

Efeito de técnicas de polimento na porosidade e na dureza de resinas acrílicas submetidas a termociclagem

**Marcelo Coelho GOIATO^a, Juliana Carvalho NAVES^b,
Roberta Naliati BRESSAN^b, Daniela Micheline dos SANTOS^b,
Renato Salviato FAJARDO^a, Aline Úrsula Rocha FERNANDES^c**

^a*Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia, UNESP, 16015-050 Araçatuba - SP*

^b*Alunas de Graduação do Curso de Odontologia e Estagiárias, Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia, UNESP, 16015-050 Araçatuba - SP*

^c*Pós-graduanda em Prótese Dentária, nível doutorado, Faculdade de Odontologia, UNESP, 16015-050 Araçatuba - SP*

Goiato MC, Naves JC, Bressan RN, Santos DM, Fajardo RS, Fernandes AUR. Effect of polishing methods on the porosity and hardness of thermocycled acrylic resins. Rev Odontol UNESP. 2006; 35(1): 47-52.

Resumo: A proposta deste estudo foi analisar o efeito do polimento químico e/ou mecânico, antes e após termociclagem, sobre a porosidade e dureza de duas resinas acrílicas para base de dentadura. Para isso, foram obtidos 40 corpos-de-prova de dois diferentes tipos de resina, Onda Cryl e Vipi Cril. Após a obtenção dos corpos-de-prova, estes foram submetidos a dois diferentes métodos de polimento, químico e mecânico. A microdureza superficial foi mensurada em um microdurômetro (HMV-2000-SHIMADZU), e cada corpo-de-prova foi submetido a cinco penetrações. Após a primeira leitura de microdureza superficial, os corpos-de-prova foram submersos em água a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e armazenados em estufa por um período de três meses. Após esse período, foi realizado o processo de termociclagem. Uma segunda leitura de microdureza superficial foi realizada. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey com nível de significância de 5%. A porosidade foi verificada por meio da imersão dos corpos-de-prova em tinta Nankin por 8 horas, sendo os poros posteriormente contados em área determinada. Foi observado que, após a termociclagem, a microdureza superficial de todos os corpos-de-prova submetidos ao polimento químico aumentou; entretanto, ocorreu redução dos valores de microdureza superficial nos polidos mecanicamente. Quanto à porosidade, os corpos-de-prova apresentaram valores similares independentemente do método de polimento utilizado.

Palavras-chave: Resina acrílica; dureza; porosidade; polimento químico.

Abstract: The purpose of this study was to analyze the effect of chemical and mechanical polishing before and after thermocycling on the porosity and hardness of two acrylic resins for the denture basis. Samples constructed with two different acrylic resin brands (Onda Cryl and Vipi Cril) were submitted to a chemical or mechanical polishing. A digital microhardness tester (Shimadzu HMV-2000) was used for hardness measurements. After the baseline penetration, the samples were stored in water at $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ for three months. After that, the samples were thermocycled and submitted to a second hardness reading. The results were submitted to analysis of variance and to Turkey's test at a p-value of 0.05. The porosity was analyzed by immersing the samples in nankin for 8 hours and counting the pores in a determined area. It was observed that, after thermocycling, the superficial microhardness of specimens submitted to chemical polishment increased. However, a reduction in superficial microhardness occurred in specimens mechanically polished. The porosity of the specimens revealed similar values regardless the polishing method.

Keywords: Acrylic resins; hardness; porosity; chemical polishing.

Introdução

Atualmente, a maioria das próteses totais é confeccionada por resina acrílica que, de acordo com Woelfel¹, surgiu em 1936 com o propósito de proporcionar próteses totais com aparência natural, diminuindo sua artificialidade.

Tradicionalmente as resinas acrílicas têm sido prensadas em muflas metálicas quando atingem a fase plástica, sendo então imersas em banho de água aquecida, para permitir a polimerização do monômero. Entre vários problemas que podem ocorrer como resultado desse processo, estão a porosidade interna e de superfície, decorrentes principalmente da volatilização do monômero.

Segundo Goiato et al.², a ocorrência de porosidades em próteses compromete o tempo de uso e a resistência, inviabiliza o uso da prótese pelo trauma causado por contato, irrita a mucosa devido ao acúmulo de microrganismos e matéria orgânica os quais dificultam a higienização.

Na tentativa de minimizar esses problemas, vários métodos de processamento têm sido desenvolvidos, tais como: polimerização química à temperatura ambiente, polimerização ativada por luz visível, polimerização em forno de ar seco e, mais recentemente, polimerização ativada por energia de microondas³.

A importância do polimento das resinas acrílicas reside no fato de permitir a obtenção de uma superfície lisa, que evitaria o acúmulo de placa bacteriana, eliminando assim a ocorrência de mucosite causada por subprodutos bacterianos liberados pela placa⁴, bem como a aderência de tártaro sobre este material. O polimento convencional das resinas acrílicas é realizado em etapas, em um torno de bancada, e qualquer negligência em uma dessas fases invalidaria as etapas de polimento subsequentes^{4,5}.

Em uma tentativa de eliminar os passos do polimento mecânico, e ao mesmo tempo manter uma adequada lisura superficial das próteses confeccionadas por resina acrílica, Gotusso⁶, em 1969, publicou um artigo descrevendo os passos da técnica de polimento químico desenvolvida por Bronstein. Segundo a descrição, o polimento era realizado quando da imersão, durante 1 minuto, da resina polimerizada em monômero aquecido à temperatura de ebulição. De acordo com o autor, essa técnica permitia a obtenção de superfícies internas e externas polidas, enquanto o polimento convencional só polia a superfície externa.

Com o passar dos anos, vários estudos foram realizados utilizando-se a técnica do polimento químico sendo verificado por alguns autores que ela alterava algumas propriedades físicas das resinas, entre elas, a dureza⁷.

Mais recentemente, essa técnica de polimento voltou a despertar novo interesse dos profissionais, quando foi lançada no mercado uma polidora específica para polimento químico das resinas acrílicas, com o objetivo de facilitar ainda mais essa técnica.

Assim, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito do polimento químico e/ou mecânico com e sem termociclagem sobre a porosidade e a dureza de duas resinas acrílicas para base de dentadura.

Material e método

Os corpos-de-prova deste estudo foram confeccionados com resinas acrílicas ativadas termicamente: Onda Cryl (Artigos Odontológicos Clássico Ltda) e Vipi Cril (Dental VIPI Ltda). Para a realização da técnica do polimento químico, foi empregado o fluido Poli-Quim (Clássico) que, segundo o fabricante, é composto de monômero metacrilato de metila.

Inicialmente foram confeccionadas 40 matrizes em forma de disco (30 mm de diâmetro e 2 mm de espessura) utilizando resina acrílica autopolimerizável e uma prensa semi-automática para embutimento metalográfico PRE-30 S (Arotec, Cotia, SP, Brasil).

Após a obtenção das matrizes, estas foram revestidas com silicone extraduro Zetalabor (Zermack, Itália) e posteriormente incluídas em muflas metálicas e em muflas especiais para microondas. Após a presa final dos materiais de inclusão, as muflas foram abertas, e as matrizes removidas com o auxílio de uma espátula Lecron. Foram examinadas as condições do molde de silicone quanto à qualidade da inclusão.

Todas as superfícies de gesso nas muflas foram isoladas com isolante Cel-Lac (SS White). Na prensagem da resina, utilizou-se para as muflas metálicas a resina acrílica Vipi Cril (Dental Vipi Ltda.) e para as de microondas Onda Cryl (Artigos Odontológicos Clássico Ltda). As resinas acrílicas foram manipuladas seguindo as instruções dos fabricantes e, ao atingir a fase plástica, a massa de resina foi homogeneizada e inserida no moldes. As muflas foram fechadas e comprimidas vagarosamente em prensa hidráulica (Midas Dental Products Ltda., Araraquara, SP, Brasil) com força de 1.000 Kgf, permanecendo em repouso por 30 minutos.

Após esse período, as muflas metálicas foram transferidas para prensas manuais de rosca e imersas em banho de água quente, por 90 minutos, para a completa polimerização da resina Vipi Cril, de acordo com as instruções do fabricante.

Nas muflas próprias para microondas, a prensagem foi reforçada por meio de parafusos de policarbonato e, após permanecerem em repouso durante 30 minutos, todo o conjunto foi colocado em forno microondas com potência de 900 W, por 3 minutos, para a polimerização da resina Onda Cryl.

Após o resfriamento natural das muflas, estas foram abertas e os corpos-de-prova removidos e submetidos ao acabamento com brocas abrasivas (Vicking, São Paulo, Brasil) “*maxi cut*” para remoção dos excessos. Posteriormente foi

realizado o polimento inicial, utilizando-se uma seqüência de quatro lixas d'água (n°s 220, 320, 600, 1200) em uma politriz APL-4 (Arotec, SP, Brasil), sendo um minuto para cada lixa.

Após a obtenção de uma superfície lisa e plana, os corpos-de-prova foram submetidos ao polimento final, e, dos 20 corpos-de-prova de cada resina acrílica, Onda Cryl e Vipi Cril, metade foi submetida ao polimento químico e a outra metade ao polimento mecânico.

Para a realização da técnica do polimento químico, utilizou-se a polidora química PQ9000 (Termotron do Brasil) e o fluído para polimento químico Poli-Quim (Clássico). No momento em que o líquido atingiu a temperatura ideal (80°C), cada corpo-de-prova foi imerso individualmente, permanecendo no recipiente durante dez segundos. Após este período, o corpo-de-prova foi removido e lavado em água corrente para a eliminação do excesso de monômero.

O polimento mecânico foi realizado em um torno para polimento (Nevoni, São Paulo, Brasil) com pedra-pomes (Labordent, São Paulo, Brasil) utilizando, inicialmente, uma escova branca e, depois, uma escova preta e, finalmente, uma ponta de feltro, em um tempo de um minuto para cada etapa. O passo final do polimento foi realizado com roda de flanela e branco-de-espanha (Labordent, São Paulo, Brasil), também por um minuto em cada etapa.

Após o polimento final de todos os corpos-de-prova, estes foram submetidos ao teste de microdureza superficial em um microdurômetro (HMV-2000-SHIMADZU) calibrado com carga de 50 g por 10 segundos. Cada corpo-de-prova foi submetido a cinco penetrações. Os valores obtidos foram em números de dureza Knoop (KNH). Após o primeiro teste de microdureza superficial, os corpos-de-prova foram submer-

sos em água a 37°C ± 2°C e armazenados em estufa por um período de três meses, sendo, após este período, realizada a termociclagem com 3000 ciclos, alternando-se banhos de um minuto em água destilada a 5°C (± 1°C) e banhos de um minuto em água destilada a 55°C (± 1°C) para todos os corpos-de-prova. Após a termociclagem, foi realizado um segundo teste de microdureza superficial das amostras.

O teste de porosidade foi realizado após o término do teste de microdureza. A porosidade foi avaliada pela contagem dos poros, utilizando-se uma fita adesiva (3M) colada nos corpos-de-prova. Esses corpos-de-prova foram imersos em tinta Nankin (Acirlex) por 8 horas, lavados em água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar e papel absorvente^{8,9}. Para o teste de porosidade, seguiu-se o escore estabelecido por Goiato et al.¹⁰ (2004), pelo qual analisou-se a quantidade de poros pigmentados pela tinta Nankin existentes no círculo individualizado, de acordo com o esquema abaixo.

- 0 poros: sem porosidade;
- 1-20 poros: pouca porosidade;
- 20-50 poros: média porosidade; e
- Acima de 50 poros: muita porosidade

Os poros foram quantificados por meio de uma lupa estereoscópica com aumento de 33 vezes (Carl Zeiss—Alemanha).

Resultado

Os resultados obtidos para a microdureza superficial dos corpos-de-prova submetidos ao polimento químico ou ao mecânico, antes e após a termociclagem, estão expressos na Tabela 1.

Na Tabela 2, estão demonstrados os escores da porosidade quantificada em cada corpo-de-prova das resinas

Tabela 1. Média e desvio-padrão da microdureza superficial dos corpos-de-prova submetidos ao polimento químico e mecânico, antes (inicial) e após a termociclagem

Resinas	Polimento químico	Polimento mecânico
Onda Cryl (inicial)	10,36 ± 1,582 A,a	17,94 ± 1,029 A,b
Onda Cryl (termociclagem)	14,10 ± 1,047 C,a	16,38 ± 0,426 B,b
Vipi Cril (inicial)	12,32 ± 1,649 B,a	18,40 ± 0,794 A,b
Vipi Cril (termociclagem)	14,42 ± 0,982 C,a	16,80 ± 0,377 B,b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si (p < 0,05) pelo Teste de Tukey

Tabela 2. Número de corpos-de-prova para cada escore em função dos métodos de polimento após a termociclagem

Grupos	Muita porosidade	Média porosidade	Pouca porosidade	Sem porosidade
Onda Cryl (mecânico)	0	0	10	0
Onda Cryl (químico)	0	2	8	0
Vipi Cril (mecânico)	0	3	7	0
Vipi Cril (químico)	0	0	10	0

acrílicas (Onda Cryl/Vipi Cril) em função do polimento e da termociclagem.

Discussão

Os valores iniciais da microdureza superficial dos corpos-de-prova das resinas Vipi Cril e Onda Cryl que foram submetidos ao polimento químico apresentaram-se estatisticamente menores quando comparados aos valores finais, após a termociclagem. Isso pode ter ocorrido devido à deposição de monômero na superfície dos corpos-de-prova quando estes foram submetidos ao polimento químico. Associado a isso pode-se pensar também que talvez o polimento químico tenha amolecido a camada mais superficial dos corpos-de-prova, tornando-os menos rígidos¹¹. O armazenamento dos corpos-de-prova em estufa durante 3 meses associado ao processo de termociclagem perfazendo 3.000 ciclos fizeram com que essa superfície se tornasse mais rígida, o que pode ser atribuído a uma liberação dessa camada de monômero para o meio ou até mesmo a uma repolimerização da camada amolecida.

Na técnica de polimento mecânico, as resinas, segundo os dois métodos de polimerização, apresentaram valores estatisticamente maiores quando comparadas àquelas que sofreram termociclagem. Nesse caso, pode ter ocorrido, após armazenagem em estufa e termociclagem, um envelhecimento da camada mais superficial dos polímeros com sorção de líquidos, fazendo com que as cadeias poliméricas ficassem mais susceptíveis à plastificação, diminuindo a microdureza superficial. Os resultados encontrados neste caso estão de acordo com os estudos de Mesquita¹¹ (1995) que afirma ser máximo o grau de polimerização das resinas no período imediato conferindo um grau de microdureza maior, no entanto, quando são expostas a um meio aquoso uma reação de hidrólise começa a ocorrer chegando a atingir uma taxa suficiente para provocar uma diminuição nas propriedades físicas das resinas acrílicas e, conseqüentemente, na microdureza superficial.

Os valores de microdureza superficial dos corpos-de-prova submetidos ao polimento químico apresentaram-se estatisticamente menores, quando comparados aos valores dos corpos-de-prova submetidos ao polimento mecânico devido ao fato de o polimento químico deixar sobre as superfícies dos corpos-de-prova uma camada de monômero, que não reage com o polímero, tornando essas superfícies plásticas. Isso vêm ao encontro da afirmação de Samuel, Selistre¹², que relaciona a redução dos valores de microdureza à técnica do polimento químico já que essa técnica consiste em imergir a peça em monômero aquecido.

Gotusso⁶, afirmou que o polimento químico pode ser realizado sem prejuízo algum às propriedades da resina acrílica, entretanto, essa afirmação contrapõem-se aos resultados encontrados no presente estudo, no qual verificou-se redução

dos valores de microdureza superficial dos corpos-de-prova após a realização do polimento químico.

Segundo Schwalm et al.¹³, com dentes de acrílico de diferentes marcas comerciais submetidos ao polimento químico durante 10 à 60 segundos os corpos-de-prova confeccionados mostraram uma redução significativa da microdureza Knoop quando comparados aos corpos-de-prova do grupo controle, que receberam um polimento mecânico. Isso vem ao encontro deste estudo, que demonstrou menores valores de microdureza superficial dos corpos-de-prova submetidos à técnica de polimento químico.

Quanto à porosidade, observou-se que todos os corpos-de-prova apresentaram valores similares, independentes do método de polimerização ou do tipo de polimento empregados, concordando com os estudos realizados por Reitz et al.¹⁴, Sanders et al.¹⁵, Sholsberg et al.¹⁶ e Borges¹⁷, os quais afirmaram que o tipo de polimerização empregado (convencional ou microondas) não tem influência estatisticamente significativa nos valores de porosidade encontrados.

Observou-se ainda que os corpos-de-prova polidos mecânica ou quimicamente se enquadraram em escores semelhantes de porosidade, sendo este achado provavelmente justificado pelo fato de o teste de porosidade ter sido realizado somente após a termociclagem, o que pode ter removido a camada mais superficial dos corpos-de-prova polidos quimicamente, homogeneizando todos os grupos. Caso contrário, essa camada de monômero depositada na superfície do corpo-de-prova já que não atinge um grau de polimerização completa, deixando pequenos espaços teria levado conseqüentemente, ao aumento da quantidade de poros presentes na superfície da resina acrílica.

De uma forma geral, todos os corpos-de-prova, independentemente do método de polimerização e polimento, encontram-se classificados no escore de pouca porosidade. Entretanto, alguns autores relatam que, no sistema de aquecimento por energia de microondas, pode ocorrer aumento excessivo da temperatura exotérmica durante o processamento, o que acarretaria uma maior evaporação do monômero^{18,19}, resultando na formação de maior quantidade de poros²⁰. De acordo com Craig²¹, para a polimerização completa do polimetilmetacrilato é necessária uma alta pressão de vapor. Considera ainda que processamentos que elevam a temperatura acima de 108,3°C causam maior evaporação do monômero. Segundo De Clerck²², a temperatura de polimerização deverá ser rigorosamente controlada no aquecimento por energia de microondas, quando alguns watts a mais de potência podem alterar negativamente as propriedades físicas das resinas acrílicas.

Trabalhos realizados por Troung, Thomaz²³ e Taubert²⁴, avaliando as resinas acrílicas polimerizadas em ciclo rápido e por energia de microondas em diferentes tempos e potências, mostraram quantidade razoável de porosidade em todas as amostras, fato atribuído ao excessivo calor da reação exotér-

mica. Segundo esses autores, a porosidade pode ser reduzida se houver controle da potência no início da reação, o que foi observado criteriosamente no presente estudo, respeitando perfeitamente as instruções do fabricante. Como resultado, pouca porosidade foi encontrada nos corpos-de-prova.

Conclusão

Diante das limitações do presente estudo, pôde-se concluir que:

1. pela técnica de polimento químico, a microdureza superficial nos dois métodos de polimerização aumentou após a termociclagem;
2. pela técnica de polimento mecânico, a microdureza superficial nos dois métodos de polimerização reduziu após a termociclagem;
3. o polimento químico promoveu uma menor microdureza superficial quando comparado ao polimento mecânico;
4. a porosidade foi semelhante para os métodos de polimerização e de polimento estudados.

Referências

1. Woelfel JB. Processing complete dentures. *Dent Clin North Am.* 1977; 21: 329-38.
2. Goiato MC, Rahal JS, Gennari Filho H, Fajardo RS, Gonçalves WA. Avaliação da alteração dimensional e porosidades em resinas acrílicas entre métodos de polimerização convencional e por microondas. *Rev. Fac. Odontol Porto Alegre.* 2000; 42 (2):37-40.
3. Fajardo RS, Gennari Filho H, Goiato MC, Gonçalves WA, Marfinati SMAP. Estudo comparativo da resistência de adesão entre dente artificial e resina acrílica convencional, especial e para microondas com diferentes períodos de polimerização. *RPG: Rev Pós Grad.* 2004 ; 11:145-51.
4. Skinner E.W. Abrasão e polimento: dentifrícios. In: Phillips RW, editors. *Materiais dentários de Skinner.* 8ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana; 1984. p. 423-36.
5. Ulosoy M, Ulosoy N, Aydin AK. An evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 1986; 56: 107-12.
6. Gotusso MJ. Sorption of heat-cured acrylic resins chemically polished. *J Dent Res.* 1969; 48: 1072-8
7. Araújo PA, Abreu D, Magalhães AGO. Propriedades das resinas acrílicas para bases de dentaduras, submetidas ao polimento químico. *Estomatol Cult.* 1972; 6:40-4.
8. Nowlin TP, Taubert T, Boesel BJ. Tensile strenght and porosity in two new microwave process acrylics [abstract]. *J Dent Res.* 1991; 70: 476.
9. Tanji M. Estudo comparativo entre tipos de resina acrílica sobre as variáveis resistência ao impacto, dureza de superfície, rugosidade e porosidade [Dissertação de Mestrado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2003.
10. Goiato MC, Farias CG, Santos DM, Fernandes AUR, Dekon SFC. Avaliação da alteração dimensional e porosidade em próteses oculares polimerizadas por energia de microondas. *Cienc Odontol Bras.* 2004; 7(3): 22-9.
11. Mesquita MF. Efeito do polimento químico sobre a dureza, rugosidade superficial e resistência ao impacto das resinas acrílicas ativadas química e termicamente em vários períodos de armazenagem [Tese de Doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 1995.
12. Samuel SMW, Selistre CR. Avaliação da influência do polimento químico na sorção, solubilidade e microdureza de uma resina acrílica de termopolimerização. *Rev Fac Odontol Porto Alegre.* 2000; 41(1): 8-13.
13. Schwalm AN, Bastiani LC, Samuel SMW. Influência do polimento químico na dureza de dentes de acrílico. In: 11º Salão de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1999, Porto Alegre (RS). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Pró-Reitoria de Pesquisa; 1999. p.300.
14. Reitz PV, Sanders JI, Levin B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. *Physical properties.* *Quintessence Int.* 1985; 6: 547-51.
15. Sanders JL, Levin B, Retiz PV. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. *Quintessence Int.* 1987; 18: 453-6.
16. Sholsberg SR, Goodacre CJ, Munoz CA, Moore BK, Schnell RJ. Microwave energy polymerization of poly (methyl methacrylate) denture base resin. *Int J Prosthodont.* 1989; 2: 453-8.
17. Borges LH. nfluência de ciclos de polimerização sobre o polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial da resina acrílica QC-20 [Dissertação de Mestrado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 1998.
18. Faraj SAA, Ellis B. The effect of processing temperatures on the exotherm, porosity and properties of acrylic denture base. *Br Dent J.*1979; 147: 209-12.
19. Del Bel Cury AA, Rodriguez Júnior AL, Panzeri H. Resinas acrílicas dentais polimerizadas por energia de microondas, método convencional de banho de água e quimicamente ativada: propriedades físicas. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1994; 8: 243-9.
20. Sabt EM, Ramadan FA, Mohamed EA. The effect of curing eyeles and mold materials on porosity of acrylic resin. *Egypt Dent J.* 1975; 21(1): 75-88.
21. Craig RG. Prosthetic applications of polymers. In: Craig RG. *Restorative dental materials.* 11th ed. Saint Louis: C. V. Mosby; 1993. p.509-59.
22. De Clerck JP. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 1987; 57: 650-8.

23. Troung VT, Thomasz FG. Comparison of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. *Aust Dent J* 1988; 33: 201-4.
24. Taubert TR, Nowlin TP. Controlling porosity in microwave processed acrylic. *Trends Tech Contemp Dent Lab*. 1992; 9: 45-8.