

Influência da posição e número de muflas no microonda sobre a rugosidade e porosidade da resina onda-cryl

Effect of flask position and number in microwave oven on roughness and porosity of the onda-cryl resin

Resumo

O trabalho verificou a influência da posição e do número de muflas sobre a rugosidade e porosidade de superfície da resina acrílica Onda-Cryl. Os padrões metálicos, medindo 65x10x3 mm, foram incluídos em muflas de fibra de vidro. A proporção pó/líquido, manipulação e prensagem da resina foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante. Os corpos-de-prova, três para cada grupo, foram polimerizados por energia de microondas a 500W, segundo o protocolo: Grupo I - uma mufla no centro do prato giratório, com polimerização de 3 minutos (grupo de controle); Grupo II - uma mufla no centro do prato giratório, com polimerização de 10 minutos (grupo de controle); Grupo III - uma mufla na extremidade do prato giratório, com polimerização de 3 min.; Grupo IV - uma mufla na extremidade do prato giratório, com polimerização de 10 minutos; Grupo V - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 3 minutos, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a central para análise; Grupo VI - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 10 minutos, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a da extremidade para análise; Grupo VII - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 3 min, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a da extremidade para análise; Grupo VIII - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 10 minutos, sendo uma

no centro e outra na extremidade, considerando a da extremidade para análise. Os corpos-de-prova foram removidos das muflas após esfriamento em temperatura ambiente e submetidos aos processos de acabamento e polimento convencionais. Em seguida, foram analisados quanto à rugosidade de superfície no aparelho Surfcorer SE 1700 e ao teste de porosidade em lupa estereoscópica Carl Zeiss. Os resultados, submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5%), mostraram que: 1- não houve diferença estatística significativa nos valores de rugosidade em função da posição de muflas, dentro do fator tempo de polimerização e em função do número de muflas dentro do fator posição. Quando a interação posição e número de muflas foi analisada, houve diferença estatística significativa. 2 - houve diferença estatística significativa nos valores de porosidade quando foram consideradas uma mufla no centro e duas em relação à posicionada na extremidade. Não houve diferença estatística significativa em função do número de muflas dentro do fator posição.

Palavras-chave: resina acrílica, rugosidade, porosidade, microondas.

Maurício Tanji¹

Frederico Andrade e Silva²

Wilkens Aurélio Buarque e Silva²

Introdução

Vários métodos de processamento têm sido introduzidos na odontologia com o intuito de produzir bases de próteses total e removível com propriedades mecânicas significantes, resistentes e polidas, proporcionando maior conforto e atendimento aos requisitos de retenção, estabilidade e estética aos pacientes.

Embora apresente propriedades mecânicas significantes, como estabilidade dimensional satisfatória e resistência à fratura quando polimerizada por ciclo efetivo de cura, vantagens de fácil manipulação e reparo, melhor condutibilidade térmica, menor permeabilidade aos fluidos bucais e considerável estabilidade de cor (Harman, 1949), foi descartada a hipótese de a resina acrílica ser considerada um material ideal (Spencer e Gariaeff, 1949).

Desde a introdução das resinas acrílicas, os pesquisadores buscam melhores e mais seguras variações nos procedimentos técnicos (Peyton

¹ Mestre e Doutor em Clínica Odontológica (Área Prótese Dental) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp e professor Doutor da área Prótese Dental e Oclusão da Faculdade de Odontologia de Lins Unimep.

² Professores da área Prótese Fixa – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Unicamp.

e Anthony, 1963), na tentativa de melhorar as características mecânicas quando polimerizadas por banho convencional (Truong e Thomaz, 1988), energia de microondas (Nishii, 1968), calor seco (Gay e King, 1979) e água fervente (Polyzois et al., 1987).

Nishii, em 1968, descreveu o método de polimerização de resinas acrílicas por energia de microondas, procurando, dessa forma, diminuir o tempo de polimerização, prevenindo a formação de porosidade.

O uso da resina acrílica polimerizada por energia de microondas possibilitou a cura em apenas 3 min, utilizando o fenômeno da vibração das moléculas do monômero para produzir calor (De Clerck, 1987), gerando bases de prótese total semelhantes às do método tradicional (Salim et al., 1992).

A partir de 1983, investigações foram desenvolvidas em busca de melhor entendimento para o uso do forno de microondas, bem como análise das propriedades dessas resinas, correlacionando espessura da amostra, tempo de processamento e esfriamento pós-polimerização (Ilbay et al., 1994).

Investigação anterior estabeleceu que as propriedades físicas das resinas, quando polimerizadas por energia de microondas, não diferiam estatisticamente daquelas polimerizadas por banho convencional, desde que a espessura da base fosse inferior a 3,0 mm (Reitz et al., 1985).

Por outro lado, a rugosidade sofria influência do ciclo de polimerização e a porosidade parecia ser dependente dos tipos de resina acrílica (Tanji et al., 2001), enquanto a resina acrílica QC-20 demonstrava porosidade independentemente dos métodos de polimerização e o melhor polimento era observado na técnica recomendada pelo fabricante (Borges et al., 2000).

Com base nessas considerações, o objetivo deste estudo foi verificar se a influência do posicionamento e do número das muflas sobre o prato giratório do forno de microondas poderia interferir na rugo-

sidade e na porosidade das resinas acrílicas.

Materiais e métodos

O material utilizado na confecção dos 24 corpos-de-prova, sendo três para cada grupo, foi a resina acrílica Onda-Cryl, produzida por Artigos Odontológicos Clássico Ltda.

Foram utilizados três modelos retangulares de alumínio, medindo 65x10 mm na superfície superior, 64x9 mm na superfície inferior e espessura de 3 mm (Borges et al., 2000; Tanji et al., 2001) para confecção de oito moldes de silicone por condensação (Zetalabor). Cada molde contendo três modelos metálicos foi incluído em muflas de fibra de vidro pela técnica de rotina. Em seguida, as muflas foram abertas; os modelos metálicos, removidos e as condições dos moldes de silicone, examinadas quanto à qualidade de reprodução. Os corpos-de-prova em resina acrílica foram confeccionados com o material proporcionado e manipulado seguindo a recomendação do fabricante e polimerizados de acordo com as variáveis: Grupo I - uma mufla no centro do prato giratório, com polimerização de 3 min (grupo de controle); Grupo II - uma mufla no centro do prato giratório, com polimerização de 10 min (grupo de controle); Grupo III - uma mufla na extremidade do prato giratório, com polimerização de 3 min; Grupo IV - uma mufla na extremidade do prato giratório, com polimerização de 10 min; Grupo V - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 3 min, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a central para análise; Grupo VI - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 10 min, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a central para análise; Grupo VII - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 3 min, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a da extremidade para análise; Grupo VIII - duas muflas no prato giratório, com polimerização de 10 min, sendo uma no centro e outra na extremidade, considerando a da

extremidade para análise.

Os corpos-de-prova foram desincluídos após esfriamento das muflas em temperatura ambiente, pelo processo laboratorial de rotina, e acabados com pontas abrasivas e lixas com abrasividade decrescente. O polimento foi realizado num torno de bancada com escovas branca e preta com pastas de água-pedra pomes e água branco-de-espanha e ponta de feltro com pasta universal (Kota).

Rugosidade de superfície

A rugosidade de superfície (Ra) foi verificada num aparelho Surfcorde SE 1700 (Japão), através de três leituras ao longo do corpo-de-prova, uma central e as demais nas extremidades.

Porosidade

Para delimitar a área de contagem dos poros foi utilizado um dispositivo metálico com dimensões ligeiramente maiores do que as do corpo-de-prova (Borges et al., 2000), contendo três orifícios circulares de 0,5 cm de diâmetro, sendo um em cada extremidade e outro na parte central. Os corpos-de-prova foram imersos em tinta Nankin (Acrilex) por 12 horas, lavados em seguida em água corrente por 10 s e secos com jato de ar e papel absorvente. A quantidade de poros contida nas áreas delimitadas foi determinada com auxílio de lupa estereoscópica Carl Zeiss (63X).

Os dados obtidos nos ensaios de rugosidade e porosidade foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey em nível de 5% de significância com esquema fatorial (2x2x2), cujos fatores foram: ciclo, tratamento e posição. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado.

Resultados

A Tabela 1 mostra a análise de variância de acordo com o delineamento experimental e do esquema fatorial utilizados para composição do estudo. Dentro do fator tempo de polimerização, em razão da posição de muflas, não houve diferença estatística signi-

ficativa ($p>0,05$) nos valores de rugosidade.

A Tabela 2 mostra que o maior valor de rugosidade foi obtido com uma mufla na posição centro com diferença estatística significativa ($p<0,05$) quando comparada com a mufla da extremidade; o mesmo ocorreu quando foram utilizadas duas muflas no prato giratório.

Quando foi considerado o fator posição, em virtude do número de muflas, não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$) nos valores de rugosidade, independentemente do número e da posição das muflas.

A Tabela 3 mostra que houve diferença estatística significativa ($p<0,05$) nos valores de porosidade dentro do fator tempo de polimerização, quando foram considerada uma mufla no centro do prato giratório e duas muflas, enfocando a da extremidade.

Quando a Tabela 4 foi analisada, houve diferença estatística significativa ($p<0,05$) nos valores de porosidade apenas na posição duas muflas no prato giratório.

Dentro do fator número de muflas, não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$) nos valores de porosidade.

Tabela 1 - Análise de variância com os coeficientes de variação em função do ciclo, tratamento e da posição das muflas

Fonte de variação	Valor F	Prob. >F
Ciclo	0.1087	0.74261
Tratamento	0.0126	0.90743
Posição	0.4566	0.51085
Ciclo/tratamento	0.0002	0.98684
Ciclo/posição	0.1237	0.72728
Tratamento/posição	10.8649	0.00272
Ciclo/tratamento/posição	0.1197	0.73122

Tabela 2 - Médias dos valores de rugosidade (μm) em função da posição e do número de muflas

Posição	1 Mufla	2 Muflas
Centro	0,124 $\pm$ 0,07 a	0,069 $\pm$ 0,01 a
Extremidade	0,080 $\pm$ 0,01 b	0,117 $\pm$ 0,02 b

Tabela 3 - Médias dos valores de porosidade em função da posição das muflas dentro do fator tempo de polimerização

	1 Mufla		2 Muflas	
Tempo	Centro	Extremidade	Centro	Extremidade
3 Minutos	0,528 $\pm$ 0,18 a	0,996 $\pm$ 0,38 a	0,796 $\pm$ 0,18 a	0,528 $\pm$ 0,17 a
10 Minutos	1,098 $\pm$ 0,38 b	0,798 $\pm$ 0,32 a	0,932 $\pm$ 0,14 a	1,264 $\pm$ 0,49 b

Médias seguidas por letras iguais em coluna não diferem estatisticamente (5%).

Posição	1 Mufla	2 Muflas
Centro	0,730 $\pm$ 0,26 a	0,864 $\pm$ 0,17 a
Extremidade	0,896 $\pm$ 0,52 a	0,930 $\pm$ 0,49 b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente (5%).

Discussão

Quando a rugosidade de superfície foi analisada (Tab. 1), os valores

promovidos pelos tempos de polimerização foram sem diferença estatística significativa na interação posição e número das muflas.

Neste trabalho, a rugosidade superficial da resina acrílica Onda-Cryl não foi influenciada pelo tempo de polimerização (3 e 10 min), quando a interação posição e número das muflas foi considerada. Isso se deve à utilização de um tempo adequado de polimerização e a uma potência menor quando as resinas são ativadas por energia de microondas (Nishii, 1968; Reitz et al., 1985; Bafle et al., 1991).

O mesmo aconteceu em função do número de muflas dentro do fator posição no prato giratório, uma vez que menor liberação de monômero indicaria conversão mais eficiente do monômero em polímero, ocasionando efetiva polimerização da resina (Jerolimov et al., 1989), bem como similar distribuição da energia das microondas no interior do forno, como relatam De Clerck (1987) e Al Doori et al. (1988).

As resinas acrílicas podem ser facilmente riscadas em razão do baixo valor de dureza Knoop (Craig, 1996). A resina acrílica Onda-Cryl ativada por microondas mostrou diferença estatística significativa quando a posição e o número de muflas foram considerados (Tab. 2). Quando uma mufla foi posicionada no centro do prato giratório, maior valor de rugosidade foi observado com relação àquela posição da extremidade, em virtude de a direção da energia de microondas ocorrer para o centro do prato giratório. Considerando duas muflas no prato giratório, a da extremidade mostrou maior valor de rugosidade em relação à mufla do centro, pelo fato de receber impacto direto das microondas, pela proximidade do magnetron. Provavelmente, a quantidade de energia promoveu rápida conversão do monômero em polímero e, conseqüentemente, maior rugosidade (Oliveira, 2001), ou pela presença de monômero residual (De Clerck, 1987; Al Doori et al., 1988).

Embora Nowlin et al. (1991) e Rodrigues Garcia e Del Bel

Cury (1996) tenham relatado que as resinas polimerizadas por microondas apresentam número reduzido de poros, os dados deste estudo, apresentados na Tabela 3, mostram que houve diferença estatística significativa nos valores promovidos pelos tempos de polimerização na interação posição e número das muflas, quando foi comparada uma mufla do centro do prato giratório com duas muflas, enfatizando a da extremidade. Isso se deve à temperatura de polimerização, que é um fator preponderante na formação da porosidade das resinas, pois quanto maior for esta temperatura, maior será a quantidade de poros encontrada na base (Truong e Tomaz, 1988; Wolfaardt et al., 1986).

Foi verificado na Tabela 4 que os valores médios de porosidade foram sem diferença estatística significativa em relação à posição e ao número de muflas, apenas quando foram utilizadas duas muflas no prato giratório. É provável que a velocidade de elevação da temperatura, causando a ebulição do monômero durante a polimerização da resina acrílica, tenha sido um dos principais causadores da porosidade de superfície (Wolfaardt et al., 1986) em virtude de dificuldade de dissipação do calor (Kimpára e Muench, 1996; Kimpára et al., 1999).

Conclusão

A interação posição e número das muflas no microondas não interfere na polimerização da resina acrílica Onda-Cryl quanto à rugosidade, quando se consideram os valores promovidos pelos tempos de polimerização. O mesmo ocorreu quando foi considerado o número de muflas dentro do fator posição, embora tenha havido diferença estatística significativa com relação à rugosidade, em razão da posição e do número de muflas no prato giratório.

Quando a porosidade foi analisada, houve diferença estatística significativa em função do posicionamento das muflas, dentro do fator tempo de polimerização

considerando uma mufla no centro do prato giratório e duas muflas enfatizando a da extremidade. Não houve diferença estatística significativa nos valores médios de porosidade em função do número de muflas, considerando o fator posição, bem como em função da posição e do número de muflas.

Abstract

This paper studied the effect of flask position and number in the microwave oven, on roughness and porosity of the Onda-Cryl resin. The wax patterns were embedded in fiberglass flasks. The power-liquid proportion, manipulation, and acrylic resin pressing were made according to manufacturers' instructions. The specimens, three for each group were polymerized by microwave energy at 500 W with one flask centrally placed on the turning plate; one flask marginally placed on the turning plate; two flasks, one placed in the center and other in the margin, considering the values of the central flask, or margin flask. The time of polymerization process varied from 3 to 10 minutes for each specimen. The specimens were removed from flasks after cooling at room temperature and submitted to polishing by conventional procedure. After, they were submitted to roughness test with a Surfcom SE 1700 profilometer and porosity analysis with a stereoscopic microscopy. The data submitted to ANOVA and Tukey's test showed that: 1- there was no significant statistical difference on the values of roughness in relation to flask positions, regarding polymerization time, as well as in relation to flask number; however when the interaction of position factor and flask number was verified, there was significant statistical difference. 2- There was significant statistical difference on the values of porosity when it was considered one flask in the center and two in relation to the one positioned in the extremity. However, in relation to flask position and number; there was no significant statistical difference in the factor

position.

Key words: acrylic resin, roughness, porosity.

Referências

- AL DOORI, D. et al. A comparison of denture base acrylic resins polymerized by microwave irradiation and by conventional water bath curing systems. *Dent. Mater.*, v. 4, n. 1, p. 25-32, Feb. 1988.
- BAFILE, M. et al. Porosity of denture resin cured by microwave energy. *J. Prosthet. Dent.*, v. 66, n.2, p. 269-274, Aug. 1991.
- BORGES, L. H. et al. Influência de ciclos de polimerização sobre o polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial da resina acrílica QC-20. *Rev. CROMG, Belo Horizonte*, v. 6, n. 2, p. 68-78, maio/ago. 2000.
- CRAIG, R. G. *Prosthetic applications of polymers in restorative dental materials*. 10. ed. London: C.V. Mosby, 1996.
- DE CLERCK, J. P. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prosthesis. *J. Prosthet. Dent.*, v.57, n.5, p. 650-658, 1987.
- GAY, W. D.; KING, G. E. An evaluation of the cure of acrylic resin by three methods. *J. Prosthet. Dent.*, v. 42, n. 4, p. 437-440, 1979.
- HARMAN, I.M. Effects of time and temperature on polymerization of a methacrylate resin denture base. *J. Am. Dent. Ass.*, v. 38, n. 2, p. 188-203, 1949.
- ILBAY, S. G.; GUVENER, S.; ALKUMRU, H.N. Processing dentures using microwave technique. *J. Oral Rehabil.*, v. 21, n. 1, p. 103-109, Jan. 1994.
- JEROLIMOV, V. et al. Rapid curing of acrylic denture-base materials. *Dent. Mater.*, v. 5, n. 1, p. 18-22, 1989.
- KIMPÁRA, E.T.; MUENCH, A. Porosidade em decorrência do processamento e volume de resina acrílica. *Rev. Odontol. Univer. S. Paulo*, v. 10, n. 3, p. 237-239, 1996.
- KIMPÁRA, E. T. et al. Processamento alternativo para eliminar porosidade em resina acrílica para bases de próteses totais. *Rev. Bras. Prótese Clín. Lab.*, v. 1, n. 4, p. 325-329, 1999.
- NISHII, M. Studies on the curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat-curing resins. *J. Osaka Dent. Univ.*, v. 2, n. 1, p. 23-40, 1968.
- NOWLIN, T. P.; TAUBERT, T.; BOESEL, B. J. Tensile strength and porosity in two new microwave process acrylics. *J. Dent. Res.*, v. 70, p. 476, Apr. 1991. (Abstract).
- OLIVEIRA, V. M. B. *Influência da posição e número de muflas no microondas sobre a liberação de monômero residual, dureza de superfície e porosidade da resina acrílica Acron MC*. Piracicaba. Dissertação

(mestrado), Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

PEYTON, F. A.; ANTHONY, D. H. Evaluation of denture processed by different techniques. *J. Prosthet. Dent.*, v. 13, n. 2, p. 269-282, 1963.

POLYZOIS, G. L. et al. Dimensional stability of dentures processed in boilable acrylic resins: A comparative study *J. Prosthet. Dent.* St. Louis, v. 57, n. 5, p. 639-647, May 1987.

REITZ, P.V.; SANDERS, J.L.; LEVIN, B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. *Quintessence Int.*, v. 6, n. 8, p. 547-551, Aug. 1985.

RODRIGUES GARCIA, R.C.M.R.; DEL BEL CURY, A. A. Reembasamento de bases de próteses: métodos convencional e por microondas. *Rev. Odontol Univ São Paulo*, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 295-302, out./ dez. 1996.

SALIM, S. et al. The dimensional accuracy of rectangular acrylic resin specimens cured by three denture base processing methods. *J. Prosthet. Dent.*, v. 67, n. 6, p. 879-881, 1992.

SPENCER, H.R.; GARIAEFF, P. The present status of vulcanite versus plastics a baseplate material. *Contact Pr.*, v. 27, n. 2, p. 63-67, 1949.

TANJI, M. et al. Porosidade e rugosidade de superfície em função de diferentes tipos

de resina acrílica. *Rev. Paul. Odontol.*, v. 23, n. 5, p. 25-28, 2001.

TRUONG, V. T.; THOMAZ, F. G. V. Comparison of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. *Aust. Dent. J.*, v. 33, n. 3, p. 201-204, 1988.

WOLFAARDT, J. F.; CLEATON-JONES, P.; FATTI, P. The occurrence of porosity in a heat-cured poly (methyl methacrylate) denture base resins. *J. Prosthet. Dent.*, v. 55, n. 3, p. 393-400, Mar. 1986.

Endereço para correspondência

Maurício Tanji
R : Dom Bosco, 23 Centro
Lins, SP
CEP: 16400-815
Tel.: (14) 522-3908
E-mail : mautanji@yahoo.com.br ou
mautanji@unimep.br