



Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp



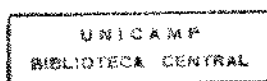
JOSÉ ANTÔNIO NUNES DE MELLO

Cirurgião-Dentista

**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**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Clínica Odontológica, área de concentração
Prótese, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba,
Universidade Estadual de Campinas para obtenção do
título de mestre.

PIRACICABA - SP
1999





Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp



JOSÉ ANTÔNIO NUNES DE MELLO

Cirurgião-Dentista

***Avaliação *in vitro* de propriedades mecânicas e químicas de
uma resina autopolimerizável polida quimicamente,
submetida a um ciclo de polimerização complementar com
energia de microondas ou água quente***

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em
Clínica Odontológica, área de concentração Prótese, da
Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Altair A. Del Bel Cury

Banca: Prof. Dr. Fernando da Cunha Ribeiro
Prof. Dr. Guilherme E. Pessanha Henriques

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 28/07/1999


Assinatura do Orientador

PIRACICABA - SP
1999

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	Ex.
TCMBO BC/	38919
PROG.	229/99
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	07/10/99
V.º OPD	

CM-00126406-9

Ficha Catalográfica

M489a

Mello, José Antônio Nunes de.

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. / José Antônio Nunes de Mello. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999.

91p. : il.

Orientador : Prof.ª. Dr.ª. Altair A. Del Bel Cury.

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

1. Microondas. 2. Polimerização. 3. Resinas acrílicas dentárias. 4. Resistência dos materiais. I. Del Bel Cury, Altair A. 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.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 23 de Junho de 1999, considerou o candidato JOSE ANTONIO NUNES DE MELLO aprovado.

1. Profa. Dra. ALTAIR ANTONINHA DEL BEL CURY Alta Del Bel Cury

2. Prof. Dr. FERNANDO DA CUNHA RIBEIRO F. C. R.

3. Prof. Dr. GUILHERME ELIAS PESSANHA HENRIQUES G. E. P. H.

Dedico este trabalho

À **Deus**, mentor de todas as coisas que permitiu a realização de mais uma etapa em minha vida.

À minha família: **José Alberto e Maria Izabel**, pais maravilhosos, que apesar das dificuldades, sempre me conduziram pelo caminho do conhecimento e do amor; **José Carlos, José Luiz, José Ricardo e Ana Cristina**, meus irmãos, pelo incentivo, carinho e por constituírem a família a que me orgulho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Profª. Drª. Altair Antoninha Del Bel Cury, Titular da área de Prótese Parcial Removível da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, pela orientação, incentivo e todo o apoio que possibilitaram a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Amazonas, pela oportunidade de realização deste curso.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade do Amazonas pelo apoio concedido.

Aos colegas do Departamento de Odontologia Social da Faculdade de Ciências da Saúde – UA, pelo estímulo recebido.

À Profª. Drª. Mônica Campos Serra, coordenadora do Curso de Clínica Odontológica pela atenção.

Ao Prof. Dr. Jaime Aparecido Cury, da FOP-Unicamp, pela co-orientação no decorrer do trabalho, pela atenção e utilização do Laboratório de Bioquímica Oral.

Ao Prof. Dr. Luis André Pimenta, da área de Dentística da FOP-Unicamp, pela utilização do Laboratório de Dentística.

À Profª. Drª. Rosana Cristina Pereira Parente, do Departamento de Estatística da Universidade do Amazonas pela realização da análise estatística.

À Profª. Drª. Maria Augusta Bessa Rebelo do Curso de Odontologia da Universidade do Amazonas, pelo estímulo, companheirismo e amizade.

À Profª. Kátia Olmedo Braun da Universidade Federal de Santa Maria pelo grande apoio e amizade.

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

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

Às técnicas do Laboratório Multidisciplinar, FOP-Unicamp, Renata Dias Groppo e Maria Roselis Tormisiello, pelo empréstimo da polidora química.

Aos colegas de pesquisa do Laboratório de Prótese Parcial Removível da FOP-Unicamp, Daniela Botega, Eduardo Carrilho, Eduardo Rocha, Frederico Silva, Glauco Zanete, Kátia Braun, Paulo Nadin, Ricardo Zavanelli, Rodrigo Rached, Rosemary Shinkai, Solimar Ganzarolli e Tatiana Machado pelo grande companheirismo e solidariedade em todos os momentos.

Aos colegas de pesquisa do Laboratório de Bioquímica Oral da FOP-Unicamp Adriana Franco, Alessandra Kleine, Celso Queiroz, Cláudia Emy, Eliane Franco, Michel Koo, Mitsui Fugimak, Otacílio Netto, Paulo Peres, Rachel, Silvana Boldrini e Ynara pelo companheirismo.

À Assistente Social Romélia Hayden de Farias e a Cirurgiã Dentista Quelciane Hayden Frota pelo apoio e estímulo.

Aos amigos Rogério, Gizella e Marcella Garcia pela amizade e hospitalidade.

À Iadasa De Quadros pelo grande amor e carinho.

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

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	xv
LISTA DE ABREVIATURA	xvii
RESUMO	xix
ABSTRACT	xxi
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 MONÓMERO RESIDUAL.....	9
2.2 POLIMENTO	16
2.3 USO DO MICROONDAS OU DA ÁGUA QUENTE.....	24
PROPOSIÇÃO.....	33
METODOLOGIA.....	37
4.1 PREPARO DAS AMOSTRAS	40
4.1.1 Divisão dos grupos.....	40
4.1.2 Matrizes utilizadas	41
4.1.3 Inclusão das matrizes	42
4.1.4 Preenchimento dos moldes	42
4.1.5 Procedimento de acabamento e polimento	43
4.1.6 Procedimento de complementação de polimerização (Grupo 3 e 4)	45
4.2 AVALIAÇÃO DA LIBERAÇÃO DE MONÓMERO EM ÁGUA	45
4.2.1 Espectro de absorção	45

4.2.2	<i>Curva de calibração</i>	46
4.2.3	<i>Determinação do monômero</i>	47
4.3	AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA TRANSVERSAL.....	48
4.4	ÁVALIAÇÃO DA DUREZA INTERNA DAS AMOSTRAS	49
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	51
RESULTADOS		53
5.1	MONÓMERO RESIDUAL.....	55
5.2	RESISTÊNCIA TRANSVERSAL.....	56
5.3	DUREZA INTERNA	57
DISCUSSÃO		61
CONCLUSÃO		71
ANEXOS		75
8.1	VALORES DO TESTE DE LIBERAÇÃO DO MONÓMERO NA ÁGUA	77
8.2	VALORES DO ENSAIO DE RESISTÊNCIA TRANSVERSA	79
8.3	VALORES DO ENSAIO DE MICRODUREZA INTERNA.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		81

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELAS:

Tabela 1: Grupos de trabalho: polimento e complementação	40
Tabela 2: Médias e desvios-padrão da liberação diária de monômero na água ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	55
Tabela 3: Médias e desvios-padrão da tensão (MPa) no momento da ruptura	57
Tabela 4: Média e desvios-padrão da dureza interna Knoop da resina.....	58
Tabela 5: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G1 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)	77
Tabela 6: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G2 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)	77
Tabela 7: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G3 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)	78
Tabela 8: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G4 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)	78
Tabela 9: Resultados da tensão no momento de ruptura em MPa.....	79
Tabela 10: Resultado do ensaio de microdureza interna em Knoop	79

GRÁFICOS:

Gráfico 1: Media diária da liberação de monômero na água ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$).....	56
Gráfico 2: Médias e desvios-padrão de resistência transversa em MPa.	57
Gráfico 3: Dureza da resina em 100 μm , 700 μm e 1500 μm da superfície.	58

FIGURAS:

Figura 1: Resina acrílica utilizada no estudo	39
Figura 2: Fluido para polimento químico a base de metil metacrilato.....	39
Figura 3: Amostra para a avaliação de monômero sendo polida mecanicamente	44
Figura 4: Amostra para avaliação de monômero sendo polida quimicamente.....	44
Figura 5: Espectro de absorção do metil metacrilato	46
Figura 6: Curva de calibração do metil metacrilato.....	47
Figura 7: Corpos da avaliação de monômero liberado na água acondicionados na estufa	48
Figura 8: Ensaio de resistência flexural.....	48
Figura 9: Amostras do ensaio de dureza sendo cortados pela cortadeira IMPTECH PC 10	50
Figura 10: Amostras do ensaio de dureza interna com a face interna exposta.....	50
Figura 11: Esquema de impressões da amostra seccionada para o ensaio de dureza interna.	51

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGNIFICADOS

%	-	Por cento
°C	-	Graus Ceulsius
±	-	Mais ou menos
α	-	Alfa (nível de significância)
λ	-	Lambda (comprimento da onda)
μg	-	Micrograma(s)
$\mu\text{g}/\text{cm}^2$	-	Micrograma por centímetro quadrado
μm	-	Micrometro(s)
A.D.A.	-	<i>American Dental Association</i> (Associação Dentária Americana)
bar	-	0,1 MPa
cm	-	Centímetro(s)
<i>et al.</i>	-	e outros (abreviatura de “ <i>et alii</i> ”)
g	-	Gramma(s)
h	-	Hora(s)
MHz	-	Megahertz
min	-	Mínuto(s)
mL	-	Mililitro(s)
mm	-	Milímetro(s)
MPa	-	Megapascal(s)
nº	-	Número
nm	-	Nanômetro(s)
ppm	-	Partes por milhão
rpm	-	Rotação(ões) por minuto
W	-	Watt(s)

RESUMO

O monômero residual em excesso pode causar reações inflamatórias na mucosa além de alterar as propriedades mecânicas da resina. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito do aquecimento pelas microondas e água quente no nível de monômero residual de uma resina acrílica autopolimerizável e polida quimicamente e sua influência na resistência transversa e na microdureza interna. Quatro grupos com amostras específicas para cada ensaio foram confeccionados com resina autopolimerizável JET CLÁSSICO. G1) as amostras foram submetidas ao polimento mecânico; G2) as amostras foram submetidas ao polimento químico com fluido para polimento POLI-QUIM; G3) após o polimento químico, as amostras foram submetidas a um ciclo complementar de polimerização no microondas de 450 W / 3 min e G4) após o polimento químico, as amostras receberam um ciclo complementar em água a 65°C / 1 h. As médias e desvios padrões da liberação de monômero na água no 1º dia em $\mu\text{g} / \text{cm}^2$ foram: G1=136,65 $\pm$ 45,56 (a); G2=1315,70 $\pm$ 225,50 (b); G3=848,21 $\pm$ 150,46 (c) e G4=295,18 $\pm$ 81,67 (a). As médias e desvios padrões da resistência transversa em MPa foram: G1=78,15 $\pm$ 6,11 (a); G2=65,15 $\pm$ 7,79 (b); G3=70,48 $\pm$ 2,96 (b) e G4=67,54 $\pm$ 8,05 (b). As médias e desvios padrões da microdureza interna (Knoop) foram: em 100 μm - G1=14,71 $\pm$ 1,07 (a); G2=12,79 $\pm$ 1,54 (a); G3=12,90 $\pm$ 1,07 (a) e G4=11,69 $\pm$ 2,51 (a); em 700 μm - G1=16,04 $\pm$ 0,96 (a); G2=15,43 $\pm$ 0,69 (a); G3=15,31 $\pm$ 0,74 (a) e G4=18,07 $\pm$ 0,53 (b); em 1500 μm - G1=16,21 $\pm$ 1,40 (a); G2=15,83 $\pm$ 0,70 (a); G3=15,56 $\pm$ 0,72 (a) e G4=18,85 $\pm$ 0,73 (b). A análise de variância e a comparação utilizando o teste de Tukey mostrou diferença entre os grupos e as médias seguidas por letras diferentes mostraram diferença significativa ($\alpha=5\%$). Diante desses resultados conclui-se que: o polimento químico aumentou o nível de monômero residual, diminuiu a resistência transversa das resinas e não alterou os valores de microdureza interna. As microondas e a água quente podem ser usados para reduzir os níveis de monômero residual no primeiro dia após a polimerização.

Palavras-chave: Microondas, polimerização, resinas acrílicas dentárias e resistência dos materiais.

ABSTRACT

The monomeric methyl methacrylate can cause tissue damage. The aim of the present study was to investigate the effect of microwave heating and hot water on the residual monomer level of an acrylic resin chemically activated and chemically polished and their effects on the transverse strength and internal microhardness. Four groups with specific patterns to each test were prepared using JET CLASSICO, an autopolimerizing resin. G1) the specimens were mechanically polished; G2) the specimens were chemically polished using POLI-QUIM, a chemical polishing fluid; G3) after the chemical polishing, the specimens were submitted to an additional cycle in the microwave oven irradiated at 450 Watts for 3 minutes; G4) after the chemical polishing, the specimens were submitted to an additional cycle into water at 65°C for 1 hour. The means and standard deviations of residual monomer lost into water at the 1st day were ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$): G1=136.65 $\pm$ 45.56 (a), G2=1315.70 $\pm$ 225.50 (b), G3=848.21 $\pm$ 150.46 (c) e G4=295.18 $\pm$ 81.67 (a). The means and standard deviations of transverse strength were (MPa): G1=78.15 $\pm$ 6.11 (a), G2=65.15 $\pm$ 7.79 (b), G3=70.48 $\pm$ 2.96 (b) e G4=67.54 $\pm$ 8.05 (b). The means and standard deviations of internal microhardness were (Knoop): at 100 μm – G1=14.71 $\pm$ 1.07 (a), G2=12.79 $\pm$ 1.54 (a), G3=12.90 $\pm$ 1.07 (a) e G4=11.69 $\pm$ 2.51 (a); at 700 μm – G1=16.04 $\pm$ 0.96 (a), G2=15.43 $\pm$ 0.69 (a), G3=15.31 $\pm$ 0.74 (a) e G4=18.07 $\pm$ 0.53 (b); at 1500 μm – G1=16.21 $\pm$ 1.40 (a), G2=15.83 $\pm$ 0.70 (a), G3=15.56 $\pm$ 0.72 (a) e G4=18.85 $\pm$ 0.73 (b). The results of analysis of variance and the means comparison using Tukey test showed difference between the groups. The means followed by different letters showed significant difference ($\alpha=5\%$). It was concluded that: quimical polishing increased the level of residual monomer; decreased the transverse strength of acrylics; did not change the values of internal microhardness; microwave and hot water can be used to reduce the level of residual monomer at the 1st day.

Key words: Microwave, curing, acrylic resins and transverse strength.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A superfície áspera de próteses removíveis é um fator indesejável não somente pelo aspecto irregular, mas principalmente por facilitar a retenção de resíduos alimentares e dificultar a higiene bucal. Assim, a fase de polimento de resinas acrílicas empregadas como base de próteses é de grande importância na obtenção de superfícies lisas, sem rugosidade, dificultando a retenção de restos alimentares e outros resíduos (ANUSAVICE³, 1996), capazes de causarem irritação da mucosa bucal, além de propiciarem a proliferação indesejável de bactérias e fungos (MESQUITA *et al.*²², 1996). Convencionalmente, o polimento é realizado mecanicamente em várias etapas, empregando-se abrasivos e polidores em torno de bancada (ULUSOY *et al.*³⁶, 1986 e CRAIG *et al.*¹⁰, 1996). Esse polimento objetiva produzir uma superfície lustrosa, resultado do emprego de partículas abrasivas de tamanho decrescente. Assim, as partículas maiores promovem o acabamento removendo maior quantidade de material, ficando para as menores o polimento, produzindo desta forma uma superfície lisa, sem arranhões (O'BRIEN²⁵, 1997). Este método de polimento é eficiente, mas bastante trabalhoso e demorado.

Com a finalidade de diminuir o tempo e as etapas de polimento necessárias para obtenção de próteses lisas, foi introduzido o polimento químico (GOTUSSO¹⁴, 1969), como alternativa para a etapa de polimento mecânico. Inicialmente foi proposta a imersão da resina acrílica no monômero em ebulição, durante 1 min. Atualmente são propostos pelos fabricantes de fluidos e do aparelho para a realização da técnica, a imersão à temperatura de aproximadamente 75°C por 10 seg. Com a facilidade e limpeza da nova técnica, o polimento químico tornou-se difundido, porém, sabe-se dos efeitos lesivos que o monômero residual pode

causar à mucosa (SMITH e BAINS³⁰, 1956 e SHERIDAN *et al.*²⁹, 1997), além de alterar as propriedades mecânicas da resina acrílica (STOLF *et al.*³⁴, 1986, STOLF *et al.*³⁵, 1994 e MESQUITA *et al.*²³, 1996). Estudos como o de YUNUS *et al.*³⁹, em 1984, e BRAUN *et al.*⁸, em 1998, correlacionaram os valores de monômero residual com propriedades mecânicas de resistência transversa e dureza superficial, concluindo que o nível de monômero residual interfere nas propriedades mecânicas da resina, sendo que quanto maior o nível de monômero residual, menores serão os valores de dureza e resistência. Dessa forma, há a necessidade de maiores estudos para avaliar o efeito desse processo de polimento em relação à liberação de monômero na saliva e sua repercussão nas propriedades mecânicas da resina, e caso seja necessário, encontrar uma forma de diminuir a quantidade de monômero residual das resinas polidas quimicamente.

A literatura é vasta em estudos que comprovam a eficácia do calor na diminuição do monômero residual. As resinas termopolimerizáveis possuem níveis de monômero residual menores que as autopolimerizáveis e além disso, os ciclos de polimerização mais longos, onde as muflas permanecem mais tempo em água quente, têm reduzido o monômero residual nas resinas termopolimerizáveis (McCRAKEN²¹, 1953; McCABE e BASKER²⁰, 1976; LORTON e PHILLIPS¹⁹, 1979; AUSIN e BASKER⁵, 1982; LAMB *et al.*¹⁸, 1983; van NOORT³⁷, 1994).

Baixos níveis de monômero residual tem sido alcançados com a polimerização de resinas com energia de microondas. Esse tipo de energia atua nas moléculas livres de monômero, fazendo com que vibrem em alta frequência, de uma forma orientada e se choquem gerando o calor necessário para a polimerização da resina. Esse calor é intrínseco e dependente apenas dessa movimentação molecular, não sendo oriundo de uma fonte externa, como no caso do banho de água quente (NISHII²⁴, 1968; AL DOORI *et al.*¹, 1988). Devido a essa movimentação do monômero de encontro às cadeias poliméricas, esse método de polimerização, provê quantidade

reduzida de monômero residual, como tem-se observado em alguns estudos (De CLERCK¹², 1987; KODA¹⁶ *et al.*, 1989; ALKHATIB¹ *et al.*, 1990; DEL BEL CURY¹³, 1992; SADAMORI *et al.*²⁸, 1994; YUNUS *et al.*³⁹, 1994; BRAUN *et al.*⁸, 1998). A utilização das microondas na polimerização de resinas também tem aplicação em reparos e reembasamentos. Não há contra-indicação para o uso de microondas em um segundo ciclo de polimerização (YUNUS *et al.*³⁹, 1994; RODRIGUES GARCIA e DEL BEL CURY²⁷, 1996 e RIZZATI BARBOSA *et al.*²⁶, 1998).

O monômero utilizado no polimento químico dissolve a superfície da resina por meio da penetração de suas moléculas de metil metacrilato entre as cadeias poliméricas, plastificando a superfície com a quebra das ligações secundárias que unem essas cadeias entre si. Com o término do polimento, essas moléculas de metil metacrilato volatilizam ou se unem a radicais ativos ainda existentes (LAMB *et al.*¹⁷, 1982), promovendo o relaxamento das cadeias poliméricas de uma forma suave e lisa, livre de arranhões e aspereza (GRAJOWER e GOULTSCHIN¹⁵, 1984). Essa eliminação do excesso de monômero é lenta e progressiva, fazendo com que seja encontrada quantidade maior nos primeiros dias, interferindo negativamente com as propriedades físicas nesses dias, melhorando com o tempo (MESQUITA *et al.*²², 1996 e MESQUITA *et al.*²³, 1996).

Diante dessa realidade, especula-se a possibilidade da aplicação da energia de microondas ou da água quente após o polimento químico para complementar a polimerização das resinas autopolimerizáveis, objetivando melhorar a difusão do excesso de monômero para radicais ativos nas cadeias e acelerar a volatilização desse monômero produzindo próteses, placas e aparelhos ortodônticos com reduzida quantidade de monômero residual, melhorando as propriedades físicas e mecânicas e diminuindo os efeitos do monômero residual sobre a mucosa.

REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Monômero residual

SMITH e BAINS³⁰, em 1956, desenvolveram métodos qualitativo e quantitativo para a estimação e detecção de monômero residual. No método qualitativo, utilizaram um reagente que é uma solução de permanganato de potássio a 0,003 % peso/volume. Reagindo a solução de permanganato de potássio com a solução de monômero, ocorre rápida alteração na cor que varia do vermelho até o amarelo, de acordo com a concentração do monômero. O limite inferior para o teste foi de 3 ppm. A base da dentadura foi imersa em água destilada na temperatura ambiente por 1 h. Um mL da água era extraído e misturado com 1 mL do reagente e a cor mudava depois de 1 min. A observação era feita comparando com o controle de água destilada. Também foi observada semelhante alteração de cor quando uma mistura de polímero e monômero foi polimerizada por um curto período de tempo e quando utilizado ciclo longo, nenhuma alteração era verificada. Esta observação permitiu concluir que este teste era específico para metil metacrilato residual. Dentre os métodos quantitativos existentes, o mais adequado era o de brometo de potássio em ácido acético a 50%. A partir deste, os autores desenvolveram um método químico o qual permitiu calcular o conteúdo de monômero residual, remanescente de vários ciclos de polimerização. De acordo com os resultados, observou-se que mesmo após 6 horas com água em ebulição, uma base de prótese normal apresentava 0,2% de monômero residual. Similarmente, após 20 h a 72°C uma segunda amostra apresentava aproximadamente 1% de monômero residual. Corpos-de-prova processados sob essas condições apresentaram

resultados negativos, quando submetidos à reação com permanganato de potássio, apontando que o monômero residual não pode ser extraído ou não está acessível em polímeros bem polimerizados, enquanto em corpos de prova submetidos a ciclos de polimerização incompletos, o monômero foi rapidamente liberado na água. 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 boa quanto o método químico.

Em 1976, **McCABE e BASKER**²⁰ utilizaram a cromatografia gás-líquida para investigar os efeitos das condições de polimerização sobre o conteúdo de monômero residual de resinas acrílicas dentais. Foram preparados corpos-de-prova com dimensões de 50 mm × 50 mm × 3 mm com 2 tipos de resinas: Sellon (termopolimerizável) e De Trey (autopolimerizável). A primeira foi submetida a 4 ciclos de cura: a) 7 h a 70°C seguidas por 3 h a 100°C em calor úmido; b) o mesmo período em calor seco; c) 20 min em água fervente seguidos de 20 min em água aquecida e mais 20 min em água em fervura; d) 20 min em água fervente. Observou-se que o menor nível de monômero residual ocorreu no ciclo longo em calor úmido. Quanto aos demais ciclos, o nível de monômero detectado foi semelhante. Na resina autopolimerizável, foi encontrado o maior nível de monômero residual, apresentando-se 4 vezes maior que o primeiro ciclo citado para a resina termopolimerizável. Além desta pesquisa laboratorial, o autor também utilizou a mesma técnica de dosagem para determinar a concentração de monômero residual da prótese total de uma paciente de 67 anos de idade que apresentava queixa de sensação de ardência na boca (palato, lábios, bochecha e margem da

língua) que teve início após a colocação da nova prótese total de resina acrílica. Quando se removia a prótese a ardência cessava em aproximadamente 1 h, se a prótese fosse reposicionada os sintomas reapareciam em meia hora. Fragmentos foram retirados da prótese e analisados por meio da cromatografia gás-líquida revelando concentração de monômero de 0,233%, 6 vezes maior que o valor encontrado anteriormente nos corpos-de-prova submetidos ao primeiro ciclo de polimerização. Para o tratamento dessa paciente, foram confeccionadas duas próteses totais com a mesma resina e processadas de acordo com o primeiro ciclo já mencionado. Uma prótese foi dada à paciente enquanto a outra foi analisada quanto a presença de monômero residual, e o resultado encontrado de 0,053% foi menor que o anterior. A paciente, mesmo após 2 semanas de uso da prótese, não apresentou nenhum sintoma.

AUSTIN e BASKER⁶, em 1980, descreveram uma nova técnica para medir o conteúdo de monômero residual em dentaduras com 0,1 a 0,2 g de resina utilizando a cromatografia gás-líquida. Foram confeccionados placas de 65 × 65 mm, com a espessura variando de 2 a 4 mm. Para a polimerização, foram utilizados os ciclos curto e o longo, e os meios de armazenamento a seco e úmido. As resinas utilizadas foram a Perspex e Trevalon. A extração do monômero foi feita após 1 h a 65°C da polimerização. Os autores observaram uma relação entre conteúdo de monômero residual, tempo e temperatura atingidas. Em ciclos longos, o nível de monômero detectado foi de 0,29% e em ciclos curtos, o nível aumentou mais de 700%. Em relação a espessura, as amostras mais finas apresentavam maior concentração que as amostras mais espessas, quando submetidas ao mesmo ciclo. A explicação é que o processo de polimerização provoca uma reação exotérmica e que atinge altas temperaturas nas regiões mais espessas convertendo maior quantidade de monômero em polímero. Foi constatado também que

não havia diferença significativa quanto ao conteúdo de monômero entre as amostras armazenadas em água e aquelas mantidas em lugar seco.

AUSTIN e BASKER⁵, em 1982, realizaram uma pesquisa nos laboratórios de prótese da Inglaterra. Cento e cinquenta questionários foram distribuídos, havendo o retorno de 74 deles. Metade dos protéticos usavam um ciclo inferior a 2 h de polimerização e mais da metade não utilizavam instrumentos de controle do tempo e temperatura. Com esses resultados o autor concluiu que não havia controle na produção das próteses em relação a qualidade da prótese total polimerizada. Assim, havia a necessidade de verificar o nível de monômero residual em próteses submetidas a ciclos curtos sem controle. Para a determinação do monômero residual nestas condições, foram utilizados as resinas de polimerização rápida: Trevalon, QC-20 e Acron Rapid. Para a polimerização as recomendações do fabricante foram seguidas. Além deste ciclo, foram utilizados outros 2 ciclos com pequenas reduções do tempo e da temperatura. O nível de monômero encontrado no ciclo recomendado pelos fabricantes foi 3 a 7 vezes maior do que as resinas polimerizadas no ciclo longo. Quando as resinas de rápida polimerização foram polimerizadas em um tempo inferior ao recomendado pelo fabricante, o nível aumentou de 2 a 9 vezes em relação ao ciclo recomendado. Quando a temperatura foi reduzida simulando um erro no controle da temperatura no laboratório, o resultado foi ainda pior, encontrando o nível de monômero bastante aumentado.

Em 1982, **LAMB et al.**¹⁷ desenvolveram um estudo com a proposta de avaliar a quantidade de monômero residual de resinas autopolimerizáveis (Simplex Rapid), e observar se havia alguma quantidade de monômero não era liberado na água. Foram preparados corpos-de-prova, com proporção pó/líquido indicada pelo fabricante e processados em polimerizadora com pressão. Os tempos de processamento variaram de 5 até 30 min e a temperatura de 22 a 55°C.

Para a análise da quantidade de monômero dissolvido na água, foi utilizado um espectrômetro Perkin Elmer 330 e espectrômetro de ressonância eletrônica. Os corpos-de-prova confeccionados foram: a) discos com 50 mm de diâmetro e 1 mm de espessura; b) cilindros com 3 mm de diâmetro e 150 mm de comprimento; c) tiras muito finas com 24 μm de espessura e 1 mm de largura. Os discos eram imersos em 50 mL de água destilada e mantidos a temperatura de 37°C; após o tempo determinado, 5 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 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 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.

Em 1983, **LAMB *et al.***¹⁸ realizaram um estudo com o objetivo de determinar as concentrações de monômero residual em uma resina autopolimerizável, após 40 dias do início da polimerização. Relacionou esta liberação com as alterações produzidas pela: variação na proporção pó/líquido, mudanças na temperatura de polimerização, armazenagem e presença do oxigênio. Nesse trabalho, foi utilizada a resina autopolimerizável Simplex Rapid. O método da

análise foi espectrofotometria com a absorção na faixa do infravermelho em 1620 nm. As amostras foram confeccionadas utilizando a resina na proporção de 5/3 ou 4/3 (peso/volume). A resina era colocada entre 2 lâminas para microscopia separadas 1 mm com o uso de espaçadores de silicone e polimerizadas sob pressão e temperatura de 22°C ou 55°C. Quando os corpos eram armazenados a 50°C, o nível de monômero era indetectável após 6 dias e quando armazenados a 37°C, o nível era indetectável no 25º dia. Os autores concluíram: quanto maior a relação pó/líquido, menor o nível de monômero residual em uma resina autopolimerizada; a concentração de monômero inicial é maior após uma polimerização inicial a 22°C, que após a polimerização a 55°C; um ciclo adicional em alta temperatura na água pode diminuir o nível de monômero residual; o oxigênio age inibindo a polimerização e consequentemente aumentando o nível de monômero residual.

No ano de 1985, **STAFFORD e BROOKS**³², investigaram o nível de monômero residual em 6 diferentes marcas de resinas utilizadas para aparelhos ortodônticos em função do tempo. Foram utilizadas a cromatografia gasosa para analisar a presença de monômero na resina, e espectroscopia ultravioleta, para verificar a presença de monômero difundido na água. Os autores concluíram que: a) observa-se nível de monômero residual mais elevado em resinas para aparelhos ortodônticos do que em resinas termopolimerizadas; b) a quantidade de monômero residual diminui com o tempo, devido a polimerização continuada e difusão do monômero para a água; c) os aparelhos ortodônticos devem ser mantidos em água, antes de serem colocados na boca do paciente, pois uma grande parte do monômero da superfície é liberada e o remanescente influencia somente nas propriedades mecânicas das resinas.

Em 1988, **BAKER et al.**⁷, desenvolveram um método para cromatografia gás-liquida na detecção de monômero residual em saliva, sangue e na urina. Também foi analisada

a duração e o valor total da liberação de monômero na saliva de voluntários saudáveis portadores de aparelhos palatinos de resina acrílica autopolimerizável (Orthoresin) e termopolimerizável (Lucitone 199). O monômero liberado na saliva foi detectado uma semana após a inserção dos aparelhos com resinas autopolimerizáveis, com concentração máxima de 45 µg/mL; não foi detectado monômero no sangue e urina. O monômero residual foi detectado na saliva de voluntários que usavam aparelhos polimerizados em banho de água a 70°C apenas por 1 h, não sendo detectada a presença de monômero, quando o ciclo era 70°C por 3 h. Os aparelhos de resina autopolimerizáveis liberaram a quantidade máxima de monômero 29 µg na primeira hora de uso. Os autores sugerem que, para minimizar a liberação de monômero dos aparelhos autopolimerizáveis, os mesmos deverão permanecer imersos em água por 24 h antes de colocar em uso.

Van NOORT³⁷, em 1994, discorreu sobre as resinas quimicamente ativadas cuja polimerização é iniciada pelo dimetil-p-toluidine ou ácido sulfinico incorporado ao líquido ao invés do calor. Esse método de polimerização não é tão eficiente quanto a polimerização térmica da resina e resulta em moléculas com peso inferior. Isso provoca uma diminuição nas propriedades de resistência da resina e aumento no valor do monômero residual.

SHERIDAN et al.²⁹, em 1997, examinaram o efeito do contato de resinas para base de dentaduras ativadas quimicamente, termicamente e por microondas em culturas de células fibroblásticas da gengiva humana. A avaliação era feita 24, 48, 72 e 96 h após a imersão de um disco de 12 mm de diâmetro por 1 mm de espessura na cultura, por meio da função mitocondrial celular. Esta cultura era preparada na densidade de 3×10^4 células por placa. O efeito do contato da resina na cultura era comparada com culturas intactas sem a resina. Os

resultados indicaram que em todos os períodos, as três resinas liberaram algum material que era citotóxico aos fibroblastos, podendo ser o metil metacrilato, ácido benzoico e formaldeídos. O contato com a resina quimicamente ativada foi mais citotóxico que as resinas ativadas termicamente e por energia de microondas. A citotoxicidade diminui com o tempo, portanto, o período de maior efeito citotóxico ocorreu nas primeiras 24 h.

CRAIG, em 1997¹¹, relata que após 1 h a 70°C, o nível de monômero residual diminui para 6,6% e a 100°C ele reduz para 0,31%. Levaria 168 horas para uma resina processada a 70°C chegar ao nível de monômero equivalente a 1 h em 100°C. Isso indica que o acréscimo de 1 h a 100°C no ciclo de polimerização pode ser mais adequado. Contudo, a temperatura não pode chegar a fervura antes que a maior parte da polimerização tenha sido completada. O maior índice de monômero residual é observado na resina autopolimerizada. O armazenamento de próteses por vários dias em temperatura acima de 50°C e sem contato com o oxigênio reduz a quantidade de monômero. Se as resinas forem utilizadas em pacientes sensíveis ao monômero residual, a polimerização por tempos maiores em água fervendo reduzirá o monômero a níveis aceitáveis. Há evidências que o metil metacrilato apresenta pobre biocompatibilidade, assim todo esforço para eliminar ou reduzir o monômero deve ser feito.

2.2 Polimento

Em 1969, **GOTUSSO**¹⁴ introduziu a técnica de polimento químico em dentaduras. Ele citou dois aspectos importantes para se realizar o tratamento químico: a superfície interna das próteses tornam-se menos lesiva aos tecidos gengivais e permite o polimento mesmo quando as próteses sofrerem caracterização extrínseca. A técnica consiste em aquecer o monômero com uma fonte de calor elétrica até o ponto de ebulição, em seguida, coloca-se a prótese com o lado

oclusal para baixo no recipiente. Agita-se o recipiente para melhorar a ação do monômero sobre a superfície da prótese como também para a homogeneização do banho. Com a introdução da dentadura a temperatura que estava em 100,3°C, cai para aproximadamente 70°C, temperatura ideal para o polimento. Após 1 min, retira-se a prótese e começa a secá-la com ar quente proveniente de um secador de cabelo, durante 15 min, sendo 5 min com ar quente e 10 min com ar frio. A última etapa da técnica consiste em deixar a prótese imersa em água com detergente por 24 h, com a finalidade de eliminar o excesso de monômero residual.

ARAÚJO *et al.*⁴, em 1972, avaliaram a influência do polimento químico na deflexão, dureza e dimensão em resinas com ligações lineares e cruzadas. Eles utilizaram a resina Clássico termopolimerizável, e para obter o grupo com ligações cruzadas foi utilizado líquido Denkôr Cross-líquido, do mesmo fabricante, que é um monômero com agente de ligação cruzada. Para o ensaio de deflexão transversa foram feitos 20 corpos-de-prova de cada resina seguindo a especificação número 12 da A.D.A, sendo que 10 receberam polimento químico. Para o ensaio de dureza, inicialmente foram feitos cilindros, os quais foram regularizados e cortados em torno mecânico obtendo-se amostras com 10 mm de comprimento e 14 mm de diâmetro. Foram preparados 40 corpos sendo que 20 receberam polimento químico. Dez corpos-de-prova foram avaliados 6 h após o polimento e os outros 10, após 24 h. Os ensaios foram realizados em um aparelho Testor HTI-Super com esfera de aço com 12,7 mm de diâmetro. O ensaio de alteração dimensional foi realizado com bases esquemáticas de dentadura colocando-se três pinos de aço nos rebordos, dois na região de molares e um na região incisiva. Dez corpos-de-prova foram preparados e as distâncias entre os pontos foram medidas antes e após 24 h da realização do polimento químico. A técnica de polimento químico foi a mesma utilizada por GOTUSSO, em 1969. Os autores concluíram que: o polimento químico aumenta significativamente a deflexão

transversa das resinas com ou sem ligação cruzada; também influencia os dois tipos de resinas, diminuindo a dureza Rockwell e que não foi detectada alteração dimensional nas bases de prova.

GRAJOWER e GOULTSCHIN¹⁵, em 1984, desenvolveram um novo método para medição da resistência transversa de espécimes de resina acrílica, no qual apenas uma única superfície em topo do espécime era tensionada. Neste estudo, foram utilizadas duas resinas termopolimerizáveis para confecção dos espécimes, e no reparo dos mesmos, duas resinas específicas para reparo de próteses. Foi mensurada a temperatura de polimerização das resinas reparadoras, bem como a quantidade de agente de união cruzada das resinas envolvidas, por meio da dissolução de espécimes em solventes especiais. A aparência de uma microestrutura com formações bolhosas após vários tratamentos de superfície foi indicativo de que houve um relaxamento na superfície da amostra. Os espécimes reparados que mostravam essa situação após imersão em monômero apresentaram valores de resistência inferiores comparados com os espécimes que não mostravam essa característica, apesar de ambas as resinas apresentarem agente de união em quantidades similares. Durante a polimerização da resina reparadora a aplicação de pressão aumentou a resistência dos espécimes reparados com resina de rápida polimerização e com agente de união. No caso das resinas reparadoras de polimerização lenta e sem agente de união, a aplicação de pressão só influenciou nos valores de resistência quando não se prensava de imediato a resina entre as partes seccionadas dos espécimes. Variações na proporção pó-líquido dos materiais reparadores sem agente de união não afetaram a resistência final dos espécimes reparados. O umedecimento das partes do espécime com monômero antes da aplicação da resina reparadora e as variações na temperatura de polimerização não afetaram a resistência final dos espécimes.

STOLF *et al*³², em 1985, estudaram a influência do polimento químico sobre a resistência ao impacto de resinas acrílicas. Foi utilizada a resina Clássico termo e autopolimerizada. As amostras apresentavam dimensões de $65 \times 10 \times 2,5$ mm, seguindo a especificação número 12 da A.D.A.⁹. Foram confeccionados 20 corpos-de-prova, sendo 10 em resina ativada quimicamente e 10 em resina ativada termicamente. Um grupo recebeu polimento químico, o qual consistia na imersão da amostra durante 1 min em monômero de metilmetacrilato aquecido a 70°C. O outro grupo foi polido mecanicamente com tiras de lixa, pedra pomes e polidor Kaol. Após o polimento, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37°C. Para avaliar a resistência ao impacto, foi utilizado um aparelho Wolpert e as amostras foram quebradas em um período variado de tempo: 1, 7, 15 e 30 dias. Os autores concluíram que a resistência ao impacto aumentou nas amostras polidas quimicamente em todos os períodos quando comparadas com o polimento mecânico e o tempo reduziu a resistência ao impacto das resinas independente dos métodos de ativação e polimento. Supõe-se que o tratamento térmico, ao qual as resinas acrílicas foram submetidas durante o polimento químico, foi o responsável pelo aumento da resistência ao impacto devido ao aquecimento, eliminando assim, as possíveis tensões residuais induzidas no interior da massa de resina.

ULUSOY *et al*³⁶, em 1986, investigaram os métodos de polimento para selecionar o que proporciona a superfície mais lisa em resinas termopolimerizadas e autopolimerizadas. Os corpos-de-prova apresentavam o formato tronco-cônico com 0,5 cm de diâmetro na superfície superior, 1,0 cm de diâmetro na inferior e 1,0 cm de altura. As resinas utilizadas foram Quick Rodex (termo) e Vertex (auto), preparadas de acordo com instruções do fabricante. Dez espécimes foram preparadas para cada grupo. Cada sequência de polimento foi aplicada pelo mesmo dentista com baixa velocidade. As variáveis estudadas foram: pedras

abrasivas aplicadas por 15 seg, disco abrasivo aplicado por 15 seg, cone de feltro com pasta de pedra pomes por 15 seg e escova macia com branco de espanha por 15 seg. A superfície foi examinada com um rugosímetro Perthometer C3A. Após avaliarem 9 métodos de polimento em resinas termopolimerizáveis e autopolimerizáveis, os autores concluíram que a superfície mais polida foi obtida quando pedras abrasivas grossa, média e fina; disco abrasivo, cone de feltro com pasta de pedra pomes e escova macia com branco de espanha são usadas progressivamente.

STOLF *et al.*³⁴, em 1986, realizaram um estudo observando a influência do polimento químico sobre a reflexão de cor das resinas acrílicas. Foi utilizada a resina termo e a autopolimerizável da Clássico de cor rosa e incolor. Os corpos-de-prova tinham o formato de disco, com 15 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. A polimerização da resina ativada termicamente foi realizada a 70°C por 12 h, e a quimicamente ativada foi à temperatura ambiente por 3 horas. O polimento mecânico foi realizado com tiras de lixa, pasta de pedra-pomes com escovas e pontas de feltro e depois com o polidor Kaol e escova de pano. O polimento químico seguiu a técnica de GOTUSSO¹⁴ descrita anteriormente. A reflexão dos corpos-de-prova polidos por ambas as técnicas foi medida por um reflectômetro EVANS. A análise final do trabalho indicou não existir diferença significativa na reflexão de ambos os tipos de polimento; a resina rosa apresentou índice de reflexão maior do que a resina incolor.

STOLF *et al.*³⁵, em 1994, fizeram um estudo para verificar se o polimento químico promovia desgaste superficial na área chapeável. Foram utilizadas resinas Clássico, ativadas térmica e quimicamente. Os corpos-de-prova foram obtidos a partir de padrões metálicos simulando uma base de dentadura e uma coroa total. Foi utilizado o ciclo de polimerização de 9 h a 70°C para a resina termopolimerizável e 3 h sobre a bancada em temperatura ambiente para a autopolimerizável. A técnica de polimento químico foi a mesma

utilizada por GOTUSSO¹⁴, descrita anteriormente. A análise dos corpos-de-prova foi realizada nas bases de dentaduras e nas coroas totais esquemáticas usando o microscópio comparador LEITZ, com sensibilidade de 0,01 mm. Nas bordas das bases e nas coroas totais foram feitas algumas ranhuras, que serviram como referência para padronizar os locais das medições. Foram feitas medições do diâmetro interno e da espessura das paredes, antes e após a realização do polimento químico. Os autores concluíram que o polimento químico desgastou superficialmente todos os corpos-de-prova independente do tipo de resina.

ANUSAVICE³, em 1996, citou que o acabamento das próteses promove três benefícios: saúde, função e estética. O benefício da saúde existe, evitando o acúmulo de alimentos e bactérias na superfície, além de facilitar a manutenção da higiene. A função é melhorada, pois as superfícies lisas dos dentes da prótese promovem melhor deslocamento do bolo alimentar e dos contatos entre os dentes antagonistas. Esteticamente, o acabamento promove principalmente em áreas visíveis, como nos dentes anteriores, uma compatibilidade com os dentes adjacentes. O processo de polimento é a etapa mais refinada do acabamento, são produzidos riscos tão finos que não são visíveis.

CRAIG *et al.*¹⁰, em 1996, descreveu a técnica de polimento para dentaduras. Roda de pano e cone de feltro com pasta de pedra pomes podem ser usados para polir a região do palato. Escova de roda e roda de pano são usadas com pasta de pedra pomes para suavizar as superfícies lingual e bucal. O polimento final é conseguido com escova de roda com pasta de branco espanha, Bendick ou pasta de óxido de estanho e água. Sobreaquecimento durante o polimento de uma dentadura pode ocorrer devido a baixa condutividade térmica da resina e isso deve ser evitado.

MESQUITA *et al.*²², em 1996, investigaram a influência do polimento químico sobre a dureza superficial de amostras de resinas acrílicas ativadas química e termicamente, em diferentes períodos de armazenagem. Foram utilizadas as resinas Clássico termopolimerizável e a Jet Clássico autopolimerizável. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova no formato de 65×10 mm na sua parte superior e 64×9 mm na inferior, conferindo um formato expansivo, com espessura de 3 mm. Trinta espécimes foram coonfeccionados em resina autopolimerizável e 30 termopolimerizável. As amostras foram divididas em 12 grupos com 5 corpos-de-prova em cada um. As variáveis estudadas no trabalhos foram: ativação química ou térmica; polimento mecânico ou químico; armazenagem em 1 dia, 1 semana e 1 mês. O polimento convencional foi realizado em politriz, na seqüência: escova branca, escova preta e ponta de feltro com pasta de pedra pomes e em seguida, usou-se roda de flanela e pasta de branco de espanha. O polimento químico foi realizado em polidora química modelo PQ-9000 (Termotron) com o líquido de polimento da Clássico por 10 seg a 75°C. A máquina usada foi um Durimet, com carga de 15 g aplicada por 30 seg, e cada amostra foi submetida a 5 penetrações em diferentes regiões da superfície. Os autores concluíram que o polimento químico diminuiu os valores de dureza superficial das resinas acrílicas.

MESQUITA *et al.*²³, em 1996, avaliaram a influência do polimento químico sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas ativadas química e termicamente, em diferentes períodos de armazenagem. Foram utilizadas as resinas Clássico termopolimerizável e a Jet Clássico autopolimerizável. Foram confeccionados 80 corpos de prova no formato de $65 \times 10 \times 3$ mm sendo, 40 autopolimerizáveis e 40 termopolimerizáveis. As amostras foram divididas em 16 grupos com 5 corpos-de-prova em cada uma. As variáveis estudadas no trabalhos foram:

ativação química ou térmica; polimento mecânico ou químico; armazenagem em 1h, 1 dia, 1 semana e 1 mês. O polimento convencional foi realizado em politriz, na sequência: escova branca, escova preta e ponta de feltro com pasta de pedra pomes e em seguida, usou-se roda de flanela e pasta de branco de espanha. O polimento químico foi realizado em polidora química modelo PQ-9000 (Termotron) com o líquido de polimento da Clássico por 10 seg a 75°C. A máquina usada para o ensaio de resistência ao impacto foi uma Otto Wolpert Werke, usada no sistema Charpy. A ponta utilizada foi de 40 Kg/cm, com abertura de 40 mm entre os apoios da amostra. Os autores concluíram que as amostras submetidas ao polimento químico apresentaram os maiores índices de resistência ao impacto em todos os períodos de tempo, quando comparadas ao polimento convencional.

O'BRIEN²⁵, em 1997, enfatizou a importância de uma superfície polida para a estética e função. Se os arranhões produzidos pelo acabamento são maiores em largura que o comprimento de onda da luz visível, $\pm 0,5 \mu\text{m}$, a superfície terá a aparência grosseira. Se os arranhões forem menores que $0,5 \mu\text{m}$ na largura, a superfície aparecerá brilhante. Além disso a língua pode distinguir arranhões de $20 \mu\text{m}$, dando uma sensação grosseira e áreas com menos de $2 \mu\text{m}$, dará uma sensação lisa. A resina acrílica para dentaduras é um material mole e poderá ser polida facilmente com uma roda de pano em torno de bancada e pedra pomes seguida por branco de espanha. É extremamente importante remover todo o resto de partículas do pó da superfície antes de usar um abrasivo mais fino durante a sequência de acabamento, uma partícula mais grossa de uma etapa anterior deixada na resina, continuará arranhando mais a superfície.

2.3 Uso do microondas ou da água quente

McCRAKEN²¹, em 1952, avaliou as resinas autopolimerizáveis e as comparou com a resina termopolimerizada. Na primeira parte do trabalho, foram comparadas as propriedades de dureza, resistência transversa e escoamento de ambas as resinas. A segunda parte avaliou as alterações dimensionais. As resinas utilizadas foram Coldpac, Nuset, Acralite 88 e Duz-All. Para o ensaio de dureza e escoamento foi usada a Rockwell Superficial Hardness Tester com uma esfera de meia polegada e 30 Kg de carga. Os resultados mostraram que a dureza aumentou nos primeiros 15 dias para as resinas autopolimerizáveis, e no 15º dia a dureza estava próxima da resina termopolimerizada. Imergindo a mufla em água fervendo por 15 min após a polimerização sobre a bancada aumenta imediatamente as propriedades de dureza. O escoamento diminuiu nos primeiros 15 dias, apenas 2 marcas de resina tiveram seus valores de escoamento semelhantes à resina termopolimerizável no 15º dia, mostrando que as outras não ficaram bem polimerizadas. Os espécimes para o ensaio de deflexão tinham as dimensões de 65 × 10 × 2,5 mm, com cargas de 1,5 Kg e 3 Kg. Todas as resinas autopolimerizáveis exibiam menos resistência que a termopolimerizada. Quando imersas por 15 min em água fervendo, as resinas apresentaram aumento nos valores de resistência. Resultados das aferições da borda posterior da prótese mostraram que a menor contração de polimerização ocorreu nas resinas autopolimerizadas em comparação com as termopolimerizadas. Acredita-se que a temperatura mais baixa de polimerização ocasiona menor quantidade de tensão interna. O autor concluiu que a imersão em água em ebulição por 15 min após a polimerização sobre a bancada melhora as propriedades físicas da resina, indicando uma polimerização mais completa.

LORTON e PHILLIPS¹⁹, em 1979, investigaram a temperatura necessária para induzir distorção na resina para dentadura e verificar se o processo de acabamento e polimento pode produzir essa temperatura. Em um primeiro momento foram confeccionadas 8 amostras com resina termopolimerizadas medindo 6×5 cm com uma elevação em 3 lados da amostra, simulando uma maxila. Um termopar foi colocado na região posterior para aferir a temperatura da área. Espaçadores com 1,5 mm de espessura foram cimentados nas bordas padronizando a espessura do reembasamento. Em seguida, foi aplicada em toda a superfície, uma resina de reembasamento direto e a placa de resina pressionada contra a superfície de gesso. Após 30 min as placas foram gastas na região posterior com rodas de lixa e brocas multilaminadas até a exposição da placa termométrica. Durante todo o processo, a temperatura foi aferida. Na fase seguinte do trabalho, foram confeccionadas 9 próteses com resina termopolimerizada sobre modelos em gesso de modelos de maxila edêntula da A.D.A.. Foram colocados marcadores metálicos na região de molares. As amostras foram armazenadas por 3 semanas em água a 37°C para haver a sorção de água. Antes dos ensaios, foi vertido gesso na parte interna das amostras para determinar as mudanças na forma após o aquecimento. Foram realizados ensaios com amostras em água a 37°C para servir de controle. As temperaturas de ensaio foram 70°C, 80°C, 90°C e 100°C. Para cada nível de temperatura, exceto o de 100°C, após serem imersos em água na temperatura determinada, os blocos foram armazenados por toda a noite a 37°C antes de serem medidas. As amostras foram ensaiadas duas vezes a 100°C, uma durante 2 min e outra a 6 min. Os autores concluíram que as variações dimensionais em uma resina que são suficientes para desadaptar a prótese ocorrem em água a 90°C ou mais. Durante o processo de acabamento da prótese, pode ser produzido calor suficiente para distorcer a mesma.

A utilização da irradiação de microondas para a polimerização de resinas acrílicas foi relatada pela primeira vez por **NISHII**²⁴, em 1968. Esse método proporciona um aquecimento imediato tanto da superfície como do interior da resina, sendo um aquecimento rápido e uniforme. A energia de microondas é gerada por um oscilador magnético e, quando irradia um objeto, é absorvida e transformada imediatamente em calor. O autor avaliou a porosidade de amostras de $65 \times 13 \times 9$ mm confeccionadas em resina acrílica termopolimerizável em muflas metálicas perfuradas irradiadas por 9 min com a presença de um recipiente com água dentro do forno para evitar um superaquecimento. Também verificou outras propriedades físicas como: sorção de água, dureza, resistência à tração, resistência transversa, deflexão transversa, resistência à retenção dos dentes artificiais e adaptação das bases de prótese. Para esta finalidade novas amostras foram confeccionadas e irradiadas por 9, 10, 11 e 12 min. Os resultados obtidos foram: a) resina livre de poros foi obtida com a redução da potência; b) as propriedades físicas das resinas irradiadas por 11 min foram tão satisfatórias quanto as das resinas polimerizadas em banho de água.

De CLERK¹², em 1987, desenvolveu um estudo onde avaliou alguns aspectos na utilização das microondas para a polimerização da resina. Informou 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. Eram realizados alguns testes 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.

AL DOORI *et al.*¹, em 1988, verificaram o sistema de polimerização de 4 resinas termicamente ativadas por energia de microondas e pelo método convencional em banho de água aquecida. Foram avaliados o peso molecular, a conversão do monômero em polímero e a porosidade. As amostras eram polimerizadas em forno de microondas a 70 W por 24 min e em água quente a 70°C por 7 h + 3 h a 100°C. Para a resina de rápida polimerização foi usado 20 min em água fervendo. O monômero residual foi determinado por meio da cromatografia gasosa e o peso molecular por meio da cromatografia de difusão de gel. Os autores concluíram que o peso molecular é igual para todos os métodos de polimerização. A conversão de monômero em polímero é satisfatória com o microondas, mas a quantidade mínima encontrada no método de banho de água não foi alcançado. Não houve porosidade nas amostras até a espessura de 3 mm.

Em 1989, **KODA *et al.*¹⁶**, estudaram a liberação de monômero de resinas acrílicas dentais através da cromatografia líquida de alta resolução. Eles compararam a liberação de monômero em água destilada de três resinas representativas de diferentes métodos de polimerização utilizados: resina polimerizada em banho de água (Acron), resina polimerizável através da energia de microondas (Acron MC), resina autopolimerizável (Rebaron). A proporção polímero / monômero e as técnicas de processamento utilizadas na confecção dos corpos-de-prova foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante. As resinas eram imersas em saliva artificial com pH variando de 4,0 a 6,8 à 37°C. Os autores concluíram, que o método analítico de cromatografia líquida de alta resolução é viável para a quantificação do monômero liberado das resinas acrílicas; que a liberação de monômero depende das condições de polimerização, sendo mais rápida nos primeiros dias, declinando progressivamente com o tempo; que as resinas polimerizadas em microondas e em banho de água apresentaram concentrações muito baixas e a autopolimerizável apresentou concentração alta. A resina em meio ácido

apresentou maior concentração de monômero do que em pH elevado, sugerindo uma potenciação da liberação do monômero em meio ácido.

ALKHATIB *et al.*, 1990¹, desenvolveram um estudo onde verificaram resistência transversa, dureza e porosidade de duas resinas acrílicas, uma para polimerização por energia de microondas (ACRON MC), e a outra convencional polimerizada em banho de água quente (JUSTI). Foram utilizados dois diferentes ciclos de microondas: 1) ciclo curto (513 W por 4 min e 52 seg); 2) ciclo longo (75,9 W por 15 min e 26 seg) e 4 espessuras (3; 6; 11,6; 17,7 mm) das amostras. Os resultados sugerem que todas as 4 espessuras testadas em polimerização por banho de água e a resina Acron MC, polimerizada por microondas, apresentaram-se livres de poros. Quando a resina convencional foi processada em microonda, houve porosidade nas amostras que excederam 3 mm de espessura. Quanto à resina Justi, no ciclo curto de polimerização, também ocorreu porosidade nas amostras que excederam 3mm de espessura; já quando o ciclo longo foi utilizado não ocorreu porosidade até a espessura de 9 mm. Os resultados do ensaio de dureza indicaram que a resina Acron MC diferiu, significativamente, dos demais grupos quando a espessura excedeu 3 mm de espessura. Nenhuma diferença significativa na resistência transversal foi notada entre os materiais.

DEL BEL CURY (1992)⁸ estudou as propriedades físico-químicas de quatro resinas polimerizadas por processos diferentes: duas resinas pelo banho de água quente, outra pela energia de microondas e a última foi quimicamente ativada. Foi constatado que a resina autopolimerizável liberou maior quantidade de monômero residual que as resinas polimerizadas pelos outros processos, e que esta liberação de monômero diminuiu gradativamente de acordo com o tempo de imersão do corpo na água.

SADAMORI *et al.*, em 1994, utilizaram o método de cromatografia gás-líquida para avaliar o nível de monômero residual em 27 corpos-de-prova com 3 espessuras diferentes (0,5; 1,5 e 4,5) e processados com 3 tipos diferentes de resinas: termopolimerizáveis, resina fluída e resinas para microondas. Constataram que a espessura e o método de polimerização influenciam no nível de monômero residual mas não houve alteração significativa em relação ao local do corpo de prova examinado. O método de polimerização de resina fluída apresentou o maior nível de monômero residual, e o método de polimerização em microondas teve o nível de monômero residual semelhante à resina polimerizada em banho de água quente. A polimerização em microondas apresentou menor influência em relação a espessura dos corpos.

YUNUS *et al.*³⁹, em 1994, investigaram o efeito do aquecimento do microondas no nível de monômero residual em uma resina acrílica autopolimerizada e seu efeito na resistência transversa em comparação com o método convencional de polimerização. A resina utilizada foi a Meliodent. Os espécimes para o teste de monômero residual tinham $20 \times 10 \times 3$ mm. Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada método de polimerização: em temperatura ambiente (20°C) sobre a bancada; 35°C em 2,2 Bar, por 20 min e irradiação de microondas (50 W / 5 min). Para a determinação do monômero residual, foi usada a cromatografia gasosa nos períodos de 20 min, 1 h, 1 semana e 1 mês. Para o ensaio de resistência transversa e deflexão foram confeccionadas 10 amostras para cada grupo com $65 \times 10 \times 2,5$ mm. com resina Trevalon termopolimerizável no ciclo de 7 h em 70°C + 1 h à 100°C. Estas amostras foram fraturados ao meio e um espaço de 3 mm foi reparado com a resina Meliodent seguindo os grupos citados acima. Estas amostras foram ensaiadas em uma Máquina de Ensaio Universal. Os resultados mostraram que o maior valor para monômero residual foi obtido com a polimerização sobre a bancada e o valor mais baixo com a polimerização no microondas. Os

resultados sugerem que o monômero residual tem um efeito sobre a força no reparo das amostras, pois os grupos com menor nível de monômero residual, apresentaram a maior resistência transversa. Não houve diferença significativa nos 3 grupos em relação ao módulo de elasticidade.

RODRIGUES GARCIA e DEL BEL CURY²⁷, em 1996, verificaram a adaptação e porosidade de bases de prótese em um segundo ciclo de polimerização. Foram organizados 3 grupos de amostras: o primeiro foi polimerizado com resina termopolimerizável em banho de água quente e depois reembasado pelo método de adição e polimerizado em banho de água quente novamente, o segundo foi polimerizado da mesma forma que no grupo 1 e depois foi reembasado com resina termopolimerizável polimerizada em microondas e o terceiro grupo foi polimerizado em microondas e após o reembasamento, foi polimerizado em microondas novamente. Quanto à porosidade, a resina polimerizada pelo microondas nos dois processos apresentou menor quantidade em relação à resina tradicional. A adaptação teve diferença significativa somente no grupo 3, resina polimerizada pelo microondas nos dois processos, apresentando maior alteração de adaptação. A adaptação da base da prótese polimerizada pelo método tradicional e depois reembasado pelo método de adição e polimerizado em microondas, foi semelhante ao método tradicional. Assim, não há contra-indicação para o uso de microondas no processo de reembasamento.

RIZZATI BARBOSA *et al.*²⁶, em 1998, realizaram uma revisão crítica da técnica de polimerização utilizando microondas avaliando os prós e contras dessa nova técnica. Os autores concluíram que se trata de uma técnica fácil, limpa e muito rápida, sendo um recurso altamente vantajoso, não só para confecção de novas próteses como também para um segundo

ciclo nos casos de reparação e reembasamentos. Como desvantagem, foram consideradas o preço alto das resinas para microondas e a baixa resistência das muflas de plástico.

BRAUN *et al.*⁸, em 1998, confeccionaram 36 corpos-de-prova com resinas, contendo uma estrutura metálica em seu interior, divididos em três grupos: o primeiro com resinas termopolimerizáveis polimerizadas em banho de água quente, o segundo com resina própria para polimerização em microondas e o terceiro grupo com resina termopolimerizável tradicional curada no microondas. Este estudo objetivou avaliar a efetividade da polimerização em microondas de um corpo contendo estrutura metálica em seu interior. Foram analisadas a dureza, porosidade e nível de monômero residual. Foi concluído que a energia de microondas pode polimerizar resinas de próteses com estrutura metálica e que os corpos polimerizados por este método, apresentaram menores níveis de monômero residual e maior dureza superficial.

Há a suposição que as resinas polidas quimicamente apresentam um nível maior de monômero residual após o polimento, quando comparadas com polimento mecânico, o que compromete as propriedades físico-químicas da prótese. Por outro lado são conhecidas as vantagens de se polimerizar resinas com microondas e banho de água aquecida, deixando as próteses com menor nível de monômero residual, favorecendo portanto, suas propriedades físico-químicas.

Pelo exposto, torna-se necessário avaliar o efeito nas propriedades físicas e químicas de uma resina autopolimerizável, polida quimicamente, submetida a um complemento de polimerização com energia de microondas ou banho de água quente.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho, foi avaliar *in vitro* as propriedades físico-químicas de uma resina autopolimerizável polida quimicamente, submetida a um ciclo complementar de polimerização por energia de microondas ou em banho de água aquecida, e compará-las com o polimento mecânico e com o polimento químico sem complementação da polimerização.

As propriedades analisadas e comparadas foram:

1. Dosagem de liberação de monômero em água ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$);
2. Resistência transversal (MPa);
3. Dureza interna (Knoop).

METODOLOGIA

4 METODOLOGIA

A resina acrílica ativada quimicamente utilizada neste trabalho foi a JET CLÁSSICO incolor, fabricada por Artigos Odontológicos Clássico Ltda. (Figura 1).



Figura 1: Resina acrílica utilizada no estudo



Figura 2: Fluido para polimento químico a base de metil metacrilato

4.1 Preparo das amostras

4.1.1 Divisão dos grupos

A resina autopolimerizável JET CLÁSSICO incolor foi utilizada em todos os grupos. No grupo 1, foi polida mecanicamente, e no grupo 2, foi polida quimicamente com o fluido para polimento químico em uma polidora PQ9000 (Termotron Equipamentos Ltda.). Não houve complemento de polimerização nesses grupos. No grupo 3, após a realização do polimento químico, a resina foi submetida a um ciclo complementar de polimerização em forno de microondas (Sharp Carousel II, 900W), a 450 W durante 3 min. No grupo 4, após o polimento químico, as amostras de resina foram submetidos a um ciclo complementar de polimerização em água quente, usando um aparelho de banho-maria (3^A 820 da Alphalab) por 1 hora à 65°C (Tabela 1).

Tabela 1: Grupos de trabalho: polimento e complementação

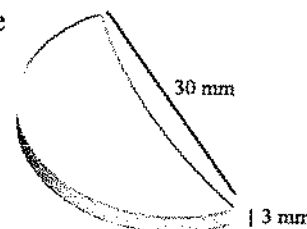
Grupo	Polimento	Complementação de polimerização
1	Mecânico	Nenhum
2	Químico	Nenhum
3	Químico	Microondas, 3 min à 450W
4	Químico	Água quente, 1 h à 65°C

4.1.2 Matrizes utilizadas

Para a confecção dos corpos-de-prova necessários a realização dos ensaios propostos, foram utilizadas matrizes com as seguintes formas e dimensões:

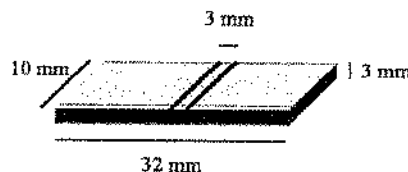
4.1.2.1 Liberação de monômero na água

Foram confeccionadas em silicone por condensação de consistência densa (OPTOSIL P Plus, Bayer Dental), no formato de metade de um disco com 30 mm de diâmetro e 3 mm de espessura (BRAUN *et al.*, 1998)⁸. Destas matrizes, foram confeccionados 40 corpos-de-prova, sendo 10 em cada grupo.



4.1.2.2 Dureza interna

Para o ensaio de dureza interna foi utilizada uma matriz retangular de silicone por condensação, nas seguintes medidas: 32 × 10 × 3 mm. Após a polimerização, polimento e complementação de polimerização, foram feitos 2 cortes com disco de diamante a 200 rpm sob refrigeração, com 3 mm de distância entre eles no meio da amostra, com o objetivo de expor a parte interna do corpo de prova. Destas matrizes, foram confeccionados 20 corpos-de-prova, sendo 5 em cada grupo.



4.1.2.3 Resistência transversa

Para o ensaio de resistência transversa foram confeccionadas matrizes, também com silicone, medindo 65 × 10 × 2,5 mm, conforme a especificação nº12 da ADA⁹. Destas matrizes, foram confeccionados 40 corpos-de-prova, sendo 10 em cada grupo.



4.1.3 Inclusão das matrizes

Para a inclusão das matrizes de silicona, primeiro foi preenchida a base da mufla metálica (DCL nº 5,5), na sua totalidade utilizando gesso tipo III (Herodent, Vigodent S.A.), na proporção de 100 g / 30 mL de água. A mistura foi espatulada em um aparelho a vácuo (Polidental, Ind. e Com. Ltda.) por 40 seg. Após a presa do gesso, sua superfície foi planificada com lixa d'água de granulação 320. Em seguida, as amostras de silicona foram colocadas sobre a superfície da base da mufla e após estarem devidamente isoladas com vaselina sólida, foi vazado o gesso na contra mufla. As muflas então eram mantidas sob pressão em uma prensa de mola durante 1 h. Após a presa do gesso, as muflas eram separadas e as matrizes removidas, obtendo-se os moldes para a confecção dos corpos-de-prova em resina.

4.1.4 Preenchimento dos moldes

As duas partes de gesso eram lavadas e revestidas com uma fina camada de isolante para resina (Al-Cote, Dentsply LTDA). As resinas, eram preparadas conforme as instruções do fabricante na proporção de 14 g de pó por 7 mL de líquido. Após a resina ter atingido a fase plástica, era colocada nos moldes dentro da mufla. As partes da mufla eram fechadas, com um pedaço de papel celofane interposto entre elas, e comprimidas lentamente, em prensa hidráulica de bancada (Delta Máquinas Especiais) a uma pressão de 1 tonelada, durante 1 min. Em seguida, a mufla era aberta para retirada do celofane e recorte dos excessos. Novamente fechada, era levada de volta à prensa e submetida a uma pressão de 1,25 toneladas até a estabilização da pressão. Em seguida, era transferida para prensa com mola e mantida sobre a bancada por 3 h para a sua polimerização completa.

Decorrido o período de polimerização, as mufas eram abertas e as amostras retiradas para a realização do acabamento. Foram confeccionadas 40 amostras para a avaliação da liberação de monômero na água, 40 para o ensaio de resistência transversa e 20 para o ensaio de dureza interna. Após serem demuflados, eram divididos aleatoriamente nos 4 grupos.

4.1.5 Procedimento de acabamento e polimento

4.1.5.1 Acabamento

Os corpos-de-prova recebiam acabamento com lixa d'água com granulação 320 sob refrigeração em politriz Arotec APL-4, até alcançarem as medidas estabelecidas, aferidas por um paquímetro digital. Todas as amostras eram limpas em ultra-som (THORNTON modelo T7) por 2 min após o acabamento.

4.1.5.2 Polimento

O Grupo 1 (polimento mecânico) foi polido em um motor de bancada usando uma escova de roda, e pasta de pedra pomes (Herjos, Vigodent, lote: 05794-7) e água por 15 seg. Em seguida, era usada uma roda de pano, e pasta com branco de espanha (Probem, lote: 0040) e água por 15 seg. Durante o polimento, as amostras permaneciam sobre um suporte de madeira construída especialmente para padronizar a pressão das escovas sobre a resina (Figura 3), e apenas uma face da amostra era polida, simulando um polimento em prótese. Todas as amostras eram limpas em ultra-som (THORNTON modelo T7) por 2 min após o polimento e na troca das escovas. Os grupos 2, 3 e 4 foram polidos quimicamente com o fluido para polimento POLI-QUIM (Artigos Odontológicos Clássico LTDA.), (Figura 2), a aproximadamente 80°C em um aparelho polidor PQ 9000 (Termotron Equipamento Ltda.) por 10 seg (Figura 4), sendo medida a

temperatura do líquido antes do polimento. Em seguida, os corpos-de-prova foram imersos em água corrente por mais 15 seg para a retirada do excesso de monômero.

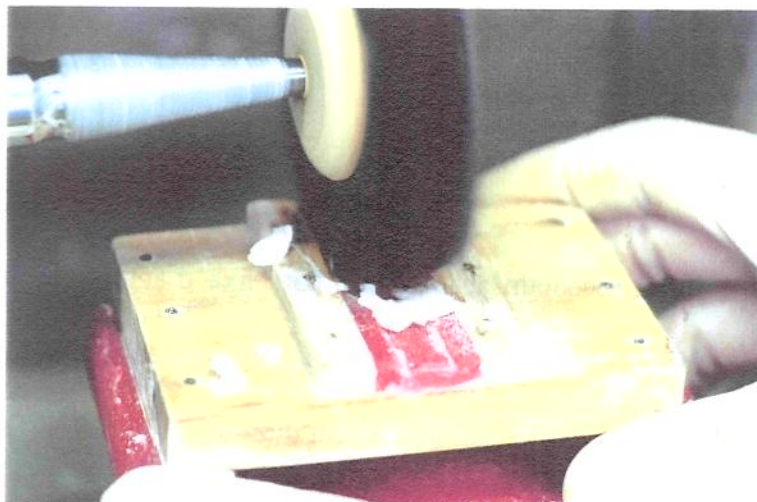


Figura 3: Amostra para a avaliação de monômero sendo polida mecanicamente



Figura 4: Amostra para avaliação de monômero sendo polida quimicamente.

4.1.6 Procedimento de complementação de polimerização (Grupo 3 e 4)

Os corpos-de-prova do grupo 3, eram colocados no forno de microondas (Carousel II, Sharp), com potência e tempo de 450 W por 3 min. O grupo 4 foi submetido a um ciclo complementar de polimerização em água quente à 65°C em um aparelho de banho-maria 3^A 820 da Alphalab por 1 h.

4.2 Avaliação da liberação de monômero em água

As amostras deste teste eram colocadas individualmente em tubos de ensaio contendo 17,5 mL de água deionizada e mantidos em estufa a 37±2°C por 24 h. Depois desse período, as soluções aquosas eram retiradas para verificação da presença de monômero através de espectrofotometria, utilizando o espectrofotômetro BECKMAN DU-65. Este processo foi repetido diariamente até completar o tempo para estabilização da liberação do monômero residual (DEL BEL CURY *et al.*¹³, 1992 e BRAUN *et al.*⁸, 1998). Após a leitura a solução aquosa era desprezada e as amostras lavadas com água deionizada, secadas em papel absorvente e colocadas novamente nos frascos com nova água deionizada para então retornarem à estufa (Figura 7).

4.2.1 Espectro de absorção

Do monômero puro (Metil metacrilato, SIGMA, lote: 56H3407), eram preparadas soluções a 10,0 × 10⁻⁴% v/v e analisado o espectro de absorção na faixa de 190 nm a 300 nm (Figura 5). O resultado mostra que o monômero apresenta um pico de absorção na faixa de 206

nm, sendo esse o comprimento de onda escolhido para quantificar o monômero. Para essas análises foi utilizado outro espectrofotômetro, o BECKMAN DU-70.

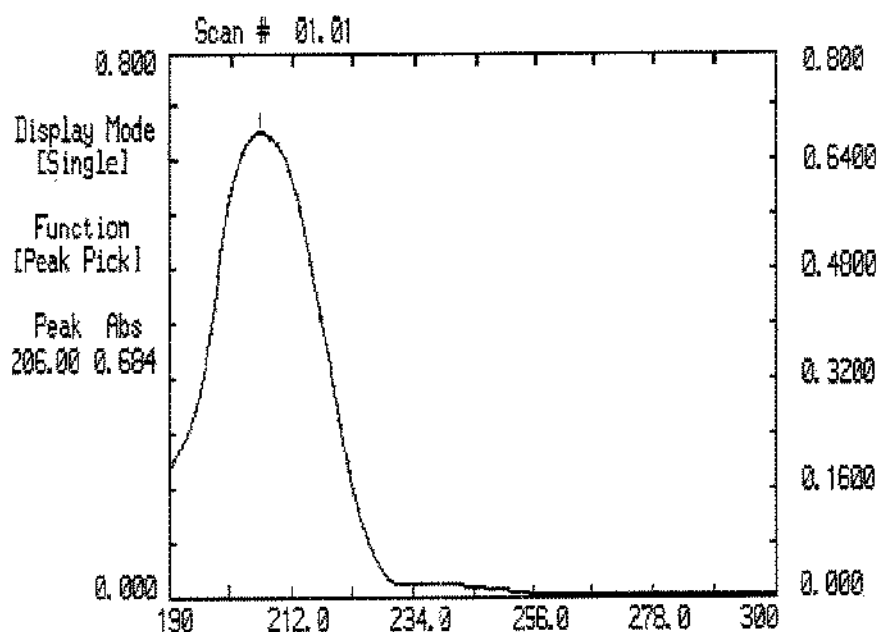


Figura 5: Espectro de absorção do metil metacrilato

4.2.2 Curva de calibração

Para verificar a exatidão da determinação eram preparadas soluções de 1% v/v em água deionizada a partir monômero puro (Metil metacrilato, SIGMA, lote: 56H3407). Desta solução eram feitas diluições obtendo-se padrões de concentração de 1,178 $\mu\text{g/mL}$; 2,357 $\mu\text{g/mL}$; 4,715 $\mu\text{g/mL}$; 7,072 $\mu\text{g/mL}$ e 9,430 $\mu\text{g/mL}$. Para determinar a linearidade dessa calibração, era utilizado o espectrofotômetro BECKMAN DU-65, (Figura 6).

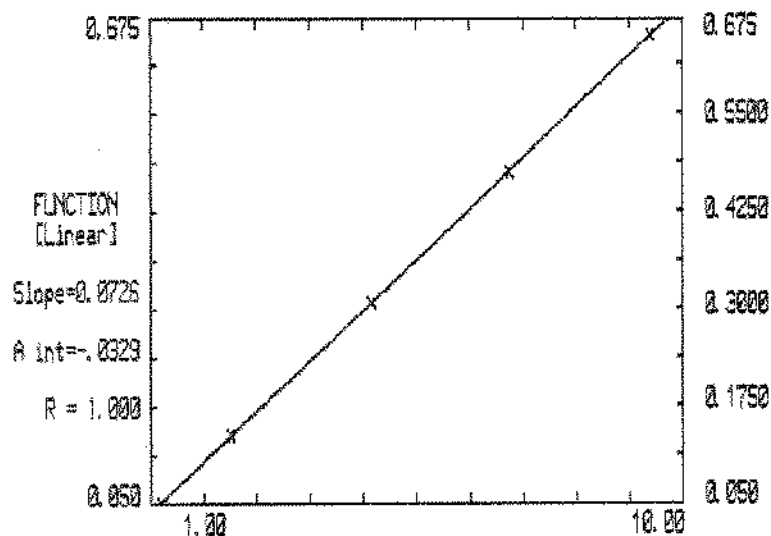


Figura 6: Curva de calibração do metil metacrilato.

4.2.3 Determinação do monômero

A quantidade de monômero liberado na água pelos corpos-de-prova era determinada a cada 24 h, utilizando-se curvas de calibração que também eram preparadas 24 h antes a partir da solução 1% v/v, para que tivessem o mesmo tempo e condição de armazenamento das amostras (estufa a 37°C). As leituras eram realizadas a 206 nm, em espectrofotômetro da marca BECKMAN modelo DU-65. O cálculo para se determinar a quantidade de monômero na água foi baseado nas curvas diárias de calibração semelhantes ao da Figura 6. A fórmula utilizada segue abaixo:

$$\text{Concentração de monômero} = a + b \times \text{absorbância}$$

a = Coeficiente linear, igual ao $A \text{ int}$ da Figura 6.

b = Coeficiente angular, igual ao $Slope$ da Figura 6.



Figura 7: Corpos da avaliação de monômero liberado na água acondicionados na estufa

4.3 Avaliação da resistência transversa

A avaliação da resistência transversa foi realizada em uma máquina de ensaio EMIC DL 500, com o ensaio de flexão em três pontos (Figura 8). Os corpos eram armazenados em água destilada dentro de uma estufa a 37°C e submetidos ao ensaio após o período de 50 ± 2 h (A.D.A)⁹.

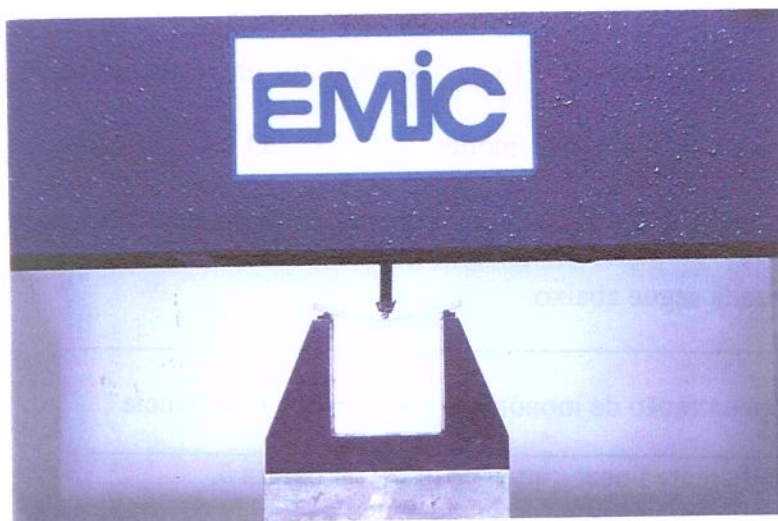


Figura 8: Ensaio de resistência flexural

A resistência transversa era determinada com a aplicação de carga a uma velocidade constante de 5 mm / min sobre o meio do corpo até ocorrer a ruptura. Nesse momento, era verificada a força empregada e aplicada na fórmula a seguir (CRAIG¹¹, 1997):

$$\text{Resistência flexural} = \frac{3 \times \text{Tensão no momento da ruptura} \times \text{Comprimento}}{2 \times \text{Largura} \times \text{Espessura}^2}$$

4.4 Avaliação da dureza interna das amostras

Foram feitos dois cortes transversais no centro do corpo das amostras desse ensaio com 3 mm de distância entre eles com um disco diamantado na cortadeira IMPTECH PC 10, na velocidade de 200 rpm sob refrigeração com água (Figura 9).

Com a retirada deste pedaço de 3 mm de espessura do centro do corpo, o mesmo era colado com cola acrílica em uma base de resina em forma de disco com 30 mm de diâmetro, observando-se que a face interna do corpo ficasse voltada para cima. Foram usados 4 discos, 1 para cada grupo, e em cada disco, colados os 5 corpos do grupo (Figura 10).

Como o ensaio de dureza exige lisura e brilho maior, o polimento era realizado em politriz com dispositivo para polimentos múltiplos marca Arotec, modelo APL-4, utilizando lixa d'água com granulação decrescente 320, 400, 600 e 1200 aplicados por 4 minutos cada uma sob refrigeração.

Todas as amostras eram limpas em ultra-som (THORNTON modelo T7) por 2 minutos após o acabamento e entre as trocas das lixas. Em seguida, eram submetidos ao ensaio de

dureza interna Knoop, utilizando-se um microdurômetro Shimadzu, modelo 2000, com carga de 25 g aplicada durante 5 seg.

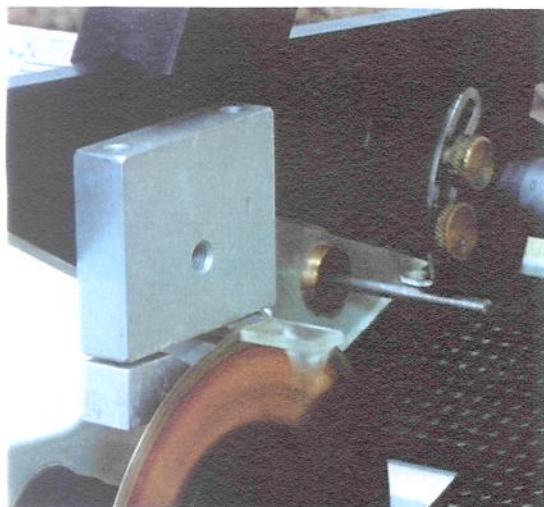


Figura 9: Amostras do ensaio de dureza sendo cortados pela cortadeira IMPTECH PC 10



Figura 10: Amostras do ensaio de dureza interna com a face interna exposta

Foram realizadas 9 medições em cada amostra, sendo 3 à 100 μm de distância da superfície, 3 à 700 μm e 3 à 1500 μm .

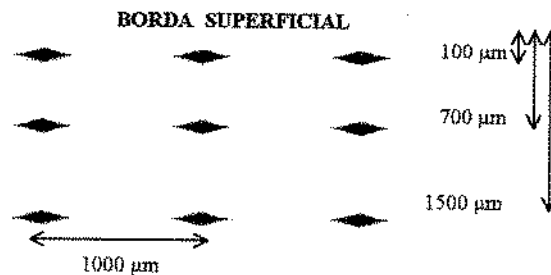


Figura 11: Esquema de impressões da amostra seccionada para o ensaio de dureza interna.

4.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística.

O delineamento para a variável monômero residual foi parcela sub-dividida (split plot) com nível de 5% de significância. A análise de resíduos na variável original apresentou falta de normalidade dos dados. Aplicou-se então a transformação $\log(x+2)$ e o teste de Shapiro-Wilk indicou que, em nível de significância de 1% foi possível admitir normalidade dos dados transformados. Como os valores eram muito altos no primeiro dia do ensaio, optou-se por fazer inicialmente a comparação do primeiro com os demais dias e depois foi feito o restante dos dias.

Em seguida, foi realizado o teste ANOVA e como havia diferença entre os dados foi realizado o Teste t (Student) e o Teste Tukey para as comparações de médias.

Para a variável resistência transversa foi admitido o modelo para delineamento inteiramente ao acaso, fez-se inicialmente o teste de normalidade e verificou-se que não havia evidências para a rejeição da normalidade dos dados em nível de 5% de significância. A seguir, foi realizado o teste ANOVA e como havia diferença entre os dados foi realizado o Teste t (Student) e o Teste de Tukey, para a análise de comparações de médias.

Para a variável dureza interna, admitimos o modelo para delineamento inteiramente ao acaso e o teste de normalidade em nível de 5% não apresentou evidências para a rejeição entre as variáveis 100 μm , 700 μm e 1500 μm , e nem entre os grupos. A seguir foi realizado o teste ANOVA entre os grupos e entre as profundidades. Nas análises que apresentaram significância estatística, foi feito o teste de comparações de médias, usando o Teste t e o Teste de Tukey.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos para as variáveis estudadas após a realização dos testes propostos estão dispostos da Tabela 2 até a Tabela 4.

5.1 Monômero residual

As médias e desvios-padrão ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) para a liberação de monômero na água estão apresentados na Tabela 2.

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

Dias	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4		
1°	136,65	± 45,56	A,a	1315,70	± 225,5	A,b	848,21	± 150,4	A,c	295,18	± 81,66	A,d
2°	15,34	± 4,90	B,a	73,83	± 46,14	B,b	56,05	± 13,33	B,b	60,09	± 10,38	B,b
3°	11,37	± 4,26	C,a	38,16	± 18,1	C,bc	30,56	± 9,28	C,b	41,30	± 10,12	C,c
4°	10,34	± 3,48	C,a	34,46	± 10,6	C,bc	29,00	± 6,20	C,b	40,38	± 7,56	C,c
5°	7,90	± 2,59	D,a	24,23	± 7,51	D,bc	20,09	± 3,66	D,b	27,14	± 4,55	D,c
6°	7,17	± 2,09	DE,a	26,27	± 7,94	D,bc	21,79	± 4,09	D,b	29,29	± 4,94	D,c
7°	7,28	± 2,02	DE,a	21,07	± 5,05	E,b	18,41	± 2,86	E,b	24,36	± 3,52	E,c
8°	6,56	± 2,28	E,a	18,26	± 5,41	F,bc	15,80	± 2,58	EF,b	20,58	± 4,05	F,c
9°	6,09	± 2,12	E,a	17,92	± 4,87	F,b	14,98	± 2,34	F,c	20,06	± 2,83	EF,b
10°	6,67	± 2,02	E,a	17,58	± 4,61	F,bc	14,93	± 2,83	F,b	19,30	± 2,62	F,c
11°	5,41	± 1,96	F,a	13,24	± 3,52	G,bc	11,37	± 2,29	G,b	15,82	± 3,54	G,c
12°	5,01	± 1,74	FG,a	12,02	± 2,9	GH,bc	10,08	± 1,65	G,b	12,39	± 2,05	H,c
13°	4,60	± 1,62	G,a	11,33	± 3,19	H,bc	9,68	± 1,52	H,b	12,31	± 1,70	H,c

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si em nível de 5% de significância entre os dias para o mesmo grupo.
Médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si em nível de 5% de significância entre os grupos para o mesmo dia.

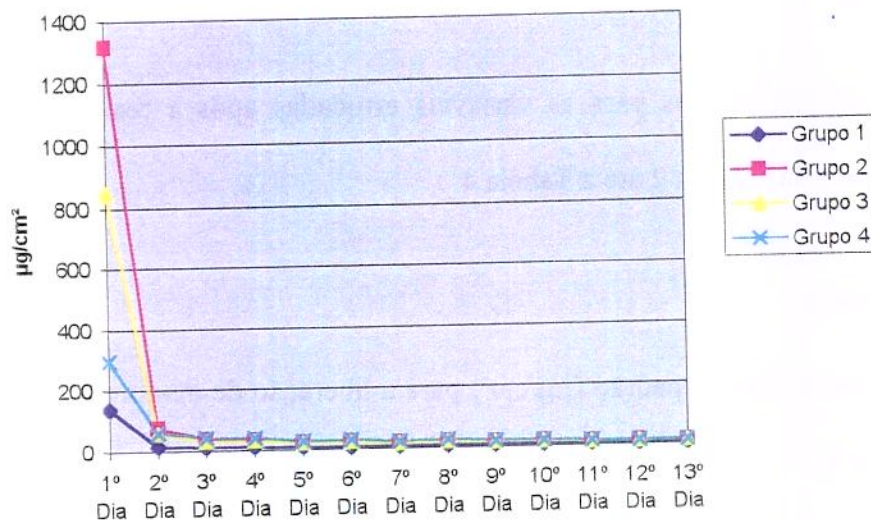


Gráfico 1: Media diária da liberação de monômero na água ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Pode ser observado na Tabela 2 que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o 1º e o 2º dia com os demais. Durante os dias avaliados, houve um decrescimento na liberação de monômero na água.

No 1º e no 2º dia, os grupos diferiram entre si. Os dias 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12 e 13, apresentaram resultados semelhantes, isto é, o grupo 1 diferiu dos demais grupos, o grupo 2 não diferiu do grupo 3 e do 4 e o grupo 3 e 4 diferiram entre si.

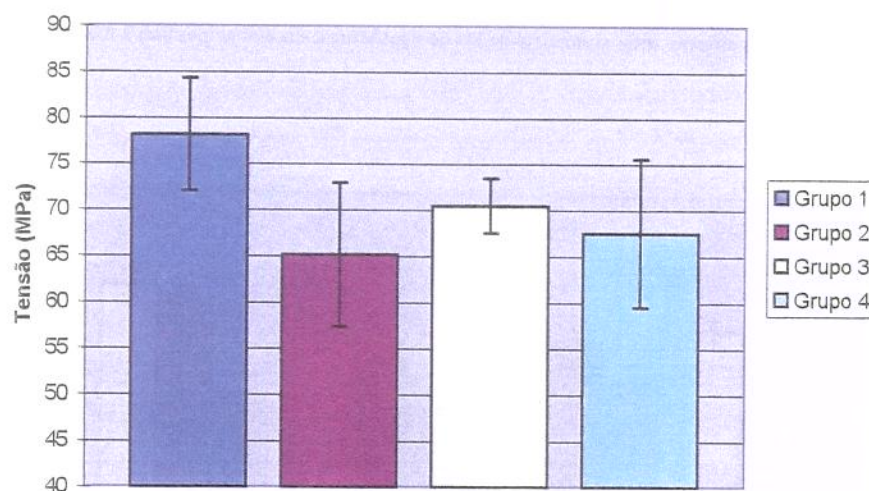
5.2 Resistência transversa

As médias e desvios padrões para a resistência transversa estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Médias e desvios-padrão da tensão (MPa) no momento da ruptura

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
78,15 ± 6,11 a	65,15 ± 7,79 b	70,48 ± 2,96 b	67,54 ± 8,05 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si em nível de 5% de significância.

**Gráfico 2: Médias e desvios-padrão de resistência transversa em MPa.**

Para a resistência transversa, o grupo 1 apresentou diferença significativa em relação aos grupos 2, 3 e 4, que estatisticamente não apresentaram diferença significativa entre si. A maior média foi obtida com o tratamento do grupo 1.

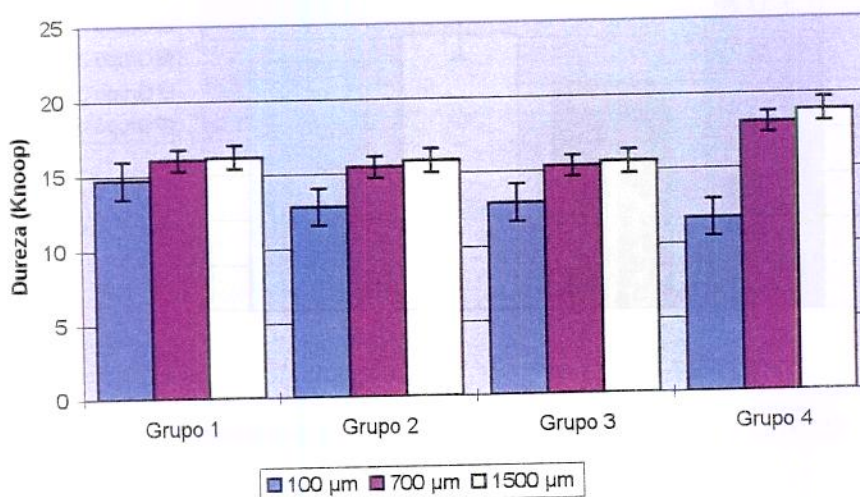
5.3 Dureza interna

A Tabela 4 apresenta as médias e desvios padrões da dureza interna da resina nas profundidades de 100 µm, 700 µm e 1500 µm.

Tabela 4: Média e desvios-padrão da dureza interna Knoop da resina

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
100 μ m	14,71 $\pm$ 1,07 A,a	12,79 $\pm$ 1,54 A,a	12,90 $\pm$ 1,07 A,a	11,69 $\pm$ 2,51 A,a
700 μ m	16,04 $\pm$ 0,96 B,a	15,43 $\pm$ 0,69 B,a	15,31 $\pm$ 0,74 B,a	18,07 $\pm$ 0,53 B,b
1500 μ m	16,21 $\pm$ 1,40 B,a	15,83 $\pm$ 0,70 B,a	15,56 $\pm$ 0,72 B,a	18,85 $\pm$ 0,73 B,b

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas diferem em nível de 5% de significância entre as profundidades para o mesmo grupo.
Médias seguidas por letras minúsculas distintas diferem entre si em nível de 5% de significância entre os grupos para a mesma profundidade.

Gráfico 3: Dureza da resina em 100 μ m, 700 μ m e 1500 μ m da superfície.

Pode ser visto na Tabela 4 que para a distância de 100 μ m da superfície, os valores de dureza interna são estatisticamente menores ($p < 0,05$) em relação às distâncias de 700 μ m e 1500 μ m., entretanto não são diferentes entre os grupos.

Para as distâncias de 700 μm e 1500 μm , os valores de dureza interna são semelhantes dentro de cada grupo ($p < 0,05$). Porém os valores do grupo 4 são maiores do que os demais, indicando que o tratamento desse grupo provoca efeito na camada interna.

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Para facilitar o processo de polimento das próteses em resina acrílica, foi introduzido em 1969, por GOTUSSO¹⁴, o polimento químico. Esta técnica consiste em imergir a prótese em monômero aquecido por um período de 10 seg ou 1 min (MESQUITA²², 1996; GOTUSSO¹⁴, 1969). O monômero aquecido promove dissolução das camadas superficiais da prótese, e atua como plastificador dessa superfície deixando-a lisa após o resfriamento.

Pode ser observado na Tabela 2 que houve liberação de monômero na água. Este monômero liberado corresponde ao monômero residual que ficou entre as cadeias poliméricas sem contudo, estar unido a elas, assim passível de ser difundido para fora do material polimerizado.

Houve diferenças significantes entre os períodos observados e os grupos. No primeiro dia houve maior liberação de monômero na água comparando com os demais dias. Durante os cinco primeiros dias, houve uma diminuição significativa a cada dia de análise. Este resultado está de acordo com os trabalhos de SMITH³⁰, em 1956, LAMB *et al.*¹⁷, em 1982, STAFFORD E BROOKS³², em 1985, BAKER *et al.*⁷, em 1988, DEL BEL CURY¹³, em 1992 e BRAUN *et al.*⁸, em 1998. Essa diminuição na liberação diária de monômero ocorreu pela própria difusão do monômero residual na água e pela continuação da polimerização devido haver radicais ativos entre as cadeias que promovem a polimerização do monômero residual (LAMB *et al.*¹⁷, 1982).

A liberação de monômero no primeiro dia era cerca de 5 a 18 vezes maior que no segundo dia, dependendo do grupo. Com exceção do grupo 4, a quantidade de monômero

liberada no primeiro dia foi maior que a soma de todos os outros dias. Isto sugere um cuidado maior no momento da entrega ao paciente das próteses, placas e aparelhos ortodônticos confeccionadas com resina quimicamente ativada imediatamente após a polimerização. Dessa forma seria melhor esperar um período mínimo de 24 horas, período este que as próteses seriam mantidas em água. Esta observação já havia sido notificada por STAFFORD e BROOKS³², em 1985 e BAKER *et al.*⁷, em 1988.

A literatura não relata trabalhos sobre o nível de monômero residual em resinas polidas quimicamente. Em relação ao grupo polido quimicamente (grupo 2), o nível de monômero residual liberado no primeiro dia foi cerca de 10 vezes maior que o polimento mecânico (grupo 1). Esse aumento no nível de monômero poderia ser explicado porque o componente principal do líquido de polimento químico é o metil metacrilato, e esse, age como solvente do polimetil metacrilato, penetrando entre as cadeias da resina e quebrando as ligações secundárias, e conseqüentemente, plastificando a superfície da resina (ANUSAVICE³, 1996). O monômero proveniente do polimento químico, ficaria entre as cadeias porém, não se polimerizaria pela pouca quantidade ou pela falta de radicais ativos, sendo assim, eliminado por difusão para a água (LAMB *et al.*¹⁷, 1982).

A quantidade de monômero liberado pelo grupo 2 pode ser lesivo à mucosa pois, os trabalhos de McCABE e BASKER²⁰, em 1976 e AUSTIN e BASKER⁶, em 1980, relatam casos de pacientes com sensação de queimadura e inflamação na mucosa. As análises da quantidade de monômero residual das próteses dos pacientes mostraram quantidade alta de monômero, cerca de 0,23 a 3,2% (peso/peso) na massa da resina. Como a quantidade de monômero liberada na água no primeiro dia foi de 1,3 mg (Tabela 2) em um corpo de prova de aproximadamente 0,7 g, pode-se observar o quanto seria prejudicial para a mucosa receber uma

prótese imediatamente após o polimento químico. A partir do segundo dia, o nível de liberação reduziu-se, mas durante os 13 dias o resultado foi significativamente maior que para o grupo 1.

GOTUSSO, em 1969, quando introduziu o polimento químico também chamou a atenção pela alta quantidade de monômero que poderia ser eliminado pela prótese polida quimicamente. Mesmo não tendo avaliado quantitativamente o teor desse monômero, ele sugeriu que a prótese ficasse em água corrente por 24 horas após o polimento.

Com o propósito de diminuir o nível de monômero residual, foi proposto neste trabalho, acrescentar um ciclo de polimerização por microondas e outro em água quente. O grupo submetido a um complemento no microondas (grupo 3) apresentou uma diminuição significativa no primeiro dia em comparação ao grupo polido quimicamente (grupo 2). Essa diminuição contudo, não foi equivalente à encontrada no grupo polido mecanicamente (grupo 1).

A diminuição do nível de monômero liberado no primeiro dia do grupo 3 com ciclo complementar no microondas pode ser explicado pelo trabalho de NISHII²⁴, em 1968, e por AL DOORI¹, em 1988. Segundo eles, as microondas aquecem toda a massa da resina tanto na superfície quanto no interior em um tempo reduzido. Esse aquecimento provém do atrito das moléculas de metil metacrilato que oscilam em alta frequência devido ao campo magnético causado pelas microondas. Esse calor gerado na própria resina promoveria uma melhor polimerização aumentando o número de ligações nas cadeias e uma maior difusão do monômero para a superfície do corpo com conseqüente volatilização do mesmo.

Este resultado está de acordo com o trabalho de YUNUS *et al.*³⁹, em 1994. Eles observaram que o nível de monômero residual de uma resina autopolimerizável acrescida de um ciclo no microondas era menor que o nível da resina polimerizada sobre a bancada. Esse resultado também está em concordância com os estudos de SADAMORI *et al.*²⁸, 1994 e BRAUN

*et al.*⁸, 1998, que apesar de realizados com resinas termopolimerizadas, comprovaram a maior efetividade da polimerização com energia de microondas, revelando níveis mais baixos de monômero residual nessas resinas em comparação com as resinas polimerizadas pelo método convencional em água aquecida. Apesar da diminuição não ter sido satisfatória, o grupo 3 liberou menos monômero a partir do segundo dia entre os grupos submetidos ao polimento químico.

O grupo submetido ao complemento em água quente (grupo 4) à 65°C por 1 h apresentou uma diminuição significativa no primeiro dia, mas ainda não foi semelhante ao do grupo 1. LAMB *et al.*¹⁷, em 1982, relata em seu trabalho que a diminuição do monômero residual após a polimerização ocorre pela difusão e pela contínua polimerização dos radicais ativos na resina. Talvez o monômero residual possa ter se difundido mais rapidamente até os radicais ativos promovendo uma maior polimerização da resina em menor tempo, além de promover maior volatilização do monômero restante.

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão de acordo com o relato de LAMB *et al.*¹⁸, em 1983. Este avaliou a liberação de monômero residual de resinas autopolimerizadas quando armazenadas a 37°C e 50°C. Foi observado pelo autor que as resinas armazenadas a 50°C apresentaram uma difusão de monômero mais rápida e após 6 dias não foi possível detectar mais liberação de monômero, e quando armazenadas a 37°C, isso só foi possível até 25º dia.

De acordo com os resultados do grupo 4, não basta somente imergir a prótese polida quimicamente em água corrente ou com detergente como mostraram os trabalhos de GOTUSSO¹⁴, em 1969, ARAÚJO *et al.*⁴, em 1972 e STOLF *et al.*³², em 1985, seria necessário a ação do calor para acelerar a difusão do monômero para a água.

Além da maior liberação de monômero em água, o polimento químico também reduziu a resistência transversa das resinas conforme pode ser visto na Tabela 3. Na avaliação de resistência transversa um corpo recebe uma carga transversal no longo eixo do mesmo. Isso ocasiona força de compressão na superfície superior do corpo de prova e força de tensão na camada inferior da amostra. Quando há a diminuição da resistência do material, o corpo de prova fraturará com carga menor do que o normal, iniciando essa fratura nas camadas mais inferiores onde se concentram as forças de tensão (SOUZA³¹, 1982, CRAIG¹¹, 1997).

A literatura não relata trabalhos sobre a resistência transversa de resinas polidas quimicamente. O grupo 2 apresentou resistência cerca de 15% menor que o grupo 1. Essa diminuição na resistência pode ser explicado pela ação das moléculas de monômero do polimento químico entre as cadeias, pela dissolução que ocorre na superfície da resina com a penetração de metil metacrilato que quebra as ligações secundárias entre as cadeias poliméricas, e consequentemente diminui a resistência à flexão.

Outra consequência do acúmulo de monômero entre as cadeias poliméricas é a plastificação da resina, pois esse acúmulo diminui a temperatura de transição vítrea. Esse monômero reduz as forças de atração entre as cadeias, com isso, as cadeias tornam-se mais flexíveis e começam a deslizar umas sobre as outras em temperatura ambiente. A resina se torna mais flexível, e essa flexibilidade diminui a medida em que o monômero residual é liberado para o meio externo (van NOORT, 1994).

Esse resultado está de acordo com o trabalho do YUNUS³⁹, em 1994, que avaliou a resistência transversa de uma resina autopolimerizável que sofreu irradiação de microondas. O autor concluiu que a resina que recebeu o complemento de polimerização em forno de microondas obteve valores maiores de resistência transversa. O grupo 3 (polimento químico +

microondas) obteve os melhores valores dentre os grupos submetidos ao polimento químico, apesar desses não serem semelhantes ao grupo de polimento mecânico.

O polimento químico não altera a dureza interna das resinas. Pode ser observado na Tabela 4 que houve diferença de dureza nas diversas profundidades, tanto no grupo polido mecanicamente como no grupo polido quimicamente. O ensaio de dureza Knoop avalia a capacidade do corpo resistir a penetração de uma ponta de diamante. A repercussão clínica deste teste mostra a possibilidade da resina sofrer arranhões, marcas e pequenas fraturas. Quanto maior o valor, menos plástico é o material (van NOORT³⁷, 1994 e CRAIG¹¹, 1997).

Na camada mais superficial (100 µm) os valores foram menores cerca de 10 a 50% do que as camadas mais profundas (700 e 1500 µm), mostrando que o interior da resina é mais duro que a superfície. Como existe uma relação entre a dureza Knoop e o grau de polimerização de uma resina, o resultado indica que houve polimerização mais efetiva no interior da amostra em relação a camada superficial em todos os grupos.

Contudo, trabalhos que mediram a dureza superficial das resinas polidas quimicamente foram realizados por ARAÚJO *et al.*⁴ em 1972 e por MESQUITA *et al.*²² em 1996. Estes autores concluíram que o polimento químico influencia significativamente a superfície da resina acrílica, diminuindo a sua dureza e deixando-a mais plástica.

Os resultados de dureza interna não foram semelhantes com os testes de liberação de monômero e da resistência transversa, os quais se mostraram significativamente diferentes entre os grupos polidos quimicamente e mecanicamente. Talvez pelo fato do monômero do polimento químico influenciar somente as camadas superficiais. Pode-se observar pela Tabela 4 que a maior variação, cerca de 15%, de dureza entre os grupos polidos mecanicamente e quimicamente ocorreu na camada de 100 µm, mesmo que insignificante. O monômero

concentrado nas camadas superficiais, seria difundido mais facilmente para a água e teria o seu nível reduzido rapidamente como mostra a Tabela 2. Com relação ao ensaio de resistência transversa, a fratura do corpo de prova inicia-se na superfície inferior no momento da ruptura, indicando que a superfície tem uma influência maior na resistência transversa do que as camadas internas.

Para o grupo 3, o tratamento não alterou a dureza interna do corpo de prova, ao contrário do grupo 4 que teve as camadas internas com um valor significativamente maior de dureza em comparação aos outros grupos. Possivelmente o grupo 4, submetido ao ciclo complementar em água quente, teve aquecimento interno maior do que o grupo com ciclo no microondas. Uma explicação pode ser a diferença do gradiente de temperatura do interior dos corpo-de-prova com o meio externo. Dentro do forno de microondas, o calor produzido na resina é dissipado para o ar do forno, que mantém uma temperatura mais baixa, uma vez que as ondas do microondas atuam somente na massa de resina (De CLERK¹², 1987). No ciclo complementar em água quente, não há diferença de temperatura entre o meio externo e a resina, o que faz concentrar o calor no corpo-de-prova. Com isso, aumenta a difusão do monômero das camadas internas mais facilmente onde a concentração do calor é maior. A camada mais superficial do grupo 4 apresentou a dureza interna reduzida em relação aos outros grupos, mesmo que insignificante, talvez pela absorção de água pela resina. Segundo WOEFEL *et al.*³⁸, em 1960, a água atua como um plastificante sobre as resinas acrílicas e reduz a dureza do material. Desta forma as moléculas de água aquecida teriam uma maior difusão dentre as cadeias poliméricas alterando a dureza da camada mais próxima da superfície deixando-a mais plástica.

O polimento químico é uma forma prática e rápida de se produzir resinas com superfície lisa e lustrosa. Outra vantagem de polir quimicamente, é a de se conseguir o polimento

em regiões onde a escova do método convencional tem dificuldade de acesso. Contudo, o excesso de monômero entre as cadeias poliméricas produz resultados insatisfatórios como a diminuição da resistência transversa e o aumento na liberação de monômero para o meio externo. O complemento de polimerização mostrou ser um processo viável e eficaz na redução do monômero residual, porém, outros trabalhos deverão ser realizados na tentativa de diminuir ainda mais a quantidade de monômero liberado na água nos primeiros dias.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos e discutidos neste estudo, podemos concluir:

1. O polimento químico aumenta a quantidade de monômero residual na resina;
2. Os complementos de polimerização, após o polimento químico, utilizando microondas ou água aquecida possibilitam uma redução no nível de liberação de monômero na água;
3. O polimento químico diminui a resistência transversa das resinas acrílicas
4. O polimento químico não altera a dureza interna da resina.

ANEXOS

8 ANEXOS

8.1 Valores do teste de liberação do monômero na água

Tabela 5: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G1 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA	7º DIA	8º DIA	9º DIA	10º DIA	11º DIA	12º DIA	13º DIA
Corpo 1	157,35	20,05	18,36	15,30	10,21	10,47	8,28	8,96	7,96	7,93	5,44	5,35	5,88
Corpo 2	83,55	13,25	11,50	10,22	7,25	6,51	5,62	5,89	5,27	5,42	3,55	3,55	3,64
Corpo 3	100,79	11,23	9,42	8,68	6,23	5,66	4,98	5,49	4,33	4,89	3,21	3,15	3,15
Corpo 4	223,27	24,30	18,83	17,56	13,02	6,29	10,17	11,79	9,85	10,49	7,64	7,40	7,37
Corpo 5	116,60	12,38	9,40	8,84	6,57	9,37	5,33	5,83	4,71	5,45	4,12	3,88	3,41
Corpo 6	172,47	17,60	12,24	11,62	9,12	6,08	7,38	8,11	7,11	7,58	6,47	6,05	5,61
Corpo 7	120,83	12,19	8,43	8,51	6,12	5,26	5,35	6,09	4,81	5,67	4,81	4,25	3,60
Corpo 8	91,31	10,02	6,57	7,15	5,15	5,80	4,35	5,00	3,76	4,65	4,41	3,73	3,20
Corpo 9	116,46	11,78	7,05	7,55	5,31	5,72	5,01	5,69	4,42	5,33	4,92	4,36	3,36
Corpo 1	183,96	20,61	11,95	12,92	10,04	10,49	9,12	9,86	8,62	9,21	9,51	8,29	6,69
MEDI	136,65	15,34	11,38	10,34	7,90	7,17	6,56	7,28	6,09	6,67	5,41	5,01	4,60
D. PAD	45,56	4,90	4,26	3,48	2,59	2,08	2,02	2,28	2,12	2,02	1,96	1,74	1,62
C. VAR	33,34	31,95	37,48	33,62	32,70	29,07	30,84	31,39	34,87	30,25	36,18	34,73	35,30

Tabela 6: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G2 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA	7º DIA	8º DIA	9º DIA	10º DIA	11º DIA	12º DIA	13º DIA
Corpo 1	1254,8	196,34	88,08	62,80	43,77	46,83	32,17	32,77	29,38	28,81	16,91	17,09	19,44
Corpo 2	1093,0	52,50	37,03	31,79	20,00	21,44	14,81	16,29	13,43	13,46	8,30	8,24	8,66
Corpo 3	1162,2	50,37	31,98	30,89	20,71	22,56	15,29	17,88	14,94	14,88	9,59	9,38	9,70
Corpo 4	1192,0	50,73	34,33	30,72	21,20	23,52	15,58	18,97	15,49	15,49	10,63	10,10	10,13
Corpo 5	1074,2	51,40	31,07	28,99	20,26	22,22	14,89	17,65	14,45	14,27	10,20	9,67	9,04
Corpo 6	1541,8	52,14	33,60	34,01	24,51	26,98	18,21	22,00	17,59	17,94	14,09	12,76	11,56
Corpo 7	1595,9	58,12	40,47	38,51	28,47	30,92	21,64	25,82	21,76	21,15	17,41	15,22	13,24
Corpo 8	1141,7	105,63	22,80	24,65	17,45	19,35	14,06	16,91	13,82	14,27	11,98	10,52	9,12
Corpo 9	1686,4	64,21	33,43	33,00	24,23	26,21	18,92	22,32	19,36	18,72	17,50	14,30	11,75
Corpo 1	1414,7	56,88	28,76	29,20	21,67	22,67	17,07	20,09	19,00	16,84	15,81	12,88	10,63
MEDIA	1315,7	73,83	38,16	34,46	24,23	26,27	18,26	21,07	17,92	17,58	13,24	12,02	11,33
D. PAD	225,50	46,14	18,16	10,59	7,51	7,94	5,41	5,05	4,87	4,61	3,52	2,89	3,19
C. VAR	17,14	62,49	47,61	30,74	31,00	30,21	29,63	23,94	27,15	26,23	26,61	24,06	28,15

Tabela 7: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G3 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA	7º DIA	8º DIA	9º DIA	10º DIA	11º DIA	12º DIA	13º DIA
Corpo 1	1030,03	66,97	43,43	35,39	23,03	24,74	17,72	19,63	16,14	15,81	8,97	8,80	10,12
Corpo 2	871,14	82,82	21,30	36,97	24,21	26,13	18,18	21,18	16,52	16,92	10,13	9,64	11,15
Corpo 3	861,09	49,06	28,68	27,70	18,32	20,37	13,98	16,62	13,21	13,33	8,72	8,01	8,55
Corpo 4	715,49	62,24	37,13	34,16	23,02	25,51	17,50	20,58	17,15	17,30	11,61	10,99	11,08
Corpo 5	924,44	60,13	43,58	32,97	22,64	24,73	17,19	19,78	16,28	15,95	12,04	10,83	10,53
Corpo 6	669,11	38,68	35,88	21,64	15,09	16,53	11,58	14,26	11,20	11,82	9,19	8,04	7,63
Corpo 7	1066,03	58,27	22,51	31,95	23,40	25,53	18,41	22,12	17,19	18,82	15,47	13,21	11,87
Corpo 8	626,86	38,39	32,54	21,57	15,89	16,81	12,68	15,68	13,22	9,89	11,20	9,80	8,22
Corpo 9	953,36	54,29	20,70	27,52	20,11	21,48	17,40	19,68	17,05	16,79	14,66	11,77	9,88
Corpo 1	764,59	49,75	19,87	20,20	15,26	16,09	13,38	14,57	11,87	12,73	11,75	9,75	7,85
MEDIA	848,21	56,06	30,56	29,01	20,10	21,79	15,80	18,41	14,98	14,94	11,37	10,08	9,69
D. PAD	150,46	13,34	9,29	6,20	3,66	4,10	2,59	2,86	2,35	2,84	2,29	1,65	1,52
C. VAR	17,74	23,79	30,39	21,39	18,23	18,80	16,37	15,54	15,66	19,01	20,16	16,36	15,72

Tabela 8: Resultados do teste de liberação de monômero do grupo G4 ($\mu\text{m}/\text{cm}^2$)

	1º DIA	2º DIA	3º DIA	4º DIA	5º DIA	6º DIA	7º DIA	8º DIA	9º DIA	10º DIA	11º DIA	12º DIA	13º DIA
Corpo 1	181,73	53,42	29,50	36,50	22,01	24,58	11,74	19,59	16,29	15,01	9,09	8,39	9,85
Corpo 2	388,29	80,16	59,65	52,98	33,73	36,24	24,63	28,22	23,13	21,38	14,50	12,22	14,24
Corpo 3	284,73	67,73	52,40	46,73	29,90	33,14	24,05	26,99	22,01	21,17	14,30	12,38	13,52
Corpo 4	224,46	53,35	41,48	38,08	24,70	27,25	19,21	22,26	18,19	17,35	13,03	10,76	11,28
Corpo 5	290,74	66,64	45,52	43,67	30,06	32,32	22,75	26,57	21,76	20,91	16,71	13,28	13,13
Corpo 6	209,13	48,53	31,75	42,43	29,38	31,93	22,95	26,70	22,62	21,40	17,90	14,03	13,64
Corpo 7	342,87	62,76	42,91	32,05	22,21	23,76	17,88	20,16	16,80	16,39	14,63	11,20	10,53
Corpo 8	402,11	59,93	45,02	46,18	31,54	33,53	23,89	28,20	23,12	22,28	21,45	15,50	14,04
Corpo 9	389,85	45,05	36,81	37,87	27,56	29,01	21,36	24,92	20,09	20,36	19,97	14,43	12,77
Corpo 1	237,89	63,34	27,97	27,29	20,35	21,18	17,36	19,93	16,60	16,71	16,63	11,66	10,07
MEDIA	295,18	60,09	41,30	40,38	27,14	29,29	20,58	24,36	20,06	19,30	15,82	12,39	12,31
D. PAD	81,67	10,39	10,12	7,56	4,55	4,95	4,05	3,52	2,84	2,63	3,55	2,05	1,70
C. VAR	27,67	17,29	24,51	18,73	16,78	16,88	19,70	14,46	14,13	13,62	22,42	16,57	13,85

8.2 Valores do ensaio de resistência transversa

Tabela 9: Resultados da tensão no momento de ruptura em MPa

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
Corpo 1	73,98	71,78	74,67	72,58
Corpo 2	73,27	não fraturou	69,21	não fraturou
Corpo 3	78,84	61,59	69,12	62,09
Corpo 4	78,89	74,87	não fraturou	77,57
Corpo 5	Não fraturou	56,00	não fraturou	não fraturou
Corpo 6	78,25	68,91	72,13	68,08
Corpo 7	Não fraturou	não fraturou	71,63	não fraturou
Corpo 8	73,16	57,77	não fraturou	57,37
Corpo 9	90,67	não fraturou	66,14	não fraturou
Corpo 10	Não fraturou	não fraturou	não fraturou	não fraturou
MEDIA	78,15	65,15	70,48	67,54
DESV. PAD.	6,11	7,79	2,96	8,05
COEF. VAR.	7,82	11,95	4,20	11,93

8.3 Valores do ensaio de microdureza interna

Tabela 10: Resultado do ensaio de microdureza interna em Knoop

	GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3			GRUPO 4		
	100µm	700µm	1500µm	100µm	700µm	1500µm	100µm	700µm	1500µm	100µm	700µm	1500µm
Corpo 1	14,4	17,0	20,1	10,2	14,4	14,8	10,6	14,4	14,7	8,2	17,2	18,9
	15,3	17,2	15,6	10,1	14,8	17,0	12,2	14,1	14,7	7,3	17,9	19,0
	15,3	15,7	15,1	11,2	14,5	14,8	12,3	14,5	14,3	7,5	17,6	19,0
Corpo 2	15,1	15,1	15,2	13,6	15,1	15,6	14,6	15,7	15,1	11,7	17,9	18,6
	15,2	17,2	15,8	12,9	15,9	15,5	13,1	15,2	16,1	11,6	18,3	18,3
	17,0	16,3	16,0	11,8	16,3	16,3	12,8	15,0	15,8	11,9	18,4	18,6
Corpo 3	15,1	16,7	18,2	13,8	15,6	16,1	12,0	16,9	16,4	10,5	18,7	19,0
	15,9	16,6	17,1	14,1	15,9	16,1	13,2	15,7	15,1	11,3	19,0	19,4
	15,2	17,2	16,2	13,6	16,9	15,8	13,0	15,6	15,8	12,0	19,0	21,0
Corpo 4	12,9	15,3	15,3	11,8	14,8	16,3	12,7	14,9	16,2	14,6	17,7	19,0
	14,4	15,3	14,8	12,0	15,0	15,2	12,1	15,7	16,7	15,2	17,9	17,6
	13,6	14,7	15,5	13,0	15,9	15,2	12,8	14,5	15,4	15,1	18,3	18,5
Corpo 5	14,4	14,8	15,2	14,8	15,4	16,5	13,5	15,7	16,5	12,3	17,8	18,8
	13,3	14,9	16,7	14,3	15,4	15,4	15,0	15,9	15,3	13,6	17,7	18,9
	13,6	16,6	16,4	14,7	15,6	16,9	13,6	15,8	15,3	12,6	17,7	18,2
MEDIA	14,71	16,04	16,21	12,79	15,43	15,83	12,90	15,31	15,56	11,69	18,07	18,85
D. PAD.	1,07	0,96	1,40	1,54	0,69	0,70	1,07	0,74	0,72	2,51	0,53	0,73
C. VAR.	7,30	5,96	8,62	12,02	4,47	4,41	8,27	4,84	4,66	21,44	2,92	3,90

8.4 Análise estatística do teste de liberação do monômero na água

1º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	8718696,969	141,37	0,0001
Resíduo	36	740078,603		
Total	39	9458775,572		

2º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	19007,145	10,39	0,0001
Resíduo	36	21946,735		
Total	39	40953,880		

3º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	5409,417	13,44	0,0001
Resíduo	36	4831,254		
Total	39	10240,671		

4º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	4885,925	29,61	0,0001
Resíduo	36	1980,021		
Total	39	6865,946		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	136,651	.	-18,3878 0,0001	-11,0971 0,0001	-2,47231 0,0183
2	1315,704	18,38783 0,0001	.	7,290729 0,0001	15,91552 0,0001
3	848,212	11,0971 0,0001	-7,29073 0,0001	.	8,624788 0,0001
4	295,179	2,472311 0,0183	-15,9155 0,0001	-8,62479 0,0001	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	15,340	.	-5,2973 0,0001	-3,6876 0,0007	-4,0526 0,0003
2	73,833	5,2973 0,0001	.	1,6096 0,1162	1,2447 0,2213
3	56,059	3,6876 0,0007	-1,6096 0,1162	.	-0,3649 0,7173
4	60,089	4,0526 0,0003	-1,2447 0,2213	0,3649 0,7173	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	11,375	.	-5,1692 0,0001	-3,7032 0,0007	-5,7763 0,0001
2	38,155	5,1692 0,0001	.	1,4661 0,1513	-0,6070 0,5476
3	30,560	3,7032 0,0007	-1,4661 0,1513	.	-2,0731 0,0454
4	41,300	5,7763 0,0001	0,6070 0,5476	2,0731 0,0454	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	10,840	.	-7,1206 0,0001	-5,4779 0,0001	-8,9061 0,0001
2	34,456	7,1206 0,0001	.	1,6426 0,1092	-1,7855 0,0826
3	29,008	5,4779 0,0001	-1,6426 0,1092	.	-3,4282 0,0015
4	40,378	8,9061 0,0001	1,7855 0,0826	3,4282 0,0015	.

5º Dia
ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	2150,737	29,49	0,0001
Residuo	36	875,206		
Total	39	3025,943		

6º Dia
ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	2884,196	35,42	0,0001
Residuo	36	977,039		
Total	39	3861,229		

7º Dia
ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	1648,0356	42,87	0,0001
Residuo	36	461,349		
Total	39	2109,384		

8º Dia
ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	1132,768	26,72	0,0001
Residuo	36	508,671		
Total	39	1641,440		

9º Dia
ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	1133,465	36,22	0,0001
Residuo	36	375,554		
Total	39	1509,019		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	7,9052	.	-7,4022 0,0001	-5,5288 0,0001	-8,7240 0,0001
2	24,227	7,4022 0,0001	.	1,8733 0,0692	-1,3218 0,1946
3	20,097	5,5288 0,0001	-1,8733 0,0692	.	-3,1951 0,0029
4	27,142	8,7240 0,0001	1,3218 0,1946	3,1951 0,0029	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	7,169	.	-8,1987 0,0001	-6,2770 0,0001	-9,4963 0,0001
2	26,271	8,1987 0,0001	.	1,9217 0,0626	-1,2977 0,2027
3	21,793	6,2770 0,0001	-1,9217 0,0626	.	-3,2194 0,0027
4	29,294	9,4963 0,0001	1,2977 0,2027	3,2194 0,0027	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	7,275	.	-8,6167 0,0001	-6,9557 0,0001	-10,6685 0,0001
2	21,070	8,6167 0,0001	.	1,6610 0,1054	-2,0517 0,0475
3	18,411	6,9557 0,0001	-1,6610 0,1054	.	-3,7128 0,0007
4	24,355	10,6685 0,0001	2,0517 0,0475	3,7128 0,0007	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	6,5638	.	-6,9607 0,0001	-5,4959 0,0001	-8,3396 0,0001
2	18,265	6,9607 0,0001	.	1,4647 0,1517	-1,3789 0,1764
3	15,803	5,4959 0,0001	-1,4647 0,1517	.	-2,8436 0,0073
4	20,583	8,3396 0,0001	1,3789 0,1764	2,8436 0,0073	.

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	6,088	.	-8,1924 0,0001	-6,1568 0,0001	-9,6735 0,0001
2	17,921	8,1924 0,0001	.	2,0355 0,0492	-1,4812 0,1473
3	14,981	6,1568 0,0001	-2,0355 0,0492	.	-3,5168 0,0012
4	20,061	9,6735 0,0001	1,4812 0,1473	3,5168 0,0012	.

10º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	939,880	31,09	0,0001
Residuo	36	362,751		
Total	39	1302,630		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	6,667	.	-7,6887 0,0001	-5,8248 0,0001	-8,8961 0,0001
2	17,582	7,6887 0,0001	.	1,8638 0,0705	-1,2074 0,2351
3	14,936	5,8248 0,0001	-1,8638 0,0705	.	-3,0713 0,0040
4	19,296	8,8961 0,0001	1,2074 0,2351	3,0713 0,0040	.

11º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	587,793	23,009	0,0001
Residuo	36	306,724		
Total	39	894,518		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	5,411	.	-5,9984 0,0001	-4,5675 0,0001	-7,9738 0,0001
2	13,242	5,9984 0,0001	.	1,4309 0,1611	-1,9754 0,0559
3	11,374	4,5675 0,0001	-1,4309 0,1611	.	-3,4064 0,0016
4	15,820	7,9738 0,0001	1,9754 0,0559	3,4064 0,0016	.

12º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	346,389	25,22	0,0001
Residuo	36	164,832		
Total	39	511,222		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	5,006	.	-7,3266 0,0001	-5,3062 0,0001	-7,7109 0,0001
2	12,018	7,3266 0,0001	.	2,0203 0,0508	-0,3843 0,7030
3	10,084	5,3062 0,0001	-2,0203 0,0508	.	-2,4046 0,0215
4	12,385	7,7109 0,0001	0,3843 0,7030	2,4046 0,0215	.

13º Dia ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	353,072	26,12	0,0001
Residuo	36	162,213		
Total	39	515,285		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	4,595	.	-7,0908 0,0001	-5,3649 0,0001	-8,1238 0,0001
2	11,327	7,0908 0,0001	.	1,7259 0,0929	-1,0331 0,3085
3	9,688	5,3649 0,0001	-1,7259 0,0929	.	-2,7590 0,0091
4	12,307	8,1238 0,0001	1,0331 0,3085	2,7590 0,0091	.

8.5 Análise estatística do ensaio de resistência transversa

ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	623,402	5,00	0,0095
Residuo	20	830,645		
Total	23	1454,047		

Teste de TUKEY e TESTE t (Student)

Trat.	Média	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4
1	78,151	*	3,6253 0,0017	2,1387 0,0450	2,8126 0,0108
2	65,153	-3,6253 0,0017	*	-1,4325 0,1674	-0,6111 0,5480
3	70,483	-2,1387 0,0450	1,4325 0,1674	*	0,7547 0,4592
4	67,538	-2,8126 0,0108	0,6111 0,5480	-0,7547 0,4592	*

8.6 Análise estatística do teste de liberação do monômero na água

100 µm

ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	23,469	2,77	0,0758
Residuo	16	45,245		
Total	19	68,714		

700 µm

ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	24,617	19,96	0,0001
Residuo	16	6,578		
Total	19	31,195		

1500 µm

ANOVA

	G.L.	S.Q.	F Crítico	Pr > F
Tratamento	3	34,463	31,63	0,0001
Residuo	16	5,810		
Total	19	40,274		

Teste de TUKEY

Trat.	Média	Grupo
4	18,074	A
1	16,038	B
2	15,434	B
3	15,306	B

DMS = 1,1602

Teste de TUKEY

Trat.	Média	Grupo
4	18,854	A
1	16,214	B
2	15,834	B
3	15,562	B

DMS = 1,0904

**REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. AL DOORI, D. *et al.* A comparison of denture base acrylic resin polymerised by microwave irradiation and by conventional bath curing systems. **Dent. Mater.**, Washington, v. 4, n. 1, p. 25-32, Feb. 1988.
2. ALKAHTIB, M. *et al.* Comparison of microwave polymerized denture base resins. **Int. J. Prosth.**, St. Louis, v. 3, n. 3, p. 249-55, May/June 1990.
3. ANUSAVICE, Kenneth. J. Finishing and polishing materials. In: **PHILLIPS' Science of dental materials**; 10 ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1996. Cap. 30, p. 663-680.
4. ARAÚJO, P.A, ABREU, D e MAGALHÃES, A.G.O. Propriedades das resinas acrílicas para bases de dentaduras, submetidas ao polimento químico. **Estomat. Cult.**, Bauru, v. 6, n. 1, p. 40-44, jan./jun. 1972.
5. AUSTIN, A.T. e 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.
6. AUSTIN, A.T. e BASKER, R.R. The level of residual monomer in acrylic denture base materials with particular reference to a modified method of analysis. **Br. dent. J.**, London, v. 149, n. 18, p. 281-286, Nov. 1980.
7. BAKER, S., BROOKS, S. e WALKER, D. The release of residual monomeric methyl methacrylate from acrylic appliances in the human mouth: an assay for monomer in saliva. **J. dent. Res.**, Washington, v. 67, n. 10, p. 1295-99, Oct. 1988.

* 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".

- 8 BRAUN, K.O., DEL-BEL CURY, A.A. e 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. **Revta Odont. Univ. S Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 173-180, abr./jun. 1998.
- 9 CONCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES. Specification N° 12 for denture base polymers. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.90, n.2, p.451-458, feb. 1975.
- 10 CRAIG, R.G.; O'BRIEN, W.J. & POWERS, J.M. Finishing, polishing, and cleansing materials. In: **Dental materials. Properties and manipulation**. 6. ed. St.Louis: Mosby Year Book, 1996. Cap. 6, p. 96-113.
- 11 CRAIG, Robert G. Prosthetic applications of polymers. In: **Restorative dental materials**. 10. Ed. St. Louis: Mosby Year Book, 1997. cap. 19, p. 500-551.
- 12 DE CLERCK, J.P. Microwave polimerization of acrylic resins used in dental prostheses. **J. prosth.Dent.**, St. Louis, v. 57, n.5, p. 650-8, may 1987.
- 13 DEL BEL CURY, A.A., PANZERI, H. **Estudo in vitro das propriedades físico-químicas de resinas acrílicas dentais termopolilmerizáveis, quimicamente ativada e curada por microondas**. Ribeirão Preto, 1992. Tese (Doutorado em Odontologia, área de Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.
- 14 GOTUSSO, M.J. Tratamiento químico e superficial de las resinas acrílicas. **Revta Asoc. Odont. Argent.**, Buenos Aires, v. 57, n. 10, p. 359-61, oct./dic. 1969.
- 15 GRAJOWER, R., GOULTSCHIN, J. The transverse strength of acrylic resin strips and of repaired acrylic samples. **J. oral Rehabil.**, Oxford, v. 11, p. 237-74, 1984.
- 16 KODA, T *et al.* Leachability of denture-base acrylic resins in artificial saliva. **Dent. Mater.**, Washington, v. 6, n.1, p.13-16, Jan., 1990.

17. LAMB, D.J., ELLIS, B. e PRIESTLEY, D. Loss into water of residual monomer from autopolimerizing dental acrylic resin. **Biomaterials**, Stoneham, v.3, n.3, p.155-159, July, 1982.
18. LAMB, D.J., ELLIS, B. e PRIESTLEY, D. The effects of process variables on levels of residual monomer in autopolymerizingt dental acrylic resin. **J. Dent.**, Oxford, v. 11, n. 1, p 80-88, Mar, 1983.
19. LORTON, L., PHILLIPS, W.R. Heat-released stress in acrylic dentures. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 42, n. 1, p. 23-26, July, 1979.
20. McCABE, J.F., BASKER, R.M. Tissue sensitivity to acrylic resin. A method of mesuring the residual monomer content and it's clinical application. **Br. dent. J.**, London, v. 140, n. 10, p. 347-50, May 1976.
21. McCracken, W.L. Na evaluation of activated mathyl metacrylate denture base materials. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 2, n. 1, p. 68-83, Jan. 1952.
22. MESQUITA, M.F. *et al.* Efeito do polimento químico sobre a dureza superficial das resinas acrílicas. **Revta paul. Odont.**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 22-27, mai./jun. 1996.
23. MESQUITA, M.F. *et al.* Efeito do polimento químico sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas. **Semina: Ci. Biológica/Saúde**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 178-182, jun. 1996.
24. 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, p.23-40, 1968.

25. O'BRIEN, W.J. Abrasion, Polishing and Bleaching. In: **Dental materials: properties and selection**. 2 ed. Chicago: Quintessence Publishing Co. Inc., 1997. cap. 8, p. 115-122.
26. RIZZATI BARBOSA, C. M. *et al.* Uso de la energía de microondas en el procesamiento de prótesis odontológicas. **Revta Asoc. Odontol. Argent.** Buenos Aires, v. 86, n. 2, p.105-108, mar./abr. 1998.
27. RODRIGUES GARCIA, R. C. M. e DEL BEL CURY, A. A. Reembasamento de bases de prótese: métodos convencional e por microondas. **Revta Odont. Univ. S Paulo.** São Paulo, v. 10, n. 4, p. 295-302, out./dez. 1996.
28. SADAMORI, S. *et al.* Influence of thickness and location on residual monomer content of denture base cured by three processing methods. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 72, n. 1, p. 19-22, July, 1994.
29. SHERIDAN, Paul J. *et al.* Cytotoxicity of denture base resins. **Int. J. Prosth.**, St. Louis, v.10, n. 1, p. 73-77, Jan/Feb, 1997.
30. SMITH, D.C. e 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. SOUZA, S.A. Ensaio de torção. In: **Ensaio mecânicos de materiais metálicos: Fundamentos teóricos e práticos**. 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. Cap. 6, p. 150-162.
32. STAFFORD, G.D. e BROOKS, S.C. The loss of residual monomer from acrylic orthodontic resins. **Dent. Mater.**, Washington, v.1, n. 2, p. 135-138, 1985.
33. STOLF, W.L, CONSANI, S. e RUHKE, L.A. Influência do polimento químico sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas. **Revta paul. Odont.**, São Paulo, v. 7, n. 6, p. 26-30, nov./dez. 1985.

34. STOLF, W.L., CONSANI, S. e RUHKE, L.A. Reflexão das resinas acrílicas sob influência dos polimentos químico e mecânico. **Revta. paul. Odont.**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 18-22, mai./jun. 1986.
35. STOLF, W.L., *et al.* Polimento químico e desgaste superficial de bases de resina acrílica para dentaduras. **Rev. paul. Odont.**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 17-21, jul./ago. 1994.
36. ULUSOY, M., ULUSOY, N. e AYDIN, A.K. An evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins. **J. prosth. Dent.**, St. Louis, v. 56, n. 1, p. 107-112, July, 1986.
37. van NOORT, Richard. Denture-base resins. In: **Introduction to dental material**. London: Mosby Year Book, 1994. cap. III-II, p. 183-191.
38. WOELFEL, J.B., PAFFENBARGER, G.C., SWEENEY, W.T. Dimensional changes occurring in dentures during processing. **J.Am. dent. Ass.**, Chicago, v. 61, p. 413-430, 1960.
39. YUNUS, N.; A. HARRISON, A. e HUGGETT, R. Effect of microwave on the flexural strength and residual monomer levels of an acrylic resin repair material. **J. oral Rehabil.**, v. 21, p. 641-648, 1994.