

Efeito de Técnicas Alternativas de Polimento sobre a Rugosidade Superficial de Resinas Acrílicas

Effect of alternative polishing techniques on the roughness of acrylic resins

*Cogo, Deborah Meirelles;
 **Cremonese, Renato Viégas;
 **Rangel, Samantha Moraes;
 ***Samuel, Susana Maria Werner

RESUMO

Em uma primeira etapa deste trabalho, buscou-se desenvolver uma técnica de polimento químico de resinas acrílicas que utilizasse o forno de microondas LG Modelo MB (315ml - 1.000watts) para o aquecimento de líquidos para polimento. A potência do forno de microondas e o tempo necessários para aquecer os líquidos para polimento até uma temperatura de $81 \pm 5^\circ\text{C}$ - intervalo de temperatura equivalente ao obtido na polidora elétrica- foram 900 watts (90% da potência máxima) e 90 segundos. A seguir, foram confeccionados 100 corpos-de-prova, 50 amostras de resina acrílica quimicamente ativada e 50 de resina acrílica ativada por energia de microondas, os quais foram submetidos a cinco diferentes técnicas de polimento: 1) polimento mecânico- controle, 2) polimento químico com líquido para polimento em polidora elétrica, 3) polimento químico com monômero de resina acrílica em polidora elétrica, 4) polimento químico com líquido para polimento aquecido em forno de microondas, 5) polimento químico com monômero de resina acrílica aquecido em forno de microondas. Eles foram comparados, quanto à eficácia da técnica, usando como parâmetro a rugosidade superficial das resinas acrílicas. Para essa avaliação foi usado um rugosímetro SJ-201 (Mitotoyo - Japan). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=1\%$). Os resultados mostraram que todas as técnicas de polimento geraram valores de rugosidade com diferença estatística significativa quando comparados com a técnica de polimento mecânico (controle), a qual apresentou valores de rugosidade superficial abaixo do limiar de R_a , estabelecido como $0,2 \mu\text{m}$. Não houve diferença estatisticamente significante entre as quatro técnicas de polimento químico.

Palavras-chave:

rugosidade superficial, polimento químico, polimento mecânico, resinas acrílicas.

INTRODUÇÃO

A importância de uma superfície lisa pode ser observada em diversos trabalhos (LEITÃO, 1981; RADFORD et al., 1998; SUGIMORI, 1988) que demonstram que, antes que qualquer restauração ou aparelho dentário seja colocado permanentemente em boca, eles devem ser perfeitamente polidos; pois uma superfície rugosa não é apenas desconfortável, mas também permite o aprisionamento de alimentos e outros resíduos como a placa bacteriana.

A rugosidade superficial pode ser determinada através de dados fornecidos por um apalpador que percorre uma superfície, definindo picos e vales. Dividindo-se, de acordo com a fórmula matemática, a área de picos e vales pela distância percorrida pelo apalpador em linha reta, obtém-se o parâmetro de rugosidade denominado R_a

(LEITÃO; HEGDAHL, 1981).

Estudos *in vivo* têm sugerido um limiar de R_a de $0,2 \mu\text{m}$, pois abaixo deste não é esperada uma redução adicional na acumulação bacteriana, enquanto valores de R_a acima deste limiar resultam em um aumento proporcional no acúmulo de placa (QUIRYNEN et al., 1996). Um estudo *in vitro* (ZISSIS et al., 2000) mostrou que a média de rugosidade superficial de 20 marcas de resinas acrílicas para base de dentadura variou de $0,7$ a $7,6 \mu\text{m}$. Neste mesmo estudo, os autores concluem que nenhum material testado conseguiu chegar ao limiar de R_a , apesar de alguns terem chegado a valores considerados baixos pelos autores ($0,7$ a $3,4 \mu\text{m}$).

Na busca por essa redução na rugosidade superficial, é essencial que se mantenha em foco o fato de que a Odontologia do III Milê-

nio requer, cada vez mais, o desenvolvimento de materiais e técnicas que agilizem a rotina tanto do consultório, quanto do laboratório odontológico, servindo como alternativas para aumentar a lucratividade do atendimento sem interferir na qualidade e no custo final para o paciente. Nessa tendência, procedimentos manuais vêm sendo substituídos por outras técnicas que reduzem em grande proporção a demanda de tempo do profissional de Odontologia - cirurgiões-dentistas e auxiliares ou técnicos em prótese dentária.

Essa evolução é observada, mais facilmente, quando se direciona a atenção para os procedimentos laboratoriais. Uma alternativa para reduzir o tempo de polimento convencional das resinas acrílicas foi o tratamento químico superficial, denominado polimento químico, que utilizava o monômero de resina acrílica aquecido em torno de

*Aluna de graduação da FO-UFRGS e bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS.

**Alunos de graduação da FO-UFRGS e bolsistas do Programa Especial de Treinamento.

***Professora Titular do Departamento de Odontologia Conservadora da FO-UFRGS. Doutora em Materiais Dentários pela UNICAMP - SP.

70°C, durante 1 min, para o polimento de próteses de resina acrílica (GOTUSSO, 1969). Com o passar do tempo, essa técnica tem sido modificada com o objetivo de minimizar os efeitos deletérios sobre as propriedades físicas das resinas acrílicas, através da redução no tempo de imersão para 10 segundos, a uma temperatura ao redor de 75°C (SELISTRE, 1999). Entretanto, a despeito da economia de tempo gerada pelo polimento químico, essa técnica onera o profissional no momento da aquisição da polidora química, que é um equipamento elétrico específico para este fim.

Desse modo, seria interessante que existissem aparelhos odontológicos multifuncionais, ou seja, capazes de centralizar várias tarefas, isentando o profissional de muitos gastos. Nesse sentido, está se criando um amplo campo de utilização para o forno de microondas, o qual já vem sendo utilizado na polimerização de resinas acrílicas e pesquisado com relação a muitas outras funções, tais como: desinfecção, secagem de gesso, plastificação de godiva, etc.

Sendo assim, acompanhando essa tendência de agilizar os procedimentos da prática odontológica em consultório e laboratório, buscou-se, em uma primeira etapa deste trabalho, desenvolver uma técnica de polimento químico de resinas acrílicas que utilizasse o forno de microondas no aquecimento de líquidos para polimento. Em um segundo momento, o objetivo do trabalho foi comparar técnicas de polimento convencionais com técnicas alternativas, avaliando seus efeitos sobre a rugosidade superficial de resinas acrílicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas:

I – determinação da programação (tempo e potência) ideal para elevar a temperatura do líquido para polimento e do monômero de resina acrílica a $81 \pm 5^\circ\text{C}$ em forno de microondas.

II – análise dos efeitos de cinco técnicas de polimento sobre a rugosidade superficial de corpos de prova confeccionados com resina acrílica quimicamente ativada (Jet Clássico) e com resina acrílica ativada por energia de microondas (Onda-Cryl), ambas incolores e produzidas por Artigos Odontológicos Clássicos LTDA. S.P..

III – análise estatística dos índices de rugosidade superficial obtidos nos corpos-de-prova na etapa II.

Etapa I:

Os materiais, equipamentos e o método

utilizado para determinar a programação ideal do forno de microondas para a Etapa I estão apresentados a seguir:

- 1 forno doméstico de microondas LG Modelo MB (315ml – 1.000watts);
- 1 termômetro com escala *Celsius* com indicação até 100°C ;
- 1 copo de *Becker* (500ml);
- 1 frasco de Fluido para Polimento Químico (Termotron equipamentos LTDA., Piracicaba – S.P.);
- 2 frascos de monômero para resina acrílica (um de Resina Acrílica Quimicamente Ativada – RAQA- e outro de Resina Acrílica Ativada por Energia de Microondas-RAMO).

Partindo de resultados obtidos em um estudo-piloto, realizado no Laboratório de Materiais Dentários da FO-UFRGS, para determinar uma programação de aquecimento de água, que combinava potência e tempo, foi possível adaptar tal binômio, de forma que foram necessários 90 segundos com 90% de potência para elevar a $81 \pm 5^\circ\text{C}$ (intervalo de temperatura obtido na polidora química) a temperatura tanto do monômero quanto do fluido para polimento químico. Neste procedimento, foram utilizados 300 ml dos líquidos, por tratar-se do volume normalmente utilizado na polidora química.

Etapa II:

a) Confeção dos corpos de prova

Foram confeccionados 50 corpos de prova para cada tipo de resina, totalizando 100 amostras. Para isso, foram utilizadas matrizes retangulares de cera rosa, com dimensões de 3cm x 1,5cm e com espessura de 4 lâminas de cera, as quais foram incluídas, cinco de cada vez, em muflas plásticas, com 200g de gesso. A técnica de inclusão das matrizes de cera foi igual à empregada para confecção de prótese total. Foi utilizado gesso tipo II, pesado em balança analítica, de precisão 0,001 g, na proporção de 100 g de pó para 50 ml de água. A contra-mufla também foi preenchida com gesso tipo II, na quantidade de 200g, obedecendo à proporção previamente citada. Após 24 horas, a

mufla foi aberta e as matrizes de cera foram removidas cuidadosamente, com o auxílio de espátula *Lecron* e água morna.

Para a confecção dos corpos-de-prova, foram utilizados dois tipos de resina (RAMO e RAQA). A relação pó/líquido e a fase de inclusão das resinas na mufla foram aquelas estabelecidas pelo fabricante (fase de massa para a RAQA e fase fibrosa para a RAMO). Após a inclusão das resinas nas muflas previamente isoladas, estas foram fechadas com as respectivas contra-muflas e prensadas, sob uma carga de 1000kgf.

Os ciclos de polimerização foram realizados de acordo com as instruções dos fabricantes das resinas. A polimerização da RAQA leva 15 minutos em uma temperatura de 15°C . Para a RAMO, utilizou-se uma programação em três etapas: 3 minutos a uma potência de 40% da capacidade do forno de microondas, 4 minutos a uma potência de 0% da capacidade e 3 minutos a uma potência de 80% da capacidade. Depois de terminada a polimerização, as muflas foram resfriadas à temperatura ambiente.

b) Acabamento dos corpos de prova:

Os corpos-de-prova foram retirados da mufla após completo esfriamento e, então, submetidos ao processo de acabamento, em apenas uma das faces. Este procedimento foi realizado com o auxílio de lixas d'água de granulação decrescente (280, 400 e 600), adaptadas a uma politriz equipada com um gotejador de água que mantinha a superfície da lixa constantemente umedecida. A seqüência de acabamento foi a seguinte: 30 segundos com a lixa n.º 280 (substituída a cada 17 corpos-de-prova), 2 minutos com a lixa n.º 400 (substituída a cada 3 corpos-de-prova) e 1 minuto com a lixa n.º 600 (substituída a cada 6 corpos-de-prova).

Finalizado o acabamento, o qual foi realizado sempre pelo mesmo técnico, os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em 5 grupos para a posterior realização das diferentes técnicas de polimento.

c) Polimento dos corpos de prova:

Quadro 1: Técnicas de polimento.

CÓDIGO	POLIMENTO	LÍQUIDO	EQUIPAMENTO
C	Convencional		
QLP	Químico	Fluido para Polimento Químico	Polidora elétrica
QMP	Químico	Monômero	Polidora elétrica
QLM	Químico	Fluido para Polimento Químico	Microondas
QMM	Químico	Monômero	Microondas

O quadro 1 apresenta as cinco técnicas empregadas, conforme descrição apresentada a seguir:

C - Polimento convencional:

O polimento convencional foi realizado sempre pelo mesmo técnico, utilizando feltro e pasta de pedra-pomes com água, durante 2 minutos, na politriz. A etapa final foi realizada com feltro e pasta de branco-de-espanha, durante 2 minutos e, a seguir, os corpos de prova foram lavados em água corrente.

QLP - Polimento químico com líquido para polimento em polidora elétrica:

Para o polimento químico com líquido específico para polimento, em polidora elétrica, foi empregada a polidora química PQ 9000 (série 4868-2, Termotron equipamentos LTDA., Piracicaba - S.P.), utilizando o Fluido para Polimento Químico 500ml (Termotron) que, segundo o fabricante, consiste de metilmetacrilato e hidroquinona. Foram colocados 300ml de líquido no recipiente do equipamento e no momento em que o diodo emissor de luz (LED) da polidora desligou, indicando que o líquido atingiu a temperatura ideal, cada um dos 10 corpos-de-prova, tanto de RAQA como de RAMO, foi nele individualmente imerso e agitado durante 10 segundos, com o auxílio de uma pinça.

Removidos do recipiente, os corpos-de-prova foram mantidos suspensos por 30 segundos para secagem e então lavados em água corrente, durante 10 minutos, para eliminação do excesso de monômero. A seguir, as amostras foram colocadas sobre papel absorvente para secagem.

QMP - Polimento químico, com monômero de resina acrílica, em polidora elétrica:

O procedimento foi o mesmo descrito anteriormente, diferindo apenas no fato de que o líquido para polimento foi substituído pelo monômero de resina acrílica, conforme SANTOS *et al.* (2001).

QLM - Polimento químico com líquido para polimento, aquecido no microondas:

O líquido, na quantia de 300 ml, foi colocado em um copo de Becker de 500ml e posicionado no centro do prato giratório do forno de microondas, programado com base nos resultados da Etapa I deste trabalho. A seguir, o Becker foi removido e individualmente cada amostra foi imersa sob agitação, por 10 segundos, com o auxílio de uma pinça. Durante todo o processo, a temperatura do líquido foi controlada para que se mantivesse sempre dentro do intervalo estabelecido, sendo, às vezes, necessário o seu reaquecimento, utilizando a mesma potência durante um tempo entre 5 e 15 segundos.

Removidos do recipiente, os corpos-de-

Quadro 2: distribuição dos corpos-de-prova por material e técnica de polimento.

GRUPO	n	RESINA	POLIMENTO
1	10	RAQA	C
2	10	RAQA	QLP
3	10	RAQA	QMP
4	10	RAQA	QLM
5	10	RAQA	QMM
6	10	RAMO	C
7	10	RAMO	QLP
8	10	RAMO	QMP
9	10	RAMO	QLM
10	10	RAMO	QMM

prova foram mantidos suspensos por 30 segundos para secagem e então lavados em água corrente, durante 10 minutos, para eliminação do excesso de monômero. A seguir, as amostras foram colocadas sobre papel absorvente para secagem.

QMM - Polimento químico com monômero de resina acrílica, aquecido no microondas:

Este procedimento foi realizado da mesma forma que o anterior, apenas substituindo-se o líquido para polimento pelo monômero de resina acrílica.

A distribuição dos corpos-de-prova conforme o material utilizado e a técnica de polimento empregada está representada no Quadro 2.

d) Avaliação da rugosidade superficial dos corpos-de-prova:

A leitura da rugosidade foi realizada com rugosímetro SJ-201 (Mitotoyo - Japan), baseando-se no parâmetro R_a (área de picos e vales dividida pela distância percorrida pelo apalpador em linha reta). O apalpador do rugosímetro realizou a medição em um trecho de 4,0mm (*cut-off*: 0,8mm). Foram re-

alizadas cinco leituras em cada corpo-de-prova, obtendo-se a média aritmética de cada um, totalizando 500 leituras. O rugosímetro foi calibrado a cada 50 leituras.

Etapa III:

Os resultados obtidos na Etapas II, foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste *Tukey*, com 1% de significância.

RESULTADOS

O gráfico 1 mostra as médias dos valores de rugosidade superficial obtidos nos corpos de prova de resina acrílica quimicamente ativada (RAQA) submetidos às diferentes técnicas de polimento. Neste gráfico, pode-se observar que o polimento mecânico foi o que gerou valores mais baixos de rugosidade superficial (média: 0,166/ desvio padrão: 0,0561), com diferença estatisticamente significativa quando comparado com as demais técnicas de polimento. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos submetidos ao polimento químico.

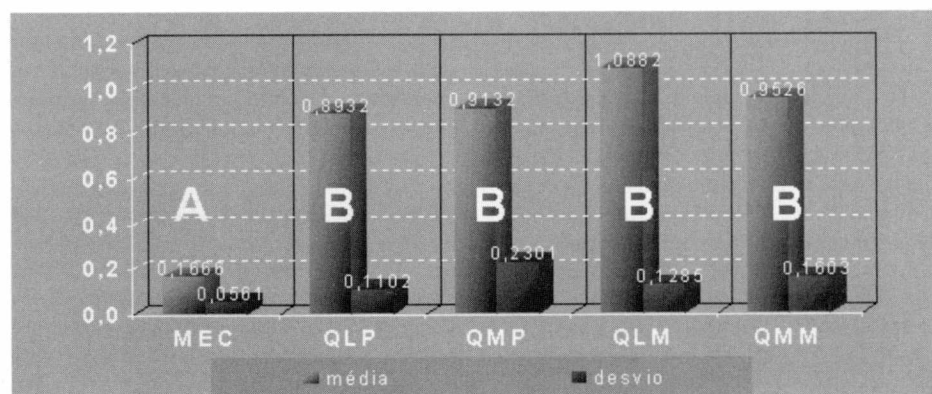


Gráfico 1: valores de rugosidade superficial (R_a) da RAQA em função da técnica de polimento ($\alpha = 1\%$).

O gráfico 2 mostra a média dos valores de rugosidade superficial obtidos nos corpos-de-prova de resina acrílica ativada por energia de microondas. Assim como ocorreu na RAQA, o grupo submetido ao polimento mecânico também obteve os menores valores de rugosidade superficial (média: 0,1764/ desvio padrão: 0,0764), diferindo estatisticamente dos demais grupos. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos submetidos ao polimento químico.

DISCUSSÃO

Levando-se em consideração a propriedade de rugosidade superficial, é possível afirmar que a utilização do monômero de resina acrílica para o polimento químico, como idealizou Gotusso (1969), é viável.

Todos os valores de rugosidade superficial obtidos através das técnicas empregadas por este estudo podem ser considerados baixos, de acordo com a classificação desenvolvida por Zissis et al. (2000), que determinam como valores de baixa rugosidade a faixa de $0,7\mu\text{m}$ a $3,4\mu\text{m}$. Além disso, apenas os valores de rugosidade superficial obtidos após o polimento mecânico, para ambos os tipos de resina, ficaram abaixo do limiar de $0,2\mu\text{m}$, estabelecido por Quirynen et al. (1996), o que confiaria ao material um melhor desempenho clínico no que se refere ao acúmulo de placa bacteriana.

Concordando com os resultados deste trabalho, também os resultados do estudo de Mesquita et al. (2000) mostram que o polimento químico apresentou maiores índices de rugosidade de superfície, independentemente do tipo de ativação da resina, quando comparado com o polimento convencional.

Ainda, conforme Stolf et al. (1994), o polimento químico promoveu desgaste superficial em todos os corpos-de-prova ensaiados, independente do tipo de ativação da resina, justificando os resultados deste trabalho, onde a rugosidade superficial dos grupos de polimento químico foi estatisticamente superior à rugosidade do grupo polido mecanicamente.

Entretanto, segundo Stolf et al. (1986), não existe diferença significativa na reflexão das superfícies das resinas polidas pelos métodos químico e mecânico convencional. Segundo os autores, este fato parece indicar que o brilho superficial das resinas dos dois grupos é semelhante quanto ao aspecto óptico, no entanto, quanto à textura superficial, os resultados obtidos neste trabalho, mostraram diferença significativa entre os grupos.

CONCLUSÕES

A técnica de polimento mecânico foi a única que apresentou valores de rugosidade superficial abaixo do limiar de R_a ($0,2\mu\text{m}$), diferindo significativamente das técnicas de

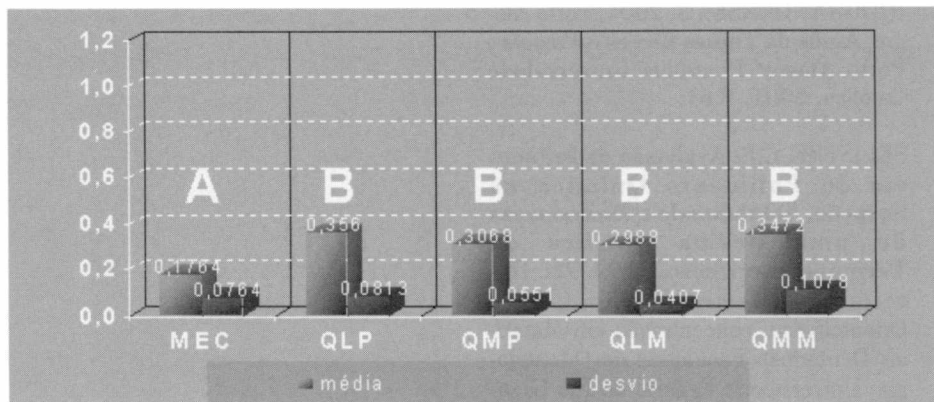


Gráfico 2: valores de rugosidade superficial (R) da RAMO em função da técnica de polimento ($\alpha = 1\%$).

polimento químico ($\alpha = 1\%$).

As quatro técnicas de polimento químico não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ($\alpha = 1\%$), com relação à rugosidade superficial.

ABSTRACT

In the first part of this experiment, a chemical polishing technique for acrylic resins using a LG microwave oven model MB (315ml – 1.000watts) to heat the polishing fluids was sought. The microwave oven potency and the time required to heat the polishing fluids to a temperature of $81 \pm 5^\circ\text{C}$ – temperature interval obtained in the electric polishing machine – was 900watts (90% of the maximum potency) and 90 seconds. Subsequently, a 100 prototypes were made, 50 samples of acrylic resin chemically activated and 50 samples of acrylic resin activated by microwave oven energy, which were submitted to 5 different polishing techniques: 1) mechanical polishing – control group, 2) chemical polishing in electric polishing machine using polishing fluid, 3) chemical polishing in electric polishing machine using resin monomer, 4) chemical polishing in microwave oven using polishing fluid, 5) chemical polishing in microwave oven using resin monomer. They were compared using the effectiveness of the technique as a parameter for the superficial roughness of the acrylic resins. For this evaluation a rugosimeter SJ-201 (Mitotoyo – Japan) was used. The results were submitted to the analysis of variance and the means compared using the Tukey test ($\alpha=1\%$). The results showed that all polishing techniques promoted roughness values with statistical significative difference when compared to the mechanical polishing technique, which was below the R_a threshold of $0,2\mu\text{m}$, ($\alpha=1\%$). There were no significant statistical differences among the four chemical polishing techniques.

Keywords

Roughness, superficial roughness, chemical polishing, mechanical polishing, acrylic resins.

REFERÊNCIAS

GOTUSSO, M.J. Tratamiento químico superficial de las resinas acrílicas. **Rev. Assoc. Odontol. Arg.**, Buenos Aires, v. 57, no.10, p.359-61, oct. 1969.

LEITÃO, J.; HEGDAHL, T. On the Measuring of Roughness. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v.39, no. 6, p.379-84, June 1981.

MESQUITA, M.F. *et al.* Efeito do Polimento Químico sobre a Rugosidade Superficial de Resinas Acrílicas Ativadas Química e Termicamente em Diferentes Períodos de Armazenagem. **Rev. Fac. Odontol. Univ. Passo Fundo**, Passo Fundo, v.5, n.2, p.51-4, jul./dez. 2000.

QUIRYNEN M *et al.* The Influence of Titanium Abutments Surface Roughness on Plaque Accumulation and Gingivitis. Short-term Observations. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants**, Lombard, v.11, no. 2, p.169-178, Mar./Apr. 1996.

RADFORD, D.R. *et al.* Adherence of *Candida albicans* to Denture- Base Materials with Different Surface Finishes. **J. Dent.**, New York, v.26, no. 7, p. 577-83, Sept. 1998.

SANTOS, D.; FORTES, C., CALVEYRA, R. Avaliação Comparativa da Microdureza da Resina Acrílica Polimerizada por Energia de Microondas e Submetida ao Polimento Químico Convencional e Alternativo. In: JORNADA ODONTOLÓGICA SUL-

RIOGRANDENSE., 8, 2001, Porto Alegre, **Anais de Temas Livres e Posters**, Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica, 2001. P.61.

SELISTRE, C.R. **Avaliação da Influência do Polimento Químico na Sorção, Solubilidade e Microdureza de uma Resina Acrílica de Termopolimerização**. 1999. 92f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica, concentração em Materiais Dentários)- Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

STOLF, W. L. *et al.* Reflexão das Resinas Acrílicas sob Influência dos Polimentos Químico e Mecânico. **Rev. Paul. Odont.**, São Paulo, ano VIII, n. 3, p.18-22, maio/jun. 1986.

STOLF, W. L. *et al.* Polimento Químico e desgaste Superficial de Bases de Resina Acrílica para Dentaduras. **Rev. Paul. Odont.**, São Paulo, ano XVI, n. 4, p.17-21, jul./ago. 1994.

SUGIMORI, N. **Programa de Difusão da Tecnologia**. Campinas: UNICAMP, 1988, 41f.

ZISSIS, A.J. *et al.* Roughness of Denture Materials and Comparative Study. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v.13, n° .2, p.136-140, Mar./Apr. 2000.

Endereço para correspondência:

Susana Maria Werner Samuel
Faculdade de Odontologia
Rua Ramiro Barcelos, 2492
CEP 90035-003 - Porto Alegre/RS
samuelsp@adufgrs.ufrgs.br