



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
Área de Materiais Dentários



ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o (a) aluno (a) Melissa Araújo Ruivo, RA 094223 esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Caracterização de Partículas de Carga e Rugosidade Superficial de Diferentes Compósitos Restauradores" no ano de 2011.

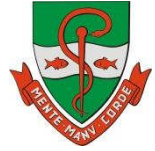
Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 04 de outubro de 2012.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
Área de Materiais Dentários



Caracterização de Partículas de Carga e Rugosidade Superficial de Diferentes Compósitos Restauradores

Autor: Melissa Araújo Ruivo

Piracicaba

2012

Melissa Araújo Ruivo

Caracterização de Partículas de Carga e Rugosidade Superficial de Diferentes Compósitos Restauradores

Monografia apresentada ao curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp, para a obtenção do título de Cirurgiã - Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giannini

Piracicaba
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

R859c Ruivo, Melissa Araújo, 1990-
Caracterização de Partículas de Carga e Rugosidade
Superficial de Diferentes Compósitos Restauradores /
Melissa Araújo Ruivo. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Marcelo Giannini.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Polímeros. 2. Polimento dentário. 3. Microscopia
eletrônica de varredura. I. Giannini, Marcelo, 1969- II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho a meus pais, Rogério e Daura e à minha irmã Marília, pelo imenso apoio e incentivo que me foram oferecidos durante todo o curso, para que eu pudesse concluir mais esta etapa da minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a **Deus** primeiramente, por todas as alegrias e realizações profissionais e pessoais que Ele me concedeu durante esses quatro anos e pela luz, amparo e conforto que recebi durante todo esse período, para superar os momentos difíceis e obter mais esta vitória na minha vida.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Marcelo Giannini** que me proporcionou a chance de poder realizar esta pesquisa e ter demonstrado grande confiança no meu trabalho, e, sempre que necessário, pude contar com sua atenção e orientação.

Ao pós-graduando e co-orientador **Rafael Rocha Pacheco**, por toda a paciência, atenção e ajuda que recebi para que pudesse concluir este trabalho.

Resumo

As resinas compostas têm sido modificadas quanto a sua composição visando melhorias tanto na estética quanto nas suas propriedades, sendo que essas modificações podem ocorrer na porção orgânica e/ou no conteúdo inorgânico desses materiais. Os objetivos deste estudo foram avaliar cinco resinas compostas restauradoras com diferentes formulações quanto: à rugosidade superficial após o acabamento/polimento, análise da superfície polida em microscopia eletrônica de varredura (MEV) e às características das partículas de carga. Os compósitos restauradores avaliados compreenderam uma resina composta de formulação convencional (Z100, 3M ESPE), duas resinas compostas nanoparticuladas (Filtek Z350, 3M ESPE e Estelite Sigma, Tokuyama), uma resina composta com propriedades de liberação de flúor (Beautiful II, Shofu) e uma resina composta autoadesiva (DyadFlow, Kerr). Discos de acabamento e polimento foram utilizados de acordo com a recomendação do fabricante (Sof-Lex – 3M ESPE). Os espécimes foram confeccionados segundo cada metodologia a ser empregada, e avaliados após 1 semana e 6 meses de armazenamento (em água e após 30.000 ciclos de escovação) quanto à rugosidade superficial e morfologia da superfície em MEV, exceto para a caracterização das partículas de carga. Os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística para a comparação dos resultados entre os grupos experimentais.

Palavras-Chave: Polímero, rugosidade, polimento dentário, partícula de carga, microscopia eletrônica de varredura.

Abstract

Composite resins have been modified in its composition in order to improve both aesthetic and mechanical properties of these materials. These modifications may occur in the organic or inorganic content of these materials. The objective of this study was to evaluate the properties of five restorative composite resins with different formulations as: surface roughness after finishing / polishing procedures, surface analysis in scanning electron microscopy (SEM) and characteristics of filler particles. The restorative composites to be evaluated comprised a composite of conventional formulation (Z100, 3M ESPE), two nanoparticulated composites (Filtek Z350, 3M ESPE and Estelite Sigma, Tokuyama), a composite resin with fluoride release properties (Beautiful II Shofu) and a self-adhesive resin composite (Dyad Flow, Kerr). Finishing and polishing discs were used according to the manufacturer's recommendation (Sof-Lex - 3M ESPE). The specimens were made according to each methodology to be used, and evaluated after 1 week and 6 months of storage (in water and after 30,000 brushing cycles) to analyze the surface roughness and surface morphology by SEM, except for the characterization of filler particles. The results were tabulated and subjected to statistical analysis for the comparison of results between experimental groups.

Keywords: Polymer; roughness; dental polishing; filler particles; scanning electron microscopy.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	Página 9
2. PROPOSIÇÃO	Página 13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	Página 14
4. RESULTADOS	Página 19
5. DISCUSSÃO	Página 31
6. CONCLUSÃO	Página 35
7. REFERÊNCIAS	Página 36

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O desempenho clínico das resinas odontológicas tem levado à consolidação dessa classe de materiais odontológicos devido às suas propriedades mecânicas, biocompatibilidade, qualidade estética e possibilidade de adesão à estrutura do esmalte e dentina (Bayne et al., 1994; Ferracane, 2011). Na técnica de restauração direta com compósitos, os preparos cavitários para esses materiais são mais conservadores. Isso resulta em maior preservação da estrutura dental sadia, que mantém a resistência do dente (Baran et al., 2001).

Os compósitos dentários podem ser distinguidos por diferenças na formulação adaptada às suas necessidades específicas como: materiais restauradores, selantes de fóssulas 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). Estes materiais são compostos, basicamente, por uma matriz orgânica, normalmente um ou mais componentes monoméricos à base de metacrilatos e partículas inorgânicas de carga, que na maioria dos compósitos são de sílica ou vidros. As partículas de carga são silanizadas para produzir união à matriz orgânica. Outros componentes químicos promovem e/ou modulam a reação de polimerização.

A composição das resinas compostas odontológicas evoluiu significativamente desde que os materiais foram introduzidos na Odontologia, pela primeira vez há mais de 50 anos. Até pouco tempo atrás, as mudanças mais

importantes envolveram as partículas de carga, que foram propositalmente reduzidas de tamanho para produzir maior resistência ao desgaste e melhores características de acabamento e polimento. Atualmente, a formulação de novos compósitos restauradores visa desde facilitar o uso clínico, até a adesão às estruturas dentais. Porém, deve-se tomar cuidado para que não haja comprometimento das propriedades físicas e de manipulação da resina composta. A matriz orgânica dos compósitos restauradores é formada pela combinação de diferentes tipos de monômeros como o Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, entre outros (Calheiros et al.,2008; Gonçalves et al.,2008).

As resinas compostas são classificadas de acordo com o tamanho, conteúdo e tipo da partícula, as quais podem ser de vidro de bário-alumino-silicato, vidro de lítio-boro-bário, trifluoreto de itérbio, quartzo, zircônia e dióxido de silício. Resinas com partículas maiores que um micron são chamadas de compósitos de macroparticulados, enquanto, as que apresentam partículas menores que um micron são conhecidos como microparticuladas. Novas classificações incluem as resinas compostas híbridas, microhíbridas e de nanopartículas (Anusavice, 2003; Da Costa et al., 2007; Jung et al.,2007; Puckett et al.,2007). O campo da nanotecnologia é definido na nano escala, e inclui a faixa de tamanho 1-100 nm. Assim, as resinas "microparticuladas" teriam sido chamadas mais precisamente "nanoparticuladas", mas provavelmente não foram devido à falta de reconhecimento do conceito de "nano" no momento (Ferracane, 2011).

As partículas de carga podem ter formato irregular ou esférico dependendo do fabricante. 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).

Partículas de carga contendo fluoretos também foram adicionadas às formulações de resinas odontológicas e mostraram liberação de flúor e boas propriedades mecânicas. A introdução de componentes fluoretados na composição destes materiais está relacionada com a importância dos fluoretos durante os processos de des- e remineralização (Featherstone et al., 1986). A eficácia dos materiais restauradores liberadores de flúor tem sido discutida, e os resultados clínicos ainda não são conclusivos para os materiais restauradores, incluindo compósitos.

A última tendência tem sido o desenvolvimento de compósitos de baixa viscosidade contendo monômeros adesivos. Estas formulações são baseadas em sistemas tradicionais de metacrilato, mas incorporando monômeros ácidos normalmente encontrados em adesivos dentinários, como o dimetacrilato glicerol fosfato (PBMS), que pode ser capaz de produzir união por meio de interações químicas e, possivelmente, com a estrutura dental. Estes materiais são recomendados para forramentos e pequenas restaurações, e representam a primeira geração de compósitos autoadesivos.

Uma alteração na composição das resinas compostas pode influenciar diretamente na rugosidade superficial desses materiais após os procedimentos de acabamento e polimento. Conhecer a morfologia e composição das diferentes

partículas de carga destes compósitos pode ajudar a compreender o comportamento dos mesmos em diferentes situações.

2. PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente estudo foram:

- Avaliar a rugosidade superficial de cinco resinas compostas após procedimentos de acabamento e polimento, sendo as avaliações realizadas após o armazenamento por 1 semana e 6 meses em água (mais os ciclos de escovação);
- Analisar a superfície dessas resinas após o acabamento e polimento, utilizando MEV; sendo as avaliações das amostras realizadas após 1 semana e 6 meses em água (mais os ciclos de escovação);
- Caracterizar o tipo das partículas de carga das resinas compostas estudadas, utilizando MEV e EDX.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Delineamento Experimental e Materiais Utilizados:

Os fatores em estudo foram: a resina composta (5 tipos, apresentados na Figura 1) e o tempo de avaliação (2 tempos de armazenamento: 1 semana e 6 meses). A Tabela 1 mostra a composição dos materiais que foram investigados neste projeto.



Figura 1. Resinas compostas utilizadas no estudo. A- Z100 (3M ESPE); B- Z350 XT (3M ESPE); C- Estelite Sigma (Tokuyama); D- Beautiful II (Shofu); E- DyadFlow (Kerr Dental).

Tabela 1. Resinas compostas, fabricantes e composição de acordo com os fabricantes.

Resina Composta	Fabricante	Composição
Z100	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Silane treated ceramic, Bisphenol A Diglycidyl Ether Dimethacrylate (BISGMA), Triethylene Glycol Dimethacrylate (TEGDMA), 2-Benzoatriazolyl-4-Methylphenol
Filtek Z350	3M ESPE, St. Paul, MN, USA	Silane treated ceramic, Silane treated silica, DiurethaneDimethacrylate (UDMA), Bisphenol A Polyethylene Glycol DietherDimethacrylate, BisphenolA Diglycidyl Ether Dimethacrylate (BISGMA),

		Silane treated zirconia, Polyethylene Glycol Dimethacrylate, Triethylene Glycol Dimethacrylate (TEGDMA), 2,6-Di-Tert-Butyl-P-Cresol (BHT)
Estelite Sigma	Tokuyama, Tóquio, Japão	Silica-zirconia filler, Composite filler, Bisphenol A Diglycidyl Ether Dimethacrylate (BISGMA), Triethylene Glycol Dimethacrylate (TEGDMA), Camphorquinone
Beautiful II	Shofu, Kyoto, Japão	Bisphenol A Diglycidyl Ether Dimethacrylate (BISGMA), Triethylene Glycol Dimethacrylate (TEGDMA), Aluminofluoro-borosilicate glass, Al ₂ O ₃ , DL-camphorquinone
Dyad Flow	Kerr Dental, Orange, CA, USA	Uncured methacrylate ester monomers, Inert mineral fillers, Ytterbium Fluoride, activators, stabilizers and colorants

3.2. Análise da rugosidade superficial após acabamento e polimento:

Discos de compósitos foram confeccionados em matrizes de teflon com dimensões de 2 mm de altura por 15 mm de diâmetro (Figura 2). As resinas compostas foram fotoativadas (Valo, Ultradent) por 20 segundos. Foram confeccionados 5 discos para cada compósito, num total de 25 discos testados (n = 5).

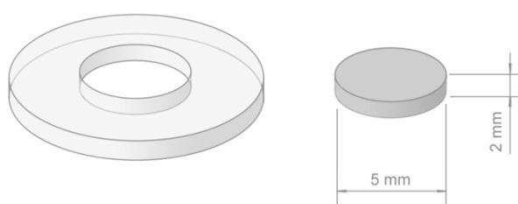


Figura 2. Matriz de teflon (15 mm x 2 mm) e amostras de resina confeccionadas.

O sistema de acabamento e polimento utilizado foi o Sof-Lex (3M ESPE, Figura 3). Os procedimentos foram realizados com instrumento de baixa rotação em contra-ângulo (Kavo). As amostras foram armazenadas em estufa 37 °C por 1 semana e 6 meses em água destilada, antes de serem analisadas em aparelho rugosímetro (Surfcorder SE 1700, KosakaCorp.).



Figura 3. Discos de acabamento e polimento Sof-Lex (3M ESPE) utilizados no estudo.

As amostras armazenadas por 6 meses também foram submetidas a 30.000 ciclos de escovação, com creme dental (Oral-B 1-2-3, Procter & Gamble, São Paulo-SP) e escova com cerdas de dureza média (Oral-B Classic, Procter & Gamble, São Paulo-SP, Figura 4), em máquina simuladora de escovação (Equilabor, Piracicaba-SP).



Figura 4. Escova dental cerdas médias (Oral-B) e creme dental (Oral-B), utilizados no estudo.

Após a escovação, as amostras foram submetidas à limpeza em cuba ultrassônica por 5 minutos previamente à análise ou armazenagem por 6 meses. A leitura da rugosidade superficial foi feita com velocidade de 0,05 mm/s (0,25 mm cut-off). O aparelho foi posicionado de tal maneira que a ponta palpadora pudesse percorrer, paralelamente, a superfície polida do espécime. Os valores de rugosidade média (Ra em μm) significaram a média de tamanho dos picos e vales encontrados pelo palpador ao percorrer a superfície polida da amostra. Essas medidas foram realizadas em três diferentes direções e a rugosidade superficial foi obtida pela média aritmética das três leituras.

3.3. Análise superficial em Microscopia Eletrônica de Varredura:

Após a avaliação da rugosidade superficial, os discos de compósitos foram preparados em *stubs* metálicos, que em seguida foram metalizados para observação em MEV (JSM 5600LV, Jeol) em aumentos de 100 a 5.000X. As observações em MEV foram feitas nos tempos inicial (logo após

ao acabamento e polimento) e após armazenamento por 6 meses em água (mais os ciclos de escovação).

3.4. Caracterização das partículas de carga:

Foram confeccionados 25 discos das resinas compostas, sendo 5 espécimes em forma de disco para cada compósito ($n = 5$), utilizando uma matriz de teflon pré-fabricada (5 mm de diâmetro e 2 mm de altura). Os espécimes foram fotoativados com aparelho de LED (Valo, Ultradent) durante 20 segundos. Na análise das características (morfologia, tamanho, tipo, composição) das partículas de carga das resinas compostas foi utilizado um protocolo de imersões/banhos consecutivos em álcool e acetona para remoção da matriz orgânica dos cimentos e exposição das partículas de carga (Shinohara et al., 2006). Os compósitos foram preparados em *stubs* metálicos, que em seguida foram metalizados para observação em MEV (JSM 5600LV, Jeol) com aumentos de 2.000 a 4.000X. Adicionalmente, as partículas foram identificadas quanto à sua composição pelo sistema de detecção de energia dispersa de raio X (Link ISIS – Oxford) conectado ao MEV (Arrais et al., 2003).

4. RESULTADOS

4.1. Análise da rugosidade superficial após acabamento e polimento:

Após a análise exploratória os dados foram submetidos à análise de variância “2 way” e teste de Tukey considerando o nível de significância de 5%. Os dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de rugosidade superficial média inicial e após seis meses de armazenamento em água e desvio padrão para diferentes resinas compostas.

Grupo	Tempo	
	Inicial	6 meses + escovação
Z100	0,45 (0,43) A a	1,09 (0,26) A c
Z350	0,52 (0,30) A a	0,86 (0,36) A c
ESTELITE SIGMA	0,33 (0,22) B a	1,72 (1,46) A bc
BEAUTIFUL II	0,33 (0,22) B a	3,24 (1,41) A a
DYAD FLOW	0,95 (0,42) B a	2,68 (0,71) A ab

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) diferem entre si ($p \leq 0,05$).

4.2. Análise da Rugosidade Superficial por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Foram selecionadas as amostras que mais se aproximavam às médias de cada grupo. As mesmas foram preparadas em “stubs” metálicos para observação em MEV. As imagens foram obtidas em aumentos de 100X e 1.000X.

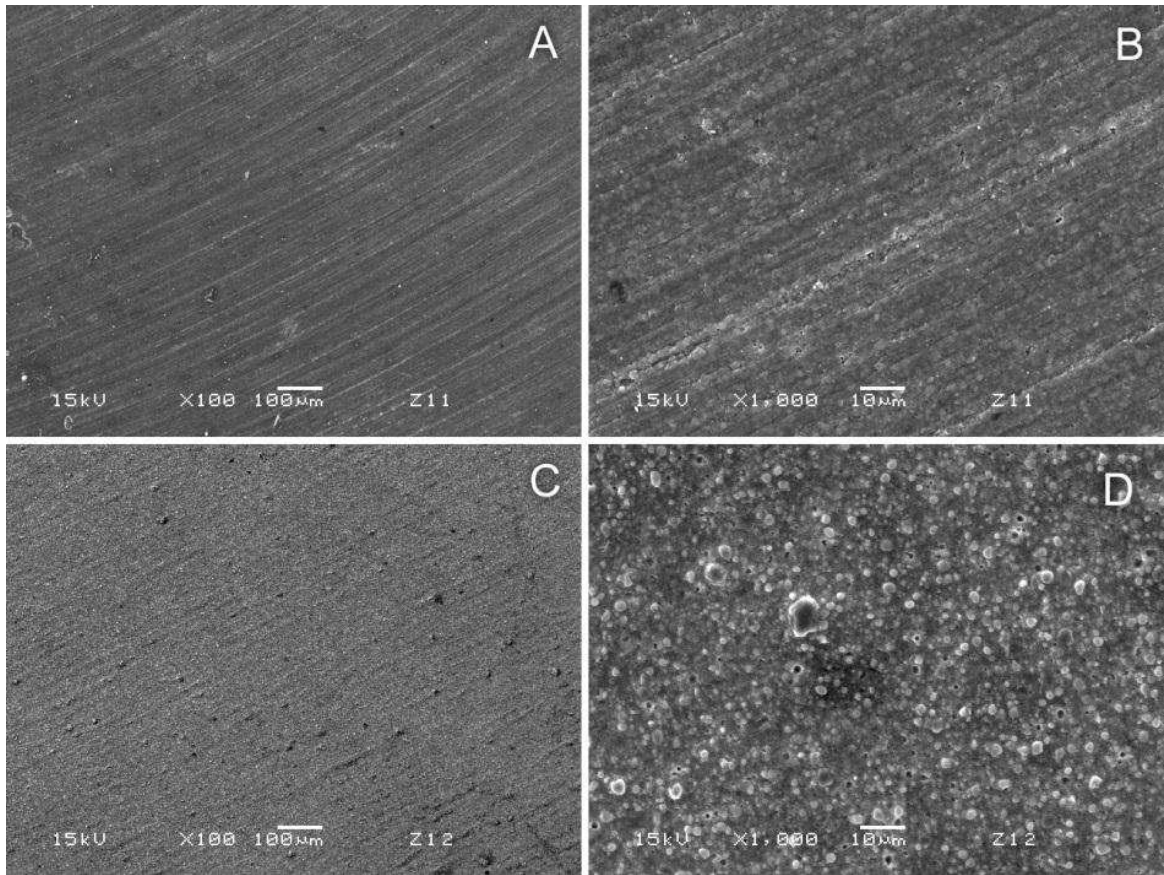


Figura 5. Análise por microscopia eletrônica de varredura da resina Z100. A – Aumento de 100X, inicial; B – Aumento de 1.000X, inicial; C – Aumento de 100X, após 6 meses; D – Aumento de 1.000X, após 6 meses.

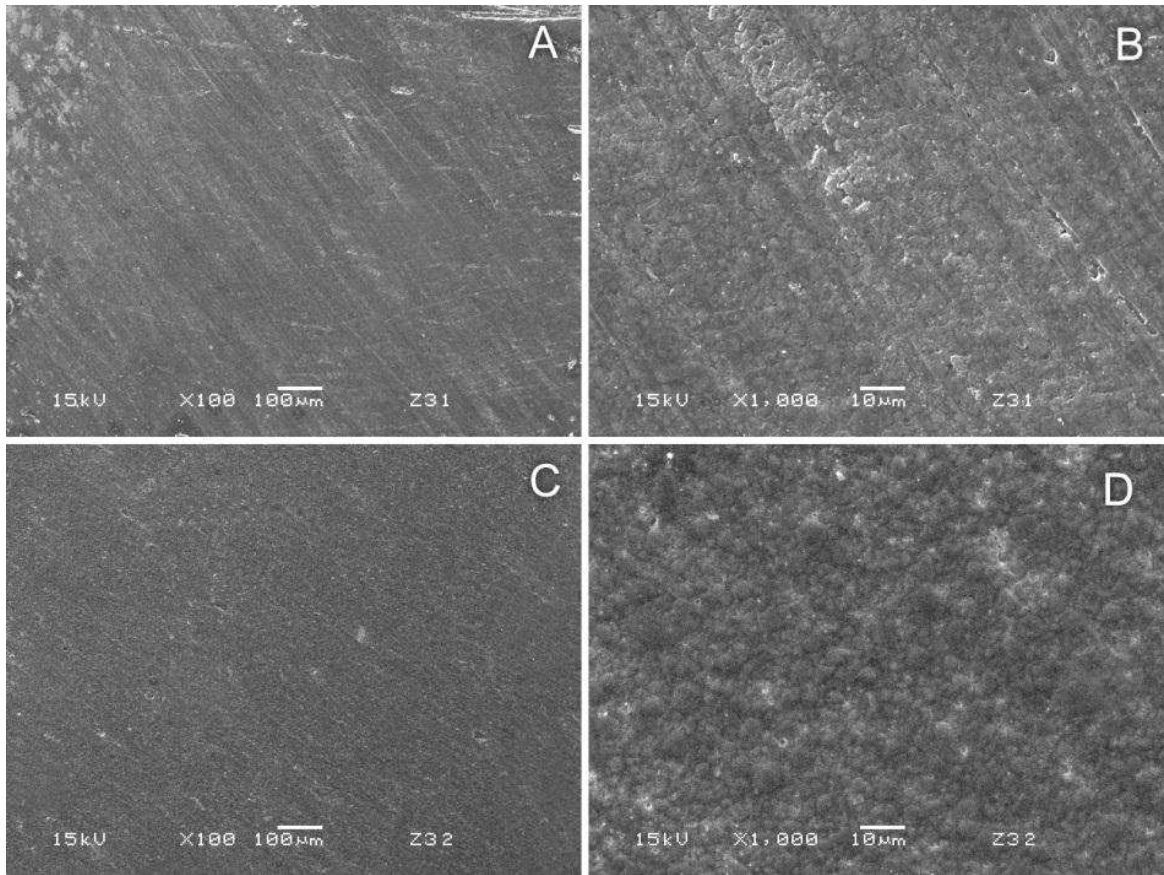


Figura 6. Análise por microscopia eletrônica de varredura da resina Z350. A – Aumento de 100X, inicial; B – Aumento de 1.000X, inicial; C – Aumento de 100X, após 6 meses; D – Aumento de 1.000X, após 6 meses.

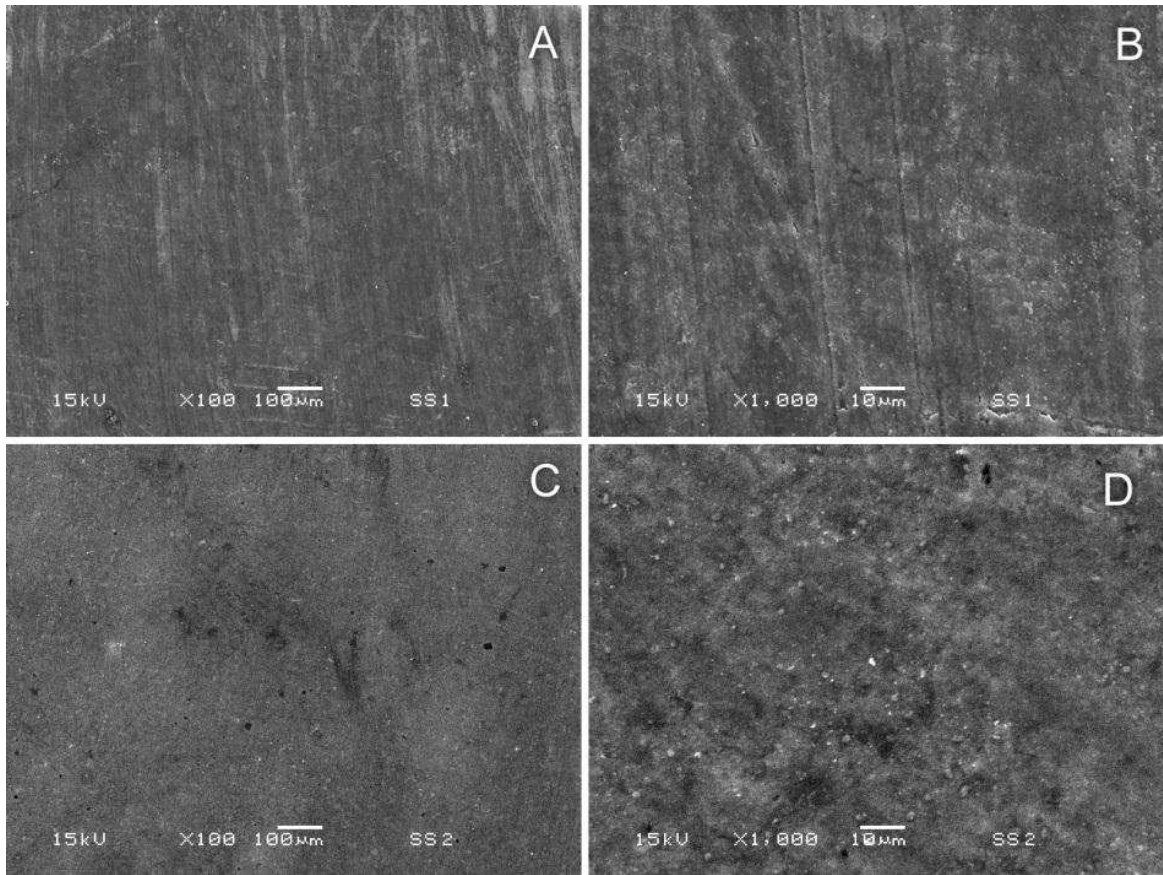


Figura 7. Análise por microscopia eletrônica de varredura da resina Estelite Sigma. A – Aumento de 100X, inicial; B – Aumento de 1.000X, inicial; C – Aumento de 100X, após 6 meses; D – Aumento de 1.000X, após 6 meses.

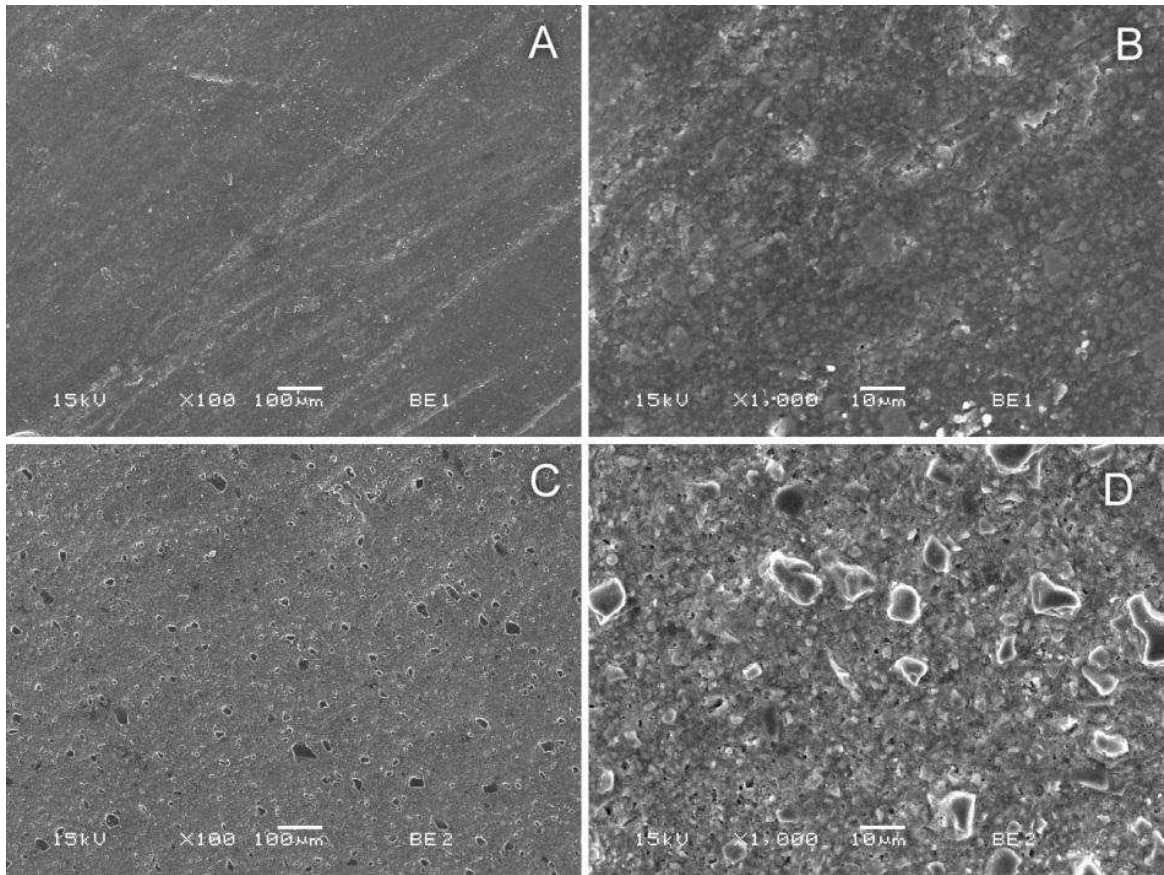


Figura 8. Análise por microscopia eletrônica de varredura da resina Beautiful II. A – Aumento de 100X, inicial; B – Aumento de 1.000X, inicial; C – Aumento de 100X, após 6 meses; D – Aumento de 1.000X, após 6 meses.

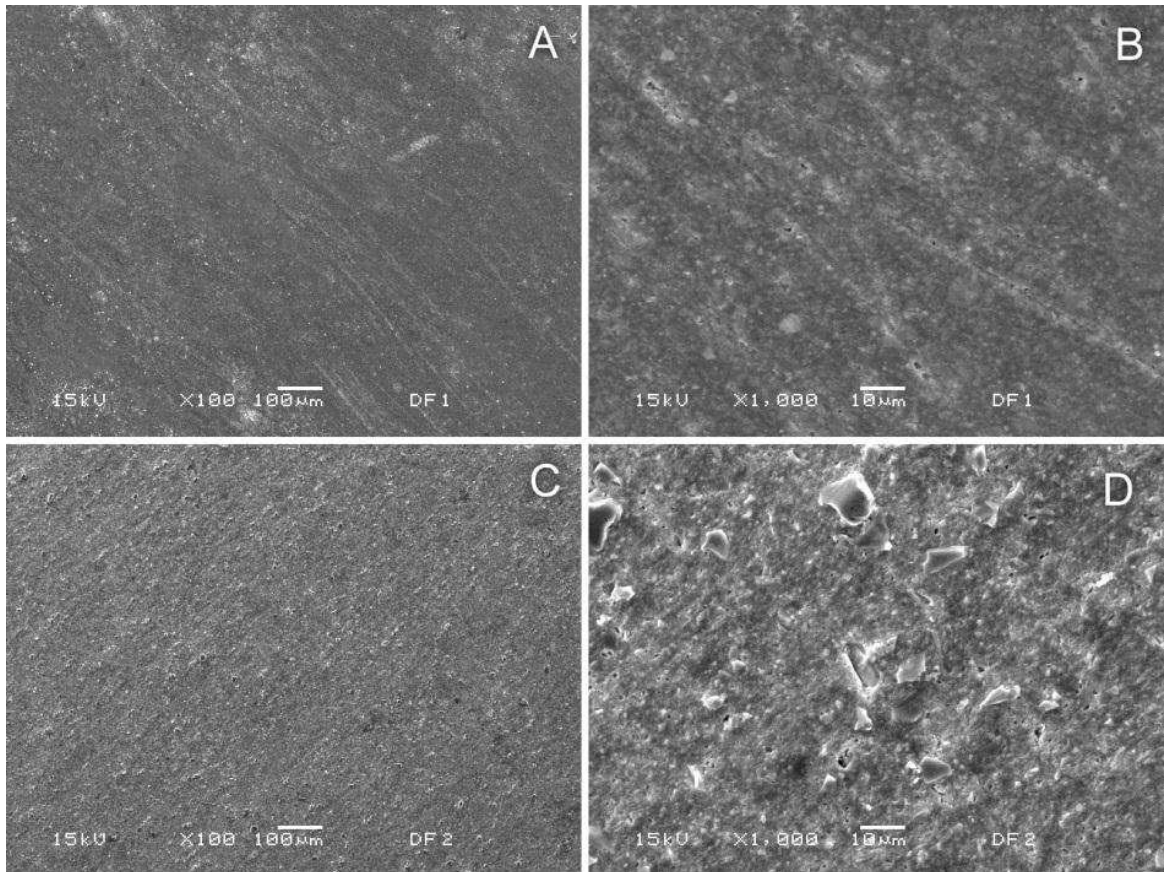


Figura 9. Análise por microscopia eletrônica de varredura da resina DyadFlow. A – Aumento de 100X, inicial; B – Aumento de 1000X, inicial; C – Aumento de 100X, após 6 meses; D – Aumento de 1.000X, após 6 meses.

4.3. Caracterização das Partículas de Carga

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 carbono para observação em MEV e EDX.

4.3.1. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As imagens foram obtidas em aumentos de 100X, 1.000X e 5.000X.

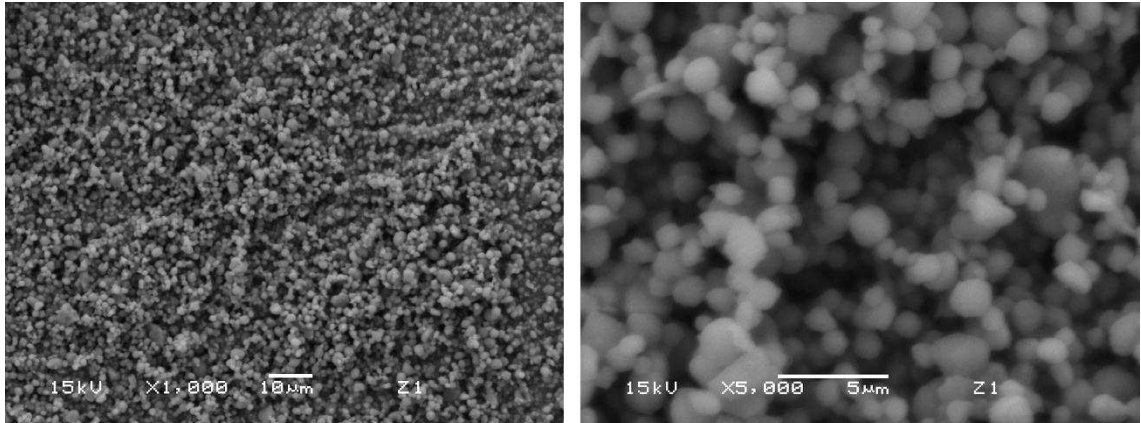


Figura 10. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Z100 em aumentos de 1.000X e 5.000X, respectivamente.

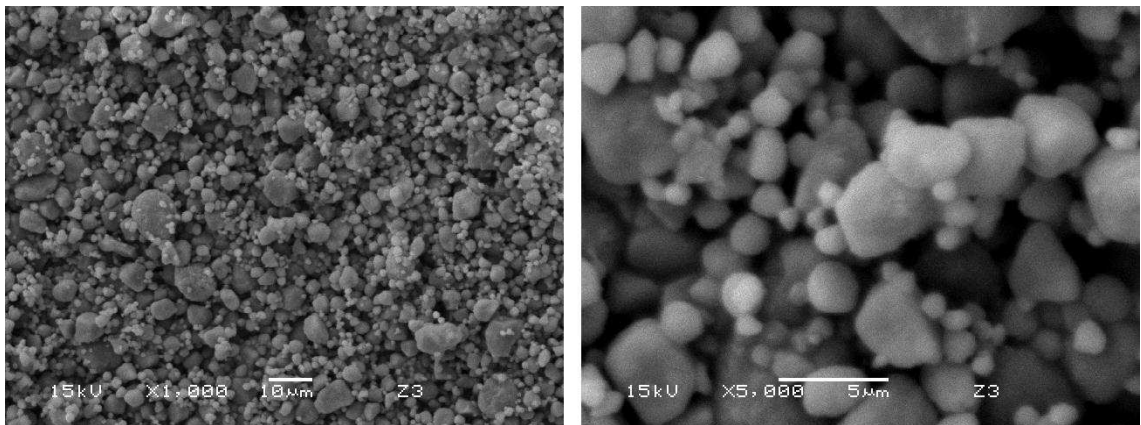


Figura 11. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Z350 em aumentos de 1.000X e 5.000X, respectivamente.

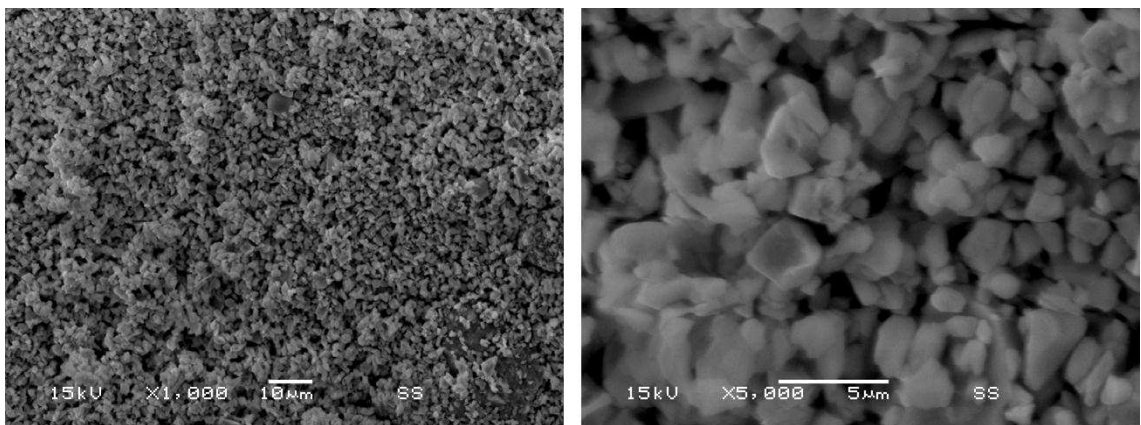


Figura 12. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de

carga da resina Estelite Sigma em aumentos de 1.000X e 5.000X, respectivamente.

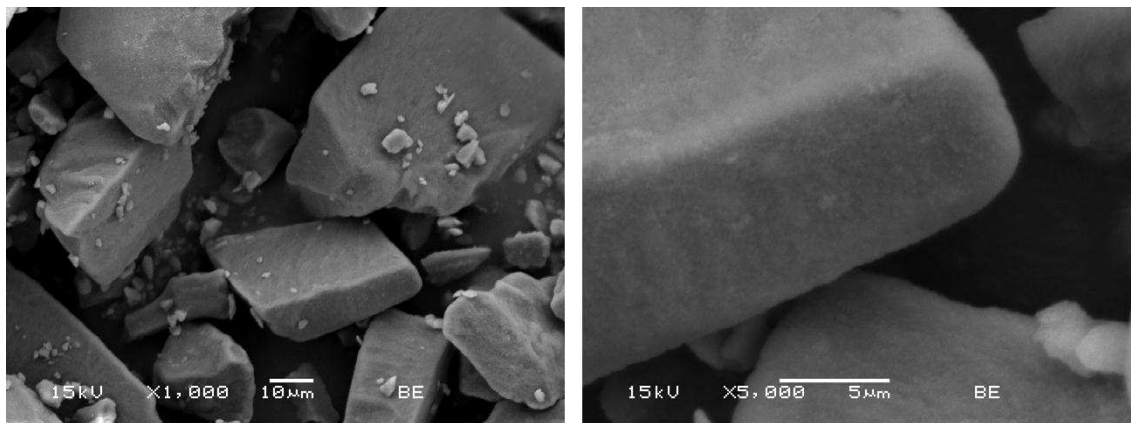


Figura 13. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina Beautiful II em aumentos de 1.000X e 5.000X, respectivamente

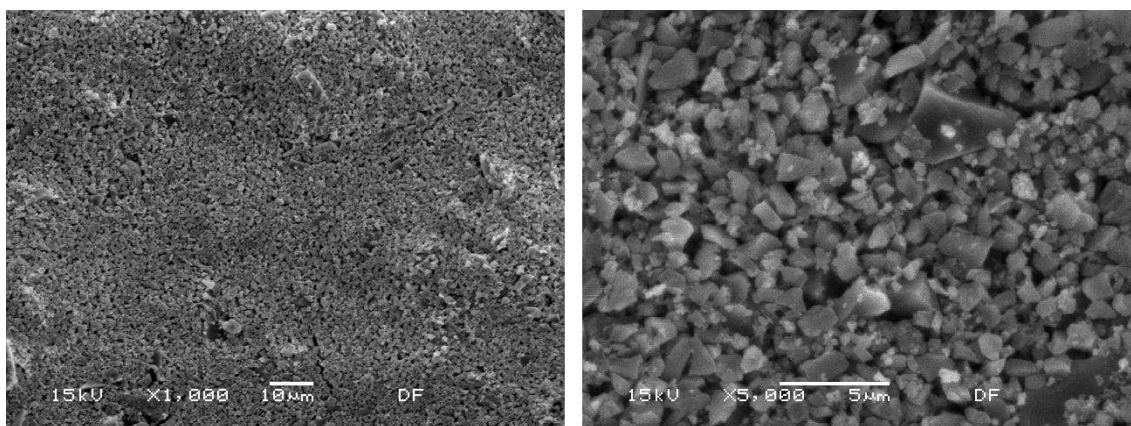


Figura 14. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas de carga da resina DyadFlow em aumentos de 1.000X e 5.000X, respectivamente.

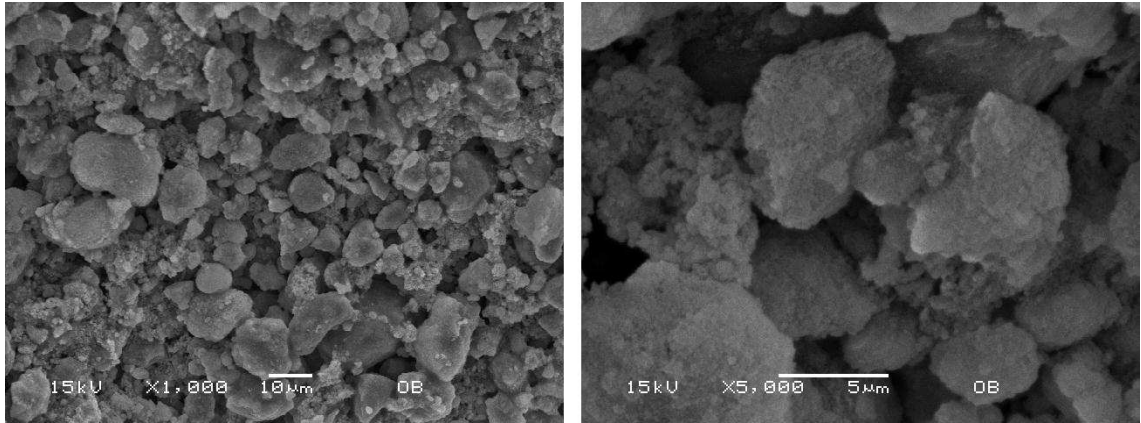


Figura 15. Análise por microscopia eletrônica de varredura das partículas abrasivas do creme dental utilizado no estudo (Oral-B), em aumentos de 1.000Xe 5.000X, respectivamente.

4.3.2. Análise por Energia Dispersiva de Raios-X (EDX)

Os espectros foram obtidos para cada material, de acordo com a composição de suas partículas de carga. Os mesmos estão apresentados nas figuras, a seguir:

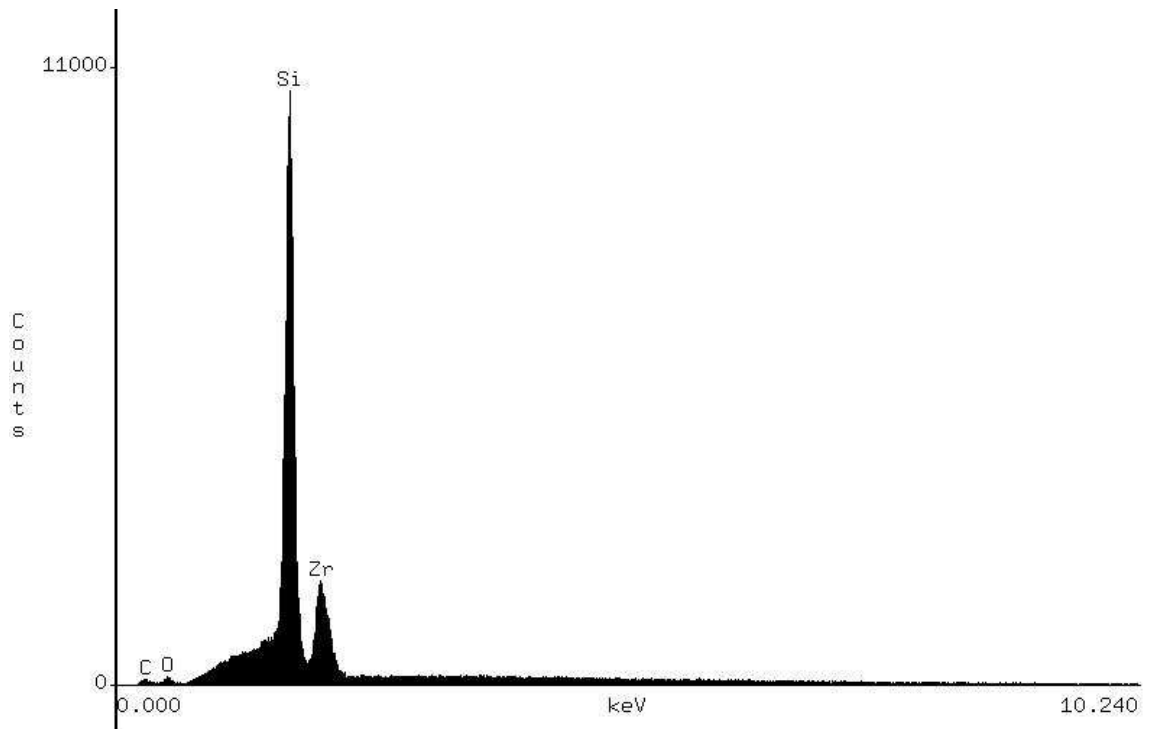


Figura 16. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Z100 (3M ESPE).

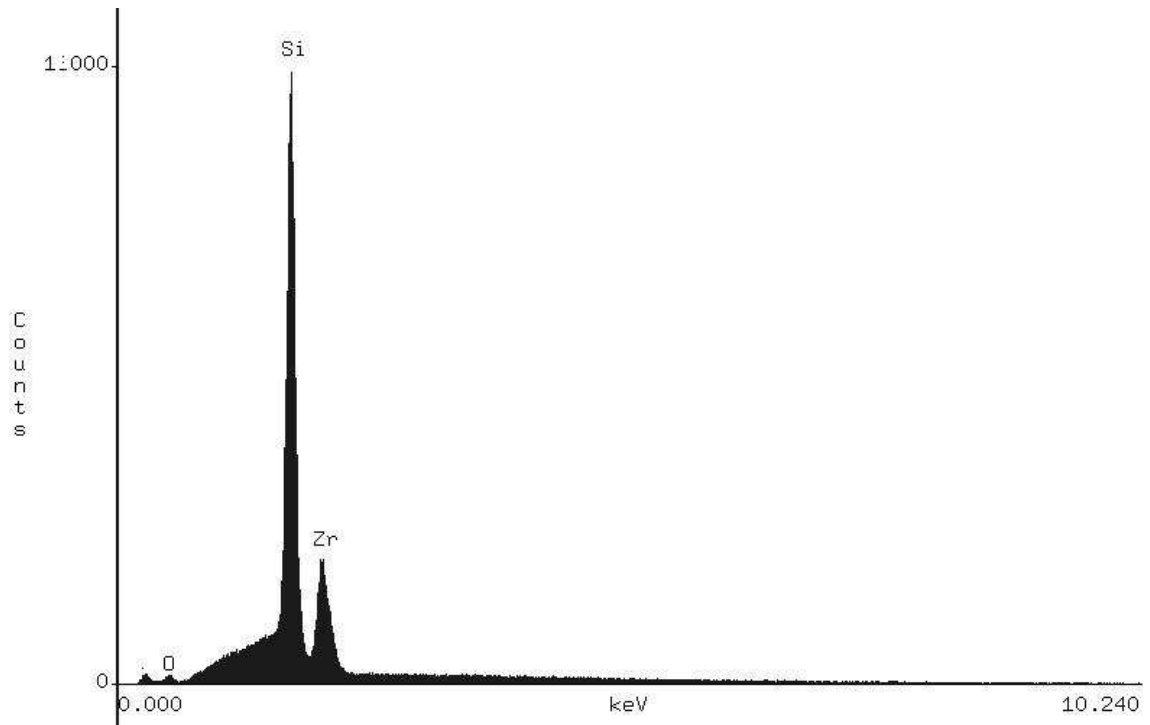


Figura 16. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Z350XT (3M ESPE).

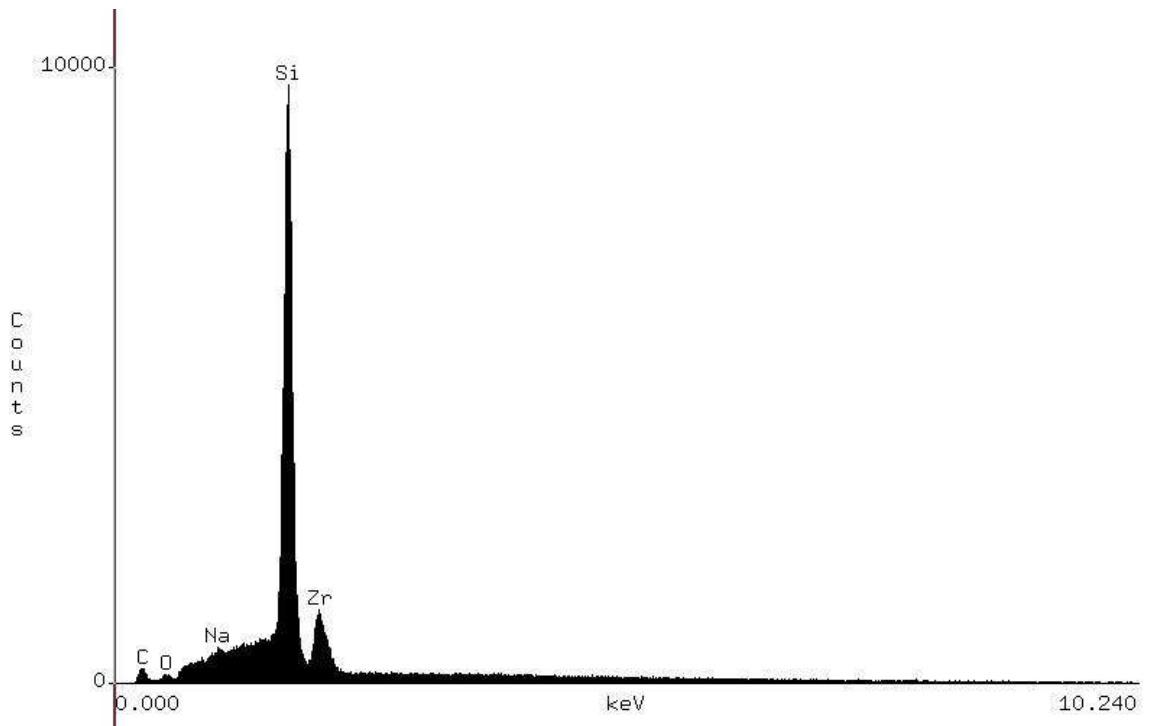


Figura 17. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Estelite Sigma (Tokuyama).

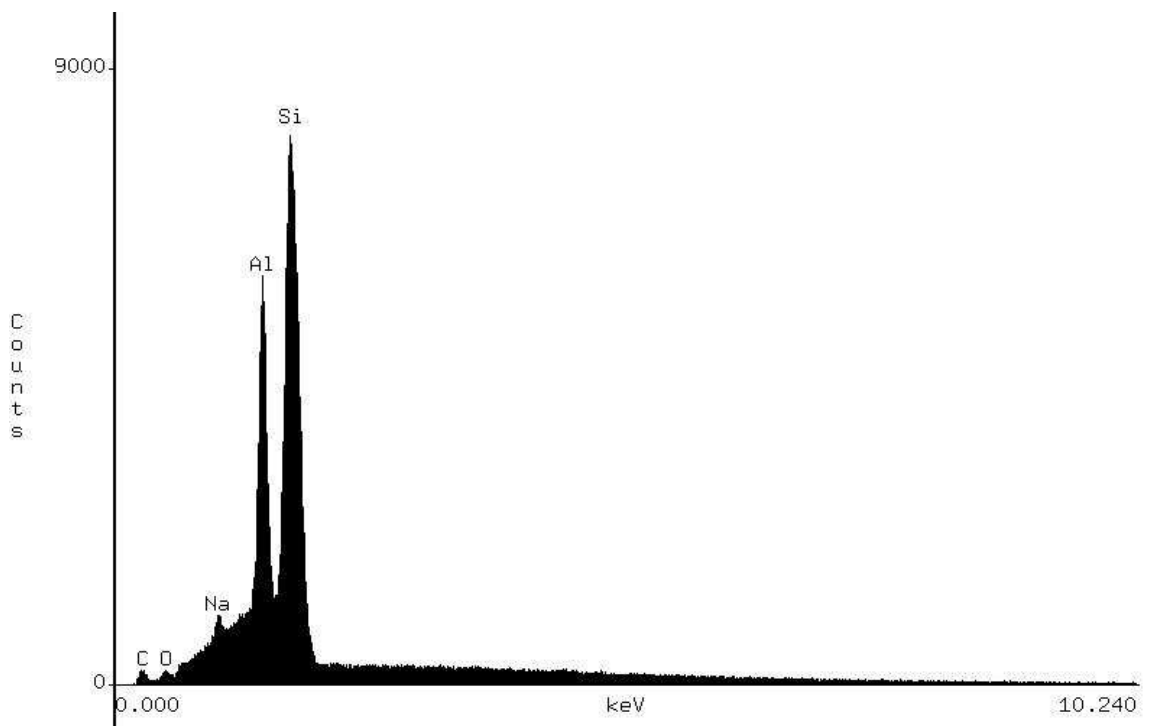


Figura 18. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Beautiful II (Shofu).

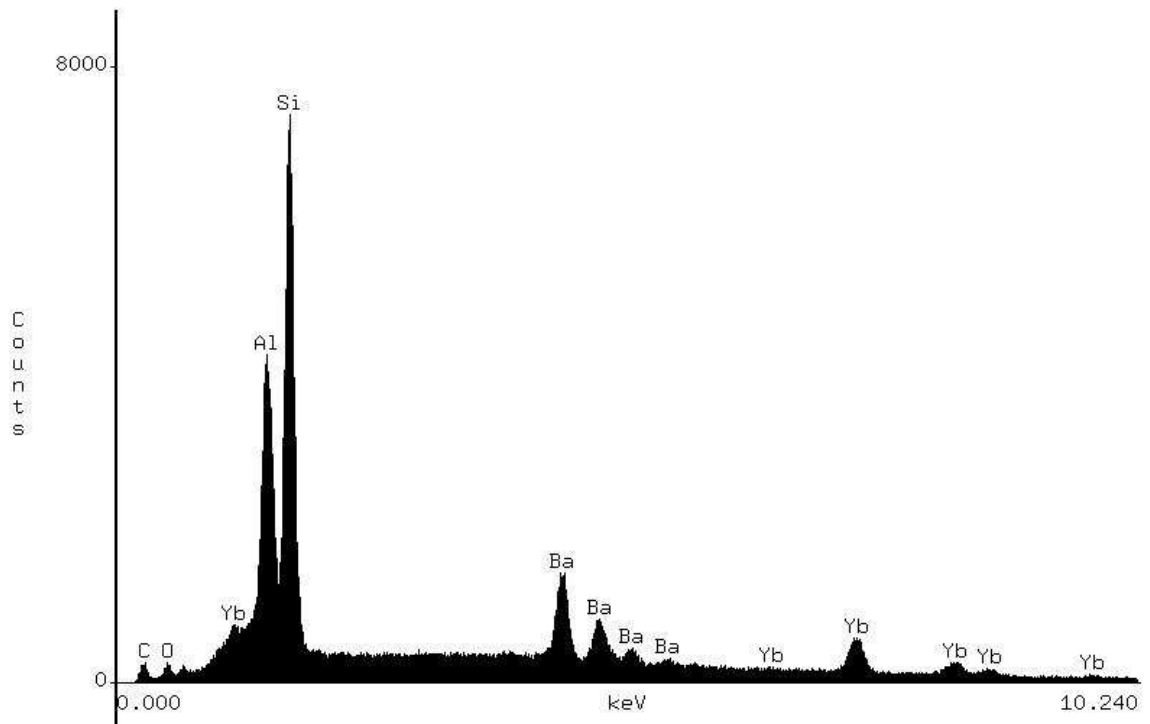


Figura 19. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas de carga da resina Dyad Flow (Kerr Dental).

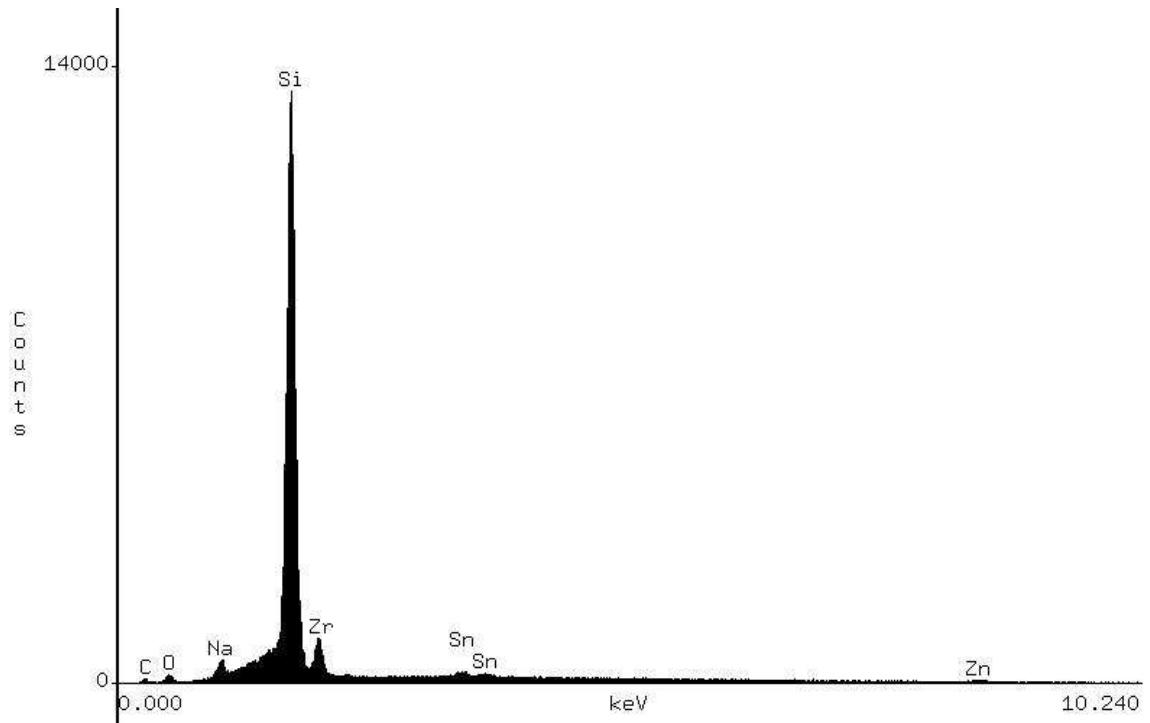


Figura 20. Análise por energia dispersiva de raios-x das partículas abrasivas do creme dental (Oral-B).

5. DISCUSSÃO

Durante os procedimentos restauradores odontológicos, a superfície da restauração realizada com um compósito fotopolimerizável é tratada com um fino acabamento e polimento preciso das margens onde, o acabamento remove os defeitos superficiais e riscos mais profundos. O polimento consiste na redução da rugosidade e riscos produzidos durante o processo de acabamento, com o objetivo de reduzir as irregularidades superficiais e obter uma superfície tão lisa e brilhante quanto o esmalte natural (Terry, 2004). Para um sistema de acabamento e polimento ser efetivo, as partículas de corte do material abrasivo devem ser mais duras que o componente de carga do material restaurador. Este fato explica o motivo pelo qual, quanto maior a partícula de carga da resina, menor a sua capacidade de ser polida. Os discos flexíveis devem ser empregados sem água, em baixa velocidade e com movimento intermitente para facilitar a visualização (Lopes et al., 2002). Esses produzem uma superfície mais uniforme e lisa, graças à granulação impregnada nos discos de diferentes tamanhos de grãos (grosso, médio, fino e extrafino).

Na literatura odontológica o parâmetro frequentemente utilizado para a avaliação da qualidade da superfície de materiais dentários é a rugosidade superficial (Ra). Nessa metodologia, a ponta do equipamento percorre uma determinada área do material, oferecendo um resultado quantitativo (AL-HIYASAT, et al., 1998; FUZZI et al., 1996). O parâmetro Ra é definido como o desvio absoluto da média ao longo do comprimento da amostragem, ou seja, é a média aritmética entre os picos e vales percorridos pelo instrumento. Esse parâmetro é o mais usado universalmente devido ao controle de qualidade.

As resinas compostas são constituídas por uma porção orgânica e outra inorgânica, as quais são unidas quimicamente entre si através do silano. A porção orgânica, em geral, apresenta monômeros de caráter hidrófobo, porém, também apresenta em sua constituição alguns grupos hidroxilas que se ligam com a água, apresentando, portanto, um certo caráter hidrófilo. Na presença de água esses monômeros se degradam mais facilmente, pois se ligam com maior facilidade à água. Monômeros residuais que não reagiram durante a polimerização podem ser solubilizados ou perdidos na água aumentando, assim, a degradação do compósito, que prejudica suas propriedades físicas. Além disso, a matriz orgânica é menos resistente ao desgaste quando comparadas a matriz inorgânica, a qual apresenta maior dureza. Portanto, quando o compósito é submetido ao esforço mastigatório ou escovação, ocorre a exposição das partículas de carga pela remoção da parte do conteúdo orgânico, criando um aumento nos vales e picos e, assim, aumentando a rugosidade.

A manutenção da lisura superficial da resina composta depende não somente em evitar a degradação da matriz orgânica e conseqüente exposição das partículas de carga, como também da continuidade da união entre elas. Caso essa união seja fraca, poderá ocorrer maior desprendimento destas partículas, aumentando a rugosidade superficial do compósito. Após a confecção de uma restauração de resina composta, esta fica susceptível a ação de diversos fatores/fenômenos que ocorrem na cavidade bucal, como a interação da superfície da restauração com a saliva, alimentos e partículas abrasivas presentes nos cremes dentais.

Os cremes dentais são compostos por diferentes substâncias como abrasivo,

agente de polimento, espumante, umectante, entre outros. Um de seus componentes, o abrasivo, age durante a escovação aumentando o atrito com os dentes. O contato promove a esfoliação da camada mais externa dos dentes eliminando a placa bacteriana. No entanto, o contato do abrasivo com a superfície de uma restauração de resina composta pode levar a exposição das partículas de carga do compósito levando a maior rugosidade, criando a probabilidade de acúmulo de biofilme.

De acordo com os resultados obtidos, embora todas as resinas tenham apresentado menores valores de rugosidade superficial logo após os procedimentos de acabamento e polimento quando comparadas às amostras avaliadas após seis meses de armazenamento, não houve diferença estatística para as resinas Z100 e Z350 XT. As amostras avaliadas após seis meses foram submetidas aos ciclos de escovação, os quais podem promover remoção da camada superficial da amostra, expondo as partículas de carga ou removendo-as, deixando, conseqüentemente, a superfície mais rugosa.

As partículas das resinas Z100 e Z350XT, embora de tamanhos diferentes, possuem morfologia semelhantes (Figuras 10 e 11). As nanopartículas da resina Z350 XT formam *clusters* (Figura 11), muito semelhantes às partículas esféricas de zircônia e sílica da resina Z100 (Figura 10). Quando uma partícula é removida da superfície da amostra confeccionada com a resina Z350, o espaço que é deixado, é muito pequeno, havendo pouca variação na rugosidade da superfície. Além disso, devido ao pequeno tamanho das partículas, as mesmas são removidas em conjunto, deixando a superfície plana e com poucos riscos.

Os espécimes foram armazenados em água por um período de 6 meses e, assim, a degradação hidrolítica também pode ter contribuído para o aumento da rugosidade. É possível observar nas imagens obtidas em microscopia eletrônica de varredura o desgaste superficial nas amostras observadas após seis meses (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9, A e B), caracterizado pela exposição das partículas de carga e maior rugosidade superficial quando comparadas às resinas que não foram armazenadas (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9, C e D). Após o período de 6 meses, não houve diferença estatística entre os valores de rugosidade superficial para as resinas Z100, Z350 e Estelite Sigma. As resinas Beautiful II e Dyad Flow apresentaram os maiores valores de rugosidade quando comparadas às demais, sendo o maior valor observado para a resina Beautiful II. A resina Dyad Flow não diferiu da Estelite Sigma (Tabela 1).

Isso pode ter ocorrido devido ao tamanho, forma e composição das partículas presentes nessa resina. As partículas possuem forma irregular e tamanho de aproximadamente 40-50 μm (Figura 13). Observou-se também, a presença de sódio em sua composição, que pode indicar a associação com fluoretos (Figura 18). Todas as resinas apresentaram sílica na composição das partículas de carga, sendo que as resinas Z100 e Z350XT apresentaram zircônia como outro componente (Figuras 15 e 16).

É importante que a rugosidade superficial das diferentes resinas compostas utilizadas nos procedimentos odontológicos seja mantida durante a vida clínica da restauração. A manutenção da lisura superficial é de extrema importância para manter o brilho, que está relacionada à estética da restauração, diminuir o manchamento, acúmulo de biofilme, desgaste do elemento dental antagonista e, até mesmo, diminuir a indução de tensões no compósito.

6. CONCLUSÃO

A escovação e armazenamento em água promoveram um aumento significativo na rugosidade superficial das resinas Estelite Sigma, Beautiful II e DyadFlow. As resinas Z100 e Z350XT demonstraram melhor manutenção da rugosidade superficial após o período de 6 meses. As partículas das resinas diferiram entre si quanto ao tamanho, forma, e composição. Todas as partículas de carga apresentaram sílica em sua composição.

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. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Çehreli ZC. Antimicrobial properties of self-etching primer-bonding systems. Oper Dent 2003; 28 (2): 143-8.
7. 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.
8. Cunha LG, Alonso RC, Neves AC, de Goes MF, Ferracane JL, Sinhoreti 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.
9. 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 EsthetRestorDent*2007;19:214-24.
 - 10.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.
 - 11.Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater* 2011;27(1):29-38.
 - 12.Berastegui E, Canalda C, Brau E, Miquel C. Surface roughness of finished composites resins. *Journal of Prosthet Dent* 1992;68:742-749.
 - 13.Gonçalves F, Pfeifer CS, Ferracane JL, Braga RR. Contraction stress determinants in dimethacrylate composites. *J Dent Res*. 2008 Apr;87(4):367-71.
 - 14.Heintze SD, Forjanic M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Oper Dent* 2005; 30: 617-626.
 - 15.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.
 - 16.Jung M, Sehr K, Klimek J. Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. *Oper Dent* 2007;32:45-52.
 - 17.Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil* 1992;19:569-84.

18. Lee MR, Cho BH, Son HH, Um CM, Lee IB. Influence of cavity dimension and restoration methods on the cusp deflection of premolars in composite restoration. *Dent Mater.* 2007; 23(3): 288-95
19. 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.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. Pfeifer CS, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Braga RR. Factors affecting photopolymerization stress in dental composites. *J Dent Res.* 2008 Nov;87(11):1043-7.
24. Pollack BF. Class II composites: 1987 thoughts and techniques. *N Y State Dent J.* 1987 May;53(5):25-7.
25. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am* 2007;51:659-75.
26. Preston AJ, Mair LH, Agalamanyi EA, Higham M. Fluoride release from aesthetic dental materials. *J Oral Rehab* 1999; 26(2): 123-9.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
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. 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.
32. Schattenberg A, Meyer GR, Willershausen B, Ernst CP. Shrinkage stress of new experimental low shrinkage resin composites. *J Dent Res*, 2007, SI, abstract # 0412.
33. 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.
34. 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.
35. 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.

36. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent.* 1991 Apr;65(4):491-5.
37. 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.