

Gabriel Ricardo Ferreira Gil

Avaliação da rugosidade superficial de resinas acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas. Influência da incorporação de nanopartículas e da desinfecção

**Araçatuba – SP
2015**

Gabriel Ricardo Ferreira Gil

Avaliação da rugosidade superficial de resinas acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas. Influência da incorporação de nanopartículas e da desinfecção

Trabalho de Conclusão de Curso como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP

Orientadora: Prof^a.Adj.Maria Cristina Rosifini Alves-Rezende

**Araçatuba – SP
2015**

Dedicatória

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Val e Gil, por permitirem a minha existência e me guiarem por todos os caminhos para que chegasse até aqui, sem eles esse trabalho muitos de meus sonhos não se realizariam.

Agradecimentos

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à todos que de alguma forma fizeram ou fazem parte de minha vida, nos momentos serenos ou apreensivos, que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal e permitiram a realização desse trabalho.

Agradeço aos meus pais, pela determinação em minha formação, por todo o sacrifício que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui e por estarem ao meu lado o tempo todo me apoiando quaisquer fossem as circunstâncias.

Agradeço ao meu irmão João Marcelo, por toda a paciência, confiança, companheirismo e amizade.

Agradeço aos meus avós, António e Isabel, por todo apoio e ensinamentos, por sempre se preocuparem e estarem sempre ao meu lado.

Agradeço à todos os familiares, que mesmo à distância se mantiveram presentes e acreditaram em meu potencial.

Agradeço à Leticia, por nesses últimos anos de graduação tornar os meus dias mais agradáveis e serenos, por todo companheirismo e felicidade que trouxe e por me acompanhar nos momentos, de alegria e ou tristeza.

Agradeço à todos os membros, já formados ou ainda presentes, da Surubateria, pelas amizades que fiz e por proporcionarem os melhores momentos vividos em minha graduação.

Agradeço aos meus colegas da turma 57, com certeza futuros excelentes profissionais.

Agradeço aos professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

Agradeço à minha professora orientadora, Prof^a. Dr^a. Maria Cristina Rosifini Alves Rezende, pelo auxílio, disponibilidade de tempo e material, sempre com uma simpatia contagiante e pelo fornecimento de material para pesquisa do tema.

E finalmente agradeço à Deus, pela minha vida, pela família maravilhosa que me deu e pelas amizades sinceras. Por me dar força e saúde para superar todas as dificuldades e permitir a realização desse trabalho.

“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.”

Roberto Shinyashiki

Resumo

Gil GRF, Alves Rezende MCR. Avaliação da rugosidade superficial de resinas acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas. Influência da incorporação de nanopartículas e da desinfecção. (Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação). Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015, 37p.

RESUMO

Dentre as propriedades requeridas para os materiais utilizados como bases para próteses totais, aquelas relacionadas à superfície tais como a rugosidade, dureza, interações eletrostáticas e tensão superficial são de grande importância clínica já que podem provocar aderência de biofilme. A rugosidade da superfície das resinas acrílicas contribui fortemente para a adesão e retenção de *Candida albicans*, de importância específica na etiologia das estomatites. Irregularidades na superfície da resina acrílica podem funcionar como um reservatório de microrganismos que, mesmo após os procedimentos convencionais de limpeza da placa, permanecem aderidos a ela. Uma estratégia para melhorar as propriedades das resinas acrílicas é o uso da nanotecnologia. Esta abordagem tem atraído grande interesse tanto acadêmico como industrial, devido ao notável incremento de propriedades mecânicas. Neste contexto, as nanopartículas possuem o potencial para modificar significativamente as propriedades de uma matriz polimérica. Esse potencial depende fortemente da natureza física de cada tipo de partícula. Pacientes submetidos a procedimento protéticos estão expostos a microrganismos patogênicos podendo ocorrer desenvolvimento de doenças e infecção cruzada entre pacientes e equipe odontológica. A desinfecção diária dos aparelhos protéticos não deve promover alteração das propriedades físicas e mecânicas das resinas acrílicas. Com base nessas considerações o propósito deste trabalho foi avaliar a influência da incorporação de nanopartículas sobre a rugosidade superficial de resina acrílica polimerizada por energia de micro-ondas Vipi-Wave®.

Descritores: Resinas Acrílicas; Propriedades de Superfície; Polimerização; Micro-Ondas.

Abstract

Gil GRF, Alves Rezende MCR. Evaluation of surface roughness of acrylic resins processed by microwave energy. Influence of the incorporation of nanoparticles and disinfection. (Academic Paper). Araçatuba: Faculty of Dentistry – São Paulo State University; 2015. 37p.

ABSTRACT

Among the properties required for materials used as basis for denture, those related to the surface such as roughness, hardness, electrostatic interactions and surface tension are of great clinical importance since it can cause biofilm adhesion. The surface roughness of the acrylic resin contributes heavily to the adhesion and retention of *Candida albicans*, of particular importance in the etiology of stomatitis. Irregularities in the surface of the acrylic resin may function as a reservoir of microorganisms that, even after conventional cleanup procedures, remain adhered to it. A strategy to improve the properties of acrylic resins is the use of nanotechnology. This approach has attracted great interest both academic and industrial, due to the remarkable increase in mechanical properties. In this context, the nanoparticles have the potential to significantly modify the properties of a polymer matrix. This potential depends strongly on the physical nature of each particle type. Patients undergoing prosthetic procedure are exposed to pathogenic microorganisms may occur development of diseases and cross infection between patients and dental staff. Daily disinfection of prosthetic devices should not promote change in the physical and mechanical properties of acrylic resins. Based on these considerations the purpose of this study was to evaluate the influence of the incorporation of nanoparticles on the surface roughness of acrylic resin polymerized by microwave Vipi-Wave®.

Descriptors: Acrylic Resins; Surface Properties; Polymerization; Microwaves.

Lista de Tabelas

Lista de Tabelas

Tabela 1. Grupos Experimentais	26
Tabela 2 . Médias para Ra e Rz	28

Lista de Figuras

Lista de Figuras

Figura 1. Confeção dos discos de silicona	26
Figura 2. Discos de silicone posicionados na mufla	26
Figura 3. Espécimes polimerizados em resina acrílica	26
Figura 4. Espécime posicionado para leitura no rugosímetro	26

Lista de Gráficos

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Kruskal-Wallis (Ra)	28
Gráfico 1. Kruskal-Wallis (Rz)	28

Sumário

Sumário

Introdução	21
Material e Método	24
Resultados	27
Discussão	30
Conclusão	33
Referências	35

Introdução

Introdução

A resina acrílica é um material utilizado na Odontologia desde 1937 sendo o polimetilmetacrilato (PMMA) o material mais utilizado. Na sua composição a resina acrílica conta com o líquido monomérico do metacrilato de metila e com o pó do metacrilato de metila. Estes, quando misturados e homogeneizados adquirem consistência plástica e após polimerização são convertidos em resina sólida e homogênea, com propriedades físicas e químicas estáveis. A resina acrílica apresenta diversas aplicações na prática odontológica tais como confecção de bases de próteses totais, selas de próteses parciais removíveis, placas oclusais e aparelhos removíveis com finalidades ortodônticas¹⁻⁴.

Dentre as propriedades requeridas para o material, aquelas relacionadas à superfície tais como a rugosidade, dureza, interações eletrostáticas e tensão superficial são de grande importância clínica já que podem provocar deposição de biofilme sobre o material. Superfícies com rugosidade maior que 0,2µm potencializam o acúmulo bacteriano tornando a prótese ou aparelho confeccionado com resina acrílica inviável para uso clínico⁵.

O acúmulo de resíduos e biofilme sobre as superfícies da resina acrílica gera odor desagradável, inflamação e alterações na mucosa adjacente⁶. Sua remoção, por meio da desinfecção é essencial para a manutenção da saúde bucal de pacientes que utilizam dispositivos confeccionados com resina acrílica⁷ e prevenção de infecções oportunistas. Sabe-se que os depósitos bacterianos são fator de risco para infecções do sistema respiratório por aspiração dos microrganismos.

Agentes desinfetantes são importantes na higiene e controle da adesão da placa bacteriana em superfícies da resina acrílica⁸. Entre os métodos mais difundidos na Odontologia para desinfecção destes aparelhos estão o uso de tabletes de perborato de sódio, bastante adotados pelos pacientes pela facilidade de aplicação⁹. O método e agente desinfetante selecionado, no entanto, não devem promover alteração das propriedades físicas e mecânicas das resinas acrílicas.

A polimerização convencional da resina acrílica em banho de água quente vem sendo substituída nos últimos anos pela polimerização por micro-ondas. Os primeiros trabalhos sobre este tipo de polimerização datam de 1968, com as pesquisas iniciada por Nishii¹⁰. Segundo este autor as resinas acrílicas polimerizadas por micro-ondas demonstram vantagens, como maior praticidade técnica, maior rapidez e ação do calor diretamente na resina acrílica. Assim, a energia de micro-ondas produz no material

inúmeras colisões intermoleculares, promovendo aquecimento rápido, com dispersão de forma eficiente, polimerização mais rápida e menor risco de porosidade¹⁰.

Segundo Azzarri¹¹, as propriedades mecânicas das resinas acrílicas polimerizadas por microondas dependem, principalmente, do período de exposição à energia e da potência do forno de microondas. A liberação de monômero residual das resinas acrílicas ocasiona efeitos deletérios nas propriedades de biocompatibilidade sorção de água, além de redução da dureza, estabilidade dimensional, resistência flexural e resistência à torção.

Para Barbosa et al.¹² o controle da potência do forno de microondas e do período de exposição são fundamentais para redução de porosidades e controle de monômero residual. Acrescentam que as principais vantagens do uso de energia de microondas no processamento de resinas acrílicas são homogeneidade da polimerização, possibilitando a redução de monômero residual e controle de temperatura, impedindo a volatilização de substâncias. Tais características podem favorecer a formação de um material com melhores propriedades, diminuindo a formação de poros e a susceptibilidade à sorção de água¹².

Yannikakis et al.¹⁴ compararam por meio do método fotográfico a porosidade de resina acrílica polimerizada em banho de água quente convencional e resinas acrílicas processadas por microondas submetidas a ciclos longos (13 minutos) e reduzidos (3 minutos). Concluíram que a alteração dos ciclos de polimerização, reduzido e longo, não exerceu influência sobre a porosidade das resinas, mas o tamanho dos corpos-de-prova e o tipo de polimerização influenciaram. Maior porosidade foi encontrada nas resinas polimerizadas em banho em água quente e em amostras de 6mm de espessura quando comparadas com as de 3mm.

Bayraktar et al.¹⁵ observaram que o método de polimerização por energia de microondas apresentou liberação de monômero residual significativamente menor que as resinas polimerizadas em banho em água quente.

Uma estratégia para melhorar as propriedades das resinas acrílicas é o uso da nanotecnologia. Esta abordagem tem atraído grande interesse tanto acadêmico como industrial, devido ao notável incremento de propriedades mecânicas. Neste contexto, as nanopartículas possuem o potencial para modificar significativamente as propriedades de uma matriz polimérica. Esse potencial depende fortemente da natureza física de cada tipo de partícula.

O propósito deste trabalho foi avaliar a influência da incorporação de nanopartículas e da desinfecção sobre a rugosidade superficial de resinas acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas Vipi-Wave®.

Material e Método

Material e Método

A partir de uma matriz de policloreto de vinil (PVC) de dimensões 15mm x 15mm (raio x altura) foram confeccionados 20 discos (Figura 1) de silicona laboratorial polimerizada por condensação (Zetalabor, Zhermack, Itália) os quais foram incluídos em muflas para polimerização em micro-ondas em gesso pedra tipo IV (Durone[®], Dentsply Ind. Com, Brasil) espatulado manualmente de acordo com a relação água/pó recomendada pelo fabricante. Na sequência aguardou-se 30 minutos para a presa do gesso, obtendo-se, dessa forma, o molde para a confecção dos corpos-de-prova de resina acrílica com as mesmas dimensões dos discos de silicona por condensação. Após a presa do gesso as muflas foram abertas, os discos de silicona removidos e os moldes obtidos receberam fina camada de isolante para resina acrílica Cel-Lac[®] (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Os moldes foram preenchidos com resina acrílica polimerizada por energia de micro-ondas Vipi-Wave[®] da seguinte forma:

Muflas 1 e 2 – Resina Não-Reforçada

Muflas 3 e 4 – Resina Reforçada

Como reforço foi utilizada nanopartícula comercialmente disponível (nPs Sigma-Aldrich) na concentração de 0.06% em massa.

Para os procedimento de prensagem e polimerização a resina acrílica foi manipulada em pote de vidro com tampa e, após atingir a fase plástica foi acomodada na mufla nos espaços deixados pelos discos de silicona, com ligeiro excesso para escoamento uniforme durante o processo de prensagem.

Na seqüência, a mufla foi fechada e posicionada em prensa hidráulica para que a prensagem ocorresse de forma lenta e gradual, até se estabelecer pressão de 1000 KgF por 1 hora. A mufla foi então transferida para o interior do forno de micro-ondas (Panasonic, Brasil) onde ocorreu a polimerização seguindo o ciclo recomendado pelo fabricante.

Após a polimerização os corpos-de-prova foram desincluídos após o resfriamento da mufla e submetidos ao acabamento com ponta especial (maxicut) e polimento em lixadeira sob refrigeração com água (Struers DPU-10[®], Panambra, São Paulo, SP, Brasil) com lixas (Norton[®], Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP, Brasil) de diferentes granulações (200, 500, 600, 800 e 1200). Concluída o acabamento/polimento os espécimes foram submetidos à limpeza sônica em água destilada por 2 minutos.

Na sequência foram imersos em água destilada e mantidos em estufa a 37 ± 0.1 °C por 24 horas, quando foram então agrupados de acordo com a Tabela 1 e submetidos à desinfecção ou não de acordo com os grupos a que pertenciam. Para a desinfecção foi utilizado perborato de sódio na forma de tabletes efervescentes (Corega Tabs®, GlaxoSmithKline, Brasil) obedecendo-se ao protocolo de desinfecção de recomendado pelo fabricante.

Tabela 1 – Grupos Exsperimentais

	Condição	Desinfecção	N (número de espécimes)
Grupo AI	Vipi-Wave®	Água	5
Grupo AII	Vipi-Wave®	Perborato de Sódio	5
Grupo BI	Vipi-Wave® + nPs	Água	5
Grupo BII	Vipi-Wave® + nPs	Perborato de Sódio	5

Assim, os espécimes dos Grupos AII e BII foram imersos diariamente por 5 minutos em 250 ml de água destilada em temperatura de 40 ± 1 °C contendo uma pastilha efervescente. Os procedimentos de desinfecção foram realizados por 30 dias. Em igual período (30 dias) os espécimes dos Grupos AI e BI sofreram imersão por 5 minutos em 250 ml de água destilada a 40 ± 1 °C. Durante todo o período do experimento os espécimes foram mantidos em estufa calibrada para 37 ± 0.1 °C.

A rugosidade superficial foi avaliada com auxílio de rugosímetro (Mitutoyo, modelo SJ-401), com velocidade de 0,1 mm/s e comprimento de leitura de 4.00 mm e Cut Off de 0.8mm. Foram realizadas 3 medições em cada amostra no tempo Zero (após 24 horas iniciais de estocagem em estufa) e 30 dias, sendo considerado o valor de rugosidade final a média aritmética dos mesmos em micrometros (μm).



Figura 1. Confeção dos discos de silicona



Figura 2. Discos de silicone posicionados na mufla



Figura 3. Espécimes polimerizados em resina acrílica



Figura 4. Espécime posicionado para leitura no rugosímetro

Resultados

Resultados

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1 e Gráficos 1 e 2.

Tabela 2 . Médias para Ra e Rz

Grupo	Ra (média)		Rz (média)	
	24 horas	30 dias	24 horas	30 dias
AI (1 e 2)	1.301	1.303	6.7188	6.7121
AII (3 e 4)	1.301	1.286	6.7188	6.7122
BI (5 e 6)	0.29	0.31	1.3730	1.3721
BII (7 e 8)	0.29	0.27	1.3730	1.3700

Gráfico 1 . Kruskal-Wallis para Ra

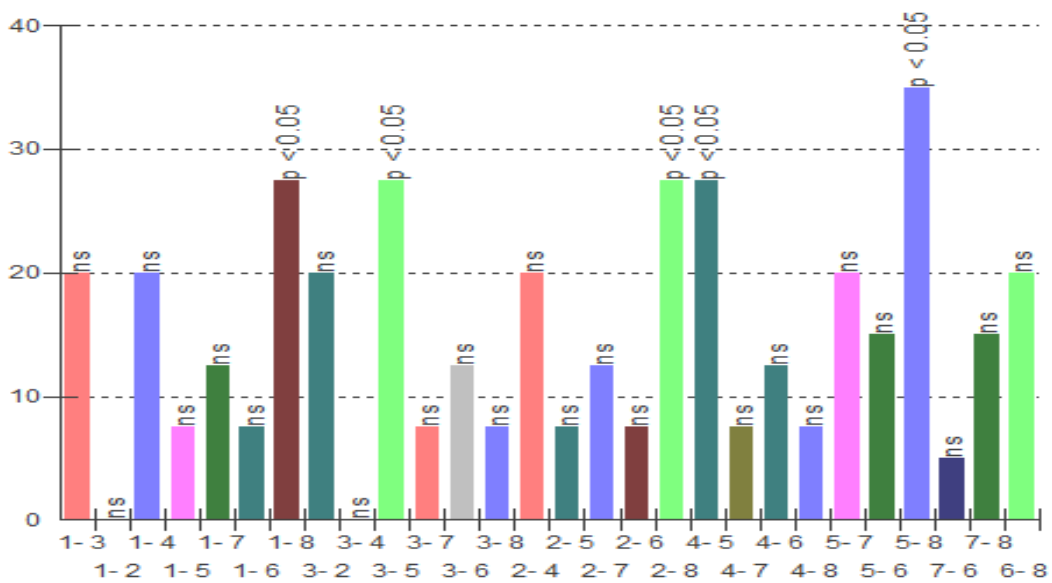
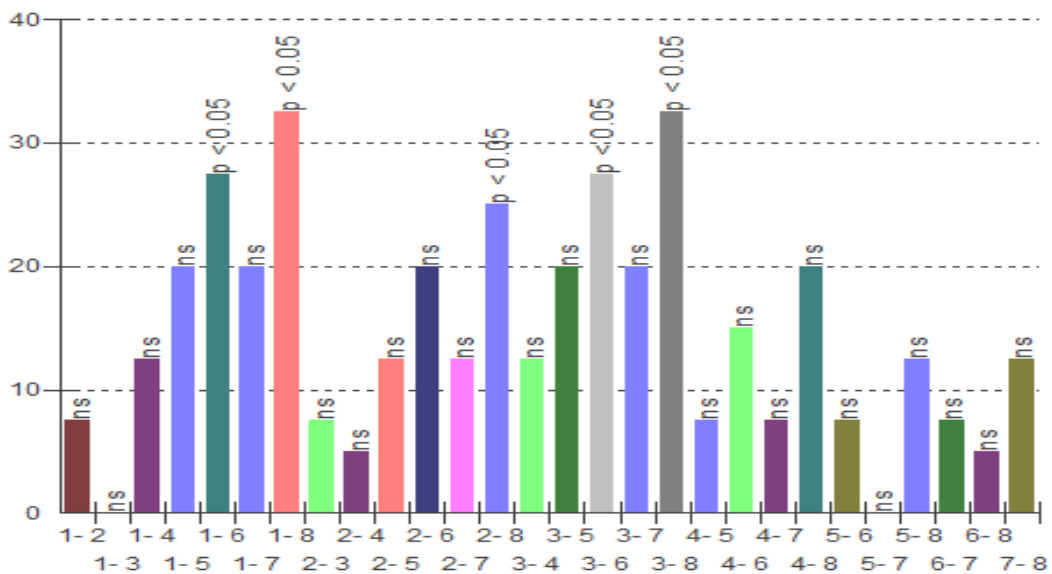


Gráfico 2 . Kruskal-Wallis para Rz



Os dados de rugosidade foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e revelaram que, quando analisada a rugosidade superficial Ra e comparados os Grupos A e B, no tempo zero, isto é, antes de qualquer protocolo de desinfecção, a resina não-reforçada (Grupo A) mostrou valores de rugosidade estatisticamente superiores à resina reforçada (Grupo B) pois $p < 0.05$ para 3-5. A resina reforçada e desinfetada por 30 dias em Corega®Tabs mostrou valores de rugosidade superficial menores e estatisticamente diferentes daqueles encontrados na resina não reforçada (Grupo A) no tempo zero ou após não-desinfecção por 30 dias, $p < 0.05$ para 1-8 e 2-8. Também foram encontradas diferenças significativas entre a resina reforçada no tempo zero e após 30 dias de desinfecção em Corega®Tabs, com menores valores para esta condição pois $p < 0.05$ para 5-8 (Gráfico 1).

Quando analisada Rz observou-se alterações estatísticas entre a resina não-reforçada (Grupo A) no tempo zero e a resina reforçada e desinfetada ou não após 30 dias, com os melhores resultados para a resina reforçada pois $p < 0.05$ para 1-6, 1-8, 3-6 e 3-8. Também foi encontrado melhores valores para a resina reforçada e desinfetada por 30 dias se comparada à resina não-reforçada e não-desinfetada por 30 dias, com $p < 0.05$ para 2-8 (Gráfico 2).

Discussão

Discussão

A participação da resina acrílica ativada termicamente (RAAT) no cotidiano odontológico se deu a partir da década de 40 em substituição a materiais até então em uso, tais como vulcanite e baquelite. A resina acrílica é o material de seleção para confecção de próteses totais em razão de seu nível apropriado de biocompatibilidade, estabilidade dimensional nas temperaturas bucais, boa capacidade de polimento e estética aceitável. Estas características se devem a um conjunto de propriedades físicas e mecânicas adequadas dentre as quais podemos citar: resistência à tração- 52 Mpa; módulo de elasticidade- 2350 MPa, solubilidade- 0,04mg/cm² ; coeficiente de difusão- 1,08x10⁻¹²m² /s; condutividade térmica- 0,2W/mK e contração linear 0,69%¹².

A resina acrílica pode ser polimerizada por imersão de mufla metálica convencional em água aquecida a 74°C por oito horas ou mais (ciclo longo) ou 74°C por duas horas, aumento até 100°C e manutenção por uma hora (ciclo rápido). Tanto no ciclo longo como no rápido a temperatura não deve ultrapassar a marca de 100,8°C, valor este que corresponde ao ponto de ebulição do monômero, o qual, quando atingido durante a polimerização, acarreta conseqüências indesejáveis, como a presença de porosidade¹⁶.

O uso de energia de micro-ondas para polimerização das resinas acrílicas teve seu início a partir dos anos 60 no Japão, e se mostrou como alternativa aos métodos convencionais por sua rapidez, limpeza de procedimentos e facilidade de execução.

Lai et al.¹⁷ destacam que a maior vantagem do processamento por energia de micro-ondas sobre a técnica do banho de água quente reside no fato de que tanto o interior como o exterior da massa de resina acrílica são igualmente aquecidos, sendo que a temperatura eleva-se rapidamente

Ilbay et al.¹⁸ descrevem em seus estudos que as micro-ondas fazem com que as moléculas da resina vibrem com maior freqüência, gerando atrito e, portanto, calor. Este por sua vez, ativa a reação de polimerização da mesma forma que o banho de água convencional, porém com velocidade muito superior.

Reitz et al.¹⁹ avaliaram a porosidade de resinas acrílicas polimerizadas por micro-ondas e observaram que, em corpos de prova (CP) de pouca espessura, não havia diferença significativa entre ativação térmica convencional e ativação por micro-ondas. No entanto, se a espessura aumentava ocorria 70% de porosidade no centro do espécime ativado por micro-ondas. Com o intuito de verificar o efeito da potência e da duração do ciclo no forno de micro-ondas os autores observaram que a redução de

400 para 90W e aumento do ciclo de 5 para 13 minutos diminua a porosidade para 30%.

No presente trabalho, quando comparados os resultados obtidos dentro de um mesmo grupo (resina não-reforçada e resina reforçada) houve diferenças estatisticamente significativas para a rugosidade superficial no tempo zero, isto é, antes de qualquer aplicação de protocolo de desinfecção, com os menores valores de rugosidade superficial para resina reforçada (Grupo B). Quando submetida à desinfecção por perborato de sódio por 30 dias, a resina reforçada (Grupo B) mostrou melhores resultados que a resina não-reforçada (Grupo A) e não-desinfetada no mesmo período. Os valores médios de rugosidade superficial após desinfecção em perborato de sódio por 30 dias não mostraram diferença estatística quando comparados os Grupos A e B, demonstrando que a desinfecção não provocou lixiviação que levasse à alterações importantes de superfície. É importante observar no entanto que a resina reforçada após a desinfecção apresentou superfície mais lisa, estatisticamente diferente da superfície inicial ao protocolo, o que nos leva a inferir que a desinfecção não trouxe prejuízos à superfície; pelo contrário, melhorou esta condição.

Quando analisamos os dados para Rz, medida de rugosidade que indiretamente nos mostra a presença de sulcos e vales na superfície do material, observamos que a resina não reforçada (Grupo A) no tempo zero apresentou valores significativamente maiores que a resina reforçada (Grupo B) após 30 dias de tratamento em água ou desinfetante, caracterizando uma superfície de maior porosidade. A resina não-reforçada e tratada 30 dias com água também mostrou valores significativamente maiores de Rz que a resina reforçada e desinfetada por 30 dias.

Vale lembrar que por definição Rz é a soma dos valores absolutos das ordenadas dos pontos de maior afastamento, acima e abaixo da linha média, existentes no comprimento de amostragem (cut off) enquanto Ra pode ser definida como a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento (y_i), dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição¹³.

Assim, os resultados obtidos no presente trabalho apontam positivamente para o reforço da resina polimerizada por micro-ondas e sua desinfecção sem comprometimento dos valores de rugosidade superficial exigidos para que o dispositivos bucais confeccionados a partir do material não facilitem a deposição de biofilmes bacterianos.

Conclusão

Conclusão

Com base nos resultados obtidos e na metodologia empregada para a realização deste trabalho podemos concluir que:

- a incorporação de nanopartículas e a desinfecção permitiram diminuição da rugosidade superficial de resinas acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas.

Referências

Referências

1. Al Doori D. A comparison of denture base acrylic resins polymerized by microwave irradiation and by conventional water bath curing system. *Dent Mater.* 1988; 4(1): 25-32.
2. Del Bel Cury AA, Rodrigues Junior AL, Panzeri H. Resinas acrílicas dentais polimerizadas por energia de micro-ondas, método convencional de banho de água e quimicamente ativada: Propriedades físicas. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, 1994;8(4): 243-9.
3. Del Bel Cury AA, Rached RN, Ganzarolli SM. Microwave-cured acrylic resins and silicone gypsum moulding technique. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(4): 433-8.
4. De Clerck JP. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 1987; 57(5): 650-8.
5. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13(4):258-69.
6. Tarbet WJ, Axelrod S, Minkoff S, Fratarcangelo PA. Denture cleansing: a comparison of two methods. *J Prosthet Dent.* 1984;51(3):322-5.
7. De Souza RF, De Freitas Oliveira Paranhos H, Lovato da Silva CH, Abu-Naba'a L, Fedorowicz Z, Gurgan CA. Interventions for cleaning dentures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009(4):cd007395.
8. Barbeau J, Seguin J, Goulet JP, de Koninck L, Avon SL, Lalonde B, et al. reassessing the presence of candida albicans in denture-related stomatitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(1):51-9.
9. Kuhar M, funduk N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent.* 2005;93(1):76-85.
10. Nishiiii M. Studies on the curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to het-curing resins. *J Osaka Dent Univ Sch.* 1968; 2(1): 23-40.
11. Azzari MJ, Cortizo MS, Alessandrini JL. Effect of the curing conditions on the properties of an acrylic denture base resin microwavelypolymerised. *J Dent* 2003;31(6):463-8.
12. Barbosa DB, de Souza RF, Pero AC, Marra J, Compagnoni MA. Flexural strength of acrylic resins polymerized by different cycles *J Appl Oral Sci.* 2007;15(5):424-8.

13. Anusavice KJ. Phillips - Materiais Dentários. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 1998 412p.
14. Yannikakis S, Zissis A, Polyzois G, Andreopoulos A. Evaluation of porosity in microwave-processed acrylic resin using a photographic method. J Prosthet Dent. 2002; 87: 613-9.
15. Bayraktar G, Guvener B, Bural C, Uresin Y. Influence of Polymerization Method, Curing Process, and Length of Time of Storage in Water on the Residual Methyl Methacrylate Content in Dental Acrylic Resins J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater. 2006;76B:340–5.
16. Braden M. The absorption of water by acrylic resins and other materials. J Prosthet Dent. 1964; 14(7):307-16.
17. Lai CP, Tsai MH, Chen M, Chang HS, Tay HH. Morphology and properties of denture acrylic resins cured by microwave energy and conventional water bath. Dent Mater. 2004; 20(2):133-41.
18. Ilbay SG, Guvener S, Alkumru HN. Processing dentures using a microwave technique. J Oral Rehabil. 1994;21(2):103-9.
19. Reitz PV, Sanders JL, Levin B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. Quintessence Int 1985;16:547-51.