



**Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp**



UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

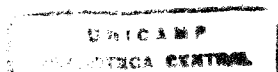
VIVIANE MAIA BARRETO DE OLIVEIRA

Cirurgiã-Dentista

**Influência da posição e do número de muflas no
microondas sobre a liberação de monômero
residual, dureza de superfície e porosidade
da resina acrílica Acron MC**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do grau de mestre em
Clínica Odontológica - Área Prótese Dental.

PIRACICABA
2001





**Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp**



VIVIANE MAIA BARRETO DE OLIVEIRA

Cirurgiã-Dentista

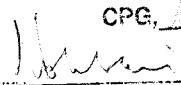
**Influência da posição e do número de muflas no
microondas sobre a liberação de monômero
residual, dureza de superfície e porosidade
da resina acrílica Acron MC**

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

Co-orientadora: Profª. Drª. Altair A. Del Bel Cury

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG, 18/05/01


Assinatura do Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual
de Campinas, para obtenção do grau de mestre em
Clínica Odontológica - Área Prótese Dental.

**PIRACICABA
2001**

Ficha Catalográfica

Oliveira, Viviane Maia Barreto de

OL4i

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./ Viviane Maia Barreto de Oliveira. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.

93p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Microondas. 2. Polimerização. 3. Resinas acrílicas dentárias. 4. Resistência dos materiais. I. Consani, Simonides. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha Catalográfica Elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 – 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 13 de Março de 2001, considerou a candidata VIVIANE MAIA BARRETO DE OLIVEIRA aprovada.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Simonides", written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. RODRIGO NUNES RACHED

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Rodrigo", written over a horizontal line.

3. Profa. Dra. RENATA CUNHA MATHEUS RODRIGUES GARCIA

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Renata", written over a horizontal line.

“Um trabalho que temos a graça e a oportunidade de fazer é nossa realização. Dedicar a alguém é demonstrar, reconhecer que eles também ajudaram de algum modo.”

Patrícia

Dedico este trabalho

À **Deus**, que sempre esteve comigo, principalmente nos momentos de saudade.

“Não se esqueça de que Deus é o tema central de nossos destinos.” André Luiz, 1947

Aos meus pais **Luiz e Lília**, que souberam iluminar os meus caminhos e que sempre confiaram que eu chegaria aqui. Aos meus irmãos **Vinícius e Vicente**, por serem tão pacientes e a **Carlos**, por toda a dedicação, incentivo e carinho. À minha tia **Beth** e minha madrinha **Elisete**, que diminuíram a minha saudade aqui.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao **Prof. Dr. Simonides Consani**, Titular da área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pelos conselhos e pela atenção, sempre disposto a ajudar.

À **Profª. Drª. Altair Antoninha Del Bel Cury**, professora da disciplina de Prótese Parcial Removível da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pelo apoio incondicional, orientação e amizade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro. Processo nº 99/02498-7

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do seu Diretor, Prof. Dr. Antônio Wilson Salum, e do Diretor associado, Prof. Dr. Frab Norberto Bôscolo, que contribuíram para mais esta etapa da minha vida.

À Profª. Drª. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, coordenadora do Curso de Clínica Odontológica.

À Liliana e à Sandra, amigas e companheiras, sempre dispostas a ajudar.

À técnica do Laboratório de Prótese Parcial Removível, FOP-Unicamp, Joselena Casati Lodi, pela ajuda, apoio e carinho.

Às secretárias Érica, Sônia, Patrícia e Eliete, pela atenção.

Ao Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury, da FOP-Unicamp, pela paciência e disponibilização de todos os recursos do Laboratório de Bioquímica Oral.

À Profª. Drª. Cynthia Tabchoury por todo o carinho e atenção, pelo uso do laboratório e pelo empréstimo dos materiais.

Ao Professor Dr. Guilherme Henriques pelo empréstimo da máquina digital.

Aos professores da pós-graduação em Clínica Odontológica pela contribuição fundamental para o meu desenvolvimento.

Aos amigos Mariza de Jesus Carlos Soares, Waldomiro Vieira Filho, José Alfredo da Silva, do Laboratório de Bioquímica Oral, FOP-Unicamp, pela ajuda e companheirismo.

Aos colegas de pesquisa do Laboratório de Prótese Parcial Removível da FOP-Unicamp, Joane, Juvenil, Solimar, Rodrigo, Andréa e Mello e todos os colegas da prótese, Bruno,

Juliana, José Renato, Maurício, Roberto, Marco Antônio, Tatiana, Daniela, Manoel, Samira, Frederico, Ricardo, Edwin, Rafael, Sidney, Alexandre, Henrique e Adérico, pelo companheirismo e pela ajuda em todos os momentos.

Aos colegas de pesquisa do Laboratório de Bioquímica Oral da FOP-Unicamp, pois me senti parte desta família também.

Aos colegas de Materiais Dentários e da Endodontia, em especial à Ezilmara, pelo apoio e amizade.

Aos meus primos e tios, por sempre me apoiarem.

Aos colegas da Bahia pelo incentivo. Gabriela e Lorena, em especial, amigas que nem a distância conseguiu afastar.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, na pessoa do seu diretor Edmar Borges de Santana.

Aos professores e amigos da UFBA, em especial ao Prof. Dr. Paulo Flores, que não me deixou desistir, aos Professores Flávio Cruz e Bernadete Pinho, por me ensinarem a dar meus primeiros passos.

Às professoras Céres e Regina Cruz, da UFBA, exemplos de professores.

Ao amigo Luís Carlos Franco, pelos conselhos e amizade.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	FOLHAS
RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1 DUREZA E POROSIDADE.....	07
2.1 LIBERAÇÃO DE MONÔMERO.....	19
3. PROPOSIÇÃO.....	28
4. METODOLOGIA.....	29
4.1 MATERIAL.....	29
4.2 MÉTODO.....	30
4.2.1 Confeção das matrizes para o ensaio de liberação de monômero em água.....	30
4.2.2 Confeção das matrizes para os ensaios de porosidade e dureza.....	31
4.2.3 Inclusão das matrizes de silicone na mufla.....	31
4.2.4 Obtenção dos corpos-de-prova.....	32
4.2.4.1 Prensagem e polimerização da resina.....	32
4.2.4.2 Acabamento dos corpos-de-prova.....	34
4.2.4.3 Polimento dos corpos-de-prova.....	34
4.2.5 Avaliação da liberação de monômero em água.....	34
4.2.6 Avaliação da dureza de superfície dos corpos-de-prova.....	38
4.2.7 Avaliação da porosidade superficial dos corpos-de-prova.....	39
4.2.8 Análise Estatística.....	40
5. RESULTADOS.....	42

5.1 MONÔMERO RESIDUAL.....	42
5.2 DUREZA DE SUPERFÍCIE.....	45
5.3 POROSIDADE SUPERFICIAL.....	46
6. DISCUSSÃO.....	47
7. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS.....	58
I VALORES DO ENSAIO DE LIBERAÇÃO DO MONÔMERO NA ÁGUA.....	58
II VALORES DO ENSAIO DE DUREZA DE SUPERFÍCIE.....	60
III VALORES DA ANÁLISE DA POROSIDADE.....	61
IV ANÁLISE ESTATÍSTICA	62

RESUMO

Existem dúvidas quanto à eficácia da polimerização quando mais de uma mufla é inserida simultaneamente no microondas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da posição e do número de muflas sobre a liberação de monômero residual (**MR**), porosidade superficial (**P**) e dureza Knoop (**D**) da resina **Acron MC** polimerizável em microondas. Foram confeccionados 90 corpos-de-prova, medindo 32,5 x 10,0 x 2,5 mm polimerizados em microondas a 500 W, considerando como controle a posição da mufla no centro do prato giratório (GI) e, como grupos experimentais, as posições no centro (GIIa) e na extremidade (GIIb) do prato, bem como a utilização de duas muflas centralizadas, uma sobre a outra (GIIIa e GIIIb). O tempo de processamento variou de acordo com o número de muflas: 3 ou 4,5 minutos para 1 ou 2 muflas, respectivamente. Para a liberação de monômero em água, cada amostra foi colocada em tubo de ensaio com 6 mL de água deionizada, e diariamente substituída. Os níveis de monômero foram obtidos em espectrofotômetro, a 206 nm, após 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Para o ensaio de dureza, 12 indentações foram feitas na superfície das amostras após 144 horas de armazenamento em água ($37 \pm 2^\circ \text{C}$), enquanto a porosidade superficial foi avaliada pela imersão das amostras em tinta nanquim e a leitura realizada em lupa estereoscópica com aumento de 40X. Os resultados encontrados foram: 1) Liberação de monômero quanto aos tratamentos: GI= 82,0(197,4)^b, GIIa=44,1(98,1)^b, GIIb= 63,9(183,0)^b, GIIIa= 189,1(436,5)^a, GIIIb= 26,1(88,8)^c 2) Liberação de monômero quanto aos tempos: 24h= 335,8(501,3)^a, 48h= 66,1(146,0)^b, 72h= 35,7(51,0)^c, 96h= 19,6(21,9)^c, 120h= 14,5(16,4)^d, 144h= 14,7(19,1)^d 3) Dureza de superfície: GI=18,1(3,5)^a, GIIa=17,1(1,9)^a, GIIb=16,3(3,2)^a, GIIIa=16,8(3,9)^a,

GIIIb=17,6(2,5)^a; 3) Porosidade: GI=7,2(9,4)^a, GIIa=19,3(36,0)^a, GIIb=20,8(28,2)^a, GIIIa=24,3(42,6)^a, GIIIb=13,2(13,9)^a. Para análise estatística foi realizada a análise de variância (ANOVA) e o teste de Dunnet na análise da liberação de monômero quanto aos tratamentos e de Tukey na análise da liberação de monômero quanto aos tempos ($p < 0,05$). Assim, de acordo com os resultados obtidos, a posição das muflas interferiu na polimerização das resinas, quanto à liberação de monômero nos grupos GIIIa e GIIIb, porém não o fez em relação à dureza de superfície e porosidade.

ABSTRACT

In attempt to save working time, microwave-polymerized dentures can be processed simultaneously. However, little concern exists about possible uneven acrylic resin polymerization when inserting multiple flasks in a microwave oven. Thus, this study evaluated the effect of number and position of flasks in the monomer release, Knoop hardness and porosity of a microwave-cured acrylic resin. Samples were made of **Acron MC** (AMC, GC Int.) and processed under 500 W. The following flask number-position associations were tested: one simple flask centrally placed over the turning plate (I, control); two flasks, one in the center (IIa) and the other marginally placed in the plate (IIb); two flasks centrally placed over the plate, one above (IIIa) and the other below (IIIb). The processing time varied according to the number of flasks: 3 minutes or 4.5 minutes for 1 or 2 flasks inserted, respectively. For monomer released in water, each specimen (18 in each group) was put in an assay glass tube containing 6 mL of deionized water, which was daily changed. Monomer levels were obtained by spectrophotometry at 206 nm, after 24, 28, 72, 96, 120 e 144 hours. For hardness test, 12 indentations were done in the surface of 12 specimens in each group, after 144 h of water storage. The porosity was verified by immersing the polished specimens in permanent ink, and counted through a stereo light microscope. The results found were: 1) Monomer release by groups: GI= 82.0(197.4)^b, GIIa=44.1(98.1)^b, GIIb= 63.9(183.0)^b, GIIIa= 189.1(436.5)^a, GIIIb= 26.1(88.8)^c; 2) Monomer release by time: : 24h= 335.8(501.3)^a, 48h= 66.1(146.0)^b, 72h= 35.7(51.0)^c, 96h= 19.6(21.9)^c, 120h= 14.5(16.4)^d, 144h= 14.7(19.1)^d 3) Dureza de superficie: GI=18.1(3.5)^a, GIIa=17.1(1.9)^a, GIIb=16.3(3.2)^a, GIIIa=16.8(3.9)^a, GIIIb=17.6(2.5)^a; 3) Porosidade: GI=7.17(9.4)^a, GIIa=19.33(36.0)^a, GIIb=20.83(28.2)^a, GIIIa=24.25(42.6)^a,

GIIIb=13,17(13,9)^a; 3) Knoop hardness: GI=18.1(3.5)^a, GIIa=17.1(1.9)^a, GIIb=16.3(3.2)^a,
 GIIIa=16.8(3.9)^a, GIIIb=17.6(2.5)^a; 3) Porosity: GI=7.2(9.4)^a, GIIa=19.3(36.0)^a,
 GIIb=20.8(28.2)^a, GIIIa=24.3(42.6)^a, GIIIb=13.2(13.9)^a. There was no statistical significant
 difference ($p < 0.05$) among all groups for Knoop hardness and porosity but the position of
 flasks interfere in the monomer release in GIIIa and GIIIb, using Tukey's and Dunnet's
 tests.

1. INTRODUÇÃO

Muitos materiais têm sido estudados para promover a substituição dos rebordos alveolares reabsorvidos, restabelecer os elementos dentais perdidos e reintegrar o indivíduo quanto à estética e à função. As bases de prótese evoluíram desde a vulcanite, em 1845, passando pelas poliamidas até que, em 1946, as resinas acrílicas foram introduzidas no mercado odontológico e, atualmente, são utilizadas em 98% das próteses (CRAIG, 1996).

Desde a introdução das resinas acrílicas, os pesquisadores buscam melhores e mais seguras variações de procedimento nas técnicas de processamento. Dentre estas técnicas estão a polimerização por reação química, radiação infravermelha, calor seco, vapor, luz visível e energia de microondas (LEVIN *et al.*, 1989, TAKAMATA & SETCOS, 1989, SMITH *et al.*, 1992 e PHILLIPS, 1993).

NISHII, em 1968, descreveu o método de polimerização de resinas acrílicas por energia de microondas, procurando diminuir o tempo de polimerização e prevenir a formação de porosidade. A introdução desta técnica de polimerização exigiu novas investigações para analisar as características físicas, químicas e mecânicas deste material.

A partir de 1983, foram desenvolvidos trabalhos em busca de melhor compreensão para o uso do forno de microondas e resultante análise das propriedades destas resinas, correlacionando o tempo de polimerização, a espessura da amostra e o esfriamento posterior (KIMURA *et al.*, 1983, ILBAY *et al.*, 1994).

Assim, AUSTIN & BASKER (1982) alertaram que a redução inadvertida do tempo de polimerização poderia resultar numa resina com altos níveis de monômero residual, causando alterações das suas propriedades, além de danos à mucosa bucal.

Entretanto, estudos realizados por REITZ *et al.* (1985) estabeleceram que as propriedades físicas das resinas quando polimerizadas por energia de microondas não diferiam estatisticamente daquelas polimerizadas de forma convencional, desde que a espessura fosse inferior a 3,0 mm. Por outro lado, AL DOORI *et al.*, em 1988, comparando as propriedades físicas entre resinas polimerizadas em microondas e convencionais, concluíram que muitos dos fatores que alteraram as resinas polimerizadas em microondas eram os mesmos que interferiam nas resinas convencionais.

Como observado, o uso da energia de microondas para a polimerização de resinas acrílicas é factível permitindo ganho de tempo, porém o interesse protético em maximizar o uso desta tecnologia nos leva crer na possibilidade de utilização de mais de uma mufla, simultaneamente, dentro do microondas. A introdução de múltiplas muflas no forno de microondas foi prevista por DE CLERCK, em 1987, porém, sua proposta era bastante complexa, exigindo dispositivos específicos, como microprocessador para controlar a distribuição energética, com sensores internos em cada mufla, capazes de monitorar individualmente a temperatura.

A polimerização de mais de uma mufla no microondas, da mesma forma que é feita no método convencional, poderia tornar a técnica mais atraente, rápida e econômica. No entanto, não há na literatura estudos que indiquem possível alteração na distribuição da energia por microondas, em fornos domésticos, e conseqüente influência sobre a base acrílica das próteses, quando mais de uma mufla é colocada simultaneamente no forno. Sendo assim, foi objetivo deste estudo verificar se a posição e o número das muflas sobre o prato giratório do forno microondas poderia influenciar nas propriedades mecânicas das resinas acrílicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura foi apresentada em duas partes. Na primeira constam os estudos iniciais das resinas acrílicas em microondas, bem como a análise da porosidade e dureza. Na segunda, os estudos mais detalhados das técnicas de detecção da liberação de monômero.

2.1 Dureza e Porosidade

As microondas são geradas por um magnetron de 2450 megahertz, em forma de ondas eletromagnéticas de 12,0 cm de largura que fazem as moléculas de metil metacrilato orientarem-se no campo eletromagnético, alterando a sua direção aproximadamente 5 milhões de vezes por segundo, gerando inúmeras colisões intermoleculares que causam aquecimento rápido. Se o calor exigido para quebrar as moléculas de peróxido de benzoíla (ativador) em radicais livres pode ser gerado dentro da resina, a temperatura externa da mufla pode se manter baixa. Portanto, o calor da polimerização pode ser disperso mais eficientemente, enquanto a polimerização pode ser mais rápida e com menor risco de porosidade, além de eliminar a transferência do calor por diversas estruturas (mufla, revestimento, modelo), até que chegue à resina (NISHII, 1968).

Utilizando este raciocínio, NISHII (1968) desenvolveu o primeiro estudo sobre utilização de energia de microondas em polimerização de resinas acrílicas. O autor descreveu o método, procurando diminuir o tempo de polimerização das resinas acrílicas e prevenir a formação de porosidade interna. Amostras de 65,0 x 13,0 x 9,0 mm, incluídas em mufla metálica perfurada, foram polimerizadas em forno de microondas com baixa potência e 11 minutos de irradiação, na presença de um recipiente com água para evitar o

superaquecimento do interior do forno. As amostras então foram avaliadas visualmente quanto à porosidade.

O autor também avaliou a dureza dessas resinas, em amostras de 25,0 x 25,0 x 6,0 mm, através de um microdurômetro com carga de 25 kg por 30 segundos, em amostras secas ou úmidas. Outras propriedades como sorção de água, resistência à tração, resistência transversa, deflexão transversa, resistência à retenção dos dentes artificiais e adaptação da base das próteses também foram analisadas nesta pesquisa. O autor observou que, com a redução da potência, era possível obter uma resina livre de porosidade e propriedades físicas tão satisfatórias quanto as resinas polimerizadas em banho de água quente, desde que a irradiação fosse de 11 minutos. NISHII (1968) identificou também que a incompatibilidade das muflas metálicas com as microondas exigia pesquisas para o desenvolvimento de muflas apropriadas e resinas acrílicas específicas para a polimerização por microondas.

A porosidade das resinas acrílicas, devido aos ciclos curtos de polimerização, continuou sendo uma preocupação dos pesquisadores mesmo antes da difusão das polimerizações por microondas. GAY & KING, em 1979, compararam a qualidade da resina acrílica polimerizada em calor sob pressão (com 10 minutos a 100° C, 15 minutos a 75° C, 20 minutos a 70° C e 30 minutos a 60° C) e sob fervura (30, 45 e 60 minutos), com as processadas por 9 horas a 75° C (controle). Foram confeccionadas amostras retangulares de 3, 5 e 10 mm de espessura e uma amostra triangular com espessura que variou de 0,5 a 10,0 mm. A resina acrílica utilizada foi incolor para facilitar a visualização dos poros após a polimerização, classificada de acordo com os escores 0 (ausência de porosidade), 1 (pequenos poros), 2 (porosidade grosseira). Os autores observaram que não houve

formação de porosidade em nenhuma das espessuras após a polimerização por 9 horas, assim como nas amostras com 3,0 mm ou menos, em quaisquer das técnicas. As amostras com 5,0 mm de espessura apresentaram porosidade leve, porém aquelas com 10,0 mm apresentaram porosidade severa.

Somente em 1983 foram retomados os estudos sobre polimerização de resinas acrílicas em microondas quando KIMURA *et al.* analisaram a formação da massa de resina, o tempo de polimerização mais adequado, a porosidade e alteração de cor e fratura dos dentes artificiais. Como as muflas convencionais não poderiam ser levadas ao microondas, os moldes foram então prensados em mufla, posteriormente removidos e colocados em tubos de borracha para a irradiação. Para os ensaios de porosidade, os autores desenvolveram amostras de 20,0 x 20,0 x 5,0 mm polimerizadas por 2, 3, 5, 10 e 15 minutos em forno de microondas e posteriormente esfriadas em bancada. Após análise visual, as amostras que apresentaram menor porosidade foram as polimerizadas por 3 minutos. Variando o tipo de esfriamento, a 0° C (gelo), 15° C (água corrente) e 20° C (em bancada), a porosidade diminuiu à medida que a temperatura foi aumentada. Os ensaios de porosidade puderam correlacionar o tempo de polimerização, a espessura da amostra e o esfriamento posterior, direcionando para a polimerização por 3 minutos e esfriamento em bancada, em amostras com até 3,0 mm de espessura. Entretanto os autores não indicaram um cálculo específico para quantificar a porosidade, sendo sua identificação apenas visual e comparativa.

Em 1984, KIMURA *et al.* utilizaram em fase experimental, muflas especiais para microondas, à base de plástico reforçado com fibra de vidro (RFV) e compararam as temperaturas das muflas convencionais com as RFV. Para obter a temperatura de 65° C em

que se iniciava a polimerização, foi necessário apenas 1,5 minutos, e, para que a polimerização estivesse completa, mais 5 minutos, enquanto as muflas convencionais, sob ciclo de água quente, necessitaram de 40 minutos para chegar à temperatura ideal e ainda 40 minutos para completar a polimerização.

Algumas propriedades físicas das resinas de microondas foram observadas também por REITZ *et al.*, em 1985. Neste estudo foram confeccionadas amostras de 25,0 x 12,0 x 2,5 mm, processadas em banho de água por 8 horas a 74° C ou polimerizadas por energia de microondas a 400 W por 2,5 minutos para cada lado da mufla. Para a avaliação da porosidade as amostras foram imersas em tinta preta, polidas em feltro para a remoção do excesso da tinta e observadas com aumento de 20 vezes. O número de poros de cada amostra foi contado e agrupado como (1) menos de 10, (2) menos de 20 e (3) 20 ou mais. A dureza foi avaliada através do método Barcol, utilizando as mesmas amostras do ensaio de porosidade e fazendo uma média entre 3 perfurações para cada corpo. Segundo os autores, não houve diferença entre as técnicas de polimerização, tanto para a porosidade quanto dureza. A partir destes resultados, foram confeccionadas amostras de 1,0 x 1,0 x 3,0 mm polimerizadas a 400 W e 2,5 minutos de cada lado, bem como amostras polimerizadas por 6,5 minutos para cada lado e a redução da potência para 90 W. Nestas amostras pode-se observar um grau mais acentuado de porosidade, porém o aumento do tempo de polimerização e a redução da potência reduziram acentuadamente a porosidade das amostras.

As diferenças entre os resultados de porosidade foram explicadas por WOLFAARDT *et al.*, em 1986, quando estudaram a ocorrência e a natureza da porosidade em resinas acrílicas termopolimerizáveis. Foram confeccionadas amostras com espessuras

que variaram de 0,1 a 4,5 mm com resina convencional, polimerizadas pelo método convencional, de acordo com as especificações nº 12 da ADA, e pelo ciclo rápido, colocando as amostras em água fervente por 60 minutos. Para a verificação da porosidade, cada amostra foi observada na zona periférica, média e central, com aumento de 25 vezes. Os critérios de análise foram presença, concentração, forma e posição dos poros. Neste estudo, os autores concluíram que a formação de poros pode ser devido à contração de polimerização, inclusão de gases, homogeneidade inadequada da massa e que estes fatores eram mais ativos em regiões espessas da resina.

Alguns aspectos na utilização das microondas para a polimerização de resina acrílicas foram estudados por DE CLERCK, em 1987. O autor fez considerações a respeito da ação das microondas sobre o polimetilmetacrilato e concluiu que as microondas geram calor diretamente na resina economizando o tempo que levaria para o calor se dissipar da água para o gesso e depois para a resina no centro da mufla. Foram realizados alguns ensaios para avaliar propriedades da resina polimerizada no microondas. O autor concluiu que esse processo economiza tempo de produção das próteses e que a resina polimerizada no microondas tem os menores níveis de monômero residual e propriedades físicas semelhantes ao método convencional em banho de água aquecida, além de favorecer na diminuição da porosidade das resinas, uma vez que o calor da reação de polimerização pode ser dissipado com maior eficiência pois o material de revestimento encontra-se em uma temperatura mais baixa.

SANDERS *et al.*, em 1987, estudaram a porosidade utilizando três técnicas de polimerização e esfriamento; banho de água a 74° C por 9 horas e esfriamento brusco por 20 minutos em água corrente; irradiação em microondas com potência de 90 W por 6,5

minutos em cada lado, deixado em bancada por 15 minutos e esfriado por 45 minutos em água corrente; e polimerização em microondas com potência de 90 W por 6,5 minutos em cada lado e esfriado em bancada por 2,5 horas. Os resultados mostraram que não houve diferença no nível de porosidade entre as amostras e que as resinas especialmente formuladas para microondas exibiram menor nível de porosidade que as demais, fato que pode ser atribuído à sua composição, que apresenta na sua fórmula monômero de metil e etil metacrilato.

Entretanto, AL DOORI *et al.*, em 1988, analisaram a porosidade de 4 tipos de resinas, polimerizadas em 3 técnicas: método convencional (7 horas a 70° C e mais 3 horas a 100° C), microondas (70 W por 24 minutos) e polimerização rápida (20 minutos em água em ebulição). Os resultados mostraram que as resinas de polimerização rápida não apresentaram porosidade nas amostras até 7,0 mm de espessura quando polimerizadas em banho de água a 20 minutos, porém quando esta era polimerizada em microondas, a espessura máxima sem porosidade foi de 3,0 mm.

TRUONG & TOMAZ, em 1988, avaliaram a porosidade, a dureza e a resistência transversa de quatro resinas acrílicas processadas sob dois métodos de polimerização: energia de microondas e banho de água quente. Para o banho de água quente, as muflas foram imersas em água em ebulição e a fonte de calor desligada por 20 minutos e depois religada por mais 10 minutos; para a polimerização por energia de microondas as muflas foram pré-polimerizadas por 1 minuto a 90 W de potência e polimerizadas por 13 minutos, seguida por ciclo adicional de 2 minutos a 500 W. Para o ensaio de porosidade, foram utilizados três outros ciclos em microondas, substituindo o período intermediário de 13 minutos para: 24 minutos (Grupo II), 30 minutos (Grupo III) e 6 minutos (Grupo IV). Os

autores concluíram que não houve diferença em relação aos valores de dureza para os dois métodos de polimerização. Entretanto, a presença de porosidade foi observada em todas as amostras, que segundo os autores foi devido ao excesso de calor gerado pela reação, e poderia ser reduzida com o controle da potência no início da reação.

Estes resultados vão ao encontro dos observados por TAKAMATA & SETCOS, em 1989, que avaliaram a resistência transversal, a dureza e a porosidade de duas resinas para microondas e uma convencional, variando a potência, o tempo do ciclo, a espessura das amostras e a marca da resina acrílica, concluindo que a resina própria para microondas não apresentou porosidade, independente da espessura, potência ou tempo de duração do ciclo.

Da mesma forma, LEVIN *et al.*, em 1989, utilizando resinas acrílicas polimerizadas por microondas, avaliaram as propriedades dureza, porosidade e resistência transversa. Dez corpos-de-prova de cinco resinas foram polimerizados pelo método de banho de água e energia de microondas. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os métodos de polimerização. Segundo os autores, a resina polimerizada por energia de microondas apresenta como vantagens o tempo de processamento, facilidade e limpeza de manuseio.

Também em 1989, SHOLSBERG *et al.* compararam o método de polimerização convencional e por energia de microondas quanto à porosidade, dureza Knoop, monômero residual, resistência transversa, densidade, alteração dimensional e resistência do reparo. Foram confeccionadas próteses totais separadas em dois grupos de acordo com a técnica empregada: banho de água a 74° C por 8 horas, seguido de aquecimento a 100° C por 1 hora ou irradiação por microondas a 90 W de potência por 90 segundos, com a mufla em posição vertical e ciclo complementar de 90 segundos a 500 W em posição horizontal. As muflas

foram esfriadas em bancada por 20 minutos e depois colocada sob água corrente. Após a demuflagem foi dado o acabamento e polimento dos corpos-de-prova que foram armazenados por 21 dias a 37° C. A porosidade foi verificada em secção transversa obtida na região de molar e observada num aumento de 10 vezes. Para o ensaio de dureza Knoop, liberação de monômero, densidade, resistência transversa e resistência aos reparos foram confeccionadas amostras de 65,0 x 1,0 x 3,0 mm, utilizando as duas técnicas de polimerização. A dureza Knoop foi avaliada com carga de 20 g por 30 segundos e o monômero residual avaliado por espectroscopia infravermelha. Os autores somente encontraram diferenças estatísticas no ensaio de dureza Knoop, em que as resinas de microondas apresentaram valores inferiores.

ALKHATIB *et al.*, em 1990, desenvolveram um estudo onde verificaram a resistência transversa, a dureza e a porosidade de duas resinas acrílicas de polimerização por energia de microondas (**Acron MC** e **Justi MC**), e outra convencional polimerizada em banho de água quente (**Justi**). Foram utilizados dois ciclos de microondas, um curto (513 W por 2 minutos e 56 segundos de cada lado) e outro longo (75,9 W por 7 minutos e 43 segundos, seguido de 513 W por 59 segundos, de cada lado da amostra); e 4 espessuras (3; 6; 11,6 e 17,7 mm). A microdureza Knoop foi medida nas amostras de diferentes espessuras, em microdurômetro M-400, com carga de 200 g aplicada por 20 segundos. Estas amostras foram repolidas e a porosidade verificada através de microscópio metalográfico NEOPHOT-21. Os resultados sugerem que todas as espessuras ensaiadas para banho de água e a resina **Acron MC**, polimerizada por microondas, apresentaram-se livres de porosidade, independente da espessura. Porém, quando a resina convencional foi processada em microondas, as amostras com espessura superior a 3,0 mm apresentaram

porosidade severa. As resinas **Justi MC**, quando polimerizadas pelo ciclo curto, apresentaram porosidade em espessura superior a 3,0 mm; quando polimerizadas pelo ciclo longo, estas resinas só apresentam porosidade em espessuras superiores a 9,0 mm. Quanto à dureza Knoop, os autores observaram que a resina especialmente formulada para microondas **Acron MC** apresentou valores estatisticamente significantes quando comparados ao grupo de alta voltagem e ciclo curto, sendo a resina também especial para microondas.

BAFILE *et al.*, em 1991, compararam a porosidade entre resinas acrílicas polimerizadas em microondas e resinas acrílicas termopolimerizáveis convencionais. Os corpos-de-prova foram divididos em 10 grupos e o grupo controle foi polimerizado por banho de água quente a 69° C durante 9 horas. Quatro grupos experimentais utilizaram o polímero com monômero Micro-Líquid (H.D. JUSTI Co.), variando a técnica de polimerização: um grupo foi submetido à polimerização em microondas com potência de 90 W por 13 minutos, seguido de um ciclo adicional de 450 W por 2 minutos; o segundo grupo, 10 minutos a 225 W; o terceiro, 90 W por 6½ minutos de cada lado da mufla, seguido de 1 minuto de cada lado a 450 W; outro grupo foi polimerizado por 2½ minutos a 450 W. Dois grupos utilizaram resina convencional polimerizada em microondas, um grupo com 6½ minutos de cada lado da mufla, a 90 W de potência; seguido por 1 minuto de cada lado a 450 W e o outro utilizou o tempo de 13 minutos a 90 W, seguido de 2 minutos a 450 W. As amostras foram pesadas em ar e em água para calcular a porosidade percentual, posteriormente colocadas em tinta preta e observadas em microscópio. Os resultados revelaram que não existe diferença na porosidade total entre grupo controle e grupos experimentais que utilizaram o Micro-líquid. Quando o Micro-líquid não foi utilizado,

ocorreu aumento significativo da porosidade. Os autores concluíram que a irradiação por microondas pode ser empregada para obtenção de resinas sem porosidade, desde que o Micro-liquid seja utilizado, associado a combinações de tempo/potência adequadas.

SMITH *et al.*, em 1992, avaliaram 7 tipos de resina, polimerizadas por diversos métodos; irradiação por energia de microondas, banho de água quente e luz visível, quanto à dureza Knoop, resistência transversa, resistência ao impacto e módulo de elasticidade. Os autores concluíram que a dureza Knoop da resina **Triad** apresentou valores maiores que as demais.

PHILLIPS, em 1993, relacionou e discutiu os diversos ciclos de polimerização, considerando o ciclo de 9 horas a 74° C, sem ebulição ao final como mais aceito; considerando ainda que neste processo a contração de polimerização fica distribuída por toda a superfície da base da prótese. O autor também relatou sobre métodos alternativos de polimerização como ativação por luz visível, ativação química e por energia de microondas, considerando este último como mais rápido e limpo que a polimerização convencional, e que as bases de próteses totais processadas por microondas apresentam propriedades físicas semelhantes às processadas pelos métodos convencionais.

ILBAY *et al.*, em 1994, concluiu que não havia diferença entre os resultados das resinas polimerizadas por microondas ou pelo método convencional quanto à sorção de água, dureza, força transversal e deflexão, porém relacionou potência e tempo de polimerização com a presença de porosidade e tentou adequar estas variáveis para reduzir os níveis de porosidade ao mínimo. Neste estudo, foram confeccionados corpos-de-prova com 20,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura, preparados com resina termopolimerizável convencional e polimerizadas através de 21 ciclos de polimerização,

variando-se a potência: 110, 165, 220, 275, 330 e 550 W; e tempos de 1, 2, 3, 6, 8 e 10 minutos. A dureza Vickers foi verificada de acordo com as especificações nº 09 da A.D.A. A polimerização ocorreu nos ciclos superiores a 2 minutos na potência máxima e 10 minutos na potência mínima.

RODRIGUES GARCIA & DEL BEL CURY, em 1996, verificaram a adaptação e a porosidade de bases de prótese influenciadas por um segundo ciclo de polimerização. A porosidade foi analisada através da imersão dos corpos-de-prova em nanquim e contagem dos poros, com aumento de 63 vezes em lupa estereoscópica, sendo concluído que a resina polimerizada por microondas apresentou menor porosidade em relação à resina tradicional. Quanto à adaptação das bases de próteses, não houve diferença entre as técnicas, sugerindo que não existe contra-indicação para o uso de microondas também para o processo de reembasamento.

No mesmo ano, CRAIG relatou que as resinas são materiais que apresentam valores baixos de dureza e por isso podem ser riscados e abrasionados facilmente. Partículas inorgânicas podem ser adicionadas para aumentar a resistência à abrasão porém a dureza permanece a mesma. No intuito de diminuir o tempo de polimerização das resinas foi incluído um iniciador formulado pela mistura de agentes químico e termo-ativadores tornando a polimerização mais rápida sem causar porosidade. Também segundo o autor, a porosidade das resinas acrílicas pode ser atribuída a vários fatores e dentre eles podem ser citados o aumento da temperatura que provocaria ebulição do monômero, pressão inadequada no momento do fechamento da mufla, mistura inadequada de monômero e polímero.

BORGES, em 1998, analisou a influência dos ciclos de polimerização, água aquecida a 74° C por 9 horas, água em ebulição e energia de microondas, sobre a porosidade, dureza de superfície, rugosidade e polimento da resina acrílica QC-20. Os ensaios de dureza foram realizados no Microdurômetro Future Tech, com carga de 25 g por 30 seg. e a porosidade aparente foi analisada após a imersão dos corpos-de-prova em tinta nanquim por 2 horas. O autor concluiu que o método convencional não diferiu dos demais quanto à dureza e à porosidade.

KIMPARA *et al.*, em 1999, analisaram processamentos alternativos das resinas acrílicas visando minimizar a porosidade dos corpos, principalmente dos mais espessos. Foram confeccionadas amostras com 18, 36 e 54 cm³ e polimerizadas de acordo com três métodos: polimerização por banho a 65° C por 90 minutos, elevando para 100° C por 1 hora; muflas a 65° C por 30 minutos, seguida de 1 hora a 50° C e ainda mantendo em fervura por 30 minutos e, no último grupo, colocou-se a mufla em água a 65° C por 30 minutos, seguido de 23 horas e 30 minutos a 50° C e 1 hora em fervura. Pelo exame visual dos corpos de prova, os autores concluíram que a temperatura acima daquela em que se desencadeia a polimerização num espaço curto de tempo, em grande volume de material levou à ocorrência de porosidade. A interrupção da temperatura que desencadeia a polimerização (65° C) após 30 minutos e a manutenção a 50° C por 23,5 horas, seguida de fervura por uma hora não causam porosidade em nenhuma das amostras ensaiadas.

TANJI, em 2000, comparou três resinas desenvolvidas para três técnicas de polimerização, água aquecida por 9 horas, água em ebulição por 20 minutos e microondas por 3 minutos a 1400 W de potência, quanto à dureza, porosidade, resistência ao impacto e rugosidade. Para o ensaio de dureza foi utilizado o microdurômetro Shimadzu modelo

HMV-2000, com carga de 25 g por 10 segundos e a porosidade foi analisada após a imersão dos corpos em tinta nanquim por 12 horas. O autor concluiu que a porosidade foi significativamente maior na resina para microondas e que a dureza destas resinas também se apresentou mais elevada.

2.2 Liberação de Monômero Residual

Muitos métodos têm sido usados para determinar o monômero residual das resinas, principalmente devido ao seus efeitos nas propriedades mecânicas do material e os danos que o monômero pode causar à mucosa. Os primeiros trabalhos consistiam apenas em técnicas comparativas de determinação do monômero, de acordo com a densidade.

Em 1956, SMITH & BAINS desenvolveram métodos para a estimação e detecção de monômero residual, qualitativa e quantitativamente. No método qualitativo, utilizaram a solução de permanganato de potássio a 0,003% (peso/volume), que reagia com a solução de monômero, ocorrendo rápida alteração na cor variando do vermelho até o amarelo, de acordo com a concentração do monômero. A base da dentadura foi imersa em água destilada na temperatura ambiente por 1 h, para obtenção do líquido com monômero. 1 mL deste líquido foi misturado com 1 mL do reagente e, após 1 min., a cor alterava. A observação era comparada com o controle de água destilada. Dentre os métodos quantitativos estudados, o mais adequado foi o de brometo de potássio em ácido acético a 50%. Desta forma, os autores desenvolveram um método químico que permitiu calcular o conteúdo de monômero residual. Os autores observaram que uma prótese após 6 horas de imersão em água em ebulição liberava 0,2% de monômero residual enquanto que após 20 h a 72° C, uma amostra semelhante apresentava 1% de monômero residual. Corpos-de-prova

submetidos a ciclos de polimerização incompletos apresentaram resultados positivos quando submetidos à reação com permanganato de potássio, enquanto que aqueles bem polimerizados encontravam-se negativos, apontando que o monômero residual não pode ser extraído em resinas bem polimerizadas. Os autores também utilizaram a espectrofotometria para determinar a presença de monômero residual através do espectrofotômetro Perkin-Elmer na faixa de absorção infravermelha. Os dados obtidos foram comparados com os anteriores e verificaram que, embora os resultados obtidos pelo espectrofotômetro fossem positivos, a determinação não era tão específica quanto o método químico.

Entretanto, em 1978, DOUGLAS & BATES analisaram qual era a melhor técnica para detectar a quantidade de monômero residual liberado pelas próteses. Estes autores utilizaram amostras de 70,0 x 25,0 x 3,0 mm fracionadas em pequenos pedaços de 6,0 mm; cada porção foi triturada usando o triturador Glen Creston, por 20 segundos. As amostras foram submetidas à análise por espectrofotometria infravermelha, utilizando o espectrofotômetro Perkin-Elmer e por cromatografia gasosa, através do Pye-Unicam 104, com colunas de 3,0 mm de diâmetro e 150,0 mm de comprimento, contendo Porpak Q. Aproximadamente 1,0 μ L do material foi injetado no cromatógrafo. A curva de calibração foi feita utilizando concentrações conhecidas de monômero e calculado de acordo com razão entre a área da amostra e a área de etil metacrilato, obtido a partir do cromatógrafo. Os autores observaram que a trituração das amostras não influenciava na determinação do monômero residual através da cromatografia gasosa e, comparando os dois métodos de detecção do monômero, concluíram que existe uma grande correlação entre os resultados

da cromatografia gasosa e a espectrofotometria, porém o espectrofotômetro parecia não ter grande sensibilidade quando existiam valores muito baixos de monômero.

AUSTIN & BASKER, em 1980, descreveram a técnica da cromatografia gás-líquida para medir o conteúdo de monômero residual em próteses totais. Corpos-de-prova de 65,0 x 65,0 cm foram confeccionados, variando a espessura de 2,0 a 4,0 mm, polimerizados em ciclo longo ou ciclo curto, variando também o armazenamento em seco ou úmido. A extração de monômero foi feita após 1 hora da polimerização, a 65° C. Diante dos resultados, os autores observaram relação entre conteúdo de monômero residual, tempo e temperaturas atingidas no momento da polimerização. Em ciclos longos, o nível de monômero residual foi de 0,29% e, em ciclos curtos, o nível de monômero subiu em 700%. As amostras mais finas também apresentaram maior concentração de monômero, quando submetidas ao mesmo ciclo de amostras mais espessas. Segundo os autores, a reação exotérmica gerada pelo processo de polimerização é maior nas zonas mais espessas, possibilitando maior conversão do monômero em polímero. Quanto ao meio de armazenamento, seco ou em água, os autores concluíram que não houve diferença significativa quanto ao conteúdo de monômero residual.

Em 1982, LAMB *et al.* desenvolveram um estudo com a proposta de avaliar a quantidade de monômero residual das resinas autopolimerizáveis que se difundia para a água e observar se havia alguma quantidade de monômero que não era liberado em água. Os tempos de processamento variaram de 5 a 30 minutos e a temperatura de 22 a 55° C e os formatos dos corpos-de-prova foram: discos com 50,0 mm de diâmetro e 1 mm de espessura; cilindros com 3,0 mm de diâmetro e 150,0 mm de comprimento e tiras muito finas com 24,0 µm de espessura e 1,0 mm de largura. Para a análise da liberação de

monômero foi utilizado o espectrômetro Perkin-Elmer 330 e espectrômetro de ressonância eletrônica. Os discos foram imersos em 50,0 mL de água destilada e mantidos a temperatura de 37° C; após o tempo determinado, 5,0 mL da água eram retirados para análise do monômero dissolvido, e a água de imersão era renovada. Uma tira de resina foi imersa em 4,0 mL de água destilada, dentro de uma cubeta fechada e inserida no espectrômetro a 22° C; registros do espectro de absorção foram feitos até que não fosse mais detectado aumento de monômero em frascos fechados e mantidos a 37° C por 7 dias; o monômero foi então avaliado, os cortes recuperados, secos em sílica gel e pesados diariamente, até que não fosse mais detectada perda de peso. Segundo os autores, o monômero se difundiu mais rapidamente em amostras finas como as de 24,0 µm do que corpos-de-prova com espessura semelhante as das próteses. Para essas amostras finas, a completa difusão do monômero ocorreu em 14 dias a 22° C e em 7 dias a 37° C. A quantidade de monômero liberada dependeu da temperatura de polimerização atingida pela resina. Os resultados da análise de ressonância elétron spin indicaram um espectro característico para radicais ativos na polimerização. A concentração de monômero residual é reduzida por dois mecanismos, difusão do monômero e adicional polimerização.

Outro fator que também interfere na liberação de monômero residual e nas demais propriedades das resinas acrílicas é a proporção polímero/monômero das resinas termopolimerizáveis. JEROLIMOV *et al.*, em 1985, avaliaram a relação entre diversas proporções pó/líquido, utilizando dois ciclos de polimerização em banho de água quente, quanto à liberação de monômero bem como suas propriedades flexurais. O monômero residual foi extraído pelo refluxo em metanol e analisado através de cromatografia gasosa. Os autores concluíram que a redução de monômero residual melhorou a resistência

transversa e que o ciclo de polimerização empregado tem maior influência na redução dos níveis de monômero que a proporção polímero monômero.

Em 1985, STAFFORD & BROOKS investigaram o nível de monômero em 6 resinas acrílicas disponíveis no mercado para a confecção de aparelhos ortodônticos. Para analisar a presença de monômero foi utilizada a cromatografia gasosa e a espectroscopia ultravioleta foi empregada para verificar a presença de monômero difundido em água. Os autores concluíram que as resinas quimicamente ativadas apresentam maiores valores de monômero residual, quando comparadas com as termopolimerizáveis; que a quantidade de monômero residual diminui com o tempo, devido à polimerização continuada e a difusão do monômero para a água; e que a manutenção dos aparelhos em água antes de serem entregues ao paciente diminui a quantidade de monômero.

A liberação de monômero residual e outras propriedades físico-químicas também foram analisadas por CURY *et al.*, em 1994, utilizando quatro resinas polimerizadas por processos diferentes: duas através do banho de água quente, uma por energia de microondas e a última quimicamente ativada. Para a análise da liberação de monômero residual foi utilizada a espectrofotometria com luz visível e ultravioleta. Diante dos resultados, concluiu-se que a resina autopolimerizável liberou maior quantidade de monômero residual e que esta liberação reduz gradativamente de acordo com o tempo de imersão do corpo em água.

YUNUS *et al.*, em 1994, analisaram a liberação de monômero em materiais utilizados para reparos de próteses utilizando cromatografia gasosa, e os resultados expressos em percentagem. A liberação de monômero foi analisada após 20 minutos, 1 hora, 1 semana e 1 mês após a confecção. Como os demais autores que estudaram a

liberação de monômero, concluíram que havia redução da concentração de monômero com o tempo de armazenagem e sugeriram relação entre quantidade de monômero e resistência à fratura da região reparada.

Outra observação importante foi feita por VALLITTU *et al.* que, em 1995, analisaram a liberação de monômero residual em água de resinas quimicamente ativadas e termopolimerizadas, quando submetidas a duas temperaturas durante o período de armazenagem (8 semanas). Foram confeccionadas amostras de 2,0 x 4,0 x 50,0 mm das resinas Pro Base Hot (termopolimerizável) e Pro Base Cold (quimicamente ativada) e armazenadas em água, nas temperaturas de 22 e 37° C. Após este período, foi feita a leitura da liberação de monômero em cromatografia líquida. Os autores concluíram que o nível de monômero residual diminui com o passar do tempo e que a temperatura interfere na liberação de monômero, sendo a de 37° C mais indicada.

Estes resultados também foram observados por CRAIG, em 1996. O autor relatou que o nível de monômero residual diminui para 6,6% quando a polimerização é executada a 70° C por uma hora e que quando a temperatura da água é de 100° C, o monômero residual cai para 0,31%. Segundo o autor, a utilização de um ciclo complementar de 1 h a 100° C seria mais adequado na confecção de próteses com níveis mais baixos de monômero. Um cuidado adicional deve ser tomado em relação à temperatura porque a ebulição do monômero poderá gerar uma resina com altos níveis de porosidade. O autor também sugere o armazenamento das próteses por vários dias em temperatura superior a 50° C e sem contato com o oxigênio para reduzir a quantidade de monômero, principalmente se as resinas forem utilizadas em pacientes sensíveis ao monômero, pois há evidências de que o metil metacrilato apresenta pobre biocompatibilidade.

A concentração elevada de monômero residual nas resinas acrílicas não só está relacionada com os efeitos que o monômero pode causar nas propriedades do material como também na capacidade irritativa que este produto possui. SHERIDAN *et al.*, em 1997, examinaram o efeito do contato de próteses confeccionadas com resinas ativadas quimicamente, termopolimerizadas em banho de água e por energia de microondas em células fibroblásticas da gengiva humana. A avaliação foi feita após 24, 48, 72 e 96 horas após a imersão de um disco de 12,0 mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura na cultura, por meio da função mitocondrial celular. O efeito do contato da resina na cultura foi comparado com células de culturas intactas. Os resultados revelaram que, em todos os períodos, as três resinas liberaram algum material citotóxico aos fibroblastos, porém não há confirmação de que seja o metil metacrilato. As resinas quimicamente ativadas foram mais citotóxicas e em todos os grupos o maior efeito citotóxico foi nas primeiras 24 horas, reduzindo sua capacidade lesiva com o tempo.

DEL BEL CURY, em 1998, avaliou a influência do gesso e do silicone para inclusão sobre as propriedades dureza Knoop, monômero residual e resistência transversa de duas resinas acrílicas polimerizadas em microondas. Neste estudo foram confeccionados 144 corpos-de-prova, divididos em 4 grupos. A microdureza foi mensurada após 24, 48, 72 horas e 30 dias e o monômero residual em períodos de 24 ou 48 horas, num total de 288 horas. O autor observou que a liberação de monômero residual foi maior nos grupos incluídos em silicone e os valores de dureza Knoop também foram superiores nesse grupo, no tempo de 24 horas; após as 48 horas não houve mais diferença estatística entre os grupos. Diante dos resultados, conclui-se que a utilização da silicone possibilitou polimerização adequada das resinas estudadas.

BRAUN *et al.*, em 1998 avaliaram a efetividade da energia de microondas na polimerização da resina acrílica na proximidade do metal. Foram confeccionados 36 corpos-de-prova com 30,0 mm de diâmetro x 4,0 mm de espessura, contendo no seu interior uma sela metálica com 28,0 mm x 8,0 mm x 0,5 mm, divididos aleatoriamente em 3 grupos: resina **Clássico** polimerizada em ciclo curto; resina **Acron-MC** polimerizada em forno de microondas por 3 minutos a 500 W; resina **Clássico** polimerizada em forno de microondas por 3 minutos a 500 W. Uma das partes da amostra foi utilizada para a avaliação de monômero residual, enquanto a outra foi submetida aos ensaios de dureza e porosidade. A dosagem de monômero liberada na água durante doze dias consecutivos foi avaliada através da espectrofotometria. A dureza Knoop foi verificada nas distâncias de 50, 100, 200, 400 e 800 µm da sela metálica, e a porosidade interna e externa foi avaliada a olho nu e com auxílio de microscópio com aumento de 100 vezes. Os autores concluíram que a energia de microondas pode ser utilizada para a polimerização da resina acrílica contendo sela metálica no seu interior e que as resinas acrílicas convencionais, quando polimerizadas através da energia de microondas, apresentaram maior quantidade de poros. Quanto à dureza Knoop, os resultados sugeriram que o metal não interfere na polimerização da resina quando processadas através da energia de microondas, pois as amostras processadas de forma convencional obtiveram dureza inferior.

Também em 1998, RIZZATI BARBOSA *et al.* realizaram uma revisão crítica da técnica de polimerização utilizando o forno de microondas, avaliando as vantagens e desvantagens desta técnica. Os autores concluíram que se trata de uma técnica fácil, limpa e muito rápida, sendo um recurso vantajoso na confecção de próteses, bem como nos casos

de reparações e reembasamentos. As desvantagens observadas pelos autores foram o alto preço das resinas para microondas bem como a baixa resistência das muflas de plástico.

NUNES DE MELLO, em 1999, avaliou o efeito do aquecimento pelo microondas e água quente no nível de monômero residual de uma resina acrílica autopolimerizável e polida quimicamente e sua influência na resistência transversa e microdureza interna. Um grupo de amostras foi submetido ao polimento mecânico (controle); e três grupos experimentais foram submetidos ao polimento químico. Dentre os grupos experimentais, dois deles foram submetidos a um ciclo complementar de polimerização: no microondas a 450 W por 3 minutos ou ciclo complementar em água a 65° C por 1 hora. De acordo com os resultados, o autor concluiu que ao polimento químico aumenta o nível de monômero residual, diminui a resistência transversa porém não altera os valores de microdureza interna e que as microondas e a água quente podem auxiliar na redução dos níveis de monômero no primeiro dia após a polimerização.

A preocupação com a liberação de monômero residual continua existindo e BARTOLONI *et al.*, em 2000, analisaram a liberação de monômero de três resinas acrílicas, apropriadas para três técnicas de polimerização, através da espectrofotometria infravermelha, imediatamente após a confecção das amostras. Esta técnica permite a quantificação das ligações duplas de carbono ($C=C$), presentes apenas no monômero. No momento da ativação do monômero ocorre quebra desta ligação, passando a uma união simples ($C-C$), que não é detectado pelo espectrofotômetro. Diante dos resultados, os autores concluíram que todos os métodos de polimerização produziram resultados semelhantes.

3. PROPOSIÇÃO

Considerando o relato na literatura, o objetivo desta pesquisa foi analisar a influência da posição e do número de muflas no forno de microondas, sobre liberação de monômero em água, dureza de superfície e porosidade da resina acrílica, nas condições de:

- Uma mufla localizada no centro do prato giratório e polimerização da resina por 3 minutos (controle).
- Duas muflas, sendo uma no centro e a outra na extremidade do prato giratório, e polimerização da resina por 4,5 minutos.
- Duas muflas, sendo uma sobre a outra, separadas por um suporte de acrílico, no centro do prato e polimerização da resina por 4,5 minutos.

4. METODOLOGIA

4.1 Material

O material para base de prótese utilizado neste estudo foi a resina acrílica incolor ativada termicamente **Acron MC**, para polimerização por energia de microondas, como apresentado na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1: Características da resina acrílica dental utilizada*

Marca Comercial	Composição básica		Fabricante
	Monômero	Polímero	
Acron MC	Metil metacrilato	Poli-metil metacrilato	G.C. America Inc.

* Informação do fabricante

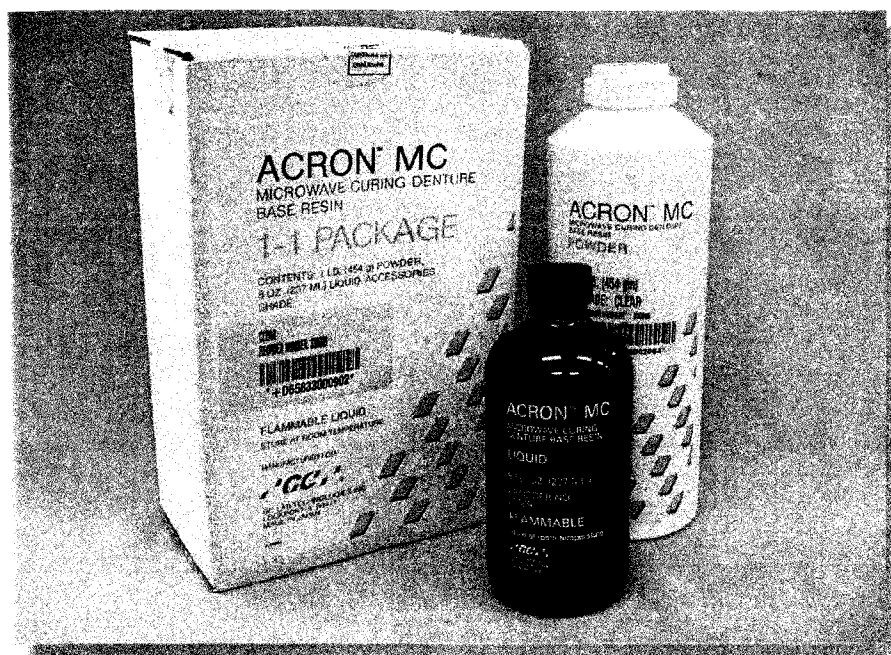


Figura1: Resina acrílica utilizada no estudo

Foi utilizado forno de microondas doméstico, marca **Continental**, modelo AW 42, com 900 W de potência e um suporte em acrílico (Figura 2) fabricado especificamente para este estudo.

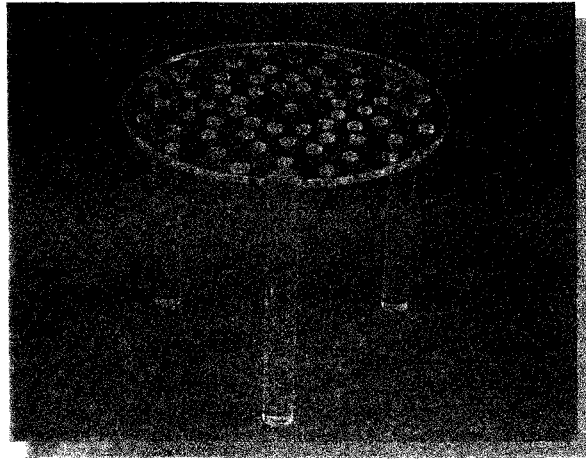


Figura 2: Suporte em acrílico

4.2 Método

4.2.1 *Confecção das matrizes para o ensaio de liberação de monômero em água*

Retângulos medindo $32,5 \times 10,0 \times 2,5$ mm (Figura 3) foram confeccionados em silicone por condensação de consistência densa (OPTOSIL P Plus, Bayer Dental), a partir de um molde de acrílico vazado nas dimensões supracitadas.

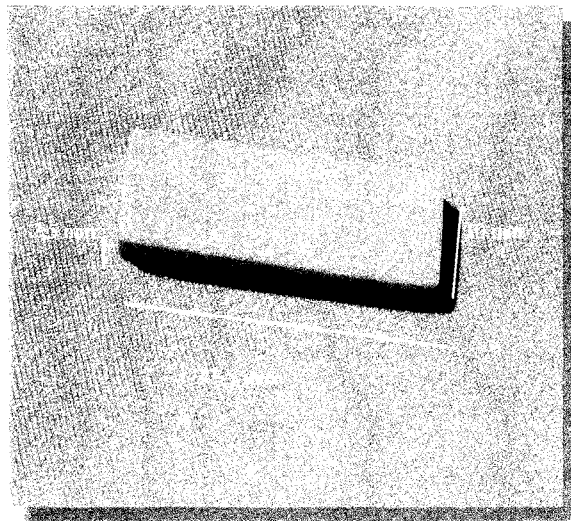


Figura 3: Retângulos de silicone

A massa de silicone foi colocada sobre a cavidade do molde e prensada entre duas placas acrílicas lisas numa prensa hidráulica (Delta Máquinas Especiais), sob pressão de 500,0 kg, até a completa polimerização.

Foram confeccionados 90 retângulos de silicone para a obtenção dos corpos-de-prova, sendo 18 para cada grupo.

4.2.2 Confeção das matrizes para os ensaios de porosidade e dureza

Foram confeccionadas, também em silicone, utilizando a mesma técnica descrita anteriormente, 60 matrizes em forma de hemi-discos, com 30,0 mm de diâmetro por 3,0 mm de espessura (BRAUN *et al.*, 1998), conforme Figura 4.

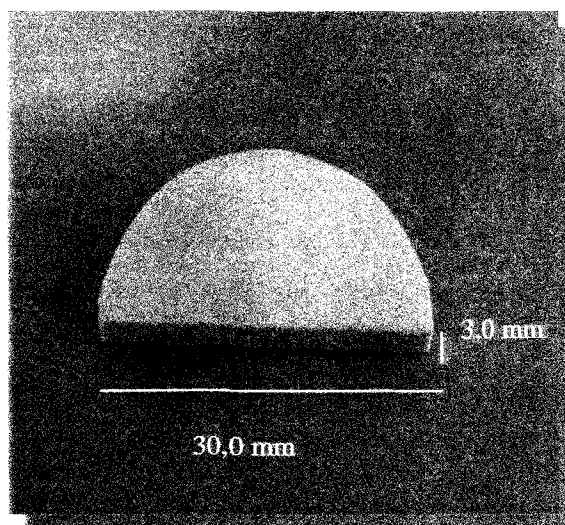


Figura 4: Hemi-disco de silicone

4.2.3 Inclusão das matrizes de silicone na mufla

A parte inferior das muflas de fibra de vidro reforçada, própria para microondas, foi isolada com vaselina sólida (Sidepal) e devidamente preenchida com gesso pedra tipo III (Herodent, Vigodent S.A.), preparado na proporção de 270g de pó/85mL de água, de

acordo com as instruções do fabricante e espatulado a vácuo (Polidental, Ind. e Com. Ltda.) por 40 segundos. Após a presa do gesso, a superfície foi planificada com lixas de óxido de alumínio de granulações 320 e 400. Em seguida, a superfície do gesso foi isolada com vaselina sólida e as matrizes de silicone colocadas sobre a mesma. A parte superior da mufla foi adaptada e preenchida com gesso pedra tipo III, na proporção de 250g de pó/80mL de água, conforme as condições técnicas descritas anteriormente. As muflas foram levadas à prensa e mantidas sob pressão durante 1 h. Após este período, as muflas foram abertas, as matrizes de silicone removidas, as condições do molde examinadas e ambas as partes, mufla e contra mufla, lavadas com água e detergente neutro, com auxílio de escova macia para remoção da vaselina.

4.2.4 Obtenção dos corpos-de-prova

4.2.4.1 Prensagem e polimerização da resina

As duas partes de gesso foram revestidas com uma fina camada de isolante para resina (Al-Cote, Dentsply Ltda). A resina acrílica **Acron MC** (GC Dent. Ind. Corp.) foi preparada conforme as instruções do fabricante, na proporção de 16,38g de pó para 9,0 mL de líquido, obtidos em balança de precisão de 0,01g (CHYO, modelo SV-200) e pipeta de 10,0 mL, respectivamente. A resina foi manipulada em potes de vidro e tampadas até atingirem a fase plástica. Após esta etapa a resina foi colocada nos moldes das muflas. As partes da mufla foram fechadas e comprimidas lentamente, em prensa hidráulica de bancada (Delta Máquinas Especiais) com 1,25 toneladas até a estabilização da pressão; a seguir, os parafusos foram colocados e apertados. As muflas permaneceram sobre a

bancada por 10 minutos antes de serem levadas ao forno (recomendação do fabricante), de acordo com os grupos:

Grupo I: uma mufla de cada vez, polimerizada por 3 minutos (controle). (Figura 5a)

Grupo II: duas muflas de cada vez, polimerizada por 4,5 minutos, sendo uma mufla colocada no Centro (IIa) e a outra na extremidade (IIb) do prato giratório. (Figura 5b)

Grupo III: duas muflas de cada vez, polimerizada por 4,5 minutos, sendo uma mufla sobre a outra, (em cima IIIa e embaixo IIIb), no centro do prato, separadas por um suporte próprio para microondas. (Figura 5c)

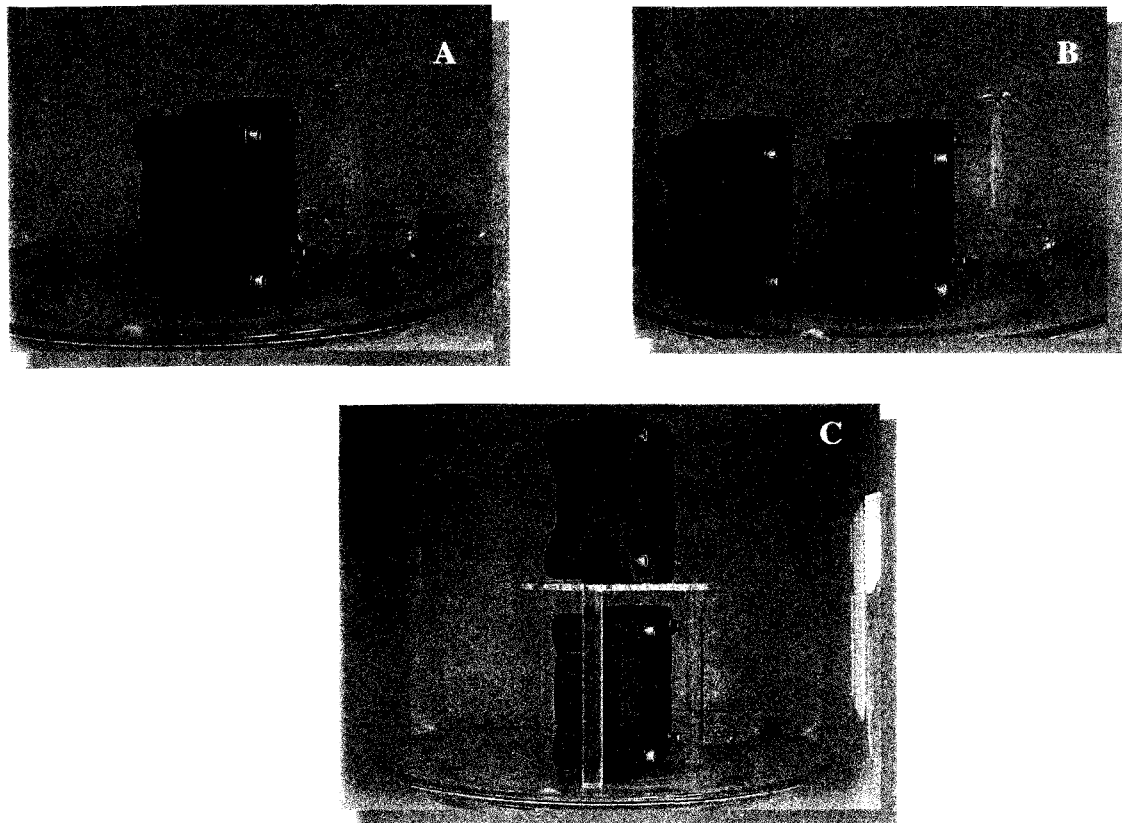


Figura 5 : Posicionamento das muflas no forno de microondas: A) Grupo I; B) Grupo II; C) Grupo III

Os tempos de polimerização para os Grupos II e III foram obtidos após a execução do piloto, pois o tempo de 3 minutos recomendado para uma mufla não foi suficiente para a efetiva polimerização das amostras.

Após o término da polimerização, as muflas foram retiradas do forno e permaneceram sobre a bancada de trabalho, até o completo esfriamento. A seguir, as muflas foram abertas, os corpos-de-prova removidos e submetidos ao acabamento.

4.2.4.2 Acabamento dos corpos-de-prova

Todos os corpos-de-prova receberam acabamento com lixa de óxido de alumínio de granulação 320 sob refrigeração, em politriz Arotec APL-4, até alcançarem as medidas estabelecidas, aferidas com paquímetro digital (Mauser Júnior), com precisão de 0,01.

Em seguida, foram limpos em ultra-som (THORNTON modelo T7) com água, por 2 minutos.

4.2.4.3 Polimento dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova para o ensaio de dureza e porosidade, além da lixa 320, foram submetidos ao polimento com lixas 400, 600 e 1200, com tempo de 6 minutos para cada lixa em politriz Arotec APL-4. A cada troca de lixa, os corpos foram submetidos à limpeza em ultrassom com água por 2 minutos.

4.2.5 Avaliação da liberação de monômero residual em água

Os corpos-de-prova de cada grupo foram colocados, individualmente, em tubos de ensaio, contendo 6 mL de água deionizada, lacrados com parafilme (Figura 6) e mantidos

em estufa à temperatura de $37 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas. A seguir, as soluções aquosas foram retiradas para análise da presença de monômero através da espectrofotometria (LAMB *et al.*, 1982; CURY *et al.*, 1994; BRAUN *et al.*, 1998), utilizando o espectrofotômetro BECKMAN DU-65 (Figura 7), com pico de absorção (Figura 8) na faixa de 206 nm (NUNES DE MELLO, 1999). A liberação de monômero foi lida após 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas.

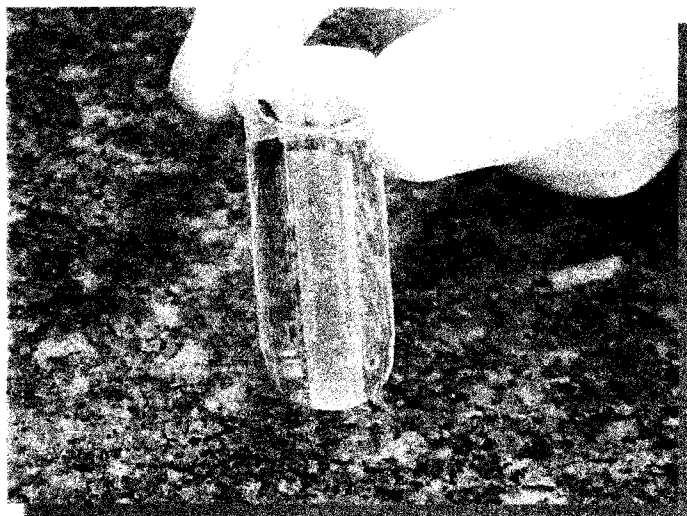


Figura 6: Corpo-de-prova em tubo de ensaio.

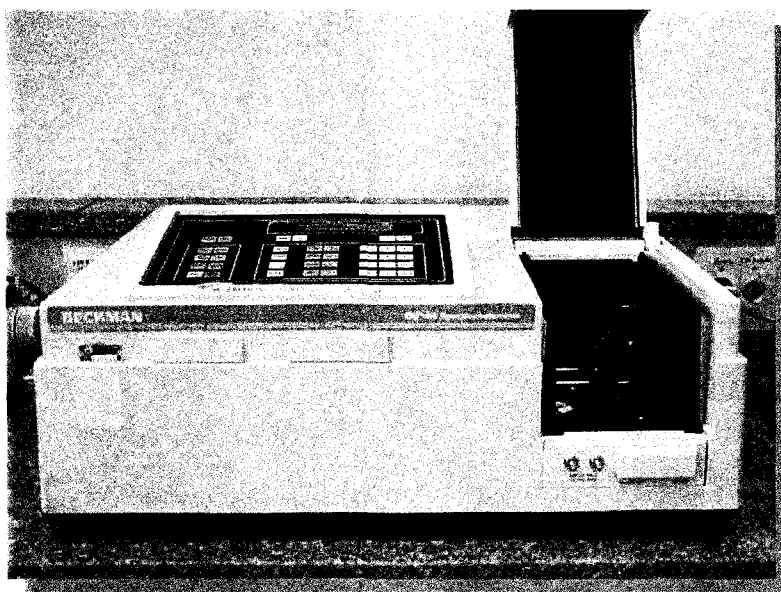


Figura 7: Espectrofotômetro DU – 65.

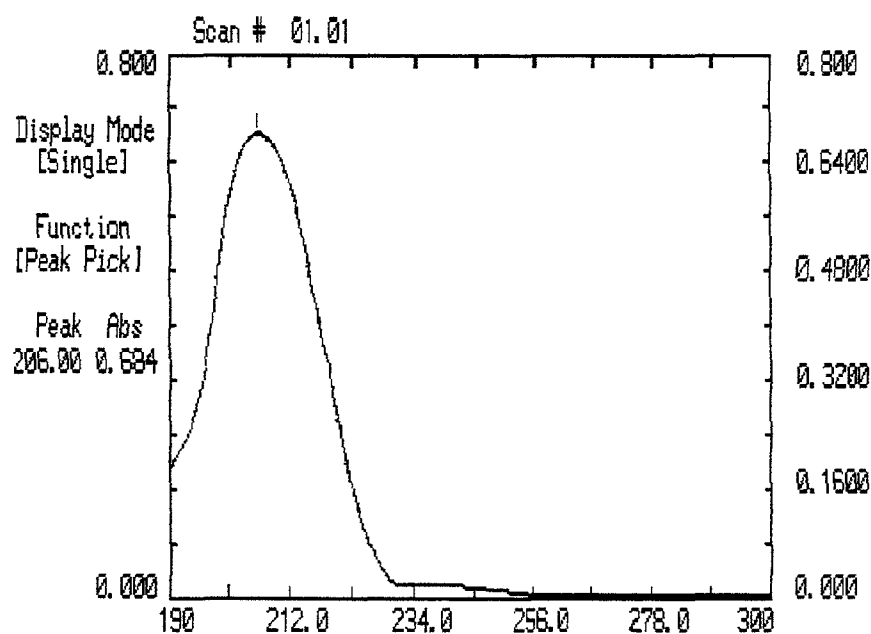


Figura 8: Espectro de absorção do Metil metacrilato.

Cada solução foi desprezada após a leitura, as amostras lavadas com água deionizada por 10 segundos, secas com papel absorvente e nova quantidade de água deionizada colocada no tubo de ensaio, para a leitura no dia seguinte. Este processo foi repetido diariamente durante 6 dias, período em que estabilizou a concentração de monômero liberado em água.

Para calibração da liberação de monômero (Figura 9), foi preparada uma solução de monômero de metil metacrilato a 1% concentração v/v, em água deionizada.

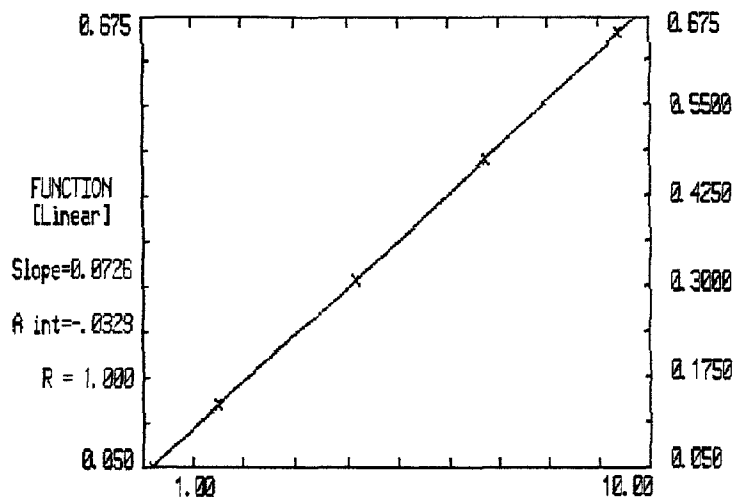


Figura 9: Curva de calibração do metil metacrilato

A partir desta solução, foram preparadas diariamente soluções de monômero com diluições de 2,357 µg/mL; 4,2 µg/mL; 9,4 µg/mL; 14,1 µg/mL e 18,9 µg/mL, que foram lidas imediatamente após cada diluição e após 24 horas de armazenagem à temperatura de $37 \pm 2^\circ\text{C}$. A concentração de monômero foi determinada a partir das curvas de calibração feitas diariamente, utilizando a fórmula:

$$\text{Concentração de monômero} = (\text{absorbância} - a) / b$$

a = coeficiente linear (intercepção) da reta

b = coeficiente angular (inclinação) da reta.

Para que a concentração de monômero represente o valor real do monômero liberado por cada corpo-de-prova, este resultado foi multiplicado por 6 vezes o volume de água em que foi imerso o corpo-de-prova, e dividido pela área do corpo-de-prova.

4.2.6 Avaliação da dureza de superfície dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de dureza de superfície num microdurômetro SHIMADZU, modelo 2000 (Figura 10), calibrado com carga de 25g por 10 segundos. Cada corpo-de-prova foi submetido a 12 penetrações, 4 em cada uma das duas extremidades e 4 no centro do semi-disco (Figura 11).

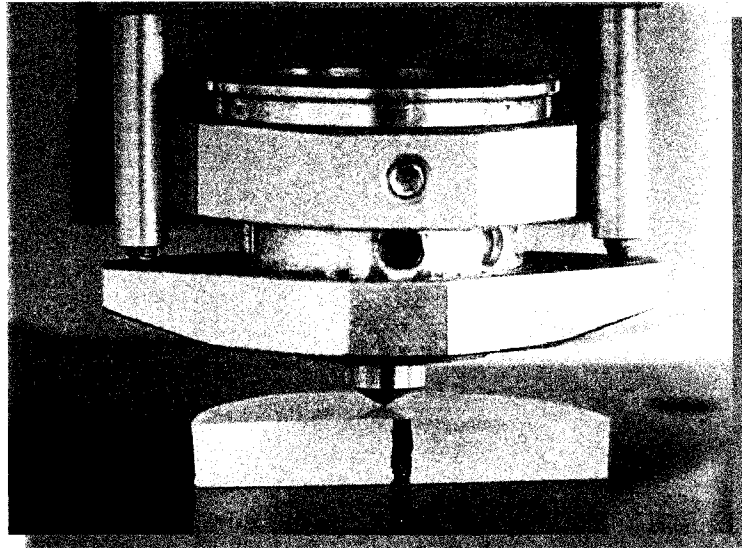


Figura 10: Corpo-de-prova no microdurômetro

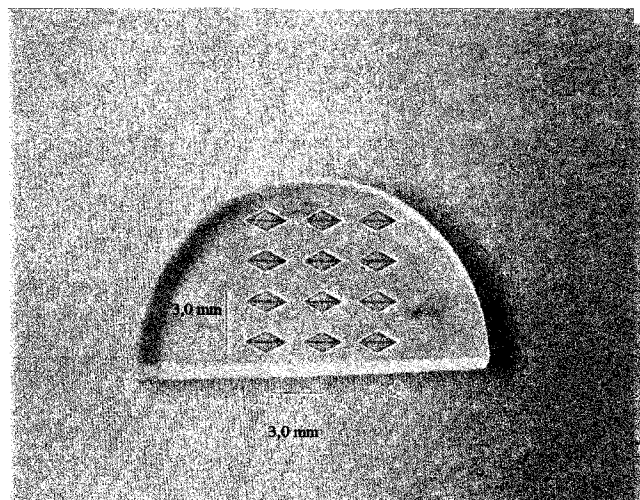


Figura 11: Corpo de prova para o ensaio de microdureza com os locais de penetração

4.2.7 Avaliação da porosidade superficial dos corpos de prova

Para a contagem dos poros foi delimitada uma área de 1 cm² (RODRIGUES GARCIA & DEL BEL CURY, 1996) no centro do disco. Os corpos-de-prova foram imersos em tinta Nankin (ACRILEX) por 30 minutos, lavados em seguida com água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar e papel absorvente (RODRIGUES GARCIA & DEL BEL CURY, 1996). A quantidade de poros nas áreas delimitadas foi contada com utilização de lupa estereoscópica LEIKA modelo MK 6 (Figura 12), com aumento de 40 vezes e iluminação lateral (Figura 13).

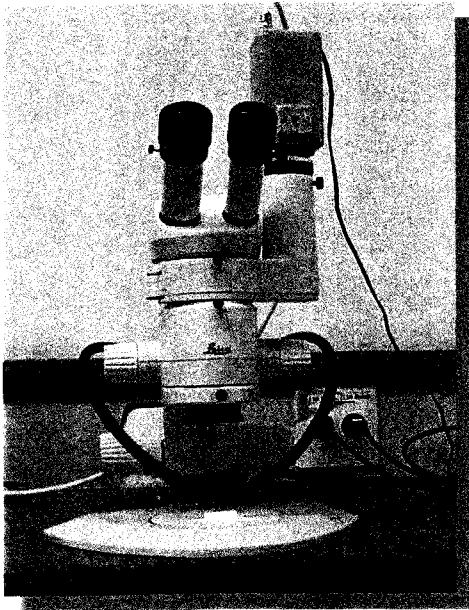


Figura 12: Lupa estereoscópica

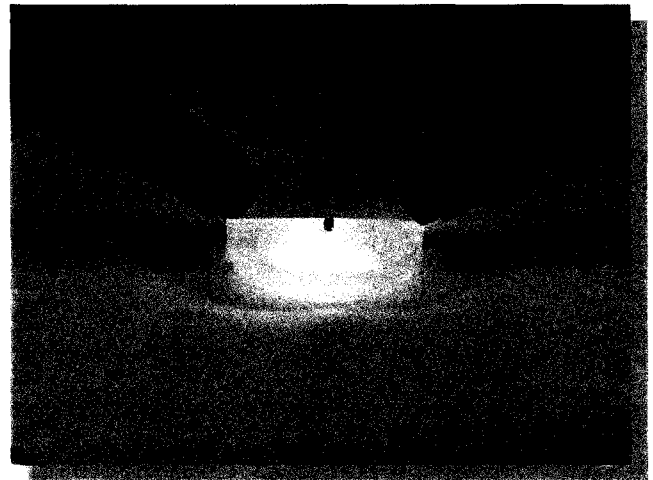


Figura 13: Corpo de prova com iluminação lateral

4.2.8 Análise estatística

Os valores de liberação de monômero foram submetidos à análise de variância, e ao teste de Dunnet, com nível de significância de 5%, para comparações das médias enquanto que os valores de dureza Knoop e porosidade superficial foram submetidos à análise de variância e ao delineamento inteiramente ao acaso, com normalidade em nível de 5%.

No estudo de liberação de monômero em água foram verificadas as comparações entre as médias observadas nos diversos tratamentos (grupos) testados (GI, GIIa, GIIb, GIIa e GIIb), de tempo (24h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h), além da interação entre os fatores tempo e tratamento (grupos). O modelo de análise de variância adotado foi para experimentos casualizados em parcelas subdivididas, onde são testados os efeitos dos fatores principais grupo e tempo, além da interação entre eles sobre a liberação de monômero residual.

Em decorrência da natureza quantitativa da variável tempo foi feito um estudo de regressão polinomial a qual culmina com o desenvolvimento de uma função matemática que permite o estudo do comportamento da liberação de monômeros de acordo com o tempo e recomendada a transformação dos dados para uma potência de $-0,15$.

Adotou-se o teste de Dunnet, com nível de significância de 5%, para comparações entre médias do grupo Controle e demais grupos. Adicionalmente, foram calculados contrastes para a comparação entre os grupos GIIa vs GIIb e GIIa vs GIIb. Para a comparação de médias de tempo, foi utilizado o teste de Tukey, com 5% de nível de significância.

Para a variável dureza Knoop e para a porosidade superficial, foi empregado o modelo para delineamento inteiramente ao acaso e o teste de normalidade em nível de 5%, que não apresentou evidências para a rejeição entre as variáveis.

Os valores individuais da liberação de monômero, dureza e porosidade estão apresentados como ANEXO.

5. RESULTADOS

5.1 Liberação de monômero residual em água

As médias e desvios padrão ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) para a liberação de monômero na água estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4 e Figuras 14, 15 e 16.

Pode-se observar na análise do gráfico mostrado na Figura 14 que o comportamento de todos os grupos de tratamento foi semelhante em todos os dias, ocorrendo decréscimo crescente dos valores de monômero liberado em água. Desta forma, os valores foram analisados estatisticamente separados em grupos, unindo os valores de todos os dias e também analisando o tempo, unindo os grupos.

Tabela 2: Médias e desvios-padrão da liberação diária de monômero na água ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

HORA	GI	GII a	GII b	GIII a	GIII b
24	357,07 $\pm$ 378,5	180,65 $\pm$ 187,3	283,19 $\pm$ 380,6	741,82 $\pm$ 836,6	116,34 $\pm$ 195,7
48	47,89 $\pm$ 46,8	31,41 $\pm$ 26,4	34,96 $\pm$ 46,2	201,90 $\pm$ 284,8	14,16 $\pm$ 20,5
72	39,08 $\pm$ 44,3	21,02 $\pm$ 23,6	27,62 $\pm$ 42,3	77,50 $\pm$ 79,13	13,04 $\pm$ 18,9
96	19,07 $\pm$ 16,2	12,70 $\pm$ 10,3	16,10 $\pm$ 16,1	45,13 $\pm$ 29,7	5,02 $\pm$ 4,8
120	15,40 $\pm$ 13,3	9,63 $\pm$ 7,3	10,95 $\pm$ 11,0	32,56 $\pm$ 23,9	3,84 $\pm$ 3,6
144	13,60 $\pm$ 11,9	9,20 $\pm$ 7,6	10,46 $\pm$ 10,5	35,90 $\pm$ 30,5	4,09 $\pm$ 4,5

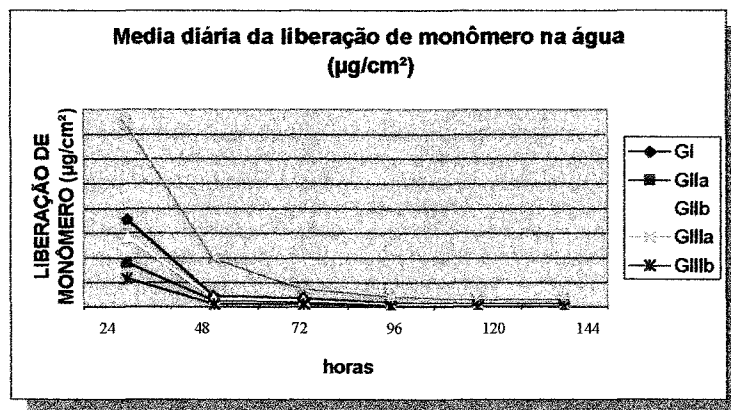


Figura 14: Gráfico das médias diárias da liberação de monômero em água, separada por grupos ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$).

Pode-se observar na Tabela 3 e no gráfico da Figura 15 que houve diferença significativa ($p < 0,05$) na liberação de monômero residual em água para os grupos GIIa e GIIb, que diferiram dos demais grupos e também entre si.

Tabela 3: Estatísticas descritivas para liberação de monômero residual por tratamento.

GRUPO	Nº Obs.	MÉDIA($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	DESV.PAD.
GI	108	82,02 b	197,4
GIIa	108	44,10 b	98,1
GIIb	108	63,88 b	183,0
GIIIa	108	189,13 a	436,5
GIIIb	108	26,08 c	88,8

Médias com as mesmas letras não diferem entre si. Teste de Dunnett ($p < 0,05$)

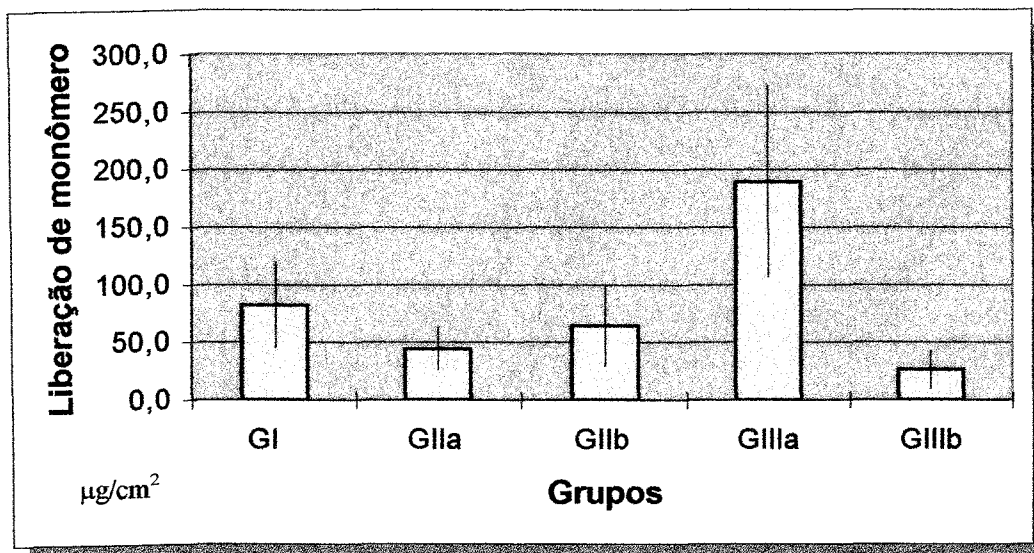


Figura 15: Gráfico para comparação das médias de liberação de monômero nos diversos tratamentos.

Quando os grupos foram analisados nos diversos tempos (Tabela 4 e Figura 16), pode-se observar que os tempos 24 e 48 horas diferiram entre si e entre os demais ($p < 0,05$); os tempos 72 e 96 horas apresentaram resultados semelhantes entre si ($p > 0,05$), assim como os tempos de 120 e 144 horas.

Tabela 4: Média e desvios-padrão da liberação de monômero residual por tempo

TEMPO (h)	Nº Obs.	MÉDIA ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	DESV. PAD.
24	90	335,81 a	501,3
48	90	66,06 b	146,0
72	90	35,65 c	51,0
96	90	19,61 c	21,9
120	90	14,48 d	16,4
144	90	14,66 d	19,1

Médias com as mesmas letras não diferem entre si. Teste de Tukey ($p < 0,05$)

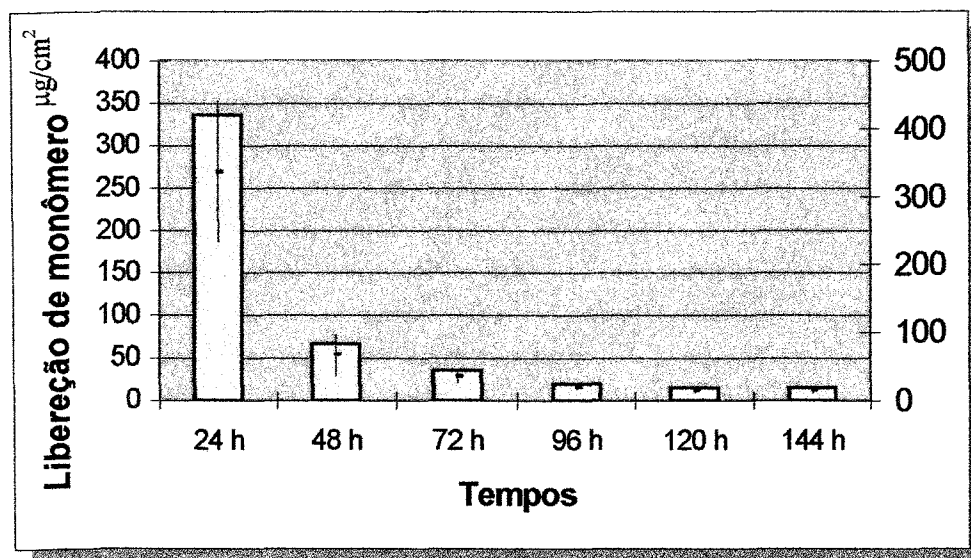


Figura 16: Gráfico para comparação de média de liberação de monômero nos diversos tempos.

5.2 Dureza de superfície

A Tabela 5 e a Figura 17 apresentam as médias e desvios padrão da dureza de superfície da resina. Para a dureza de superfície, pode-se observar que há semelhança entre os grupos ($p > 0,05$), não apresentando nenhuma diferença estatística significativa.

Tabela 5: Média e desvios-padrão da dureza de superfície Knoop da resina acrílica.

GRUPOS	DUREZA NHK	DESVIO PADRÃO
GRUPO I	18,12 a	3,51
GRUPO IIa	17,10 a	1,86
GRUPO IIb	16,27 a	3,17
GRUPO IIIa	16,76 a	3,88
GRUPO IIIb	17,56 a	2,49

Médias com as mesmas letras não diferem entre si. ANOVA ($p < 0,05$)

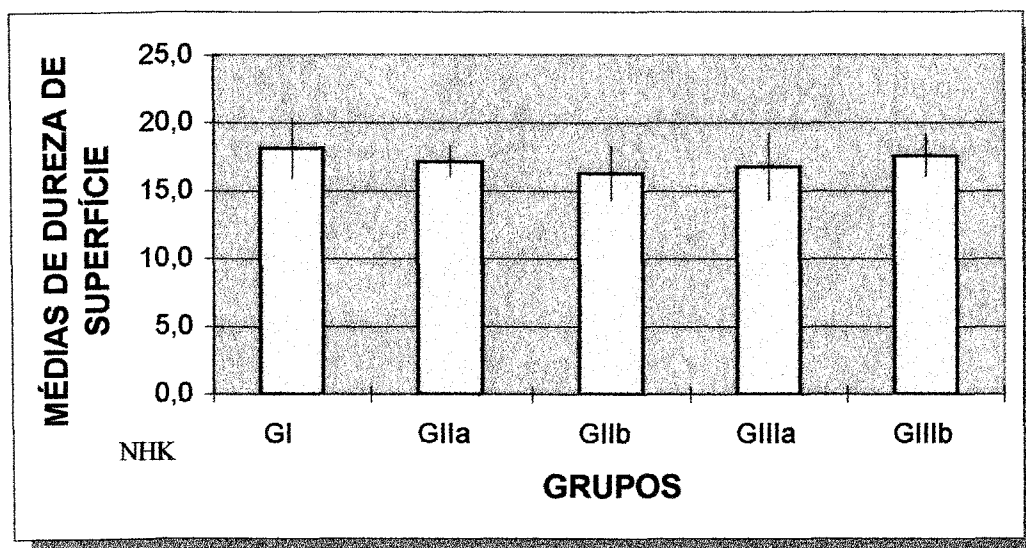


Figura 17: Gráfico para comparação de médias de dureza de superfície nos diversos tratamentos

5.3 Porosidade superficial

A Tabela 6 e Figura 18 apresentam as médias e desvios padrão da porosidade superficial da resina, onde observa-se que na análise de variância, na comparação entre os grupos, não foi encontrada diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6: Média e desvios-padrão da porosidade superficial da resina acrílica.

GRUPOS	POROSIDADE	DESVIOS PADRÃO
GRUPO I	7,17 a	9,45
GRUPO IIa	19,33 a	35,96
GRUPO IIb	20,83 a	28,25
GRUPO IIIa	24,25 a	42,57
GRUPO IIIb	10,08 a	11,25

Médias com as mesmas letras não diferem entre si.

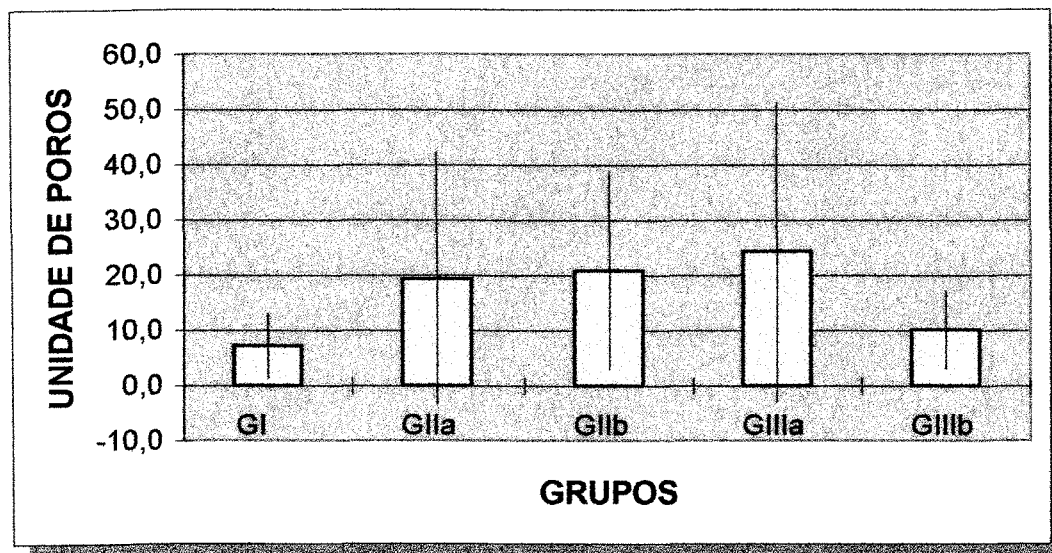


Figura 18: Gráfico para comparação de médias de porosidade nos diversos tratamentos

6. DISCUSSÃO

As resinas acrílicas polimerizadas em forno de microondas têm sido amplamente utilizadas na Odontologia devido à facilidade técnica, limpeza e rapidez (RIZZATI BARBOSA *et al.*, 1998; LEVIN *et al.* 1989). Entretanto, a idéia de introduzir mais de uma mufla no forno de microondas, proposto por DE CLERCK (1987) possibilitou uma redução ainda maior do tempo laboratorial despendido para a confecção das próteses removíveis total e parcial.

Visto que a concentração de monômero tem relação direta com a citotoxicidade (SHERIDAN *et al.*, 1994) e com as propriedades das resinas acrílicas (CRAIG, 1996), torna-se necessário analisar se a presença de muflas, utilizadas simultaneamente no forno de microondas para polimerização da resina, pode causar alguma alteração nessa concentração.

Na Tabela 2 e na Figura 14 pode-se observar os valores de monômero liberado em água no grupo controle e nos experimentais. O monômero liberado corresponde ao monômero residual que ficou entre as cadeias poliméricas sem, contudo, estar unido a elas e, portanto, passível de ser difundido para fora do material polimerizado (NUNES DE MELLO, 1999; BARTOLONI *et al.* 2000). Esta liberação monomérica já havia sido também observada por LAMB *et al.* (1982), CURY *et al.* (1994), VALLITTU *et al.* (1995), BRAUN *et al.* (1998) e NUNES DE MELLO (1999).

Observando a Tabela 3 e a Figura 15, nota-se que os resultados obtidos quanto à liberação de monômero em água podem ser indicadores da efetiva polimerização das

resinas nos grupos IIa e IIb, uma vez que a menor liberação indicaria conversão mais eficiente do monômero em polímero (JEROLIMOV *et al.*, 1985). Porém o Grupo IIIb apresentou valores de liberação de monômero inferiores e com diferença estatística significativa aos obtidos no grupo I (controle) e aos demais grupos, enquanto que, no Grupo IIIa, os valores encontrados foram superiores ao controle e aos demais grupos, o que leva a crer que a distribuição da energia das microondas não ocorre uniformemente como mostraram DE CLERCK (1987) e AL DOORI *et al.* (1988).

Nos estudos de DE CLERCK (1987) e AL DOORI *et al.* (1988), os fornos de microondas utilizados possuíam o magnetron na porção superior interna do aparelho, o que favorecia a distribuição mais uniforme da energia das microondas, porém esta localização também possibilitava o escape da energia para o meio externo. Desta forma, por uma questão de segurança, o magnetron passou a ser posicionado na porção lateral superior e interna do forno, com direcionamento para o centro do prato, o que poderia justificar a polimerização dos Grupos IIa e IIb, semelhantes ao controle (Grupo I), que permaneceram em contato com o prato giratório.

O direcionamento da energia de microondas para o centro do prato também pode explicar as diferenças estatísticas observadas nos grupos IIIa e IIIb, que diferiram entre si e entre os demais. O grupo IIIa, localizado na porção superior do forno, recebeu impacto direto das microondas pela proximidade ao magnetron, acumulando grande quantidade de energia, promovendo rápida conversão do monômero em polímero e maior aprisionamento de monômero residual. Nessas condições, a quantidade de radiação que atingiu as muflas do grupo IIIb foi menor, em razão da mufla IIIa receber e absorver parte da energia que seria destinada à mufla IIIb. Assim, com menor energia, a reação de polimerização foi mais

lenta, permitindo que maior quantidade de monômero efetuasse a conversão polimérica num mesmo período de tempo, impedindo, dessa maneira, que a velocidade de reação aprisionasse maior quantidade de monômero residual entre as moléculas polimerizadas.

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 4 e na Figura 16, independente de outros fatores, houve diferenças significantes entre os tempos analisados, com exceção de 72 e 96 horas e entre 120 e 144 horas. Porém todos os grupos apresentaram o mesmo comportamento com o passar do tempo, ou seja, decréscimo dos valores de monômero residual. Por este motivo, a análise dos resultados relacionados ao tempo foi executada considerando todos os valores como um único grupo. Durante as primeiras 24 horas houve liberação significativa de monômero, cujos valores decresceram com diferença estatisticamente significativa nos demais períodos. Os grupo das 72 e 96 horas não diferiram estatisticamente, bem como os grupos das 120 e 144 horas. Estes resultados, mostrando decréscimo de monômero residual com o passar do tempo, estão de acordo com os trabalhos de SMITH & BAINS (1956), CURY *et al.*(1994), VALLITTU *et al.*(1995), DEL BEL CURY (1998) e NUNES DE MELLO (1999).

LAMB *et al.*, (1982) justificaram a diminuição de monômero residual como devido ao esgotamento da taxa residual pela difusão do monômero na água, coadjuvada pela presença de radicais livres ativos entre as cadeias, que promovem polimerização lenta e continuada da resina com o passar do tempo.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por outros autores, como DOUGLAS & BATES (1978), SHOLSBERG *et al.* (1989), YUNUS *et al.* (1994), AUSTIN & BASKER (1980) que utilizaram espectrofotometria na faixa de absorção

infravermelha, cromatografia gasosa e cromatografia líquida, o que demonstra a eficácia dos métodos.

Os valores elevados de monômero residual nas primeiras 48 horas sugerem que as próteses de resina acrílica polimerizadas por quaisquer dos métodos devem ser armazenadas em água, por igual período, para evitar reações alérgicas no paciente, como enfatizaram STAFFORD & BROOKS (1985).

Todas as resinas acrílicas apresentam baixos valores de dureza Knoop, portanto podem ser facilmente riscadas (CRAIG, 1996), porém as resinas polimerizadas por microondas têm apresentado maiores valores de dureza quando comparadas às demais técnicas de polimerização (SMITH *et al*, 1992, BORGES, 1998).

Os resultados de dureza observados na Tabela 5 e na Figura 17 não evidenciaram diferença estatística significativa entre os grupos, apesar da diferença existente entre os níveis residuais de monômero resultantes dos ciclos de polimerização, visto que a dureza está diretamente proporcional à quantidade de monômero (AUSTIN & BASKER, 1980). A correlação entre os valores de dureza e a liberação do monômero residual se dá principalmente devido à formação de cadeias poliméricas mais complexas nos casos em que maior quantidade de monômero foi convertida, portanto, menor liberação de monômero. A falta de correlação entre os valores de dureza e liberação de monômero neste estudo pode ser explicado pela polimerização mais completa que se dá na superfície, uma vez que o material não reagido é liberado para o meio.

A temperatura de polimerização é um fator que interfere também na formação da porosidade das resinas (TRUONG & TOMAZ, 1988). WOLFAARDT *et al*. (1986) mostraram em seu trabalho que quanto maior a temperatura de polimerização das resinas,

maior é a quantidade de poros encontrada. Quando as resinas são polimerizadas por microondas, a porosidade, segundo os estudos de NISHII (1968), é menor quando se utiliza um tempo maior e uma potência menor. Estes resultados também foram observados por KIMURA *et al.* (1984), REITZ *et al.* (1985) e BAFILE *et al.* (1991).

A velocidade de elevação da temperatura do ciclo, até o momento da ebulição do monômero, durante a polimerização da resina acrílica é um dos principais causadores de porosidade interna (WOLFAARDT *et al.*, 1986) devido à dificuldade de dissipações do calor formado pela reação química e do monômero nas diversas áreas, que fica aprisionado no interior do polímero (KIMPARA *et al.*, 1999).

Os resultados de porosidade superficial (Tabela 6 e Figura 18) não evidenciaram diferenças estatísticas significantes entre os grupos e estão de acordo com os trabalhos de NISHII (1968), REITZ *et al.* (1985), SANDERS *et al.* (1987), LEVIN *et al.* (1989) TAKAMATA & SETCOS (1989), ALKHATIB *et al.* (1990), ILBAY *et al.* (1994) e BORGES (1998), que não encontraram diferenças significantes nas superfícies das amostras quanto à porosidade, uma vez que a polimerização da superfície externa da resina se dá de forma mais completa e o monômero residual pode ser eliminado, sem formação de poros.

Para a avaliação da porosidade, existem três métodos amplamente utilizados: análise visual (NISHII, 1968; GAY & KING, 1979; KIMURA *et al.*, 1983), pigmentação dos poros com tinta nanquim e contagem dos poros em área delimitada (REITZ *et al.*, 1985; BAFILE *et al.*, 1991; RODRIGUES GARCIA & DEL BEL CURY, 1996; BORGES, 1998; BRAUN *et al.*, 1998 e TANJI, 2000) e pesagem das amostras em ar e água (BAFILE *et al.*, 1991). A contagem dos poros visa avaliar a superfície externa do corpo, pois o acúmulo de placa se

dá nesta região e muitos casos de estomatite protética estão relacionados à proliferação de *Candida* em próteses com superfície porosa (BAFILE *et al.*, 1991).

Apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto à porosidade (Tabela 6 e Figura 18), visualmente, pudemos observar a presença numérica de porosidade mais elevada no grupo IIIa, o que pode ter sido ocasionado pela alta incidência da energia de microondas, promovendo a elevação rápida da temperatura e conseqüente ebulição do monômero.

É importante lembrar que a polimerização efetiva de duas muflas polimerizadas simultaneamente se deu após a adequação do tempo de polimerização, uma vez que utilizando o tempo recomendado pelo fabricante para uma mufla, os corpos-de-prova não eram totalmente polimerizados.

7. CONCLUSÃO

A posição das muflas no forno de microondas interfere na polimerização das resinas acrílicas quanto à liberação de monômero, porém não altera a porosidade superficial e a dureza de superfície.

A polimerização de duas muflas no forno de microondas não interfere na polimerização das resinas acrílicas desde que as muflas fiquem distribuídas horizontalmente sobre o prato giratório.

*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AL DOORI, D. *et al.* A comparison of denture base acrylic resins polymerised by microwave irradiation and by conventional water bath curing systems. **Dent. Mater.**, Washington, v.4, n.1, p.25-32, Feb. 1988.
2. ALKHATIB, M.B. *et al.* Comparison of microwave-polymerized denture base resins. **Int. J. Prosthodont.**, St. Louis, v.3, p.249-255, May/Jun. 1990.
3. AUSTIN, A.T. & BASKER, R.R. Residual monomer levels in denture bases. The effects of varying short curing cycles. **Br. Dent. J.**, London, v. 153, n. 2, p. 425-426, Dec. 1982.
4. BAFILE, M. *et al.* Porosity of denture resin cured by microwave energy. **J. Prosth. Dent.**, St. Louis, v.66, n.2, p.269-274, Aug. 1991.
5. BARTOLONI, J.A. *et al.* Degree of conversion in denture base materials for varied polymerization techniques. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, 27; 488-493, 2000.
6. BORGES, L.H. **Influência de ciclos de polimerização sobre o polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial de resina acrílica QC-20.** Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1998.
7. BRAUN, K.O., DEL-BEL CURY, A.A. & CURY, J.A. Avaliação in vitro da efetividade de polimerização da resina acrílica dental polimerizada através de energia de microondas, quando em contato com metal. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 173-180, Abr./Jun. 1998.
8. CRAIG, R.G. Prosthetic Application of Polymers In: _____. **Restorative Dental Materials**, 10 ed. Saint Louis: C.V. Mosby, 1996. Chap. 19, p.500-540.
9. CURY, A.A.D.B., RODRIGUES JUNIOR, A., PANZERI, H. Resinas acrílicas dentais polimerizadas por energia de microondas, método convencional de banho de água e quimicamente ativadas: propriedades físicas. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.8, n.4, p.243-49, out-dez, 1994.
10. DE CLERCK, J.P. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prosthesis.

* De acordo com a NBR 6023 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT de 1989. Abreviatura dos Periódicos conforme o WORLD LIST OF SCIENTIFIC PERIODICALS.

J. Prosth. Dent., Saint Louis, v. 57, n. 5, p. 650, May. 1987.

11. DEL BEL CURY, A.A. **A influência do material de revestimento sobre as propriedades físico-químicas das resinas acrílicas polimerizadas com energia de microondas.** Dissertação (Livre Docência). Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1998.
12. DOUGLAS, W.H. & BATES, J.F. The determination of residual monomer in polymethylmethacrylate denture-base resins. **J. Materials Science**, 13: 2600-2604, 1978.
13. GAY, W.D. & KING, G.E. Na evaluation of the cure of acrylic resin by three methods. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.42, n. 4. P.437-440, Oct. 1979.
14. ILBAY, S.G., GUVERNER, S. & ALKUMRU, H.N. Processing dentures using a microwave technique. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v.21, n.1, p.103-109, Jan. 1994.
15. JEROLIMOV, V. *et al.* The effect of variations in the polymer/monomer mixing rations on residual monomer levels and flexural properties of denture base materials. **Quintess. Int.**, Berlin, v.9, n.7, p. 431-434, July-Aug. 1985.
16. KIMPARA, E.T.; *et al.* Processamento alternativo para eliminar porosidade em resina acrílica para bases de próteses totais. **Rev. Bras. Prot. Clin. Lab.**, São Paulo, Ano 1,v.4, out./dez. 1999.
17. KIMURA, H. *et al.* Aplications os microwave for dental technic (part I). **J. Osaka Dent. Univ.**, Osaka, v.23, p.41-49, 1983.
18. _____, TERAOKA, F., SAITO, T. Aplications os microwave for dental technic (part 2). **J. Osaka Dent. Univ.**, Osaka, v.24, p.21-29, 1984.
19. LAMB, D.J., ELLIS, B., PRIESTLEY, D., Loss into water of residual monomer from autopolymerizing dental acrylic resin. **Biomaterials**, United Kingdom v.3, p 155-159, Jul. 1982
20. LEVIN, B., SANDERS, J.L., REITZ, P.V. The use of microwave energy processing acrylic resins. **J. Prosth. Dent.**, St. Louis, v.61, n.3, p381-383, Mar. 1989.
21. NISHII, M. Studies on the curing of denture base resins with microwave irradiation: With particular reference to heat – curing resins. **J. Osaka Dent. Univ.**, Osaka, v.2, p23-40, Feb. 1968.

22. NUNES DE MELLO, J.A. **Avaliação in vitro de propriedades mecânicas e química de uma resina autopolimerizável polida quimicamente, submetida a um ciclo de polimerização complementar com energia de microondas ou água quente.**, Tese (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1999. 87p.
23. PHILLIPS, R.W. **Skinner materiais dentários.** 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p. 92-123.
24. REITZ, P.V., SANDERS, J.L., LEVIN, B.. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. **Quintess. Int.** Berlin, v.6,n.8. p.547-551, Aug. 1985.
25. RIZZATI BARBOSA, C.M. *et al.* Uso de la energía de microondas en el procesamiento de prótesis odontológicas. **Rev. Asoc. Odontol. Argent.**, Buenos Aires, v. 86, n. 2, p. 105-108, Mar/Abr. 1998.
26. RODRIGUES-GARCIA, R.C.M. & DEL BEL CURY, A.A. Reembasamento de bases de próteses: método convencional e por microondas. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 10 (4), p. 295-302, 1996.
27. SANDERS, J.L., LEVIN, B., REITZ, P.V. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. **Quintessence. Int.**, Berlin, v.18, n.7, p.453-456, 1987.
28. SHERIDAN, PJ, et al: Cytotoxicity of denture base resins. **Int. J. Prosth**, St. Louis, v.10, n.1, p. 73-77, Jan/Feb. 1997.
29. SHLOSBERG, S.R. *et al.* Microwave energy polymerization o poly (methyl methacrylate) denture base resin. **Int. J. Prosth.**, St. Louis, v.2, n.5, p.453-458, Sept./Oct. 1989.
30. SMITH, D.C. & BAINS M.D. The detection and estimation of residual monomer in polymethyl methacrylate. **J. Dent. Res.** Washington, v. 35, n. 1 , p. 16-24. Feb. 1956.
31. SMITH, L.T., POWERS, J.M., LADD, D. Mechanical properties of new denture resins polymerized by visible light, heat, and microwave energy. **Int. J. Prosthod.**, St. Louis, v.5, n.4, p.315-320, 1992.
32. STAFFORD, G.D. & BROOKS, S.C. The loss of residual monomer from acrylic orthodontic resins. **Dent. Mater.** Washington, v.1, n.2, p.135-138, 1985.

33. TAKAMATA, T. & SETCOS, J.C. Resin dentures bases: review of accuracy and methods of polymerization. **Int. J. Prosth.**, St. Louis, v.2, n.6, p.555-562, 1989.
34. TANJI, M. **Estudo comparativo entre tipos de resinas acrílicas sobre as variáveis resistência ao impacto, dureza de superfície, rugosidade e porosidade.**, Tese (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 128p.
35. TRUONG, V.T & THOMASZ, F.G.V. Comparason of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. **Aust. Dent. J.**, St. Leonards, v.33, n.3, p.201-204, Jun. 1988.
36. VALLITTU, P.K., MIETTINEN, V., ALAKUIJALA, P. Residual Monomer content and its release into water from denture base materials. **Dent Mater.**, Washington, 11:338-342, Nov. 1995.
37. WOLFAARDT, J.F., CLEATON-JONES,P., FATTI,P. The occurence of porosity in heat-cured poly (methyl methacrylate) denture base resin. **J. Prosth. Dent.**, Saint Louis, v.55, n.3, p.393-400, Mar, 1986.
38. YUNUS, N., HARRISON, A., HUGGET, R. Effect of microwave irradiation on flexural strength and residual monomer levels of acrylic resin repair material. **J. Oral Rehabil.**, Birmingham, v.21, n.6, p.641-648, Nov. 1994.

ANEXOS

I - Valores do ensaio de liberação do monômero na água

Tabela 7: Resultados do ensaio de liberação de monômero do grupo GI ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	120 HORAS	144 HORAS
Corpo 1	780,26	108,71	111,42	42,90	27,90	20,62
Corpo 2	239,81	34,12	33,44	10,97	8,62	17,70
Corpo 3	407,58	59,91	56,68	16,81	13,19	18,22
Corpo 4	771,41	115,66	118,11	34,55	24,81	26,47
Corpo 5	763,41	162,57	147,26	40,50	28,98	5,73
Corpo 6	1427,94	34,85	44,98	12,49	6,99	10,59
Corpo 7	69,04	7,69	2,64	5,15	3,55	3,23
Corpo 8	7,72	0,48	0,78	1,06	0,79	0,44
Corpo 9	11,27	1,71	0,97	1,70	1,31	0,90
Corpo 10	11,70	1,16	1,04	1,28	1,02	0,63
Corpo 11	22,61	4,33	1,74	2,90	2,30	1,54
Corpo 12	40,42	5,01	1,83	3,37	2,68	2,00
Corpo 13	430,77	85,44	37,92	38,49	31,36	34,36
Corpo 14	356,17	68,15	35,51	33,37	27,72	11,03
Corpo 15	267,80	71,80	32,86	31,75	28,82	17,06
Corpo 16	428,71	45,66	47,31	41,82	41,96	30,65
Corpo 17	73,84	18,42	10,31	5,65	8,30	34,77
Corpo 18	316,75	36,34	18,68	18,56	16,93	8,97
MEDIA	357,07	47,89	39,08	19,07	15,40	13,61
D. PAD.	378,49	46,82	44,32	16,21	13,26	11,94
C. VAR.	106,00	97,76	113,41	84,96	86,08	87,77

Tabela 8: Resultados do ensaio de liberação de monômero do grupo GIIa ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	120 HORAS	144 HORAS
Corpo 1	598,339	90,336	72,330	29,639	18,884	26,233
Corpo 2	294,633	38,964	41,274	13,384	9,341	14,472
Corpo 3	427,262	47,871	43,715	13,624	9,386	13,812
Corpo 4	24,556	5,654	7,642	2,510	2,038	2,714
Corpo 5	259,730	42,842	42,625	12,258	8,669	11,190
Corpo 6	329,796	62,602	73,609	20,538	21,221	19,272
Corpo 7	70,877	5,315	2,766	7,257	4,229	3,590
Corpo 8	103,516	17,534	6,782	11,190	9,880	7,333
Corpo 9	10,943	2,314	1,315	2,791	2,287	2,297
Corpo 10	554,860	78,077	20,989	41,013	28,645	23,337
Corpo 11	58,676	7,089	2,280	4,439	4,435	2,719
Corpo 12	47,868	9,385	2,797	6,224	4,678	3,766
Corpo 13	160,904	35,926	17,683	22,165	14,838	10,460
Corpo 14	45,395	40,203	5,972	5,662	5,194	3,712
Corpo 15	98,280	26,306	15,259	16,499	13,036	9,427
Corpo 16	88,636	14,319	8,371	7,795	6,584	4,078
Corpo 17	66,250	38,004	10,755	9,763	8,321	6,070
Corpo 18	11,106	2,608	2,111	1,836	1,696	1,182
MEDIA	180,646	31,408	21,015	12,699	9,631	9,204
D. PAD.	187,279	26,380	23,603	10,290	7,305	7,564
C. VAR.	103,672	83,992	112,312	81,026	75,851	82,190

Tabela 9: Resultados do ensaio de liberação de monômero do grupo GIIb ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	120 HORAS	144 HORAS
Corpo 1	551,605	69,362	22,217	19,472	12,911	15,931
Corpo 2	37,094	27,732	32,264	7,759	7,287	9,344
Corpo 3	1179,704	10,604	167,149	52,416	36,308	42,066
Corpo 4	630,783	192,993	25,383	6,439	5,139	6,504
Corpo 5	168,194	30,740	31,249	7,789	5,895	7,543
Corpo 6	1201,924	56,530	99,954	51,808	18,114	22,239
Corpo 7	382,398	38,763	9,345	25,626	16,780	14,850
Corpo 8	61,582	6,597	2,373	5,727	4,315	2,412
Corpo 9	104,265	16,092	4,294	12,238	8,041	6,726
Corpo 10	40,425	5,426	1,604	4,185	2,667	2,103
Corpo 11	15,191	2,693	0,956	2,218	1,642	1,293
Corpo 12	13,281	7,865	1,908	4,956	3,621	3,308
Corpo 13	83,357	23,182	14,908	15,020	12,888	9,981
Corpo 14	52,504	13,992	9,137	9,589	8,008	5,682
Corpo 15	112,297	27,201	18,798	16,743	14,159	11,085
Corpo 16	28,107	5,009	4,140	3,900	3,507	2,838
Corpo 17	387,106	87,603	46,813	39,728	32,284	21,738
Corpo 18	47,533	6,823	4,710	4,178	3,556	2,909
MEDIA	283,186	34,956	27,622	16,100	10,951	10,475
D. PAD.	380,618	46,150	42,259	16,093	9,865	10,180
C. VAR.	134,406	132,024	152,989	99,958	90,078	97,184

Tabela 10: Resultados do ensaio de liberação de monômero do grupo GIIIa ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	120 HORAS	144 HORAS
Corpo 1	2683,523	669,208	246,992	103,319	71,606	89,972
Corpo 2	1832,245	585,974	179,267	74,637	45,931	88,868
Corpo 3	2049,031	682,588	175,540	89,732	54,640	73,165
Corpo 4	746,791	63,420	74,013	37,765	15,607	19,417
Corpo 5	2020,822	93,872	92,352	26,700	18,268	23,577
Corpo 6	100,136	887,709	211,948	90,557	56,102	85,758
Corpo 7	549,007	75,781	15,615	37,781	20,947	19,654
Corpo 8	108,457	28,739	7,616	20,329	13,739	11,613
Corpo 9	199,136	56,179	14,941	39,456	23,680	22,275
Corpo 10	78,966	13,868	3,890	32,241	6,384	5,709
Corpo 11	27,894	10,589	2,701	8,106	5,398	5,058
Corpo 12	34,770	7,080	1,541	4,564	3,997	3,095
Corpo 13	970,887	131,529	125,610	47,002	81,682	63,862
Corpo 14	820,574	118,565	87,575	66,111	52,546	37,346
Corpo 15	207,498	57,234	32,943	31,178	25,646	23,093
Corpo 16	318,605	72,360	44,231	40,691	35,302	28,198
Corpo 17	515,650	65,412	67,155	56,746	46,370	38,207
Corpo 18	88,728	14,120	11,034	5,464	8,156	7,318
MEDIA	741,818	201,901	77,498	45,132	32,556	35,899
D. PAD.	836,606	284,777	79,131	29,659	23,884	30,520
C. VAR.	112,778	141,047	102,107	65,715	73,364	85,016

Tabela 11: Resultados do ensaio de liberação de monômero do grupo GIIIb ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	24 HORAS	48 HORAS	72 HORAS	96 HORAS	120 HORAS	144 HORAS
Corpo 1	720,759	13,884	19,486	4,727	3,921	4,758
Corpo 2	411,995	53,705	49,750	12,579	9,965	11,440
Corpo 3	406,255	78,345	71,274	17,833	13,124	18,091
Corpo 4	128,730	25,130	20,536	5,495	3,820	5,310
Corpo 5	54,105	7,145	10,565	1,925	1,865	2,477
Corpo 6	58,395	12,304	13,618	2,914	2,815	3,317
Corpo 7	26,482	3,962	1,732	3,154	1,954	1,483
Corpo 8	19,425	3,487	1,659	3,301	2,221	1,767
Corpo 9	9,231	2,948	1,162	2,337	1,161	0,723
Corpo 10	8,661	3,287	1,242	2,318	1,906	0,486
Corpo 11	2,954	-0,121	0,395	0,783	0,343	0,198
Corpo 12	4,444	0,518	0,575	1,053	0,570	1,050
Corpo 13	66,966	13,936	9,640	8,567	6,826	5,709
Corpo 14	69,672	15,362	11,100	10,004	7,827	6,410
Corpo 15	5,916	1,587	2,080	1,294	1,343	1,747
Corpo 16	83,474	15,154	15,952	9,282	6,883	5,936
Corpo 17	6,191	1,476	2,398	1,846	1,790	1,693
Corpo 18	10,355	2,693	1,462	0,999	0,800	1,055
MÉDIA	116,334	14,156	13,035	5,023	3,841	4,092
D. PAD.	195,739	20,525	18,923	4,765	3,617	4,524
C. VAR.	168,256	144,992	145,171	94,865	94,177	110,571

II - Valores do ensaio de dureza de superfície

Tabela 12: Resultado do ensaio de dureza de superfície

	GRUPO I	GRUPO IIa	GRUPO IIb	GRUPO IIIa	GRUPO IIIb
Corpo 1	16,66	16,26	16,61	12,06	21,22
Corpo 2	14,63	14,54	13,37	9,85	19,44
Corpo 3	17,67	17,55	13,12	16,28	23,03
Corpo 4	13,94	17,94	17,18	15,24	17,20
Corpo 5	11,53	17,01	11,22	14,89	16,65
Corpo 6	16,53	13,93	14,53	15,45	18,33
Corpo 7	21,01	19,18	21,02	15,40	16,78
Corpo 8	21,26	19,58	14,27	22,73	15,95
Corpo 9	20,25	18,08	17,06	21,68	15,13
Corpo 10	22,54	14,67	19,77	17,03	15,93
Corpo 11	19,68	18,19	15,96	21,14	15,48
Corpo 12	21,68	18,32	21,08	19,38	15,63
MÉDIA	18,12	17,10	16,27	16,76	17,56
D. PAD.	3,51	1,86	3,17	3,88	2,49
C. VAR.	19,36	10,90	19,48	23,14	14,18

III - Valores do ensaio de porosidade

Tabela 13: Resultado do ensaio de porosidade

	GRUPO I	GRUPO IIa	GRUPO IIb	GRUPO IIIa	GRUPO IIIb
Corpo 1	3	9	7	8	2
Corpo 2	36	5	7	27	2
Corpo 3	6	6	105	5	1
Corpo 4	0	8	10	4	38
Corpo 5	4	12	9	1	16
Corpo 6	6	6	8	2	20
Corpo 7	1	129	41	153	8
Corpo 8	8	6	19	10	19
Corpo 9	2	6	17	30	5
Corpo 10	6	3	13	3	1
Corpo 11	6	40	4	7	7
Corpo 12	8	2	10	41	2
MEDIA	7,17	19,33	20,83	24,25	13,17
D. PAD.	9,45	35,96	28,25	42,57	13,94
C. VAR.	131,82	186,02	135,58	175,53	105,88

IV – Análise Estatística

Modelo: MODELO1

Variável Dependente: LT_MONOM (monômero + 0,5)**-0,15

Análise de Variância

Origem	DF	um de Quadrado	Média Quadrado	Valor F	Prob>F
Modelo	2	3,31596	1,65798	872,9840	0,0001
Erro	425	0,80716356	0,00189921		
C Total	539	13,05420			

R-quadrado 0,9473

Parâmetros Estimados

Variável	DF	Parâmetros Estimados	Padrão Erro	T for H0: Parâmetro=0	Prob > T
INTERCEP	1	0,400968	0,02539258	15,791	0,0001
TEMPO	1	0,005616	0,00069219	8,114	0,0001
TEMPOQ	1	-0,000023125	0,00000403	-5,733	0,0001

Análise de Variável : MONÔMERO Liberação de monômero em ug/cm²

GRUPO	N Obs	Média	Desv. Pad.	Inf.95,0% CLM	Super.95,0% CLM
GI	108	82,0199907	197,3466218	44,3751500	119,6648315
GIIIa	108	189,1340370	436,4983260	105,8698300	272,3982441
GIIIb	108	26,0799352	88,7805902	9,1446000	43,0152703
GIIa	108	44,1005926	98,1311207	25,3815977	62,8195875
GIIb	108	63,8817037	183,0293312	28,9679567	98,7954507

Análise de Variável: MONÔMERO Liberação de monômero em ug/cm²

TEMPO	N Obs	Média	Des Pad	Infer. 95,0% CLM	Super 95,0% CLM
24	90	335,8102778	501,3433079	230,8059548	440,8146007
48	90	66,0618556	145,9853146	35,4858234	96,6378877
72	90	35,6503222	51,0252601	24,9632884	46,3373561
96	90	19,6055889	21,8905757	15,0206966	24,1904812
120	90	14,4763111	16,4388946	11,0332513	17,9193709
144	90	14,6551556	19,0633903	10,6624058	18,6479054

DADOS VIOLADOS:

- Response scaling
- Outliers
- Constant variância
- Influential observations

Há uma evidência estatística forte de que as variáveis no modelo são relacionadas com o valor esperado de T_MONOM. Entretanto, alguns valores na análise foram violadas. O assunto deve ser estudado com maiores detalhes.

[illegible]

A análise da potência ótima de transformação sugere que seja de -0,15 de T_MONOM, podendo desta forma ser mais facilmente modelada.

63

Observações influenciáveis

INTERPRETAÇÃO:

Há evidência estatística de que as variáveis exploradas no modelo estão relatados com o valor esperado de T_MONOM**=-0,15. Entretanto, alguns dados evidenciam que a análise foi violada. Explorar os dados em detalhes.

Observações potenciais de outlier: Prob < 0,05

Números Observados	T_MONOM	Tratamento	REP	Resíduo estudentizado sem obs	valor-P para teste de outliers
230	0,69691	GIIb	3	4,89294	0,000763
355	0,50071	GIIIa	6	4,27943	0,012520
494	1,15666	GIIIb	11	4,15074	0,021639

Outliers

3 observações qualificadas como outliers excedendo um valor residual estudentizado de +/-3,947077 com um nível de significância inferior a 0,05. Os dados examinados para correção; consideração linear do modelo, uma transformação, ou deleção da observação.

Observação com influência potencial: Abs(Dffits) > 2

Observação numero	T_MONOM	Tratamento	REP	Padrão influencia no valor previsto	Leverage
102	0,58599	GI	17	-2,03113	0,21296
230	0,69691	GIIb	3	2,54521	0,21296
355	0,50071	GIIIa	6	2,22608	0,21296
494	1,15666	GIIIb	11	2,15913	0,21296

Observações influentes

4 observações foram qualificadas como influentes por exceder um DFFITS valor estatístico de +/- 2. Os resultados da análise podem depender também destas observações.

Procedimento Linear dos Modelos
Nível de Informação

Classe	Níveis	Valores
GRUPO	5	GI GIIa GIIb GIIa GIIb
TEMPO	6	24 48 72 96 120 144
REP	18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Número de observações nos dados = 540

Listagem dos Dados para Conferência

Variável Dependente: LT_MONOM (monômero + 0,5)**-0,15

Origem	DF	Sum de Quadrados	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				
Modelo	114	12,24703758	0,10743015	56,57
0,0001				
Erro	425	0,80716356	0,00189921	
Corrected Total	539	13,05420115		
	R-Quadrado	C,V,	Root MSE	LT_MONOM
Média	0,938168	6,497375	0,04357991	
0,67073099				
Origem	DF	Tipo I SS	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				
GRUPO	4	2,37471563	0,59367891	312,59
0,0001				
GRUPO*REP	85	6,33547410	0,07453499	39,25
0,0001				
TEMPO	5	3,49410929	0,69882186	367,95
0,0001				
GRUPO*TEMPO	20	0,04273856	0,00213693	1,13
0,3198				
Testes de Hipóteses usando o Tipo I MS for GRUPO*REP com erro				
Source	DF	Tipo I SS	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				
GRUPO	4	2,37471563	0,59367891	7,97
0,0001				

Teste de Dunnett's T para variável: LT_MONOM

NOTA: Este testes controla o tipo I experimento for comparações de todos os tratamentos versos o controle.

Alpha= 0,05 Confiança= 0,95 df= 85 MSE= 0,074535
 Valor crítico de Dunnett's T= 2,488
 Significância mínima Diferença= 0,0925

Comparações significantes com nível 0,05 são indicados por '***',

GRUPO Comparação	Simultâneo Infer. Confiança Limite	Diferença Entre Médias	Simultâneo Super. Confiança Limite	
GIIb - GI	0,02085	0,11330	0,20576	***
GIIa - GI	-0,07995	0,01251	0,10496	
GIIb - GI	-0,08538	0,00707	0,09953	
GIIa - GI	-0,18845	-0,09600	-0,00355	***

Modelo Linear Geral

Tukey's Studentized Range (HSD) Teste para variável: LT_MONOM

NOTE: Este teste controla o tipo I de erro no experimento, mas geralmente tem um erro tipo II superior a REGWQ.

Alpha= 0,05 df= 425 MSE= 0,001899
 Valor crítico de Studentized Range= 4,049
 Significância mínima Diferença= 0,0186

Médias com a mesma letra não são significantemente diferentes

Tukey agrupamento	Média	N	TEMPO
A	0,741448	90	144
A			
A	0,732749	90	120
B			
B	0,705507	90	96
B			
B	0,692939	90	72
C			
C	0,647554	90	48
D			
D	0,504188	90	24

Listagem dos Dados para Conferência

Procedimento Linear dos Modelos Geral

Variável dependente: LT_MONOM (monômero + 0,5)**-0,15

Testes de Hipóteses usando o Tipo I MS para GRUPO*REP como um erro

Contraste	DF	Contraste SS	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				

Grupo 1 vs Outros	1	0,00734673	0,00734673	0,10
0,7543				

Testes de Hipóteses usando o Tipo I MS para GRUPO*REP como um erro

Contraste	DF	Contraste SS	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				

Grupo II vs Grupo II	1	0,00013961	0,00013961	0,00
0,9656				

Testes de Hipóteses usando o Tipo I MS para GRUPO*REP como um erro

Contraste	DF	Contraste SS	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				

Grupo 2 vs Grupo 3	1	2,36563616	2,36563616	31,74
0,000				

Testes de Hipóteses usando o Tipo I MS para GRUPO*REP como um erro

Contraste	DF	Contraste SS	Média Quadrado	F Valor
Pr > F				

Grupo 4 vs Grupo 5	1	0,00159312	0,00159312	0,02
0,8841				

Modelo: MODELO1

VARIÁVEL DEPENDENTE: LT_MONOM (monômero + 0,5)**-0,15

Análise de Variância

Origem	DF	Som de quadrado	Média Quadrado	F Valor	Prob>F
Modelo	2	3,31596	1,65798	91,427	0,0001
Erro	537	9,73824	0,01813		
C Total	539	13,05420			
Root MSE	0,13466	R-quadrado	0,2540		
Dep Média	0,67073	Adj R-sq	0,2512		
C,V,	20,07727				

Parâmetros Estimados

Variáveis	DF	Parâmetro Estimado	Padrão Erro	T for H0: Parâmetro=0	Prob > T
INTERCEP	1	0,400968	0,02539258	15,791	0,0001
TEMPO	1	0,005616	0,00069219	8,114	0,0001
TEMPOQ	1	-0,000023125	0,00000403	-5,733	0,0001

Variável	DF	Variável Móvel
INTERCEP	1	Intercept
TEMPO	1	
TEMPOQ	1	Tempo ²

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm²	Liberação de monômero em ug/cm² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo²
1	GI	1	24	780,26	780,76	0,36823	576
2	GI	1	48	108,71	109,21	0,49461	2304
3	GI	1	72	111,42	111,92	0,49279	5184
4	GI	1	96	42,90	43,40	0,56804	9216
5	GI	1	120	27,90	28,40	0,60534	14400
6	GI	1	144	20,62	21,12	0,63286	20736
7	GI	2	24	239,81	240,31	0,43942	576
8	GI	2	48	34,12	34,62	0,58762	2304
9	GI	2	72	33,44	33,94	0,58937	5184
10	GI	2	96	10,97	11,47	0,69351	9216
11	GI	2	120	8,62	9,12	0,71780	14400
12	GI	2	144	17,70	18,20	0,64711	20736
13	GI	3	24	407,58	408,08	0,40587	576
14	GI	3	48	59,91	60,41	0,54055	2304
15	GI	3	72	56,68	57,18	0,54502	5184
16	GI	3	96	16,81	17,31	0,65199	9216
17	GI	3	120	13,19	13,69	0,67536	14400
18	GI	3	144	18,22	18,72	0,64442	20736
19	GI	4	24	771,41	771,91	0,36886	576
20	GI	4	48	115,66	116,16	0,49005	2304
21	GI	4	72	118,11	118,61	0,48852	5184
22	GI	4	96	34,55	35,05	0,58654	9216
23	GI	4	120	24,81	25,31	0,61589	14400
24	GI	4	144	26,47	26,97	0,61005	20736
25	GI	5	24	763,41	763,91	0,36944	576
26	GI	5	48	162,57	163,07	0,46574	2304
27	GI	5	72	147,26	147,76	0,47268	5184
28	GI	5	96	40,50	41,00	0,57290	9216
29	GI	5	120	28,98	29,48	0,60196	14400
30	GI	5	144	5,73	6,23	0,76006	20736
31	GI	6	24	1427,94	1428,44	0,33633	576
32	GI	6	48	34,85	35,35	0,58580	2304
33	GI	6	72	44,98	45,48	0,56406	5184
34	GI	6	96	12,49	12,99	0,68067	9216
35	GI	6	120	6,99	7,49	0,73931	14400
36	GI	6	144	10,60	11,10	0,69700	20736
37	GI	7	24	69,04	69,54	0,52925	576
38	GI	7	48	7,69	8,19	0,72944	2304
39	GI	7	72	2,64	3,14	0,84233	5184
40	GI	7	96	5,15	5,65	0,77116	9216
41	GI	7	120	3,55	4,05	0,81080	14400
42	GI	7	144	3,23	3,73	0,82075	20736
43	GI	8	24	7,72	8,22	0,72904	576
44	GI	8	48	0,48	0,98	1,00319	2304
45	GI	8	72	0,78	1,28	0,96376	5184
46	GI	8	96	1,07	1,57	0,93502	9216
47	GI	8	120	0,79	1,29	0,96264	14400
48	GI	8	144	0,44	0,94	1,00981	20736
49	GI	9	24	11,27	11,77	0,69083	576
50	GI	9	48	1,71	2,21	0,88809	2304
51	GI	9	72	0,97	1,47	0,94414	5184
52	GI	9	96	1,70	2,20	0,88858	9216
53	GI	9	120	1,31	1,81	0,91454	14400
54	GI	9	144	0,90	1,40	0,95109	20736
55	GI	10	24	11,70	12,20	0,68714	576
56	GI	10	48	1,16	1,66	0,92696	2304
57	GI	10	72	1,04	1,54	0,93729	5184
58	GI	10	96	1,29	1,79	0,91676	9216
59	GI	10	120	1,02	1,52	0,93894	14400

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
60	GI	10	144	0,629	1,129	0,98196	20736
61	GI	11	24	22,614	23,114	0,62434	576
62	GI	11	48	4,332	4,832	0,78955	2304
63	GI	11	72	1,743	2,243	0,88588	5184
64	GI	11	96	2,897	3,397	0,83241	9216
65	GI	11	120	2,302	2,802	0,85680	14400
66	GI	11	144	1,544	2,044	0,89831	20736
67	GI	12	24	40,415	40,915	0,57308	576
68	GI	12	48	5,007	5,507	0,77422	2304
69	GI	12	72	1,829	2,329	0,88090	5184
70	GI	12	96	3,370	3,870	0,81629	9216
71	GI	12	120	2,676	3,176	0,84085	14400
72	GI	12	144	1,997	2,497	0,87174	20736
73	GI	13	24	430,765	431,265	0,40252	576
74	GI	13	48	85,439	85,939	0,51271	2304
75	GI	13	72	37,919	38,419	0,57852	5184
76	GI	13	96	38,485	38,985	0,57725	9216
77	GI	13	120	31,361	31,861	0,59499	14400
78	GI	13	144	34,363	34,863	0,58701	20736
79	GI	14	24	356,171	356,671	0,41415	576
80	GI	14	48	68,148	68,648	0,53028	2304
81	GI	14	72	35,506	36,006	0,58418	5184
82	GI	14	96	33,366	33,866	0,58957	9216
83	GI	14	120	27,719	28,219	0,60592	14400
84	GI	14	144	11,034	11,534	0,69295	20736
85	GI	15	24	267,799	268,299	0,43222	576
86	GI	15	48	71,796	72,296	0,52618	2304
87	GI	15	72	32,856	33,356	0,59091	5184
88	GI	15	96	31,753	32,253	0,59390	9216
89	GI	15	120	28,822	29,322	0,60245	14400
90	GI	15	144	17,060	17,560	0,65061	20736
91	GI	16	24	428,711	429,211	0,40281	576
92	GI	16	48	45,660	46,160	0,56281	2304
93	GI	16	72	47,307	47,807	0,55986	5184
94	GI	16	96	41,821	42,321	0,57019	9216
95	GI	16	120	41,962	42,462	0,56990	14400
96	GI	16	144	30,653	31,153	0,59700	20736
97	GI	17	24	73,838	74,338	0,52398	576
98	GI	17	48	18,416	18,916	0,64339	2304
99	GI	17	72	10,313	10,813	0,69969	5184
100	GI	17	96	5,649	6,149	0,76152	9216
101	GI	17	120	8,305	8,805	0,72159	14400
102	GI	17	144	34,771	35,271	0,58599	20736
103	GI	18	24	316,748	317,248	0,42149	576
104	GI	18	48	36,344	36,844	0,58216	2304
105	GI	18	72	18,679	19,179	0,64206	5184
106	GI	18	96	18,562	19,062	0,64265	9216
107	GI	18	120	16,933	17,433	0,65132	14400
108	GI	18	144	8,965	9,465	0,71381	20736
109	GIIa	1	24	598,339	598,839	0,38318	576
110	GIIa	1	48	90,336	90,836	0,50847	2304
111	GIIa	1	72	72,330	72,830	0,52560	5184
112	GIIa	1	96	29,639	30,139	0,59997	9216
113	GIIa	1	120	18,884	19,384	0,64104	14400
114	GIIa	1	144	26,233	26,733	0,61086	20736
115	GIIa	2	24	294,633	295,133	0,42609	576
116	GIIa	2	48	38,964	39,464	0,57620	2304
117	GIIa	2	72	41,274	41,774	0,57130	5184
118	GIIa	2	96	13,384	13,884	0,67394	9216

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
119	GIIa	2	120	9,341	9,841	0,70965	14400
120	GIIa	2	144	14,472	14,972	0,66636	20736
121	GIIa	3	24	427,262	427,762	0,40301	576
122	GIIa	3	48	47,871	48,371	0,55887	2304
123	GIIa	3	72	43,715	44,215	0,56645	5184
124	GIIa	3	96	13,624	14,124	0,67221	9216
125	GIIa	3	120	9,386	9,886	0,70916	14400
126	GIIa	3	144	13,812	14,312	0,67088	20736
127	GIIa	4	24	24,556	25,056	0,61683	576
128	GIIa	4	48	5,654	6,154	0,76142	2304
129	GIIa	4	72	7,642	8,142	0,73011	5184
130	GIIa	4	96	2,510	3,010	0,84765	9216
131	GIIa	4	120	2,038	2,538	0,86961	14400
132	GIIa	4	144	2,714	3,214	0,83935	20736
133	GIIa	5	24	259,730	260,230	0,43421	576
134	GIIa	5	48	42,842	43,342	0,56815	2304
135	GIIa	5	72	42,625	43,125	0,56858	5184
136	GIIa	5	96	12,258	12,758	0,68255	9216
137	GIIa	5	120	8,669	9,169	0,71722	14400
138	GIIa	5	144	11,190	11,690	0,69156	20736
139	GIIa	6	24	329,796	330,296	0,41895	576
140	GIIa	6	48	62,602	63,102	0,53702	2304
141	GIIa	6	72	73,609	74,109	0,52423	5184
142	GIIa	6	96	20,538	21,038	0,63321	9216
143	GIIa	6	120	21,221	21,721	0,63018	14400
144	GIIa	6	144	19,272	19,772	0,63913	20736
145	GIIa	7	24	70,877	71,377	0,52719	576
146	GIIa	7	48	5,315	5,815	0,76792	2304
147	GIIa	7	72	2,766	3,266	0,83733	5184
148	GIIa	7	96	7,257	7,757	0,73544	9216
149	GIIa	7	120	4,229	4,729	0,79211	14400
150	GIIa	7	144	3,590	4,090	0,80955	20736
151	GIIa	8	24	103,516	104,016	0,49824	576
152	GIIa	8	48	17,534	18,034	0,64802	2304
153	GIIa	8	72	6,782	7,282	0,74244	5184
154	GIIa	8	96	11,190	11,690	0,69156	9216
155	GIIa	8	120	9,880	10,380	0,70400	14400
156	GIIa	8	144	7,333	7,833	0,73436	20736
157	GIIa	9	24	10,943	11,443	0,69378	576
158	GIIa	9	48	2,314	2,814	0,85625	2304
159	GIIa	9	72	1,315	1,815	0,91447	5184
160	GIIa	9	96	2,791	3,291	0,83637	9216
161	GIIa	9	120	2,287	2,787	0,85749	14400
162	GIIa	9	144	2,297	2,797	0,85703	20736
163	GIIa	10	24	554,860	555,360	0,38754	576
164	GIIa	10	48	78,077	78,577	0,51964	2304
165	GIIa	10	72	20,989	21,489	0,63120	5184
166	GIIa	10	96	41,013	41,513	0,57184	9216
167	GIIa	10	120	28,645	29,145	0,60300	14400
168	GIIa	10	144	23,337	23,837	0,62146	20736
169	GIIa	11	24	58,676	59,176	0,54222	576
170	GIIa	11	48	7,089	7,589	0,73786	2304
171	GIIa	11	72	2,280	2,780	0,85781	5184
172	GIIa	11	96	4,439	4,939	0,78696	9216
173	GIIa	11	120	4,435	4,935	0,78706	14400
174	GIIa	11	144	2,719	3,219	0,83915	20736
175	GIIa	12	24	47,868	48,368	0,55888	576
176	GIIa	12	48	9,385	9,885	0,70918	2304
177	GIIa	12	72	2,797	3,297	0,83615	5184

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
178	GIIa	12	96	6,22	6,72	0,75137	9216
179	GIIa	12	120	4,68	5,18	0,78140	14400
180	GIIa	12	144	3,77	4,27	0,80445	20736
181	GIIa	13	24	160,90	161,40	0,46646	576
182	GIIa	13	48	35,93	36,43	0,58316	2304
183	GIIa	13	72	17,68	18,18	0,64722	5184
184	GIIa	13	96	22,17	22,67	0,62618	9216
185	GIIa	13	120	14,84	15,34	0,66395	14400
186	GIIa	13	144	10,46	10,96	0,69828	20736
187	GIIa	14	24	45,40	45,90	0,56329	576
188	GIIa	14	48	40,20	40,70	0,57353	2304
189	GIIa	14	72	5,97	6,47	0,75569	5184
190	GIIa	14	96	5,66	6,16	0,76128	9216
191	GIIa	14	120	5,19	5,69	0,77035	14400
192	GIIa	14	144	3,71	4,21	0,80598	20736
193	GIIa	15	24	98,28	98,78	0,50211	576
194	GIIa	15	48	26,31	26,81	0,61061	2304
195	GIIa	15	72	15,26	15,76	0,66126	5184
196	GIIa	15	96	16,50	17,00	0,65379	9216
197	GIIa	15	120	13,04	13,54	0,67651	14400
198	GIIa	15	144	9,43	9,93	0,70872	20736
199	GIIa	16	24	88,64	89,14	0,50991	576
200	GIIa	16	48	14,32	14,82	0,66739	2304
201	GIIa	16	72	8,37	8,87	0,72078	5184
202	GIIa	16	96	7,80	8,30	0,72808	9216
203	GIIa	16	120	6,58	7,08	0,74552	14400
204	GIIa	16	144	4,08	4,58	0,79597	20736
205	GIIa	17	24	66,25	66,75	0,53252	576
206	GIIa	17	48	38,00	38,50	0,57833	2304
207	GIIa	17	72	10,76	11,26	0,69550	5184
208	GIIa	17	96	9,76	10,26	0,70519	9216
209	GIIa	17	120	8,32	8,82	0,72139	14400
210	GIIa	17	144	6,07	6,57	0,75399	20736
211	GIIa	18	24	11,11	11,61	0,69231	576
212	GIIa	18	48	2,61	3,11	0,84358	2304
213	GIIa	18	72	2,11	2,61	0,86592	5184
214	GIIa	18	96	1,84	2,34	0,88050	9216
215	GIIa	18	120	1,70	2,20	0,88870	14400
216	GIIa	18	144	1,18	1,68	0,92497	20736
217	GIIb	1	24	551,61	552,11	0,38788	576
218	GIIb	1	48	69,36	69,86	0,52889	2304
219	GIIb	1	72	22,22	22,72	0,62596	5184
220	GIIb	1	96	19,47	19,97	0,63817	9216
221	GIIb	1	120	12,91	13,41	0,67746	14400
222	GIIb	1	144	15,93	16,43	0,65713	20736
223	GIIb	2	24	37,09	37,59	0,58041	576
224	GIIb	2	48	27,73	28,23	0,60588	2304
225	GIIb	2	72	32,26	32,76	0,59250	5184
226	GIIb	2	96	7,76	8,26	0,72855	9216
227	GIIb	2	120	7,29	7,79	0,73501	14400
228	GIIb	2	144	9,34	9,84	0,70962	20736
229	GIIb	3	24	1179,70	1180,20	0,34610	576
230	GIIb	3	48	10,60	11,10	0,69691	2304
231	GIIb	3	72	167,15	167,65	0,46381	5184
232	GIIb	3	96	52,42	52,92	0,55139	9216
233	GIIb	3	120	36,31	36,81	0,58225	14400
234	GIIb	3	144	42,07	42,57	0,56969	20736
235	GIIb	4	24	630,78	631,28	0,38016	576
236	GIIb	4	48	192,99	193,49	0,45394	2304

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
237	GIIb	4	72	25,38	25,88	0,61383	5184
238	GIIb	4	96	6,44	6,94	0,74783	9216
239	GIIb	4	120	5,14	5,64	0,77147	14400
240	GIIb	4	144	6,50	7,00	0,74679	20736
241	GIIb	5	24	168,19	168,69	0,46338	576
242	GIIb	5	48	30,74	31,24	0,59675	2304
243	GIIb	5	72	31,25	31,75	0,59531	5184
244	GIIb	5	96	7,79	8,29	0,72816	9216
245	GIIb	5	120	5,90	6,40	0,75705	14400
246	GIIb	5	144	7,54	8,04	0,73145	20736
247	GIIb	6	24	1201,92	1202,42	0,34514	576
248	GIIb	6	48	56,53	57,03	0,54524	2304
249	GIIb	6	72	99,95	100,45	0,50085	5184
250	GIIb	6	96	51,81	52,31	0,55235	9216
251	GIIb	6	120	18,11	18,61	0,64495	14400
252	GIIb	6	144	22,24	22,74	0,62587	20736
253	GIIb	7	24	382,40	382,90	0,40977	576
254	GIIb	7	48	38,76	39,26	0,57664	2304
255	GIIb	7	72	9,35	9,85	0,70961	5184
256	GIIb	7	96	25,63	26,13	0,61297	9216
257	GIIb	7	120	16,78	17,28	0,65218	14400
258	GIIb	7	144	14,85	15,35	0,66387	20736
259	GIIb	8	24	61,58	62,08	0,53834	576
260	GIIb	8	48	6,60	7,10	0,74531	2304
261	GIIb	8	72	2,37	2,87	0,85359	5184
262	GIIb	8	96	5,73	6,23	0,76008	9216
263	GIIb	8	120	4,32	4,82	0,78997	14400
264	GIIb	8	144	2,41	2,91	0,85187	20736
265	GIIb	9	24	104,27	104,77	0,49770	576
266	GIIb	9	48	16,09	16,59	0,65617	2304
267	GIIb	9	72	4,29	4,79	0,79049	5184
268	GIIb	9	96	12,24	12,74	0,69271	9216
269	GIIb	9	120	8,04	8,54	0,72489	14400
270	GIIb	9	144	6,73	7,23	0,74330	20736
271	GIIb	10	24	40,43	40,93	0,57306	576
272	GIIb	10	48	5,43	5,93	0,76575	2304
273	GIIb	10	72	1,60	2,10	0,89442	5184
274	GIIb	10	96	4,19	4,69	0,79322	9216
275	GIIb	10	120	2,67	3,17	0,84121	14400
276	GIIb	10	144	2,10	2,60	0,86632	20736
277	GIIb	11	24	15,19	15,69	0,66169	576
278	GIIb	11	48	2,69	3,19	0,84018	2304
279	GIIb	11	72	0,96	1,46	0,94520	5184
280	GIIb	11	96	2,22	2,72	0,86072	9216
281	GIIb	11	120	1,64	2,14	0,89203	14400
282	GIIb	11	144	1,29	1,79	0,91614	20736
283	GIIb	12	24	13,28	13,78	0,67470	576
284	GIIb	12	48	7,87	8,37	0,72716	2304
285	GIIb	12	72	1,91	2,41	0,87650	5184
286	GIIb	12	96	4,96	5,46	0,77530	9216
287	GIIb	12	120	3,62	4,12	0,80863	14400
288	GIIb	12	144	3,31	3,81	0,81827	20736
289	GIIb	13	24	83,36	83,86	0,51460	576
290	GIIb	13	48	23,18	23,68	0,62207	2304
291	GIIb	13	72	14,91	15,41	0,66350	5184
292	GIIb	13	96	15,02	15,52	0,66278	9216
293	GIIb	13	120	12,89	13,39	0,67763	14400
294	GIIb	13	144	9,98	10,48	0,70297	20736
295	GIIb	14	24	52,50	53,00	0,55126	576

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm²	Liberação de monômero em ug/cm² + 0,5	(monômero + 0,5)*+-0,15	Tempo²
296	GIIB	14	48	13,99	14,49	0,66962	2304
297	GIIB	14	72	9,14	9,64	0,71188	5184
298	GIIB	14	96	9,59	10,09	0,70701	9216
299	GIIB	14	120	8,01	8,51	0,72531	14400
300	GIIB	14	144	5,68	6,18	0,76091	20736
301	GIIB	15	24	112,30	112,80	0,49222	576
302	GIIB	15	48	27,20	27,70	0,60761	2304
303	GIIB	15	72	18,80	19,30	0,64147	5184
304	GIIB	15	96	16,74	17,24	0,65239	9216
305	GIIB	15	120	14,16	14,66	0,66847	14400
306	GIIB	15	144	11,09	11,59	0,69249	20736
307	GIIB	16	24	28,11	28,61	0,60468	576
308	GIIB	16	48	5,01	5,51	0,77417	2304
309	GIIB	16	72	4,14	4,64	0,79437	5184
310	GIIB	16	96	3,90	4,40	0,80072	9216
311	GIIB	16	120	3,51	4,01	0,81204	14400
312	GIIB	16	144	2,84	3,34	0,83460	20736
313	GIIB	17	24	387,11	387,61	0,40902	576
314	GIIB	17	48	87,60	88,10	0,51080	2304
315	GIIB	17	72	46,81	47,31	0,56073	5184
316	GIIB	17	96	39,73	40,23	0,57454	9216
317	GIIB	17	120	32,28	32,78	0,59245	14400
318	GIIB	17	144	21,74	22,24	0,62797	20736
319	GIIB	18	24	47,53	48,03	0,55946	576
320	GIIB	18	48	6,82	7,32	0,74182	2304
321	GIIB	18	72	4,71	5,21	0,78068	5184
322	GIIB	18	96	4,18	4,68	0,79340	9216
323	GIIB	18	120	3,56	4,06	0,81056	14400
324	GIIB	18	144	2,91	3,41	0,83197	20736
325	GIIIa	1	24	2683,52	2684,02	0,30597	576
326	GIIIa	1	48	669,21	669,71	0,37681	2304
327	GIIIa	1	72	246,99	247,49	0,43749	5184
328	GIIIa	1	96	103,32	103,82	0,49838	9216
329	GIIIa	1	120	71,61	72,11	0,52639	14400
330	GIIIa	1	144	89,97	90,47	0,50877	20736
331	GIIIa	2	24	1832,25	1832,75	0,32399	576
332	GIIIa	2	48	585,97	586,47	0,38438	2304
333	GIIIa	2	72	179,27	179,77	0,45898	5184
334	GIIIa	2	96	74,64	75,14	0,52314	9216
335	GIIIa	2	120	45,93	46,43	0,56231	14400
336	GIIIa	2	144	88,87	89,37	0,50971	20736
337	GIIIa	3	24	2049,03	2049,53	0,31860	576
338	GIIIa	3	48	682,59	683,09	0,37569	2304
339	GIIIa	3	72	175,54	176,04	0,46042	5184
340	GIIIa	3	96	89,73	90,23	0,50897	9216
341	GIIIa	3	120	54,64	55,14	0,54800	14400
342	GIIIa	3	144	73,17	73,67	0,52470	20736
343	GIIIa	4	24	746,79	747,29	0,37066	576
344	GIIIa	4	48	63,42	63,92	0,53599	2304
345	GIIIa	4	72	74,01	74,51	0,52380	5184
346	GIIIa	4	96	37,77	38,27	0,57887	9216
347	GIIIa	4	120	15,61	16,11	0,65909	14400
348	GIIIa	4	144	19,42	19,92	0,63843	20736
349	GIIIa	5	24	2020,82	2021,32	0,31927	576
350	GIIIa	5	48	93,87	94,37	0,50556	2304
351	GIIIa	5	72	92,35	92,85	0,50679	5184
352	GIIIa	5	96	26,70	27,20	0,60928	9216
353	GIIIa	5	120	18,27	18,77	0,64415	14400
354	GIIIa	5	144	23,58	24,08	0,62053	20736

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
355	GIIIIa	6	24	100,136	100,636	0,50071	576
356	GIIIIa	6	48	887,709	888,209	0,36118	2304
357	GIIIIa	6	72	211,948	212,448	0,44762	5184
358	GIIIIa	6	96	90,557	91,057	0,50828	9216
359	GIIIIa	6	120	56,102	56,602	0,54585	14400
360	GIIIIa	6	144	85,758	86,258	0,51242	20736
361	GIIIIa	7	24	549,007	549,507	0,38815	576
362	GIIIIa	7	48	75,781	76,281	0,52196	2304
363	GIIIIa	7	72	15,615	16,115	0,65905	5184
364	GIIIIa	7	96	37,781	38,281	0,57883	9216
365	GIIIIa	7	120	20,947	21,447	0,63139	14400
366	GIIIIa	7	144	19,654	20,154	0,63730	20736
367	GIIIIa	8	24	108,457	108,957	0,49478	576
368	GIIIIa	8	48	28,739	29,239	0,60271	2304
369	GIIIIa	8	72	7,616	8,116	0,73046	5184
370	GIIIIa	8	96	20,329	20,829	0,63416	9216
371	GIIIIa	8	120	13,739	14,239	0,67139	14400
372	GIIIIa	8	144	11,613	12,113	0,68788	20736
373	GIIIIa	9	24	199,136	199,636	0,45182	576
374	GIIIIa	9	48	56,179	56,679	0,54574	2304
375	GIIIIa	9	72	14,941	15,441	0,66328	5184
376	GIIIIa	9	96	39,456	39,956	0,57513	9216
377	GIIIIa	9	120	23,680	24,180	0,62013	14400
378	GIIIIa	9	144	22,275	22,775	0,62572	20736
379	GIIIIa	10	24	78,966	79,466	0,51877	576
380	GIIIIa	10	48	13,868	14,368	0,67049	2304
381	GIIIIa	10	72	3,890	4,390	0,80100	5184
382	GIIIIa	10	96	32,241	32,741	0,59257	9216
383	GIIIIa	10	120	6,384	6,884	0,74873	14400
384	GIIIIa	10	144	5,709	6,209	0,76041	20736
385	GIIIIa	11	24	27,894	28,394	0,60536	576
386	GIIIIa	11	48	10,589	11,089	0,69705	2304
387	GIIIIa	11	72	2,701	3,201	0,83986	5184
388	GIIIIa	11	96	8,106	8,606	0,72407	9216
389	GIIIIa	11	120	5,398	5,898	0,76629	14400
390	GIIIIa	11	144	5,058	5,558	0,77315	20736
391	GIIIIa	12	24	34,770	35,270	0,58599	576
392	GIIIIa	12	48	7,080	7,580	0,73799	2304
393	GIIIIa	12	72	1,541	2,041	0,89851	5184
394	GIIIIa	12	96	4,564	5,064	0,78402	9216
395	GIIIIa	12	120	3,997	4,497	0,79811	14400
396	GIIIIa	12	144	3,095	3,595	0,82536	20736
397	GIIIIa	13	24	970,887	971,387	0,35636	576
398	GIIIIa	13	48	131,529	132,029	0,48073	2304
399	GIIIIa	13	72	125,610	126,110	0,48405	5184
400	GIIIIa	13	96	47,002	47,502	0,56039	9216
401	GIIIIa	13	120	81,682	82,182	0,51616	14400
402	GIIIIa	13	144	63,862	64,362	0,53543	20736
403	GIIIIa	14	24	820,574	821,074	0,36546	576
404	GIIIIa	14	48	118,565	119,065	0,48824	2304
405	GIIIIa	14	72	87,575	88,075	0,51082	5184
406	GIIIIa	14	96	66,111	66,611	0,53268	9216
407	GIIIIa	14	120	52,546	53,046	0,55119	14400
408	GIIIIa	14	144	37,346	37,846	0,57983	20736
409	GIIIIa	15	24	207,498	207,998	0,44905	576
410	GIIIIa	15	48	57,234	57,734	0,54423	2304
411	GIIIIa	15	72	32,943	33,443	0,59068	5184
412	GIIIIa	15	96	31,178	31,678	0,59551	9216
413	GIIIIa	15	120	25,646	26,146	0,61290	14400

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
414	GIIIIa	15	144	23,093	23,593	0,62242	20736
415	GIIIIa	16	24	318,605	319,105	0,42112	576
416	GIIIIa	16	48	72,360	72,860	0,52557	2304
417	GIIIIa	16	72	44,231	44,731	0,56547	5184
418	GIIIIa	16	96	40,691	41,191	0,57251	9216
419	GIIIIa	16	120	35,302	35,802	0,58467	14400
420	GIIIIa	16	144	28,198	28,698	0,60440	20736
421	GIIIIa	17	24	515,650	516,150	0,39182	576
422	GIIIIa	17	48	65,412	65,912	0,53353	2304
423	GIIIIa	17	72	67,155	67,655	0,53144	5184
424	GIIIIa	17	96	56,746	57,246	0,54493	9216
425	GIIIIa	17	120	46,370	46,870	0,56152	14400
426	GIIIIa	17	144	38,207	38,707	0,57787	20736
427	GIIIIa	18	24	88,728	89,228	0,50983	576
428	GIIIIa	18	48	14,120	14,620	0,66874	2304
429	GIIIIa	18	72	11,034	11,534	0,69295	5184
430	GIIIIa	18	96	5,464	5,964	0,76501	9216
431	GIIIIa	18	120	8,156	8,656	0,72344	14400
432	GIIIIa	18	144	7,318	7,818	0,73457	20736
433	GIIIIb	1	24	720,759	721,259	0,37264	576
434	GIIIIb	1	48	13,884	14,384	0,67038	2304
435	GIIIIb	1	72	19,486	19,986	0,63810	5184
436	GIIIIb	1	96	4,727	5,227	0,78030	9216
437	GIIIIb	1	120	3,921	4,421	0,80015	14400
438	GIIIIb	1	144	4,758	5,258	0,77961	20736
439	GIIIIb	2	24	411,995	412,495	0,40522	576
440	GIIIIb	2	48	53,705	54,205	0,54941	2304
441	GIIIIb	2	72	49,750	50,250	0,55569	5184
442	GIIIIb	2	96	12,579	13,079	0,68001	9216
443	GIIIIb	2	120	9,965	10,465	0,70314	14400
444	GIIIIb	2	144	11,440	11,940	0,68937	20736
445	GIIIIb	3	24	406,255	406,755	0,40607	576
446	GIIIIb	3	48	78,345	78,845	0,51938	2304
447	GIIIIb	3	72	71,274	71,774	0,52675	5184
448	GIIIIb	3	96	17,833	18,333	0,64642	9216
449	GIIIIb	3	120	13,124	13,624	0,67586	14400
450	GIIIIb	3	144	18,091	18,591	0,64507	20736
451	GIIIIb	4	24	128,730	129,230	0,48228	576
452	GIIIIb	4	48	25,130	25,630	0,61473	2304
453	GIIIIb	4	72	20,536	21,036	0,63322	5184
454	GIIIIb	4	96	5,495	5,995	0,76442	9216
455	GIIIIb	4	120	3,820	4,320	0,80293	14400
456	GIIIIb	4	144	5,310	5,810	0,76802	20736
457	GIIIIb	5	24	54,105	54,605	0,54880	576
458	GIIIIb	5	48	7,145	7,645	0,73704	2304
459	GIIIIb	5	72	10,565	11,065	0,69728	5184
460	GIIIIb	5	96	1,925	2,425	0,87557	9216
461	GIIIIb	5	120	1,865	2,365	0,87887	14400
462	GIIIIb	5	144	2,477	2,977	0,84905	20736
463	GIIIIb	6	24	58,395	58,895	0,54261	576
464	GIIIIb	6	48	12,304	12,804	0,68218	2304
465	GIIIIb	6	72	13,618	14,118	0,67225	5184
466	GIIIIb	6	96	2,914	3,414	0,83178	9216
467	GIIIIb	6	120	2,815	3,315	0,83546	14400
468	GIIIIb	6	144	3,317	3,817	0,81798	20736
469	GIIIIb	7	24	26,482	26,982	0,61001	576
470	GIIIIb	7	48	3,962	4,462	0,79904	2304
471	GIIIIb	7	72	1,732	2,232	0,88653	5184
472	GIIIIb	7	96	3,154	3,654	0,82335	9216

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm ²	Liberação de monômero em ug/cm ² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo ²
473	GIIIB	7	120	1,954	2,454	0,87401	14400
474	GIIIB	7	144	1,483	1,983	0,90241	20736
475	GIIIB	8	24	19,425	19,925	0,63840	576
476	GIIIB	8	48	3,487	3,987	0,81265	2304
477	GIIIB	8	72	1,659	2,159	0,89097	5184
478	GIIIB	8	96	3,301	3,801	0,81849	9216
479	GIIIB	8	120	2,221	2,721	0,86058	14400
480	GIIIB	8	144	1,767	2,267	0,88447	20736
481	GIIIB	9	24	9,231	9,731	0,71085	576
482	GIIIB	9	48	2,948	3,448	0,83055	2304
483	GIIIB	9	72	1,162	1,662	0,92663	5184
484	GIIIB	9	96	2,337	2,837	0,85521	9216
485	GIIIB	9	120	1,161	1,661	0,92671	14400
486	GIIIB	9	144	0,723	1,223	0,97026	20736
487	GIIIB	10	24	8,661	9,161	0,71731	576
488	GIIIB	10	48	3,287	3,787	0,81895	2304
489	GIIIB	10	72	1,242	1,742	0,92012	5184
490	GIIIB	10	96	2,318	2,818	0,85607	9216
491	GIIIB	10	120	1,906	2,406	0,87661	14400
492	GIIIB	10	144	0,486	0,986	1,00212	20736
493	GIIIB	11	24	2,954	3,454	0,83033	576
494	GIIIB	11	48	-0,121	0,379	1,15666	2304
495	GIIIB	11	72	0,395	0,895	1,01678	5184
496	GIIIB	11	96	0,783	1,283	0,96331	9216
497	GIIIB	11	120	0,343	0,843	1,02595	14400
498	GIIIB	11	144	0,198	0,698	1,05541	20736
499	GIIIB	12	24	4,444	4,944	0,78684	576
500	GIIIB	12	48	0,518	1,018	0,99733	2304
501	GIIIB	12	72	0,575	1,075	0,98921	5184
502	GIIIB	12	96	1,053	1,553	0,93610	9216
503	GIIIB	12	120	0,570	1,070	0,98990	14400
504	GIIIB	12	144	1,050	1,550	0,93638	20736
505	GIIIB	13	24	66,966	67,466	0,53166	576
506	GIIIB	13	48	13,936	14,436	0,67001	2304
507	GIIIB	13	72	9,640	10,140	0,70647	5184
508	GIIIB	13	96	8,567	9,067	0,71842	9216
509	GIIIB	13	120	6,826	7,326	0,74177	14400
510	GIIIB	13	144	5,709	6,209	0,76041	20736
511	GIIIB	14	24	69,672	70,172	0,52854	576
512	GIIIB	14	48	15,362	15,862	0,66061	2304
513	GIIIB	14	72	11,100	11,600	0,69236	5184
514	GIIIB	14	96	10,004	10,504	0,70274	9216
515	GIIIB	14	120	7,827	8,327	0,72766	14400
516	GIIIB	14	144	6,410	6,910	0,74830	20736
517	GIIIB	15	24	5,916	6,416	0,75668	576
518	GIIIB	15	48	1,587	2,087	0,89551	2304
519	GIIIB	15	72	2,080	2,580	0,86748	5184
520	GIIIB	15	96	1,294	1,794	0,91607	9216
521	GIIIB	15	120	1,343	1,843	0,91237	14400
522	GIIIB	15	144	1,747	2,247	0,88564	20736
523	GIIIB	16	24	83,474	83,974	0,51449	576
524	GIIIB	16	48	15,154	15,654	0,66192	2304
525	GIIIB	16	72	15,952	16,452	0,65700	5184
526	GIIIB	16	96	9,282	9,782	0,71029	9216
527	GIIIB	16	120	6,883	7,383	0,74091	14400
528	GIIIB	16	144	5,936	6,436	0,75632	20736
529	GIIIB	17	24	6,191	6,691	0,75193	576
530	GIIIB	17	48	1,476	1,976	0,90288	2304
531	GIIIB	17	72	2,398	2,898	0,85248	5184

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	REP	TEMPO	Liberação de monômero em ug/cm²	Liberação de monômero em ug/cm² + 0,5	(monômero + 0,5)**-0,15	Tempo²
532	GIIb	17	96	1,846	2,346	0,87994	9216
533	GIIb	17	120	1,790	2,290	0,88313	14400
534	GIIb	17	144	1,693	2,193	0,88888	20736
535	GIIb	18	24	10,355	10,855	0,69929	576
536	GIIb	18	48	2,693	3,193	0,84018	2304
537	GIIb	18	72	1,462	1,962	0,90385	5184
538	GIIb	18	96	0,999	1,499	0,94109	9216
539	GIIb	18	120	0,800	1,300	0,96141	14400
540	GIIb	18	144	1,055	1,555	0,93592	20736

C.DUREZA

OBSERVAÇÕES (N=60): todas

ANALYSE: ANOVA (ENTRADA SIMPLES)

RESPONSE: DUREZA

FATORES: GRUPO

CLASSES: GRUPO

ÍTEM EXCLUÍDOS: nenhum

DADOS VILADOS: nenhum

INTERPRETATION:

Não há evidência estatística de diferenças entre as médias de dureza nos diferentes níveis do GRUPO.

Não são detectadas violações às suposições da análise de variância, com isto, parte-se diretamente a ela.

Análise de Variância

O quadro de análise de variância é apresentado em seguida:

Modelo: DUREZA = GRUPO

Causa de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Pr > F
Modelo	4	24,45	6,112	0,649	0,6297ns
Resíduo	55	517,7	9,412		
Total Corrigido	59	542,1			

Variável de Análise : DUREZA

GRUPO	N Obs	média	Desv. Pad.	Inf. 95,0% CLM	Sup. 95,0% CLM
GI	12	18,1150000	3,5075853	15,8863866	20,3436134
GIIa	12	16,7608333	3,8777980	14,2969980	19,2246686
GIIb	12	17,5641667	2,4902518	15,9819362	19,1463971
GIIa	12	17,1041667	1,8645665	15,9194776	18,2888557
GIIb	12	16,2658333	3,1690964	14,2522855	18,2793811

C.DUREZA

OBSERVAÇÕES (N=60): TODAS

ANALYSIS: ANOVA ENTRADO SIMPLES

RESPONSE: DUREZA

FATORES: GRUPO

CLASSES: GRUPO

OBSERVAÇÕES EXCLUÍDAS: none

DADOS VIOLATED: none

INTERPRETAÇÃO:

NÃO HÁ EVIDÊNCIA ESTATÍSTICA DE DIFERENÇAS ENTRE AS MÉDIAS VERDADEIRAS DE DUREZA EM NÍVEIS DIFERENTES POR GRUPO

Origem	DF	Modelo: DUREZA = GRUPO				F	Df num	Df denom	Pr > F
		SS	MS	F	Pr > F				
Modelo	4	24,45	6,112	0,649	0,6297	0,5345	4	26,93	0,7115
Erro	55	517,7	9,412						
Total	59	542,1							

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	Dureza
1	GI	16,66
2	GI	14,63
3	GI	17,67
4	GI	13,94
5	GI	11,53
6	GI	16,53
7	GI	21,01
8	GI	21,26
9	GI	20,25
10	GI	22,54
11	GI	19,68
12	GI	21,68
13	GIIa	16,26
14	GIIa	14,54
15	GIIa	17,55
16	GIIa	17,94
17	GIIa	17,01
18	GIIa	13,93
19	GIIa	19,18
20	GIIa	19,58
21	GIIa	18,08
22	GIIa	14,67
23	GIIa	18,19
24	GIIa	18,32
25	GIIb	16,61
26	GIIb	13,37
27	GIIb	13,12
28	GIIb	17,18
29	GIIb	11,22
30	GIIb	14,53
31	GIIb	21,02
32	GIIb	14,27
33	GIIb	17,06
34	GIIb	19,77
35	GIIb	15,96
36	GIIb	21,08
37	GIIIa	12,06
38	GIIIa	9,85
39	GIIIa	16,28
40	GIIIa	15,24
41	GIIIa	14,89
42	GIIIa	15,45
43	GIIIa	15,40
44	GIIIa	22,73
45	GIIIa	21,68
46	GIIIa	17,03
47	GIIIa	21,14
48	GIIIa	19,38
49	GIIIb	21,22
50	GIIIb	19,44
51	GIIIb	23,03
52	GIIIb	17,20
53	GIIIb	16,65
54	GIIIb	18,33
55	GIIIb	16,78
56	GIIIb	15,95
57	GIIIb	15,13
58	GIIIb	15,93
59	GIIIb	15,48

C.POROSID
 OBSERVAÇÕES (N=60): TODAS
 ANALISE: ANOVA
 RESPOSTA: TPOROS
 FATORES: GRUPO
 CLASSES: GRUPO
 OBSERVAÇÕES EXCLUÍDAS: nenhuma
 DADOS VIOLADOS:
 Response scaling
 Outliers

INTERPRETAÇÃO:

Não há evidência estatística da diferença entre as médias reais de TPOROS em níveis diferentes do grupo. Entretanto, alguns dados da análise estão violados. Estes dados devem ser analisados em detalhes.

Inicialmente observamos que para uma análise de variância seguindo o modelo "One-Way" o qual é adequado para dados nos quais tem-se apenas uma causa de variação controlada são observadas violações às suposições de *Response scaling* e *Outliers*.
 Observação de valores discrepantes em potencial: Prob < 0,05

Número de	Porosidade	Tratamento	Studentized residual without current obs	P-value para outlier teste
56	129,5	GIIa	4,63829	,0013638
58	153,5	GIIIa	5,90887	,0000143

Observa-se que dois valores são qualificados como "outliers" através da estatística chamada Resíduo Estudentizado. Em valores sem que não indicam problemas esta estatística se situa entre -2 e +2. Os valores considerados como discrepantes serão excluídos e um novo estudo de suposições será efetuado.

C.POROSID
 OBSERVAÇÕES (N=60): TODAS
 58 observações foram usadas nesta análise
 2 outliers foram excluídos
 ANALISE: One-way ANOVA
 RESPONSE: TPOROS
 FATORES: GRUPO
 CLASSES: GRUPO
 OBSERVAÇÕES EXCLUÍDAS
 Outliers: #56, #58
 DADOS VIOLADOS:
 Response scaling
 Outliers

Após a exclusão das duas observações, prevalece a indicação de presença de outliers, uma nova listagem de dados potencialmente discrepantes foi solicitada e é apresentada em seguida:

Observação de outlier potencial: Prob < 0,05

Observação número	Original TPOROS variável	Tratamento	Studentizado residual without current obs	P-value for outlier test
59	105,5	GIIb	7,51257	,000000043777

Outliers

Uma observação qualifica como um valor discrepante por exceder o valor residual de +/- 3,536585 com um nível total significativo, inferior a 0,05, após as duas observações terem sido excluídas. Examine os dados para correções
 Nota-se o aparecimento de mais um valor discrepante que também será excluída antes da elaboração de um novo estudo de suposições.

C.POROSID
 OBSERVAÇÕES (N=60): TODAS
 57 observações foram usadas nesta análise
 3 outliers foram excluídos

ANALISE: One-way ANOVA
 RESPONSE: TPOROS
 FATORES: GRUPO
 CLASSES: GRUPO
 OBSERVAÇÕES EXCLUÍDAS
 Outliers: #56, #58, #59
 DADOS VIOLADOS:
 ESCALA DE RESPOSTA

```
+LAB: Potência ótima de transformação-----+
| Potência específica: [ -1 TO 1 BY 0,1          ] |
| Recalculado Potência ótima: 0                  |
|                                     |Para ser usada: [ 0          ] |
+-----+
```

Potência Ótima de Transformação

A análise da potência ótima de transformação sugere que o logaritmo de TPOROS pode ser mais facilmente modelado.

C.POROSID

OBSERVAÇÕES(N=60): TODAS

57 observações foram usadas nesta análise

3 outliers foram excluídas

ANALISE: One-way ANOVA

RESPONSE: LOG10(TPOROS)

FATORES: GRUPO

CLASSES: GRUPO

OBSERVAÇÕES EXCLUÍDAS

Outliers: #56, #58, #59

DADOS VIOLADOS: nenhum

Observa-se que após a exclusão dos dados e transformação pela função logaritmo não há mais violações à análise de variância o que viabiliza sua utilização.

Análise de Variância

Com base nas correções propostas anteriormente pode-se partir para a análise de variância que é listada em seguida.

Model: LOG10(TPOROS) = GRUPO

Causa de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F	Pr > F
Modelo	4	0,841	0,210	1,141	0,3475 ^{ns}
Resíduo	52	9,579	0,184		
Total Corrigido	56	10,42			

Listagem dos Dados para Conferência

OBS	Tratamento	Porosidade	Porosidade + 0,5
1	GI	3	3,5
2	GI	6	6,5
3	GI	0	0,5
4	GI	4	4,5
5	GI	6	6,5
6	GI	1	1,5
7	GI	8	8,5
8	GI	2	2,5
9	GI	6	6,5
10	GI	6	6,5
11	GI	8	8,5
12	GIIa	9	9,5
13	GIIa	5	5,5
14	GIIa	6	6,5
15	GIIa	8	8,5
16	GIIa	12	12,5
17	GIIa	6	6,5
18	GIIa	6	6,5
19	GIIa	6	6,5
20	GIIa	3	3,5
21	GIIa	2	2,5
22	GIIb	7	7,5
23	GIIb	7	7,5
24	GIIb	10	10,5

25	GIIb	9	9,5
26	GIIb	8	8,5
27	GIIb	19	19,5
28	GIIb	17	17,5
29	GIIb	13	13,5
30	GIIb	4	4,5
31	GIIb	10	10,5
32	GIIIa	8	8,5
33	GIIIa	27	27,5
34	GIIIa	5	5,5
35	GIIIa	4	4,5
36	GIIIa	1	1,5
37	GIIIa	2	2,5
38	GIIIa	10	10,5
39	GIIIa	30	30,5
40	GIIIa	3	3,5
41	GIIIa	7	7,5
42	GIIIa	41	41,5
43	GIIIb	2	2,5
44	GIIIb	2	2,5
45	GIIIb	1	1,5
46	GIIIb	38	38,5
47	GIIIb	16	16,5
48	GIIIb	20	20,5
49	GIIIb	2	2,5
50	GIIIb	2	2,5
51	GIIIb	1	1,5
52	GIIIb	38	38,5
53	GIIIb	16	16,5
54	GIIIb	20	20,5
55	GI	36	36,5
56	GIIa	129	129,5
57	GIIa	40	40,5
58	GIIIa	153	153,5
59	GIIb	105	105,5
60	GIIb	41	41,5