

Influência de ciclos de polimerização sobre a rugosidade e porosidade de resinas acrílicas

MAURÍCIO TANJI*; SAIDE SARCKIS DOMITTI**; RAFAEL LEONARDO XEDIEK CONSANI***; SIMONIDES CONSANI****; MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETTI****

RESUMO

O trabalho avaliou a influência de ciclos de polimerização sobre rugosidade e porosidade de superfície das resinas acrílicas Clássico e Onda-Cryl. Os padrões em cera, medindo 65x10x3 mm, foram incluídos em muflas metálicas e de fibra de vidro. A proporção pó/líquido, manipulação e prensagem das resinas acrílicas foram realizadas de acordo com as instruções dos fabricantes. Após polimerização nos ciclos água aquecida a 74°C por 9 horas, água em ebulição por 20 minutos e energia por microondas, 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 submetidos à análise de porosidade em lupa estereoscópica Carl Zeiss e ao teste de rugosidade de superfície no aparelho Surfcoorder SE 1700. Os resultados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5%) mostraram que a maior rugosidade de superfície foi verificada na resina Clássico quando comparada com a Onda-Cryl, ambas polimerizadas no microondas, com valores com diferença estatística significativa. Os demais ciclos não mostraram diferença estatística significativa entre as resinas. Não houve diferença estatística significativa entre as resinas quando polimerizadas pelos ciclos convencional, rápido e por microondas.

UNITERMOS

Resina composta, rugosidade, porosidade, polimerização ciclos.

TANJI, M. et al. Influence of the remounting procedure on vertical dimension stability of complete dentures. *Pós-Grad Rev Fac Odontol São José dos Campos*, v.4, n.2, p., maio/ago. 2001.

ABSTRACT

This paper studied the roughness and porosity levels in relation to Classico, and Onda-Cryl thermo-cured acrylic resins. The wax patterns were embedded in both metallic and glass-fibers flasks. The power-liquid proportion, manipulation, and acrylic resin pressing were made according to manufacturers' instructions. After curing in water bath at 74° C during 9 hours, boiling water during 20 minutes, and microwave energy the specimens were removed from flasks after cooling at room temperature and submitted to polishing by conventional procedure. After they were submitted to roughness with a Surfcoorder SE 1700 profilometer and porosity analysis with a stereoscopic microscopy. The data submitted to ANOVA and Tukey's test showed that the bigger roughness was verified in the Classico acrylic resin when compared to Onda-Cryl, both polymerized by microwave energy, with significant statistical difference. The other cycles did not show significant statistical difference between acrylic resins when polymerized by conventional, rapid and microwave energy cycles.

UNITERMS

Acrylic resin, roughness, porosity, curing cycles.

* Aluno de Pós-graduação em Clínica Odontológica, Área Prótese – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP – Caixa Postal 52 – 13414-900 – Piracicaba, SP e Professor da Área Prótese Dental, Oclusão e Clínica Integrada II da Faculdade de Odontologia de Lins – UNIMEP.

**Departamento de Área Prótese Total – Faculdade de Odontologia de Piracicaba -UNICAMP – Caixa Postal 52 – 13414-900 – Piracicaba, SP.

***Aluno de Pós-graduação em Clínica Odontológica, Área Prótese – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP – Caixa Postal 52 – 13414-900 – Piracicaba, SP

****Departamento Materiais Dentários – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP – Caixa Postal 52 – 13414-900 - Piracicaba, SP

INTRODUÇÃO

Vários métodos de processamento têm sido introduzidos na prática odontológica, com a finalidade de produzir próteses total e removível com melhores propriedades mecânicas, resistentes e polidas para proporcionar maior conforto e atendimento aos requisitos de retenção, estabilidade e estética aos pacientes²¹.

Embora apresente propriedades significantes, como satisfatória estabilidade dimensional 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 cor¹⁰, foi descartada a hipótese da resina acrílica ser um material considerado ideal²³.

Desde a introdução das resinas acrílicas, os pesquisadores estão buscando melhores e mais seguras variações nos procedimentos técnicos^{19,20}, na tentativa de melhorar as características mecânicas quando polimerizadas por banho convencional²⁶, energia de microondas¹⁸, calor seco⁹, luz visível e água fervente²¹.

Agentes polimerizantes químico e térmico introduzidos na composição do material permitiram que o processo de cura rápida fosse possível⁶, onde a polimerização mais rápida não aumentava a porosidade e distorção das bases de prótese total^{1, 8}. O uso da resina acrílica polimerizada por energia de microondas também possibilitou a cura em apenas 3 minutos, utilizando o fenômeno da vibração das moléculas do monômero para gerar calor⁷, produzindo bases de prótese total semelhantes às do método tradicional²².

Entretanto, a literatura mostra que os ciclos de longa duração não promoviam porosidade em função do volume de resina acrílica¹⁴. Por outro lado, a rugosidade sofria influência do ciclo de polimerização e a porosidade parecia ser dependente dos tipos de resina acrílica²⁵, enquanto a resina acrílica QC-20 mostrava porosidade independente dos métodos de polimerização e o melhor polimento era observado na técnica recomendada pelo fabricante⁵.

Com base nessas considerações, o objetivo desse estudo foi verificar a influência de ciclos de polimerização (convencional, rápido e por micro-

ondas) sobre a rugosidade e porosidade de resinas acrílicas acabadas e polidas pelo método convencional, visto que esses fatores são importantes para a estética da base da prótese total.

MATERIAIS E MÉTODO

Os materiais utilizados na confecção dos corpos-de-prova foram as resinas acrílicas termopolimerizáveis Clássico e Onda-Cryl, ambas produzidas por Artigos Odontológicos Clássico Ltda.

Foram utilizadas três matrizes retangulares de alumínio, medindo 65x10mm na superfície superior, 64x9mm na superfície inferior e espessura de 3mm^{24,17}, as quais foram moldadas com silicoina por condensação (Zetalabor) e os moldes contendo as matrizes incluídos em muflas metálicas e de fibra de vidro, pela técnica de rotina. Em seguida, as muflas foram abertas e as condições dos moldes de silicoina examinadas quanto à qualidade de inclusão. Após remoção das matrizes dos moldes de silicoina, os corpos-de-prova em resina acrílica foram confeccionados com os materiais manipulados seguindo as recomendações dos fabricantes e polimerizados de acordo com: Grupos 1 e 2 - polimerização em banho de água aquecida a 74°C por 9 horas. Após prensagem das resinas acrílicas Clássico e Onda-Cryl, as muflas metálicas foram levadas à termopolimerizadora (Termotron), para processamento do ciclo convencional. Grupos 3 e 4 - polimerização por ciclo rápido. Após prensagem das resinas acrílicas Clássico e Onda-Cryl, as muflas metálicas foram colocadas em panela termostática (Clock) contendo água em ebulição, durante 20 minutos. Grupos 5 e 6 - polimerização das resinas acrílicas Clássico e Onda-Cryl por energia de microondas. Após prensagem, as muflas de fibra de vidro foram colocadas em forno para uso doméstico (Sanyo), com potência de 1.400 watts, por 3 minutos.

Os corpos-de-prova foram retirados 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 Surf-corder SE 1700 (Japão), através de três leituras ao longo do corpo-de-prova, uma central e outras nas extremidades.

Porosidade: Para delimitar a área de contagem dos poros foi utilizado um dispositivo metálico com dimensões ligeiramente maiores do que às do corpo-de-prova⁵, 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 segundos 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 de ambos ensaios foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RESULTADOS

Dentro do fator ciclo de polimerização (Tabela 1 e Figura 1), a maior rugosidade de superfície foi apresentada pela resina Clássico quando comparada com a Onda-Cryl, ambas polimerizadas no microondas, com valores com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). Os demais ciclos, convencional e rápido, promoveram valores sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as resinas.

Tabela 1 – Médias dos valores de rugosidade (μm) dentro de cada ciclo de polimerização.

Ciclos	Clássico	5%	Onda-Cryl	5%
Convencional	0,054 (0,006)	a	0,056 (0,008)	a
Rápido	0,052 (0,018)	a	0,060 (0,011)	a
Microondas	0,077 (0,013)	a	0,055 (0,022)	b

Médias seguidas por letras distintas em linha diferem entre si. Desvio padrão entre parênteses.

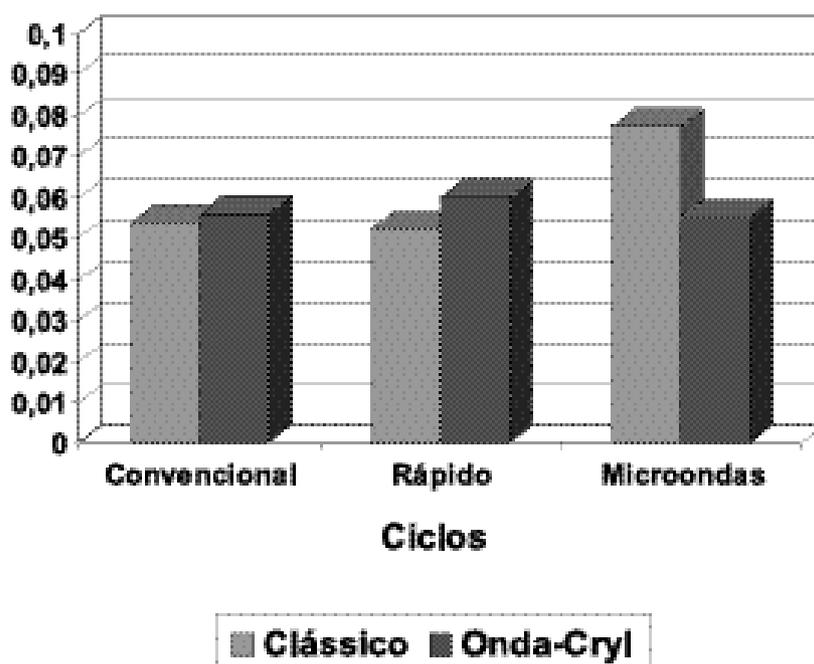


FIGURA 1 – Gráfico das médias de rugosidade (μm) dentro de cada ciclo de polimerização.

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram que o maior valor de rugosidade foi obtido na resina Clássico polimerizada pelo microondas, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$) quando comparado com os demais ciclos de polimerização, ambos sem diferença estatística ($p > 0,05$).

Todos os ciclos de polimerização (Tabela 3 e Figura 3) promoveram nas resinas Clássico e Onda-Cryl valores de porosidade sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

A Tabela 4 e a Figura 4 mostram que o menor valor de porosidade foi obtido na resina Clássico polimerizada pelo ciclo convencional, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$) quando comparada com os ciclos rápido e por microondas. Não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os valores de porosidade quando a resina Onda-Cryl foi polimerizada pelos três ciclos de polimerização.

Tabela 2 – Médias dos valores de rugosidade (μm) dentro do fator resina acrílica.

Ciclos	Clássico	5%	Onda-Cryl	5%
Convencional	0,054 (0,006)	a	0,056 (0,008)	a
Rápido	0,052 (0,018)	a	0,060 (0,011)	a
Microondas	0,077 (0,013)	b	0,055 (0,022)	a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si. Desvio padrão entre parênteses.

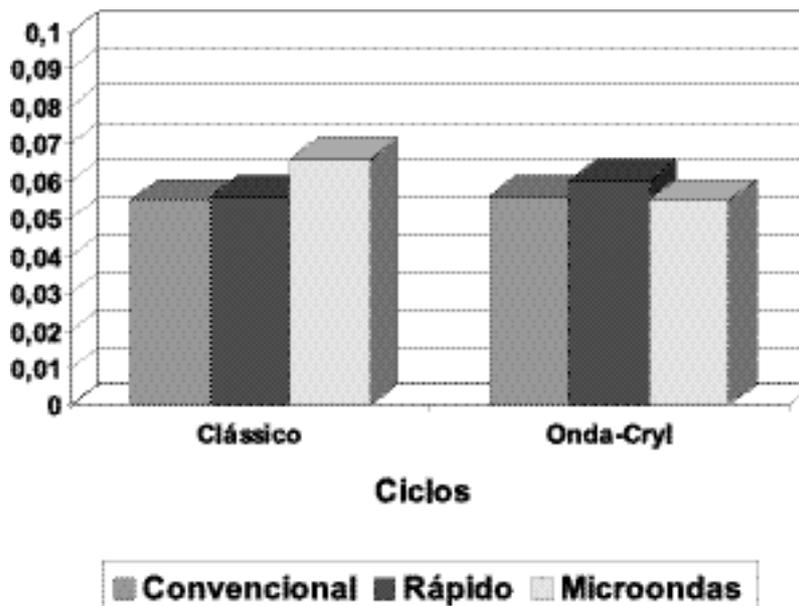


FIGURA 2 – Gráfico das médias de rugosidade (μm) dentro do fator resina acrílica.

Tabela 3 – Médias dos valores de porosidade dentro de cada ciclo de polimerização.

Ciclos	Clássico	5%	Onda-Cryl	5%
Convencional	0,330 (0,23)	a	0,462 (0,18)	a
Rápido	0,730 (0,28)	a	0,984 (0,35)	a
Microondas	1,262 (0,43)	a	0,862 (0,30)	a

Médias seguidas por letras distintas em linha diferem entre si.
Desvio padrão entre parênteses.

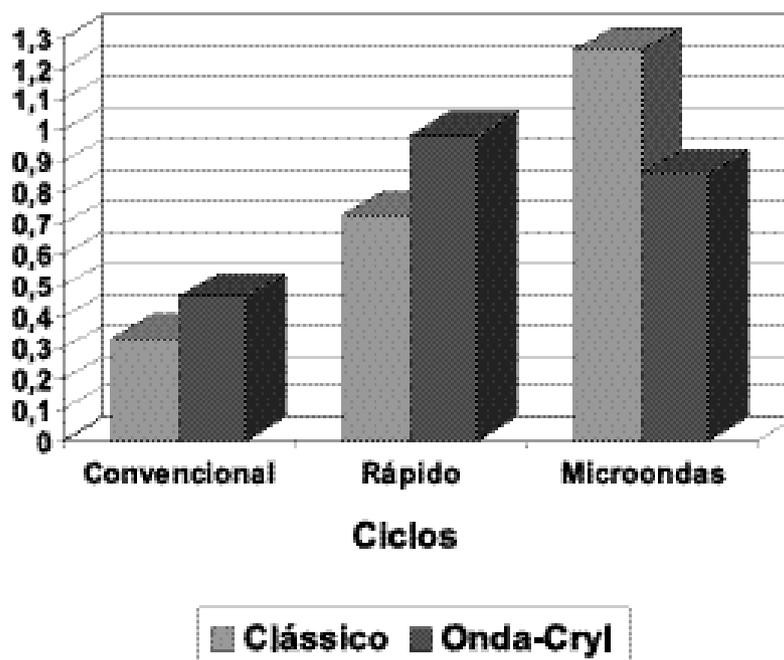


FIGURA 3 – Gráfico das médias de porosidade dentro de cada ciclo de polimerização.

Tabela 4 – Médias dos valores de porosidade dentro do fator resina acrílica.

Ciclos	Clássico	5%	Onda-Cryl	5%
Convencional	0,50 (0,23)	a	0,66 (0,18)	a
Rápido	0,83 (0,28)	b	0,97 (0,35)	a
Microondas	1,10 (0,43)	b	0,91 (0,30)	a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si.
Desvio padrão entre parênteses.

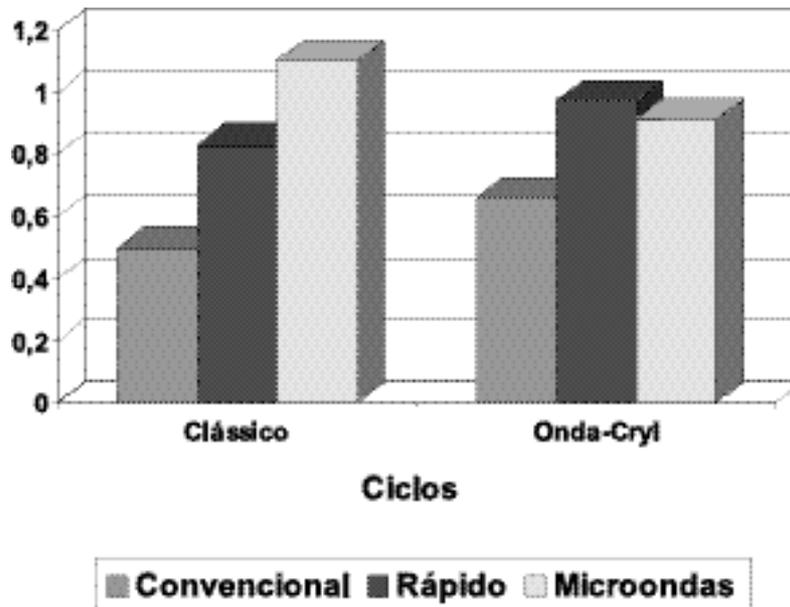


FIGURA 4 – Gráfico das médias de porosidade dentro do fator resina acrílica.

DISCUSSÃO

Quando a rugosidade de superfície foi analisada (Tabela 1 e Figura 1), verificamos que os valores promovidos pelos ciclos de polimerização foram sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as resinas, com exceção da resina Clássico polimerizada pelo microondas, com valor estatisticamente diferente ($p < 0,05$) da resina Onda-Cryl.

Embora todas as resinas acrílicas possam ser facilmente riscadas devido ao baixo valor de dureza Knoop⁶, a resina acrílica Clássico polimerizada por microondas mostrou o maior valor médio de rugosidade, quando comparada à Onda-Cryl (Tabela 2 e Figura 2).

Ainda que o aumento da dureza em todas as resinas, devido ao agente de ligação cruzada, possa ser neutralizado em parte pelo efeito plastificante do material intersticial não reagido¹², acreditamos que o aumento dos valores da rugosidade de superfície da resina Clássico polimerizada no microondas, pode estar baseada na diferença existente entre os níveis residuais de monômero resultantes dos ciclos de polimerização, visto que a dureza estabelece relação inversamente proporcional com a quantidade residual de monômero¹¹ e os mais longos ciclos de polimerização promovem menores taxas de monômero residual⁴.

Embora, exista na literatura resultados relatando exatamente o contrário, isto é, ciclo longo de polimerização produzindo maior taxa de monômero residual^{13,16}, outros autores informam que os valores de dureza Knoop não mostraram diferença estatística significativa quando comparado aos promovidos pela energia de microondas^{5,25}, dados que em nosso trabalho não foram comprovados em relação à rugosidade da resina acrílica Clássico, provavelmente devido ao fato desse material não ser especialmente formulado para a polimerização por microondas.

A presença de poros resultantes do processamento da resina acrílica e a rugosidade de superfície deixada pelos sistemas de acabamento e polimento podem comprometer a lisura e estética das bases de prótese total.

Os dados deste estudo, apresentados na Tabela 3 e Figura 3 mostram que não houve diferença estatística significativa nos valores de porosidade promovidos pelos ciclos de polimerização. A nosso vêr, a presença de elementos semelhantes constituindo a composição química desses produtos, com base no poli-metilmetacrilato com reforços monoméricos para a formação de copolímeros de ligação cruzada², permite reforçar a hipótese de que a formação de poros pode estar relacionada à outros fatores e, portanto, independente da composição das resinas.

Dentre esses fatores, o mais importante na produção da porosidade é o efeito da velocidade da temperatura em ultrapassar o ponto de ebulição do monômero, durante a polimerização da resina acrílica, principalmente nas regiões mais espessas, por causa da dificuldade dos materiais envolvidos em dissipar o calor³. Outro fato não menos importante na formação dos poros é o tempo decorrido entre a prensagem e o início da polimerização, onde a cura após 24 horas promove menor nível de porosidade do que a efetuada imediatamente após a prensagem¹⁴.

A resina acrílica Clássico polimerizada pelo ciclo convencional mostrou o menor valor médio de porosidade, quando comparado com os ciclos rápido e por microondas, enquanto a resina Onda-Cryl não foi influenciada pelos ciclos de polimerização (Tabela 4 e Figura 4). O tempo pós-prensagem permite maior difusão do monômero no interior do polímero evitando aglomerados de monômero residual responsáveis pela porosidade, enquanto os processos de longa duração não promovem porosidades¹⁴. Nessas condições é possível supor que a menor porosidade promovida na resi-

na Clássico na polimerização convencional comprova o fato de que esse ciclo é favorável a não formação de poros. Por outro lado, a rápida elevação da temperatura no ciclo curto e a não indicação da resina Clássico para a polimerização em microondas são componentes que favoreceram o aumento da taxa de porosidade., o que parece comprovar a assertiva de que os processos de cura em ciclos de longa duração não promovem formação de poros em qualquer volume da resina acrílica¹⁵.

CONCLUSÃO

A maior rugosidade de superfície foi apresentada pela resina Clássico polimerizada em microondas. Os demais ciclos produziram resultados sem diferença estatística significativa entre as resinas.

Na comparação entre as resinas, a formação de porosidades não foi influenciada pelos ciclos de polimerização. Entretanto, dentro do fator resina, a Clássico mostrou o menor valor de porosidade no ciclo convencional, enquanto a Onda-Cryl não foi influenciada pelos ciclos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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, 1988.
2. ANUSAVICE, K.J. **Phillips materiais dentários**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p.125-39.
3. ARAUJO, P.A et al. **Materiais dentários I: materiais não metálicos**. Bauru: Faculdade de Odontologia, 191p., 1973.
4. AUSTIN, A.T.; BASKER, R.M. The level of residual monomer in acrylic denture base materials with particular reference to a modified method of analysis. **Br Dent J**, v.149, n.18, p.281-6, 1980.
5. BORGES, L.H. **Influência de ciclos de polimerização sobre o polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial da resina acrílica: QC-20**. Piracicaba, 1998, 119f., Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP – Universidade de Campinas. Piracicaba.
6. CRAIG, R.G. **Prosthetic applications of polymers in restorative dental materials**. 10. ed. London: C.V. Mosby, 1996. Cap. 19.
7. De CLERCK, J.P. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prosthesis. **J Prosthet Dent**, v.57, n.5, p.650-8, 1987.
8. DIXON, D.L. et al. Linear dimensional variability of three denture base after processing and in water storage. **J Prosthet Dent**, v.68, n.1, p. 196-200, 1992.
9. GAY, W.D.; KING, G.E. An evaluation of the cure of acrylic resin by three methods. **J Prosthet Dent**, v.42, m. 4, p.437-40, 1979.
10. HARMAN, I.M. Effects of time and temperature on polymerization of a methacrylate resin denture base. **J Am Dent Assoc**, v.38, n.2, p.188-203, 1949.
11. JAGGER, R.G. Effect of the curing cycle on some properties of a polymethylmethacrylate denture base material. **J Oral Rehabil**, v.5, n.8, p.151-7, 1978.
12. JAGGER, R.G.; HUGGETT, R. The effect of cross-linking on indentation resistance, creep and recovery of na acrylic resin denture base material. **J Dent**, v.3, n.1, p.15-8, 1975.
13. JEROLIMOV, V. et al. Rapid curing of acrylic denture-base materials. **Dent Mater**, v.5, n.1, p.18-22, 1989.
14. KIMPARA, E.T.; MUENCH, A. Porosidade em decorrência do processamento e volume de resina acrílica. **Rev Odontol Univer S. Paulo**, v.10, n.3, p.237-9, 1996.
15. KIMPARA, 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.325-9, 1999.
16. MACCABE, J.F.; BASKER, R.M. Tissue sensibility to acrylic resin: a method of measuring the residual monomer content and its clinical application. **Br Dent J**, v.140, n.10, p.347-50, 1976.
17. MESQUITA, M.F. et al. Efeito do polimento químico sobre a dureza superficial das resinas acrílicas. **Rev Paul Odontol**, v.18, n.3, p.22-7, 1996.
18. 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.
19. PEYTON, F.A. Packing and processing denture base resins. **J Am Dent Assoc**, v.40, n.5, p.520-8, 1950.

20. PEYTON, F. A.; ANTHONY, D.H. Evaluation of denture processed by different techniques. **J Prosthet Dent**, v.13, n.2, p.269-82, 1963.
21. PHILLIPS, R.W. Skinner **Materiais dentários**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993. p.92-123.
22. 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.879-81, 1992.
23. SPENCER, H.R.; GARIAEFF, P. The present status of vulcanite versus plastics a baseplate material. **Contact Pr**, v.27, n.2, p.63-7, 1949.
24. STOLF, W.L. et al. Influência do polímero químico sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas. **Rev Paul Odontol**, v.7, n.1, p.26-30, 1986.
25. TANJI, M. **Estudo comparativo entre tipos de resinas acrílicas sobre as variáveis resistência ao impacto, dureza de superfície, rugosidade e porosidade**. 2000. 121f., Dissertação (Mestrado), Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade de Campinas Piracicaba.
26. TROUNG, 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.201-24, 1988.