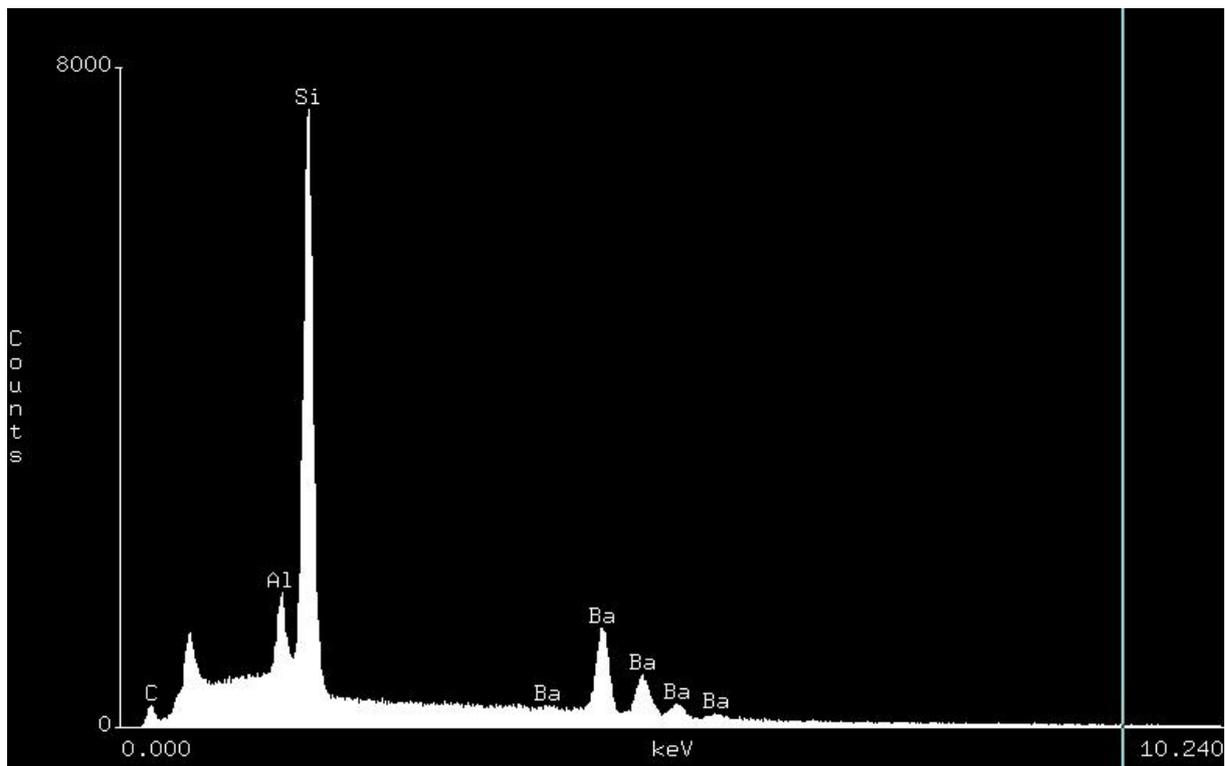


Figura 16. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Premisa (Kerr Dental). Nota-se a presença de carbono, alumínio, silício e bário.

5. DISCUSSÃO

As resinas compostas odontológicas atuais apresentam propriedades mecânicas adequadas para uso tanto em restaurações posteriores, quanto anteriores. O tamanho e a composição da partícula têm grande influência nas propriedades mecânicas como: resistência à flexão, resistência ao desgaste, tenacidade à fratura, dureza, módulo de elasticidade, entre outras (Lang et al., 1992, Bayne et al., 1994; Ferracane, 2011).. Da mesma forma, um aumento no conteúdo cristalino pode apresentar grande impacto nas propriedades ópticas e estéticas do material podendo influenciar no polimento da superfície, transmitância óptica, cor, fluorescência, brilho, entre outros (Heintze 2005, da Costa et al., 2007, Giannini et al., 2013). Alterações têm sido realizadas nestas partículas em busca de materiais restauradores que apresentem um equilíbrio entre a estética e a resistência mecânica.

Restaurações posteriores em função requerem maior resistência mecânica do material devido a esforços mastigatórios que podem levar a forças compressivas aplicadas no material, gerando tensões complexas no interior do mesmo. Da mesma forma, restaurações em dentes anteriores requerem maior propriedade estética que possam mimetizar todas as características dos diferentes tecidos da estrutura dental. (Jung et al. 2007, Ferracane 2011) Ainda assim, restaurações estéticas requerem características mecânicas do material restaurador que permitam suportar tensões resultantes de movimentos de protrusão, lateralidade, inclusive, hábitos deletérios, de forma direta ou indireta.

Os compósitos odontológicos apresentam uma porção orgânica e outra inorgânica, que necessitam de uma ligação química para permanecerem unidas entre si, promovida pelo silano. Sendo essa união fraca, um maior desprendimento

destas partículas poderá ocorrer, gerando características indesejáveis ao material restaurador. As resinas compostas disponíveis atualmente no mercado podem apresentar conteúdo inorgânico de diferentes tamanhos, formas e composições químicas. A porção orgânica, de forma geral, possui monômeros de caráter hidrófobo, porém, apresentam em sua constituição certos grupos hidroxilas que se ligam a água, com isso desenvolvendo um caráter hidrófilo. Alguns monômeros que não reagiram no processo de polimerização são chamados de residuais, estes podem ser solubilizados ou perdidos na água, causando uma maior degradação do compósito e perda das suas propriedades físicas. Podemos citar também, que a matriz orgânica apresenta menor resistência ao desgaste se comparada a matriz inorgânica, essa com maior dureza (Lang et al., 1992, Puckett et al., 2007). Quando o compósito é submetido a esforços mastigatórios, escovação e outros desafios da mastigação, uma parcela das partículas de carga sofre exposição pela remoção do conteúdo orgânico, gerando um aumento nos vales e picos, aumentando dessa forma a rugosidade superficial do material, favorecendo o acúmulo de biofilme.

No presente estudo, a resina composta Z250 (3M ESPE) apresentou partículas de carga compostas por sílica, em sua maior parte, e zircônia (Figura 10). As partículas apresentaram formato esférico de, aproximadamente, 1 a 2 μm em média (Figura 3). Essas partículas foram as maiores encontradas no presente estudo entre os diferentes materiais restauradores. Um maior tamanho das partículas pode resultar em uma maior resistência mecânica do material. No entanto, quando um material restaurador sofre desgaste em função, as partículas de carga da superfície podem ser removidas, deixando um espaço antes preenchido pela mesma. O conjunto destes diferentes espaços na superfície do material promove um aumento da rugosidade superficial e, conseqüentemente, uma redução no brilho da

superfície. Quando comparado a compósitos com partículas inorgânicas de menor tamanho, a remoção de partículas de maior tamanho gera, conseqüentemente, maior rugosidade superficial. Um compósito que apresente partículas de menor tamanho pode apresentar maior facilidade durante os procedimentos de acabamento e polimento, assim como, maior capacidade de manutenção de brilho superficial (Giannini et al., 2013).

No entanto, uma redução no tamanho das partículas pode levar a um aumento do desgaste da superfície do compósito em função. A resina Empress Direct (Ivoclar Vivadent) apresentou partículas de pequeno tamanho (Figura 4). As partículas apresentaram formato irregular com tamanho uniforme de, aproximadamente, 1 μm , em média. As partículas são compostas, basicamente, por sílica, e menor concentração de alumínio e bário (radiopacificador) (Figura 11). As presenças dos elementos bário e alumínio indicam composição da partícula de vidro de báriofluoralumíniosilicato, de acordo com a composição do fabricante. A resina Charisma Diamond (Heraeus Kulzer) apresentou partículas, também na faixa de tamanho de 0,5 a 2 μm , porém com menor uniformidade no tamanho (Figura 5), e sílica como principal componente, mas também há a presença de alumínio e bário (Figura 12). O compósito Opallis (FGM) apresentou as partículas de menor tamanho no presente estudo, sendo elas de aproximadamente 0,5 μm e formato esferoidal (Figura 6). Na sua porção inorgânica as partículas de carga são constituídas como na maioria das resinas estudadas, sendo a sílica como principal componente e o alumínio e o bário, em proporções menores (Figura 13). A mesma composição foi encontrada para a resina Premisa (Kerr Dental), (Figura 16) com formato irregular (Figura 9). A resina composta Amelogen (Ultradent Inc.) apresenta partículas com formatos irregulares e não-uniformes (Figura 7). Isso pode ser explicado pela

composição das partículas, que apresentou uma maior concentração de alumínio (Figura 14), indicando maior presença de vidros (maior tamanho) entre as partículas. A resina SDI Ice (SDI) apresentou a maior não-uniformidade das partículas, com tamanhos variando de 0,5 a 2,5 μm (Figura 8). As partículas de carga para essa resina, diferentemente das demais, não apresentou Bário em sua composição (Figura 15).

Com a análise da composição das partículas de cargas tanto na forma quanto na composição de sua porção inorgânica, é possível observar que a sílica está presente em todas as resinas compostas, constituindo quase que a totalidade da porção inorgânica da mesma. Alumínio, Bário, Zircônia e outros elementos estão presentes em algumas composições, buscando alterações nas propriedades mecânicas e ópticas dos materiais. Na análise da morfologia, foram observadas partículas de carga com formato esférico e irregular, com tamanhos que variam entre 0,5 a 2,5 μm . É importante entender e conhecer os diferentes tipos de partículas de carga presentes nas formulações comerciais das resinas compostas restauradoras para entender o comportamento clínico dessa classe de material restaurador. Além disso, determinadas propriedades dos compósitos podem prever o comportamento biomecânico das restaurações quando aplicadas em procedimentos odontológicos específicos.

6. CONCLUSÃO

As diferentes resinas compostas odontológicas apresentaram partículas inorgânicas que diferiram principalmente em termos de composição. Quanto à morfologia, apenas um material mostrou partículas esféricas, o restante apresentou partículas de carga com formato irregular. O silício foi detectado em maior concentração e em todos os conteúdos inorgânicos dos diferentes compósitos avaliados.

7. REFERÊNCIAS

1. Anusavice KJ. Phillips: Materiais Dentários. Rio de Janeiro : Guanabara-Koogan, 11ª Edição, 2003.
2. Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ. Update on dental composite restorations. J Am Dent Assoc 1994; 125(6): 687-701.
3. Berastegui E, Canalda C, Brau E, Miquel C. Surface roughness of finished composites resins. Journal of Prosthet Dent 1992;68:742-749.
4. Braga RR, Boaro LC, Kuroe T, Azevedo CL, Singer JM. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and 'C' factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. Dent Mater. 2006 Sep;22(9):818-23.
5. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Degree of conversion and mechanical properties of a BisGMA:TEGDMA composite as a function of the applied radiant exposure. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2008 Feb;84(2):503-9.
6. Calheiros FC, Daronch M, Rueggeberg FA, Braga RR. Influence of irradiant energy on degree of conversion, polymerization rate and shrinkage stress in an experimental resin composite system. Dent Mater. 2008 Sep;24(9):1164-8.
7. Çehreli ZC. Antimicrobial properties of self-etching primer-bonding systems. Oper Dent 2003; 28 (2): 143-8.
8. Chung CM, Kim MS, Kim KM, Kim KN. Development of a new photo curable

- composite resin with reduced curing shrinkage. *Dent. Mater.* 2002; 18(2): 174-8.
9. Cunha LG, Alonso RC, Neves AC, de Goes MF, Ferracane JL, Sinhorette MA. Degree of conversion and contraction stress development of a resin composite irradiated using halogen and LED at two C-factor levels. *Oper Dent.* 2009 Jan-Feb;34(1):24-31.
 10. Da Costa J, Ferracane J, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:214-24.
 11. dos Santos AJ, Giannini M, Paulillo LA, Lovadino JR, de Carvalho RM. Effect of irradiation mode and filling technique on resin/dentin bonding strength in Class I cavities. *Braz Oral Res.* 2004 Jul-Sep;18(3):260-5.
 12. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater* 2011;27(1):29-38.
 13. Giannini M, Di Francescantonio M, Pacheco RR, Boaro LC, Braga RR. Characterization of Water Sorption, Solubility, and Roughness of Silorane- and Methacrylate-based Composite Resins. *Oper Dent.* 2013
 14. Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res.* 2008 Apr;87(4):367-71.
 15. Heintze SD, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Oper Dent* 2005; 30: 617-626.
 16. Jaarda MJ, Lang BR, Wang RF, Edwards CA. Measurement of composite resin filler particles by using scanning electron microscopy and digital

- imaging. *J Prosthet Dent* 1993;69:416-24.
17. Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 2007;32:45-52.
 18. Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil* 1992;19:569-84.
 19. Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. Influence of cavity dimension and restoration methods on the cuspal deflection of premolars in composite restoration. *Dent Mater.* 2007; 23(3): 288-95
 20. Lutz E, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. *Quintessence Int.* 1986 Dec;17(12):777-84.
 21. Marsh PD, Bradshaw DJ. The effect of fluoride on the stability of oral bacterial communities in vitro. *J Dent Res* 1990; 69(Special Issue): 668-71.
 22. Meira JB, Braga RR, de Carvalho AC, Rodrigues FP, Xavier TA, Ballester RY. Influence of local factors on composite shrinkage stress development--a finite element analysis. *J Adhes Dent.* 2007 Dec;9(6):499-503.
 23. Palin WM, Fleming GJ, Nathwani H, Burke FJ, Randall RC. In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. *Dent Mater.* 2005; 21(4) 324-35.
 24. Pfeifer CS, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Braga RR. Factors affecting photopolymerization stress in dental composites. *J Dent Res.* 2008 Nov;87(11):1043-7.
 25. Pollack BF. Class II composites: 1987 thoughts and techniques. *N Y State Dent J.* 1987 May;53(5):25-7.
 26. Preston AJ, Mair LH, Agalamanyi EA, Higham M. Fluoride release from

- aesthetic dental materials. *J Oral Rehab* 1999; 26(2): 123-9.
27. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am* 2007;51:659-75.
28. Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM, Chan DC. The effects of filling techniques and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J Dent*. 2003 Jan;31(1):59-66.
29. Reis AF, Giannini M, Ambrosano GMB, Chan DCN. The effects of filling technique and a low-viscosity composite liner on bond strength to class II cavities. *J Dent* 2003; 31(1): 59-66.
30. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mat* 2003;19:12-18.
31. Reis AF, Giannini M, Pereira PN. Effects of a peripheral enamel bond on the long-term effectiveness of dentin bonding agents exposed to water in vitro. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 85(1):10-7.
32. Rodrigues SA Jr, Scherrer SS, Ferracane JL, Della Bona A. Microstructural characterization and fracture behavior of a microhybrid and a nanofill composite. *Dent Mater*. 2008 Sep;24(9):1281-8.
33. Schattenberg A, Meyer GR, Willershausen B, Ernst CP. Shrinkage stress of new experimental low shrinkage resin composites. *J Dent Res*, 2007, SI, abstract # 0412.
34. Shinohara MS, Oliveira MT, Hipólito VD, Giannini M, De Goes MF. SEM analysis of the acid-etched enamel patterns promoted by acidic monomers and phosphoric acids. *J. Appl. Oral Sci* 2006: 14(6):427-35.
35. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH.

Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res* 1999; 78(2):699-705.

36. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent*. 1991 Apr;65(4):491-5.

37. Suzuki T, Kyoizumi H, Finger WJ, Kanehira M, Endo T, Utterodt A, et al. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dent Mater J* 2009;28(6):708-16.

38. Takanashi E, Kishikawa R, Ikeda M, Inai, Otsuki M, Foxton RM, Tagami J. Influence of abrasive particle size on surface properties of flowable composites. *Dent Mat J* 2008;27:780-786.