

# Resinas acrílicas para prótese total: efeito de ciclos de polimerização sobre a quantidade de monômero residual e porosidades

*Acrylic resin for complete denture: effect of polymerization cycles at residual monomer released and porosity evidence*

Estevão Tomomitsu Kimpara\*

Lucas Hian da Silva\*\*

Carolina Bacci Costa\*\*\*

Alexandre Luiz Souto Borges\*\*\*\*

Rubens Nisie Tango\*\*\*\*

Tarcisio José de Arruda Paes Junior\*\*\*\*

## Resumo

Este trabalho avaliou o desempenho de quatro ciclos de polimerização de resinas acrílicas ativadas termicamente utilizadas para a confecção de base para prótese total: ciclo I (65 °C por 30min; 50 °C por 23h30min e 100 °C por 1h); ciclo II (50 °C por 24h; 65 °C por 1h; 30min para elevar a 100 °C e 1h a 100 °C); ciclo III (72 °C por 9h); e ciclo IV (65 °C por 1h; 30min para elevar a 100 °C e 1h a 100 °C). O desempenho dos ciclos foi avaliado pela quantidade de monômero residual superficial e presença de porosidade. O teste estatístico baseou-se na análise de variância (Anova) e no teste de Tukey a 5% de significância. Em relação ao monômero residual superficial, os resultados apontaram diferenças estatisticamente significativas entre o ciclo III e os demais ciclos. A presença de porosidade não foi verificada nos ciclos I e II, foi em grau mínimo no ciclo III e em quantidade apreciável no ciclo IV. Concluiu-se que o ciclo curto determinou a presença marcante de porosidades e que, para os ciclos longos, a elevação da temperatura ao final do ciclo foi importante para a diminuição do monômero residual.

*Palavras-chave:* Prótese total. Resina acrílica. Monômero residual.

## Introdução

A resina acrílica ativada termicamente (RAAT) é o material mais comumente utilizado para a confecção da base para próteses totais. Quando processada adequadamente, apresenta boas propriedades físicas e biocompatibilidade, porém existem ainda algumas impropriedades que devem ser estudadas a fim de se obter um desempenho cada vez melhor do material.

A RAAT é um polímero de metacrilato de metila cujo iniciador da reação de polimerização é o peróxido de benzoíla. Para que o iniciador seja ativado é necessária a indução de calor. Quando se realiza o processo de polimerização das RAAT, deve-se obedecer ao que se conhece como “ciclo de polimerização”, que é um controle de tempo e temperatura para se obterem melhores propriedades deste material<sup>1</sup>.

Embora existam diversos “ciclos de polimerização” propostos na literatura, verifica-se que, quando não são respeitados, podem ocorrer algumas impropriedades<sup>2,3</sup>. Dentre os problemas encontrados com frequência como resultado do processamento da resina estão o excesso da quantidade de monômero residual, a presença de porosidade e a alteração dimensional.

\* Professor Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos (Unesp).

\*\* Estagiário da disciplina de Prótese Total da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos (Unesp).

\*\*\* Aluna do curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia – área de Radiologia – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos (Unesp).

\*\*\*\* Professores Assistentes doutores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos (Unesp).

A literatura relata ainda casos de irritação tecidual por reação alérgica ao metilmetacrilato, causada, geralmente, por predisposição do paciente, mas também resultante de sensibilidade tecidual a um alto nível de monômero residual em bases de dentaduras termoativadas<sup>4</sup>. Nesses casos, o tratamento consiste, basicamente, em remover as peças temporárias que foram colocadas em água morna e submetidas a uma pressão por 20min, com o intuito de diminuir a quantidade de monômero não polimerizado.

Kedjarune et al.<sup>5</sup> (1999) investigaram a citotoxicidade do monômero residual presente na saliva em 24 e 48h após o processamento do aparelho protético. O metacrilato de metila testado no mesmo grau e concentração do encontrado nas resinas do presente estudo mostrou toxicidade nas células da cultura. Portanto, os autores recomendam que os profissionais orientem os pacientes para que evitem as substâncias que permeiam no material após a inserção de novas próteses e, ainda, que não usem as novas próteses durante a noite, pois podem causar irritação na mucosa.

Outros estudos procuraram verificar a relação entre a alteração nas propriedades das resinas acrílicas e os ciclos de polimerização, com especial atenção aos ciclos curtos, nos quais invariavelmente se notou maior presença do monômero residual. Os autores estudaram ainda outros fatores que poderiam influenciar neste aspecto, tais como proporção pó/líquido e métodos de polimerização<sup>6-9</sup>

Paes-Junior et al.<sup>10</sup> (1999) estudaram a ocorrência de porosidade em corpos-de-prova de resina acrílica ativada termicamente variando a polimerização em banho de água quente convencional e utilizando a energia de microondas. Concluíram que os melhores resultados foram verificados nos ciclos de polimerização convencional em banho de água quente, com os espécimes prensados nas fases plástica e borrachóide, um período de descanso de 24h.

Em 1999, Kimpara et al.<sup>11</sup> propuseram um processamento alternativo com a finalidade de eliminar porosidade em resina termicamente ativada para bases de próteses totais. Verificaram que submeter grande volume do material a uma temperatura acima daquela na qual se desencadeia a polimerização num espaço de tempo curto favorece a ocorrência de porosidades. Por outro lado, os processos de longa duração experimentados no estudo levaram à eliminação de porosidades.

Em razão da hipótese de que a alteração do tempo e da temperatura durante a polimerização pode levar à eliminação de porosidades, surgiu o interesse de se realizar um trabalho para avaliar outras consequências no material quando esses fatores são alterados durante o processamento das resinas acrílicas. Com base nessas considerações, a proposta deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes ciclos de polimerização nas propriedades das RAAT pela verificação da quantidade do monômero residual superficial e da presença de porosidade.

## Materiais e método

Os corpos-de-prova utilizados neste trabalho foram obtidos empregando-se o protocolo para o processamento de bases para próteses totais descrito por Anusavice<sup>1</sup> (1996) como técnica de moldagem por compressão da resina acrílica. Para a obtenção dos corpos-de-prova foram, primeiramente, incluídos em oito muflas metálicas os seguintes padrões:

- três padrões em cera rosa nº 7, obtidos a partir de um molde de silicone, que, por sua vez, foi confeccionado copiando-se peças em resina acrílica com peso de aproximadamente 0,5 g. Os 24 corpos-de-prova em RAAT originados constituíram o grupo para a verificação do conteúdo de monômero residual superficial, sendo divididos em quatro grupos, com seis corpos-de-prova para cada;
- um padrão metálico em alumínio com formato tronco-cônico, tendo na base maior diâmetro de 30 mm +/- 1 mm; na base menor, de 20 mm +/-1 mm, e altura de 20 mm +/-1 mm, portanto, com um volume de 9,93 mL, aproximadamente. Os seis espécimes obtidos em RAAT com base nesses padrões serviram para a análise da presença de porosidade.

O material empregado nas análises foi uma RAAT incolor (Clássico®, Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP, Brasil), preparada obedecendo à proporção de três partes de pó para uma de líquido em volume, conforme indicação do fabricante, e prensada em fase plástica.

Os ciclos de polimerização que serviram como variáveis do experimento estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Ciclos de polimerização convencionais em banho de água aquecida utilizados no estudo

Ciclo I	As muflas foram colocadas em água a 65 °C por 30min; em seguida, a temperatura foi baixada para 50 °C, deixada por 23h30min em água a 50 °C e, finalmente, a água foi levada à fervura e mantida nesta temperatura por 1h.
Ciclo II	As muflas foram colocadas em água a 50 °C por 24h; em seguida, foi aplicado o ciclo com a água a 65 °C por 1h; depois, esperou-se 30min para atingir a fervura e a água foi mantida nesta temperatura por 1h.
Ciclo III	As muflas foram colocadas em água a 72 °C por 9h.
Ciclo IV	As muflas foram colocadas em água a 65 °C por 1h30min para atingir a fervura e mantidas nessa temperatura por 1h.

## Avaliação do monômero residual superficial

Os 24 corpos-de-prova foram imersos individualmente em álcool metílico PA – metanol, Vetec® (Vetec Química Fina Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil), sendo removidos após duas semanas de imersão. Em seguida, esse metanol foi submetido ao ensaio de detecção da quantidade de monômero residual pela técnica da cromatografia de gás de alta resolução e padronização externa em cromatógrafo de gás com detector de ionização de chama e processador cromatográfico (Chemstation®, Hewlett Packard Company, Ontario, Canadá). Os valores obtidos foram submetidos ao teste estatístico de análise de variância (Anova) com dois fatores – ciclos de polimerização e tempo de armazenagem – e teste de Tukey ao nível de 5% de significância para localização da diferença.

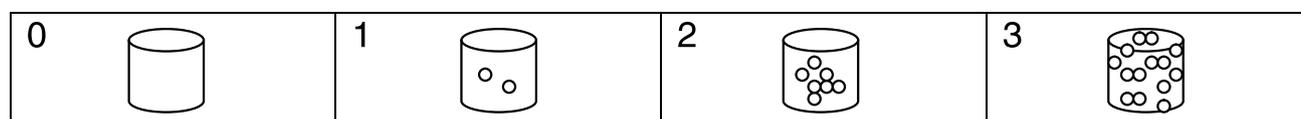


Figura 1 - Desenho esquemático dos critérios estabelecidos para avaliação de presença de porosidade nos corpos-de-prova

Após a avaliação obteve-se a média aritmética das notas atribuídas individualmente pelos examinadores, o que possibilitou detectar a presença de porosidades em alguns corpos-de-prova.

Os resultados relacionados à porosidade foram analisados por meio de estatística descritiva.

## Resultados

### Monômero residual superficial

Na avaliação por análise de variância (Anova) da quantidade de monômero residual superficial houve diferenças estatisticamente significativas entre os ciclos de polimerização propostos ( $p < 0,000$ ). A maior quantidade de monômero residual foi encontrada no ciclo III, localizado pelo teste de Tukey a 5% de significância (Tab. 1).

Tabela 1 - Médias e desvios-padrão para os ciclos estabelecidos e teste Tukey (5%) dos valores de monômero residual superficial ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) nos ciclos pesquisados

Ciclos	Média*	Desvio-padrão
I	0,1683 a	0,0098
II	0,1633 a	0,0051
III	1,4633 b	0,2096
IV	0,1683 a	0,0098

\* Letras minúsculas diferentes em coluna demonstram diferenças significativas entre os grupos.

## Avaliação da porosidade

Os corpos-de-prova, ao final de uma semana de armazenagem em água destilada, foram submetidos a um cuidadoso polimento a fim de serem avaliados quanto à presença de porosidades.

Os resultados foram obtidos por meio da avaliação visual por três observadores treinados, que fizeram um ranqueamento e atribuíram notas baseando-se nos seguintes critérios (Fig. 1):

- 0 - sem porosidade;
- 1 - mínima quantidade de porosidade;
- 2 - quantidade apreciável de porosidade;
- 3 - grande quantidade de porosidade.

## Porosidade

Compiladas as notas dadas pelos três observadores (ranqueamento) para a avaliação da presença de porosidade entre os ciclos, o seguinte resultado foi obtido: ausência de porosidade nos ciclos I e II; mínima quantidade no ciclo III; quantidade apreciável no ciclo IV (Tab. 2).

Tabela 2 - Média dos escores atribuídos pelos observadores quanto ao grau de porosidade observado

Amostra	Ciclos de polimerização*	Porosidade
1	I	0
2	I	0
3	II	0
4	II	0
5	III	1
6	III	0,33
7	IV	2
8	IV	1,33

\* ciclo I – 65 °C/30min, 50 °C/23,5h e 100 °C/1h; ciclo II: 50 °C/24h, 65 °C/1h, 100 °C/1h; ciclo III - 72 °C/9h; ciclo IV - 65 °C/1h, 100 °C/1h.

## Discussão

O melhor desempenho dos dois ciclos de longa duração (ciclos I e II) pode estar ligado a uma melhor difusão do monômero no polímero, uma vez que, segundo Anusavice<sup>1</sup> (1996), para ocorrer o início da polimerização haveria a necessidade da aplicação de uma temperatura de 60 °C, temperatura que no ciclo I foi utilizada no início (30min). O objetivo desta manobra foi polimerizar uma dada porção de monômero a fim de diminuir a sua quantidade, reduzindo-se, assim, o que ainda deveria ser polimerizado.

Entretanto, os resultados entre os dois ciclos (I e II), quando comparados, não mostraram diferença significativa, demonstrando a não-interferência da polimerização inicial no desempenho dos materiais quanto à quantidade de monômero residual superficial. Por outro lado, a presença de uma quantidade maior de monômero no ciclo lento (ciclo III) é comprovada por diversos trabalhos; inclusive, tem sido considerado que a fervura no final do ciclo é responsável pela diminuição apreciável da quantidade de monômero residual<sup>6,7,12,13</sup>.

Os resultados obtidos mostraram ser imperioso o cuidado com o ciclo de polimerização para que os níveis de monômero residual sejam reduzidos ao máximo já nesta etapa. Assim, mostram concordância com os trabalhos de Sadamori et al.<sup>14</sup> (1992), que encontraram teores de monômero residual variado entre 0,12 e 4,22%, embora Anusavice<sup>1</sup> (1996), no item relacionado à toxicidade, citasse que 17h de imersão em água eliminariam completamente o monômero superficial. Zissis et al.<sup>15</sup> (2008) encontraram presença de monômero residual quando realizados ciclos de polimerização por micro-ondas e após uma armazenagem dos espécimes em água por período de 38 meses. Porém, essa liberação de monômero foi considerada mínima e estatisticamente não diferente quando comparada à quantidade liberada logo após a polimerização.

A presença de porosidade nos corpos-de-prova utilizados no presente estudo foi comparável à encontrada por Kimpara et al.<sup>11</sup> (1999). Somente a intensidade foi um pouco menor, provavelmente pelo fato de os espécimes também serem reduzidos (volume de 10 +/- 1 cm<sup>3</sup>). Compagnoni et al.<sup>16</sup> (2004) observaram também mínima presença de porosidade quando aplicado um ciclo próximo ao ciclo III deste estudo e, ainda, compararam aos ciclos em micro-ondas, nos quais não houve diferença estatística significativa.

Ao considerar os resultados obtidos, levando em conta a forma e o volume dos corpos-de-prova deste trabalho, e baseado na literatura pertinente, é necessário salientar que, nos casos em que a espessura do material empregado for discreta, o ciclo longo pesquisado não encontra indicação. Contudo, em razão da quantidade de monômero residual, é reco-

mendável levar a água à ebulição ao final do ciclo, ficando a indicação do ciclo longo para casos em que se utiliza uma grande quantidade de material, com volumes demasiados, a partir de 18 cm<sup>3</sup>.

Ao considerar a revisão de literatura, percebe-se uma preocupação, anteriormente descrita por Harman<sup>2</sup> (1949) e, recentemente, por Paes-Junior et al.<sup>13</sup> (2006), em encontrar um ciclo que permita um maior grau de polimerização, o que mostra a importância do controle do tempo e da temperatura para se obter um melhor desempenho das resinas acrílicas.

Com este estudo, pode-se supor que os ciclos I e II estudados mostraram bons resultados quanto à quantidade de monômero não reagido e à ausência de porosidade, o que credencia o uso destes como uma alternativa para se obterem melhores resultados no que se refere à presença do monômero residual e porosidade. No entanto, entende-se que são ciclos muito longos e que, talvez, o tempo despendido não tenha de ser o que foi gasto, podendo haver uma redução em razão da quantidade do material a ser polimerizado.

## Conclusão

Pela metodologia empregada, foi possível concluir que o ciclo curto determinou a presença marcante de porosidades, ao passo que nos ciclos longos a elevação da temperatura em sua fase final foi importante para a diminuição do monômero residual em corpos-de-prova de resina termicamente ativada.

## Abstract

*The objective of the present work was to study the behavior of four water bath curing cycles of heat activated acrylic resin: cycle I – 65 °C for 30min; 50 °C for 23h and 30min; and 100 °C for 1h; cycle II – 50 °C for 24h and 65 °C for 1h; 30min to elevate at 100 °C and 1h to 100 °C; cycle III – 72 °C for 9h and cycle IV – 65 °C for 1h; 30min to elevate at 100 °C and 1h at 100 °C. The performance of both cycles was evaluated by the quantity of residual superficial monomer and the presence of porosity. The statistical test was based in ANOVA and Tukey test (5%). The results pointed out that the residual monomer presented statistical significant differences in the factor curing cycle. Porosity was verified in minimum degree in the cycle III, in appreciable amount in the cycle IV and neither to cycle I and cycle II. It has been concluded that the short cycle determined the presence of porosity and, for the long cycles, temperature elevation, in the end of the cycle, was important to the reduction of the residual monomer.*

*Key words: Complete denture. Acrylic resin. Residual monomer.*

## Referências

1. Anusavice KL. Phillips materiais dentários. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1996.
2. Harman IM. Effects of time and temperature on polymerization of a methacrylate resins denture base. JADA 1949; 38:188-203.
3. Araújo PA, Abreu D, Chiodi Netto J, Nagem Filho H. Materiais Dentários I (Materiais não metálicos). Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1973. 191p.
4. Giunta JL, Grauer I, Zablotsky N. Allergic contact stomatitis caused by acrylic resin. J Prosthet Dent 1979; 42(2): 188-90.
5. Kedjarune U, Charoenworakul N, Koontongkaew S. Release of methyl methacrylate from heat-cured and autopolymerized resins: cytotoxicity testing related to residual monomer. Aust Dent J 1999; 44(1):25-30.
6. Huggett R, Brooks SC, Bates SF. The effect of different curing cycles on levels of residual monomer in acrylic resin denture base materials. Quint Dent Technol 1984; 8(6): 965-71.
7. Jerolimov V, Huggett R, Brooks SC, Bates BDS. The effect of variations in the polymer/monomer mixing ratios on residual monomer levels and flexural properties of denture base materials. Quint Dent Technol 1985; 9(7):431-4.
8. Harrison A, Huggett R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. J Dent 1992; 20(6):370-4.
9. Lee SY, Lai YL, Hsu TS. Influence of polymerization conditions on monomer elution and microhardness of autopolymerized polymethyl methacrylate resin. Eur J Oral Sci 2002; 110:179-83.
10. Paes-Junior TJA, Marchini L, Kimpara ET. Estudo *in vitro* da porosidade da resina acrílica ativada termicamente através de ciclo longo x energia de microondas. Pós-Grad Rev Fac Odontol S J Campos 1999; 2(2):36-42.
11. Kimpara ET, Paes-Junior TJA, Seraidarian PI, Uemura ES. Processamento alternativo para eliminar porosidades em resina acrílica para bases de próteses totais. Rev Bras Prot Clin 1999; 1(4):325-9.
12. Vallittu PK, Ryuter IE, Buykuilmaz S. Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of denture base polymers. Eur J Oral Sci 1998; 106(1): 588-93.
13. Paes-Junior TJA, Kiausinis V, Kimpara ET, Luchini LC. Estudo das resinas acrílicas para bases de próteses totais com relação à resistência flexural e à quantidade de monômero residual superficial. RPG – Rev Pós-Grad Fac Odontol Univ São Paulo 2006; 13(3):229-35.
14. Sadamori S, Kotani H, Hamada T. The usage of dentures and their residual monomer contents. J Prosthet Dent 1992; 68(2):374-6.
15. Zissis A, Yannikakis S, Polyzois G, Harrison A. A long term study on residual monomer release from denture materials. Eur J Prosthodont Restor Dent 2008; 16(2):81-4.
16. Compagnoni MA, Barbosa DB, de Souza RF, Pero AC. The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resin. J Prosthet Dent 2004; 91(3):281-5.

### Endereço para correspondência

Lucas Hian da Silva  
Av. Paul Harris, 50, Jardim das Colinas  
12242-170 São José dos Campos - SP  
Fone: (12) 3021-2917  
E-mail: cdhian@gmail.com

Recebido: 02/10/2008 Aceito: 18/11/2008