



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

*KATIA OLMEDO BRAUN*  
*Cirurgiã-Dentista*

**Avaliação do efeito do polimento químico sobre  
algumas propriedades físico químicas das resinas acrílicas  
ativadas química e termicamente**

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS PARA  
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM  
CLÍNICA ODONTOLÓGICA - ÁREA DE PRÓTESE

-Piracicaba- S.P.

1999



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

KATIA OLMEDO BRAUN  
Cirurgiã-Dentista

**Avaliação do efeito do polimento químico sobre  
algumas propriedades físico químicas das resinas acrílicas  
ativadas química e termicamente**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. ALTAIR ANTONINHA DEL BEL CURY

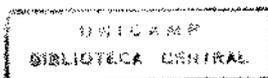
Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG. 13 / 09 / 1999

  
Assinatura do Orientador

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS PARA  
A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM  
CLÍNICA ODONTOLÓGICA - ÁREA DE PRÓTESE

-Piracicaba- S.P.  
1999



019810

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
V.	Ex
TOMBO BC/	39017
PPCC	229.19.9
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	14/10/98
v.º CPO	

CM-00126449-2

### Ficha Catalográfica

B738av Braun, Katia Olmedo.  
 Avaliação do efeito do polimento químico sobre algumas propriedades físico químicas das resinas ativadas química e termicamente. / Katia Olmedo Braun. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999.  
 75p. : il.

Orientadora : Profª. Drª. Altair Del Bel Cury.  
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

I. Resinas acrílicas dentárias. 2. Materiais dentários. 3. Polimento dentário. 4. Resistência dos materiais. I. Del Bel Cury, Altair. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

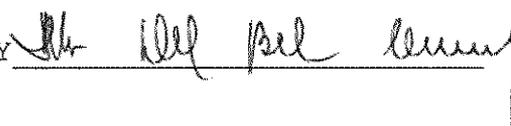
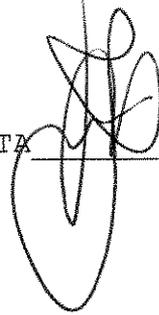
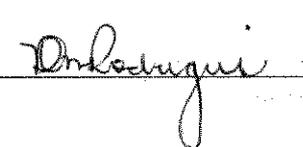
Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 – 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 13 de Julho de 1999, considerou a candidata KATIA OLMEDO BRAUN aprovada.

1. Profa. Dra. ALTAIR ANTONINHA DEL BEL CURY 
  
2. Profa. Dra. ANA LUCIA MACHADO CUCCI 
  
3. Prof. Dr. PAULO RENATO JUNQUEIRA ZUIM 
  
4. Prof. Dr. MARCELO FERRAZ MESQUITA 
  
5. Profa. Dra. RENATA CUNHA MATHEUS RODRIGUES GARCIA 

## AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal de Santa Maria** pela oportunidade da realização deste curso

Ao Professor **Prof. Dr. Jaime A. Cury**, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba pela atenção, auxílio e disponibilidade do laboratório de Bioquímica Oral.

Ao laboratório de Dentística, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, e ao **Prof. Dr. Luís André Freire Pimenta**, pelo uso da Máquina de ensaios Universal EMIC DL 500, durante a fase experimental.

Ao Professor **Elliot Kitagima**, da Escola Superior de Agricultura Luís de Queirós e a Funcionária do Núcleo de Estudos em microscopia da ESALQ, **Silvania**, pelo auxílio e uso do Microscópio Eletrônico de Varredura durante o desenvolvimento experimental deste estudo.

Ao colega, **José Antônio N. de Mello**, pela amizade, auxílio durante a fase experimental e excelente convívio.

À bibliotecária **Heloísa Maria Ceccotti**, pelo auxílio na formatação das referências bibliográficas.

Aos técnicos do laboratório de Bioquímica Oral **José Alfredo da Silva**, **Mariza de Jesus Carlos Soares** e **Waldomiro Vieira Filho**, pelo auxílio no desenvolvimento experimental deste estudo.

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

Aos colegas de Pós-Graduação, **Eduardo Carrilho**, **Eduardo P. Rocha**, **Frederico A. Peixoto**, **Glauco R. Zanetti**, **Paulo Sérgio Nadin**, **Ricardo Zavanelli**, **Rodrigo Nunes Rached**, **Silvia Helena Padovan**, **Vera Alice Bolzani** e **Rosemary**, pelos momentos de alegria e excelente convívio.

À amiga **Eliane Melo Franco** pelo apoio e amizade nos momentos difíceis.

À prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Renata C. M. Rodrigues Garcia**, e às alunas de graduação, **Daniela Maffei Botega e Tatiane de Souza Machado**, pela amizade.

Aos colegas **Cláudio Figueiró, Solimar Ganzarolli e Paulo E. Perez**, pelo apoio e amizade.

À **Maria de Lourdes Lang Medeiros de Farias** pelo apoio, incentivo e otimismo sempre presentes nesta etapa da minha vida.

Ao **CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**, pelo apoio financeiro a este trabalho, Processo nº 142531/98 -7.

A todos que me apoiaram e colaboraram na elaboração deste trabalho.

## **Agradecimentos Especiais...**

*À Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury, exemplo de  
determinação, pela amizade, dedicação, orientação, e apoio,  
que influenciaram em minha formação.*

*Aos meus pais, **Marisa e Antonio**,  
pelo incentivo, compreensão e  
exemplo sempre presentes em minha vida*

*Ao **Carlos** , cuja **Confiança**,  
**Amor**, **Incentivo** e **Sinceridade**  
permitiram o desenvolvimento de mais  
esta etapa em minha vida*

## **Sumário**

# SUMÁRIO

1. Listas	01
1.1. Lista de Tabelas	01
1.2. Lista de Figuras	02
2. Resumo	05
3. Abstract	07
4. Introdução	09
5. Revisão Bibliográfica	11
6. Proposição	25
7. Metodologia	27
7.1. Preparo das amostras	27
7.2. Avaliação do monômero residual	33
7.3. Avaliação da dureza	35
7.4. Avaliação da resistência transversa	36
7.5. Avaliação da superfície com microscopia eletrônica de varredura	37
7.6. Análise Estatística	38
8. Resultados	39
8.1. Monômero residual	39
8.2. Dureza superficial	43
8.3. Resistência transversa	47
8.4. Microscopia Eletrônica de Varredura	51
9. Discussão	55
10. Conclusão	63
11. Referências Bibliográficas	65
12. Apêndice	69
12.1 Análise estatística	69

**Listas**

## 1. Listas

### 1.1. Lista de Tabelas

- Tabela I : Resinas utilizadas métodos de polimerização, e fabricantes----- **27**
- Tabela II: Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento mecânico----- **39**
- Tabela III : Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento químico ----- **40**
- Tabela IV: Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados ----- **41**
- Tabela V: Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ), da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados ----- **42**
- Tabela VI: Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados, para o polimento mecânico----- **43**
- Tabela VII : Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados, para o polimento químico ----- **44**
- Tabela VIII: Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados----- **45**
- Tabela IX : Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ), da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados----- **46**
- Tabela X : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas, nos períodos avaliados para o polimento mecânico----- **47**
- Tabela XI : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas, nos períodos avaliados para o polimento químico----- **48**
- Tabela XII : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados ----- **49**
- Tabela XIII : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados----- **50**

## 1.2. Lista de Figuras

Figura 1- Matrizes utilizadas na confecção dos corpos de prova: A) matriz para a dosagem de monômero; B) matriz para o teste de dureza; C) matriz para o teste de resistência transversa -----	28
Figura 2 - Polimento mecânico em torno de bancada de uma amostra para o ensaio de resistência transversa -----	30
Figura 3 - Polimento químico de uma amostra para o teste de liberação de monômero -----	31
Figura 4 - Amostras para o teste de liberação de monômero polidas quimicamente (a) e mecanicamente (b) -----	32
Figura 5 - Amostras para o teste de dureza polidas quimicamente (a) e mecanicamente (b) -----	32
Figura 6 - Gráfico representativo do espectro de absorção do monômero -----	33
Figura 7 - Curva de calibração (concentração de monômero $\mu\text{g/ml.}$ ) -----	34
Figura 8 - Representação esquemática da localização das marcações -----	35
Figura 9 - Ensaio de resistência transversa -----	36
Figura 10 - Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g/cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento mecânico -----	39
Figura 11- Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g/cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento químico -----	40
Figura 12 Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g/cm}^2$ ) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados -----	41
Figura 13 Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g/cm}^2$ ) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados -----	42
Figura 14 - Médias da dureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) das resinas estudadas, polidas mecanicamente nos períodos avaliados -----	43

Figura 15- Médias da dureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) das resinas estudadas polidas quimicamente, nos períodos avaliados ----- **44**

Figura 16- Médias da dureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados ----- **45**

Figura 17- Médias da dureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico e químico, nos períodos avaliados ----- **46**

Figura 18 - Médias da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas polidas mecanicamente nos períodos avaliados ----- **47**

Figura 19 - Médias da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas polidas quimicamente, nos períodos avaliados ----- **48**

Figura 20 - Médias da resistência transversa (MPa) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados ----- **49**

Figura 21 - Médias da resistência transversa (MPa) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados ----- **50**

Figura 22 - a) Resina autopolimerizável sem acabamento e polimento ( R1);  
b) Resina autopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R4);  
c) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R2);  
d) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R3) ----- **51**

Figura 23 - a) Resina autopolimerizável sem acabamento e polimento ( R1);  
b) Resina autopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R4);  
c) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R2);  
d) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R3) ----- **52**

Figura 24 - a) Resina termopolimerizável sem acabamento e polimento ( R5);  
b) Resina termopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R8);  
c) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R6);  
d) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R7) ----- **53**

Figura 25 - a) Resina termopolimerizável sem acabamento e polimento ( R5);  
b) Resina termopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R8);  
c) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R6);  
d) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R7) ----- **54**

**Resumo**

## 2. Resumo

Este estudo avaliou o efeito do polimento químico sobre a liberação de monômero residual, dureza superficial, resistência transversa e a textura de superfície de resinas auto e termopolimerizáveis, comparando-o com o polimento mecânico. As amostras foram confeccionadas em resinas termopolimerizável Clássico e autopolimerizável JET-Clássico e divididas em 4 grupos: G1- resina autopolimerizável com polimento mecânico; G2 - resina autopolimerizável com polimento químico; G3 - resina termopolimerizável com polimento mecânico; G4- resina termopolimerizável com polimento químico. Após os polimentos recebidos as amostras foram imersas em água destilada à temperatura de 37°C e as avaliações executadas nos períodos de 1, 2, 8 e 32 dias. A liberação do monômero foi realizada em espectrofotômetro BEKMAN DU 65; a dureza Knoop foi medida com microdurômetro SHIMADZU HVM 2000; a resistência transversa por três pontos em uma máquina de ensaio universal EMIC DL 500, seguindo a especificação nº 12 da ADA. Os resultados foram submetidos a ANOVA ( $p=5\%$ ) sendo as médias do monômero residual e dureza Knoop comparadas com o teste de comparação de médias não paramétrico e as de resistência transversa com o teste t ao nível de significância de 5%. Concluiu-se que: - o polimento químico aumentou a quantidade de monômero residual e reduziu os valores de dureza superficial das duas resinas de maneira significativa em todos os períodos estudados; O polimento químico não interferiu na resistência transversa da resina auto e termopolimerizável. Na avaliação feita com MEV verificou-se que o polimento químico altera a camada superficial das duas resinas promovendo um aspecto ondulado semelhante.

Palavras - Chave: Resinas acrílicas dentárias, Materiais dentários, Polimento, Materiais - resistência, Monômero residual.

## **Abstract**

### 3. Abstract

Although chemical polishing of dental acrylic resins have become a very used alternative, very little is known about the effect on the properties of acrylic resin. This study evaluated the effect of this polishing on the residual monomer release in the water, microhardness, transverse resistance and surface texture of heat and a cold curing resins, comparing the results obtained with mechanical polishing. The specimens were made and divided into 4 groups: G1- Self-curing resins with mechanical polishing; G2- Self-curing resins with chemical polishing; G3- Heat-curing resins with mechanical polishing; G4- Heat-curing resins with chemical polishing. After having undergone to polishing the specimens were immerse on destiled water 37°C and the evaluations were made in 1, 2, 8 and 32 days. Monomers released in the water was evaluated with espectrophotometrically; the Knoop micro-hardness was measured with Shimadzu a micro-hardness tester ; the transverse resistance was measured by three points in a EMIC DL a universal machine, following ADA specification nº 12 . According to statistical analysis, it was concluded that : - chemical polishing have significantly increased the amount of residual monomers of both resins in all periods of time studied and have reduced the superficial hardness of them all periods; chemical polishing had not interfered on transverse resistance of self-curing and of heat-curing resin. Through evaluation whit SEM it was checked that chemical polishing altered the superficial layer of both resins, promoting a wavy form.

Key words: Dental acrylic resins, Dental materials, Materials – resistance, polishing, Residual monomer.

## **Introdução**

## 4. Introdução

Desde 1940 a resina acrílica (polimetil-metacrilato) é o material mais utilizado na confecção de bases de próteses parciais removíveis e totais. Isto ocorreu pelas características de cor e translucidez, as quais permitem a imitação da aparência natural da gengiva, sendo esta a principal vantagem sobre o material antecessor, a borracha vulcanizada que, apesar da opacidade, apresentava propriedades físicas e mecânicas satisfatórias (SPENCER & GARIAEFF<sup>30</sup>, 1949).

Posteriormente, na tentativa de simplificar a técnica de processamento e melhorar as propriedades físicas, surgiu a resina acrílica autopolimerizável, que tem sido amplamente utilizada na confecção de próteses provisórias, em reembasamentos, reparos e na confecção de aparelhos ortodônticos (STAFFORD & BROOKS<sup>31</sup>, 1985).

Entretanto, se faz necessário que estes aparelhos e próteses confeccionados em resina acrílica possuam superfícies lisas para que se promova conforto para o paciente e facilidade de limpeza das mesmas (BUDTZ-JØRGENSEN<sup>9</sup>, 1979). Desta forma, o acabamento e polimento das superfícies das resinas acrílicas são passos importantes para o sucesso clínico das próteses e aparelhos (ULUSOY et al.<sup>33</sup>, 1986). Com este objetivo, pesquisas foram desenvolvidas e em 1969, GOTUSSO<sup>16</sup> publicou a descrição de um método de polimento das resinas acrílicas denominado polimento químico superficial, o qual era realizado pela imersão de próteses totais em monômero aquecido à temperatura de ebulição durante 1 minuto. Segundo o autor, este método apresentava as vantagens de obter o polimento das superfícies internas das próteses impedindo, assim que estas causassem danos à mucosa do paciente e, facilitando o polimento das superfícies externas caracterizadas das próteses.

Entretanto, em 1972, ARAUJO et al.<sup>4</sup> verificaram que embora o polimento químico da resina acrílica não causasse alterações dimensionais, diminuía significativamente a dureza (Rockwell) e aumentava a deflexão transversa, quando comparado ao polimento mecânico.

Também foi verificado por STOLF et al.<sup>32</sup> (1985) e MESQUITA et al.<sup>23</sup> (1996) que este tipo de polimento químico aumentava a resistência ao impacto das resinas acrílicas auto e termopolimerizáveis, quando comparado ao polimento mecânico, mas que o tempo de armazenagem influenciou negativamente a resistência ao impacto.

Estas alterações das propriedades das resinas acrílicas supracitadas, podem ser atribuídas ao aumento na quantidade de monômero residual ocorrido por parte das mesmas devido a sua imersão em monômero, pois segundo JAGGER<sup>18</sup>, 1978 e JEROLIMOV et al.<sup>19</sup>, 1985 a presença de monômero residual nas resinas acrílicas pode causar alterações nas propriedades mecânicas e físicas das mesmas como dureza superficial, resistência transversa e etc.

Com a popularização dos aparelhos ortodônticos removíveis este método de polimento voltou a despertar interesse pela facilidade e redução do tempo com que era realizado. Isto fez com que a demanda pelos procedimentos de polimento químico fosse aumentada proporcionando o lançamento no mercado Brasileiro da polidora química modelo PQ-9000 (Termotron) que, segundo o fabricante, realiza o polimento químico, porém utilizando um líquido próprio, à temperatura de 75°C, durante 10 segundos de imersão, difundindo a utilização deste método por parte dos técnicos de laboratórios.

Tendo em vista a popularização do método de polimento químico e verificando que há uma carência de trabalhos investigando essa inovação no método descrito por GOTUSSO<sup>16</sup> (1969), foi objeto desta pesquisa avaliar o efeito deste polimento sobre a quantidade de monômero residual liberado em água e algumas propriedades das resinas acrílicas em diferentes períodos de armazenagem em água, comparando os resultados obtidos com os do polimento mecânico.

## **Revisão Bibliográfica**

## 5. Revisão Bibliográfica

SPENCER & GARIAEFF<sup>30</sup> em 1949, compararam as características da resina acrílica com às da borracha vulcanizada (vulcanite) para a confecção de bases de próteses e verificaram que o plástico apresentava vantagens sobre a borracha vulcanizada, tais como: a) fácil manipulação e reparo, b) melhor condutibilidade térmica, c) resistência ao crescimento bacteriano, d) translucidez e estabilidade de cor, e) menor permeabilidade aos fluidos bucais e, f) menor contração durante o processamento. Porém os tecidos orais apresentam maior tolerância à vulcanite. Segundo os autores os plásticos quando bem processados apresentam vantagens definitivas sobre a vulcanite.

McCRACKEN,<sup>25</sup> em 1952 comparou a dureza superficial, escoamento, resistência transversa e a adaptação de 4 resinas autopolimerizáveis com uma resina termopolimerizável. A dureza superficial foi verificada nos períodos de 1 hora, 1, 2, 3, 7, 15 e 30 dias e, embora as 4 resinas autopolimerizadas diferissem entre si, todos os resultados mostraram que a dureza aumentou até o período de 15 dias e após este período os valores de dureza mantiveram-se constantes e próximos aos apresentados pela termopolimerizável. Os valores de escoamento encontrados para as resinas autopolimerizáveis variaram consideravelmente, entretanto foi verificado que estes reduziram até o 15º dia, estabilizando-se posteriormente. Para o autor, as resinas autopolimerizadas apresentavam-se menos polimerizadas inicialmente quando comparadas às termopolimerizadas. Para melhorar a polimerização dessas resinas, os autores colocaram-nas em água fervente durante 15 minutos após o ciclo de polimerização de 2 horas e ½ sobre a bancada. Com este procedimento, as propriedades físicas melhoraram indicando maior grau de polimerização. Quanto a alteração dimensional na região posterior de próteses totais, os autores verificaram que a resina autopolimerizável apresentou menor variação.

No ano de 1956, SMITH & BAINS<sup>29</sup> detiveram-se principalmente em desenvolver um método para a estimação e detecção de monômero residual. Com este intuito utilizaram métodos qualitativo e quantitativo. No método qualitativo, a detecção do monômero foi verificada pela reação química na qual a solução aquosa de permanganato de potássio a 0,001 N reagiu com a solução de monômero e ocorreram mudanças na coloração, que variavam do vermelho até o amarelo de acordo com a concentração do monômero. As alterações na coloração obtidas para os pós de polímeros comerciais indicavam a presença de monômero residual nos mesmos. Além disso, foi observada semelhante alteração de cor

quando uma mistura de polímero/monômero foi pulverizada por um curto espaço de tempo. No entanto quando utilizado ciclo longo de cura nenhuma alteração era verificada. Esta observação permitiu provar que este teste era específico para metil metacrilato residual. Entretanto, este método é qualitativo sendo necessária a utilização de métodos quantitativos. Dentre os métodos quantitativos existentes na literatura, o de menor erro foi o de brometo de potássio a 50% em ácido acético. À partir deste, os autores desenvolveram um método químico o qual permitiu calcular o conteúdo de monômero residual. Este método foi usado para determinar o monômero residual remanescente de vários ciclos de cura, sendo encontrado que mesmo após 6 horas com água em ebulição, uma base de prótese normal apresentava 0,2% de monômero residual. Similarmente, após 20 horas a 72°C uma 2ª amostra apresentava aproximadamente 1% de monômero residual. Corpos de prova que foram processados sob estas mesmas condições deram resultados negativos, quando submetidos a reação com permanganato de potássio, apontando que o monômero residual não pode ser extraído ou não está acessível em polímeros bem polimerizados, enquanto corpo de prova submetidos a ciclos de cura incompletos o monômero foi rapidamente lixiviado pela água. Os autores também utilizaram a espectrofotometria na faixa do infra vermelho para determinar a presença de monômero residual e verificaram que os resultados assim obtidos podiam ser comparados com os obtidos anteriormente pelo método químico.

No ano de 1969, GOTUSSO<sup>16</sup> descreveu o tratamento químico superficial para as próteses totais, em substituição ao polimento mecânico convencional. Este tratamento superficial foi denominado polimento químico e consistia em mergulhar a peça protética no monômero em ebulição (100,8°C) sob agitação durante 1 minuto. Segundo o autor no momento em que a peça era colocada na solução a temperatura do monômero baixava à aproximadamente 70°C. Assim era importante manter a agitação para que se obtivesse a homogeneização da temperatura da solução. Passado este minuto, a peça era removida e secada com secador de cabelo primeiramente com ar quente durante cinco minutos, ar frio durante mais dez minutos e posteriormente a peça era deixada em água corrente para que o excesso de monômero residual fosse lixiviado. Para o autor essa técnica de polimento era importante porque permitia o polimento interno das próteses fazendo com que estas fossem menos lesivas aos tecidos e possibilitava o polimento das superfícies externas, principalmente quando estas eram caracterizadas.

Neste mesmo ano, GOTUSSO et al.<sup>17</sup> estudaram a sorção d'água da resina termopolimerizável quando submetida ao polimento químico. Este foi feito pela imersão das amostras em monômero aquecido a 100°C por um minuto e posteriormente secadas por 10 minutos em ar frio. As amostras foram confeccionadas conforme a especificação nº 3 da F.D.I.. Quando o peso se tornou constante, as amostras sem o polimento químico atingiram valores mais altos que os da especificação e as amostras polidas quimicamente apresentaram valores menores que os aceitos pela especificação. Desta forma, foi concluído que o polimento químico reduz a sorção d'água da resina acrílica.

Em 1972, ARAUJO et al.<sup>4</sup> investigaram a influência do polimento químico sobre a deflexão transversa, a dureza e a alteração dimensional da resina acrílica termopolimerizável convencional e da mistura do pó dessa resina com o líquido (cross-líquido) da Denkôr para a obtenção de ligações cruzadas, submetidas tanto ao polimento mecânico como ao polimento químico. Para os ensaios de deflexão transversa foram preparados 20 corpos de prova de cada resina, dos quais 10 foram submetidos ao polimento químico. Os ensaios seguiram a especificação nº 12 da A.D.A. Para o ensaio de dureza Rockwell foram confeccionadas 40 corpos de prova de cada resina, sendo que 20 foram submetidos ao polimento químico, e 20, ao polimento mecânico. Dez amostras em cada condição foram avaliadas após 6 h enquanto outros 10, após 24h. A alteração dimensional foi verificada em bases de próteses tendo em sua borda 3 pontos de referência, dois na região de molares e o terceiro na região anterior, na linha média. Foram consideradas 3 medidas entre estes pontos, que eram realizadas antes e 24h após o polimento químico. Os autores concluíram que: a deflexão transversa foi maior para os corpos de prova polidos quimicamente, contendo agentes de ligações cruzadas ou não; os corpos de prova submetidos ao polimento mecânico obtiveram dureza maiores que àqueles submetidos ao polimento químico; o tempo decorrido após o polimento químico influenciou os resultados de dureza; e não foram detectadas alterações dimensionais apreciáveis no presente estudo.

No ano de 1973, NAGEM-FILHO et al.<sup>26</sup> interessaram-se pela técnica de polimento químico avaliando a toxicidade dessa técnica. Os autores implantaram amostras de resina acrílica termopolimerizável polidas pelo método convencional e pelo método químico em tecido subcutâneo das regiões dorsal e pélvica de cobaias. Após os períodos de 2, 16, e 32 dias os animais foram sacrificados e os tecidos circunvizinhos aos implantes foram avaliados com auxílio de microscópio. A análise dos tecidos mostrou maior reação tecidual, nos primeiros dois dias, aos implantes polidos quimicamente. Esta alteração foi atribuída a um provável

aumento na quantidade do monômero residual. Entretanto, ao final dos 32 dias todos os implantes de resina acrílica apresentaram características semelhantes, permitindo afirmar que a resina ativada termicamente é bem tolerada pelo tecido conjuntivo do rato independente do tipo de polimento utilizado.

Sabendo que o monômero residual influi nas propriedades físicas e mecânicas das resinas acrílicas BOMBONATTI et al.<sup>7</sup>, em 1975, determinaram a quantidade deste existente em dois tipos de resinas, uma ativada quimicamente e a outra ativada termicamente, quando submetidas ao polimento mecânico convencional e ao polimento químico. O polimento químico foi executado logo após a abertura da mufla e consistiu na imersão das amostras no monômero em ebulição durante 1 minuto, remoção da mesma e em seguida secada com ar quente por 5 minutos e submetida a jatos de ar frio por mais 5 minutos. O polimento mecânico foi executado com o cuidado de não haver superaquecimento das resinas. A quantidade de monômero residual foi feita utilizando o método químico preconizado por SMITH & BAINS<sup>29</sup> (1956), que consiste na halogenação pelo bromo e titulação do iodo liberado com uma solução de 0,01N de tiosulfato de sódio. Os autores verificaram que o polimento químico afeta de maneira significativa as resinas, tendo constatado um aumento do monômero residual na resina ativada termicamente e uma redução do mesmo na de ativação química.

Ainda em 1975, VON FRAUNHOFER & SUSHATLAMPONG<sup>34</sup> estudaram o efeito do embebimento d'água sobre a dureza superficial das resinas acrílicas e a característica da superfície desse material. A resina termopolimerizável (QC 20) e a autopolimerizável (Quick Set resina para reparo) foram utilizadas neste estudo. A primeira foi processada em água a 74°C durante 1 hora e 30 minutos e a temperatura elevada para ebulição durante mais trinta minutos. A autopolimerizável foi polimerizada à temperatura ambiente. A característica da superfície das amostras foi observada com espectrofotometria infravermelha (Perkin-Elmer 157) pela reflexão da radiação cujo poder de penetração é de 5-10 µm na superfície da resina, caracterizando dessa forma a natureza superficial dos polímeros. A superfície das amostras foi avaliada com e sem desgaste. Foram realizadas varias séries de leitura de microdureza. Inicialmente a dureza superficial de ambas as resinas foi avaliada após a polimerização e depois da armazenagem em água por 12 dias. Posteriormente, outro grupo de amostras das duas resinas foram abrasionadas com disco de carbeto de silício com granulação decrescente com velocidade constante de 300 revoluções por minuto e avaliadas após o término do polimento e posteriormente à imersão em água durante 12 dias. As leituras de dureza foram realizadas em um aparelho Reichert, adaptado a um

microscópio metalúrgico Reichert NeF 2, sob carga de 20g. Os resultados observados pela espectroscopia infravermelha demonstraram que a superfície sem desgaste de ambos os tipos de resina diferiram estatisticamente das abrasionadas. Leituras da dureza demonstraram que ambas as resinas, antes da abrasão eram mais macias que após este procedimento e que a armazenagem em água provocou amolecimento da superfície da resina ativada termicamente. Em todos os grupos a resina termopolimerizável foi significativamente mais dura que a resina autopolimerizável, sendo esta diferença mantida após a armazenagem em água. A diminuição da dureza provocada após a armazenagem em água sugere que esta penetra na camada superficial da resina exercendo um efeito plasticizante.

No ano seguinte (1976) McCABE e BASKER<sup>24</sup> utilizaram a cromatografia gás-líquida para investigar os efeitos das condições de cura sobre o conteúdo de monômero residual de resinas acrílicas dentais. Foram preparados corpos de prova com as dimensões de 50 mm x 50 mm x 3 mm de 2 tipos de resinas: Stellan (termopolimerizável) e Dey Trey (autopolimerizável). A 1ª foi submetida a 4 diferentes ciclos de cura: a) 7 horas a 70° C seguido por 3 horas a 100°C calor úmido; b) o mesmo período em calor seco; c) 20 minutos em água fervente seguido de 20 minutos em água aquecida e mais 20 minutos em água em ebulição; d) 20 minutos em água fervendo. 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 conteúdo de monômero residual apresentando-se 4 vezes maior que o 1º ciclo citado para a resina termopolimerizável. Além desta pesquisa laboratorial, o autor 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 a queixa de sensação de ardência na boca (palato, lábios, bochecha e margem da língua) que iniciou após a colocação da nova prótese total de resina acrílica. Quando se removia a prótese a ardência cessava em aproximadamente 1 hora e se a prótese fosse reposicionada os sintomas reapareciam em ½ hora. Fragmentos foram retirados da prótese e analisados com cromatografia gás-líquida que revelou uma concentração de monômero de 0,233% isto é, 6 vezes maior que o valor encontrado anteriormente nos corpos de prova submetidos ao 1º ciclo de cura. Para o tratamento dessa paciente foram confeccionadas 2 próteses totais com a mesma mistura de resina e processadas de acordo com o 1º ciclo de cura já mencionado. Uma prótese foi dada a paciente enquanto a outra foi analisada quanto a presença de monômero residual e

encontrado o resultado de 0,053% sendo inferior a anterior. A paciente mesmo após 2 semanas de uso da prótese não apresentou nenhum sintoma.

Em 1978, JAGGER<sup>18</sup> investigou o efeito do ciclo de cura sobre a polimerização da resina acrílica e suas propriedades mecânicas. Amostras de resina termopolimerizável convencional foram preparadas misturando pó e líquido na proporção de 3,5 para 1 em volume e foram submetidas a quatro diferentes ciclos: 1) 7h a 70<sup>o</sup> C; 2) 14h a 70<sup>o</sup> C; 3) 1h a 100<sup>o</sup> C 4) 7h a 70<sup>o</sup> C + 1h a 100<sup>o</sup>C. Para estudar a estrutura do polímero a amostra foi imersa em ácido nítrico a 81% por 5 segundos e então lavado em água e seca com ar comprimido, só então examinado e fotografado através da lente Zeiss Ultraphot. A viscosidade da solução foi verificada pela dissolução de 5g de polímero em 100 ml de clorofórmio em banho de água a temperatura controlada de 20 ± 0,5<sup>o</sup> C. A quantidade de monômero residual foi verificada pela cromatografia gasosa O teste de dureza foi realizado em microdurômetro WALLACE e o de resistência transversa em máquina de ensaios universal INSTRON com velocidade de 5 cm/min . A sorção de água foi verificada pela variação de peso do corpo de prova, sendo pesado seco e após ter sido imerso em água destilada 37<sup>o</sup> C a cada 15 min na 1<sup>a</sup> hora, a cada hora nas primeiras 4 horas e posteriormente a cada 24 horas até ocorrer equilíbrio. O autor concluiu que: - não há correlação entre o ciclo de cura e a estrutura do polímero; - o ciclo de 7h a 70<sup>o</sup>C mais 1h a 100<sup>o</sup>C produziu maior dureza e resistência transversa; - há uma correlação entre a presença de monômero residual e a dureza, resistência transversa e sorção de água, sugerindo que a concentração de monômero residual é o parâmetro mais importante na determinação das propriedades por ele estudadas.

Em 1979, FARAJ & ELLIS<sup>15</sup> desenvolveram uma pesquisa para avaliar as alterações de temperatura durante o processamento de resinas acrílicas dentais termo e autopolimerizáveis, comparando-as quanto a presença de poros, alteração dimensional, sorção d'água e módulo de elasticidade. Matrizes com 50 mm de diâmetro e 8 mm de espessura foram incluídas em gesso, de maneira a produzir o molde para a amostra. Durante a inclusão, foram colocadas hastes no gesso as quais formaram canais para a acomodação de pares termoeletrônicos em três posições, no gesso e no interior da resina. Estes detectaram as temperaturas atingidas durante o processamento das resinas acrílicas auto e termopolimerizáveis. A resina termopolimerizável foi curada às temperaturas de 70<sup>o</sup> C e 100<sup>o</sup> C. A densidade das amostras foi determinada pelo peso em ar e em água à 21 ± 1<sup>o</sup> C imediatamente após a abertura da mufla. As alterações

dimensionais que ocorrem durante o processamento foram medidas através de dimensões de círculos marcados no gesso. O módulo de elasticidade foi verificado em corpos de prova de 6,0 cm x 1,0 cm x 1,7 mm, com aplicação de carga de 100 g/min. Os autores verificaram que a resina autopolimerizável apresenta uma polimerização satisfatória sem que a temperatura exotérmica seja elevada, mas que o processo continua por um período longo. Não foi encontrada porosidade interna na resina polimerizada a 70° C, porém quando processada a 100° C foi observada porosidade. Houve contração dimensional de 0,53 e 0,26% e a densidade de 1,19 e 1,18 para as resinas termo e autopolimerizáveis respectivamente.

Também em 1979, BUDTZ-JØRGENSEN<sup>9</sup> fez uma revisão dos materiais e métodos utilizados para a limpeza das próteses e manutenção das mesmas livres de placa, pois a correta e cuidadosa higiene das próteses é uma conduta importante para manter a saúde da mucosa oral dos usuários. O autor verificou que a limpeza das próteses sempre deixa a desejar devido a limpeza mecânica imprópria ou pela ineficiência da maioria dos produtos comerciais de limpeza química. Segundo o mesmo, para facilitar a higiene das próteses por parte dos pacientes, os procedimentos clínicos e laboratoriais deveriam ser direcionados para promover superfícies lisas sem microcavidades, as quais podem facilitar a colonização de microorganismos. Assim tanto os dentistas quanto os pacientes deveriam se conscientizar que a presença de placa bacteriana é prejudicial a saúde da mucosa oral do paciente, sendo uma obrigação do profissional motivar e instruir o paciente a respeito de métodos de controle da placa e responsabilidade do paciente em manter a higiene da prótese diariamente de uma maneira rotineira.

No ano de 1980, ELLIS & FARAJ<sup>14</sup> estudaram a estrutura microscópica de resinas com a microscopia eletrônica de varredura (MEV) e óptica e a determinação sol:gel, a qual fornece a magnitude de ligação química entre as pérolas do polímero e a matriz polimérica. Foram executadas análises com a microscopia óptica durante as fases iniciais da mistura pó/líquido com o objetivo de avaliar as modificações que o monômero efetua sobre as pérolas de polímero. Os resultados dessa avaliação mostraram um aumento de algumas pérolas e uma dissolução de outras de menor tamanho, sendo que, as maiores permaneceram visíveis na massa polimérica após o término da reação de polimerização. Os resultados da MEV permitiram visualizar as pérolas de polímero na superfície da resina acrílica polimerizada. A proporção sol:gel permitiu a verificação das ligações químicas cruzadas entre as pérolas do polímero e a matriz. Esta proporção deverá ser a mesma entre o peso das pérolas do polímero e do líquido

do monômero utilizados na mistura da resina. Se sol:gel for menor, verifica-se que houve uma ligação química entre as pérolas do polímero e a matriz formada pela polimerização do monômero. A resina Simplon, que não possui agentes de ligação cruzada na sua composição, dissolveu-se por completo tanto em clorofórmio quanto em acetona. Já a resina Stellan apresentou uma proporção de "sol" bem menor comparada àquela do peso das pérolas de polímero utilizadas no preparo da resina. A resina trevalon HI, de alto impacto e que contem na sua composição copolímero de butadieno-estireno, sofreu dissolução em clorofórmio porém não em acetona, provavelmente pelo menor efeito dissolvente da acetona sobre o butadieno estireno.

Neste mesmo ano (1980), AUSTIN & BASKER<sup>5</sup> descreveram um método para a estimativa do monômero residual e a verificação de sua precisão com a finalidade de investigar o efeito dos procedimentos de manipulação sobre o conteúdo de monômero da resina acrílica. Também descreveram casos clínicos nos quais foi atribuída à alta concentração de monômero residual a causa de danos a mucosa oral. Nesse trabalho foram utilizados corpos de prova de resina termopolimerizável e uma resina de polimetil metacrilato (PERSPEX). A resina termopolimerizável foi submetida a 2 ciclos de polimerização: um longo e outro curto; os corpos de prova também variaram de espessura, apresentando 2 a 4 mm e a armazenagem foi feita a seco e na água. A extração do monômero foi realizada em 1 hora e a análise em cromatografia gás-liquida. Os autores provaram que o método proposto é preciso, reproduzível e que requer pouca quantidade de material para ser executado; verificaram que há uma relação entre o conteúdo de monômero residual, temperatura atingida e tempo de cura e, que em ciclos longos o nível de monômero residual detectado é de 0,29% e que em ciclos curtos o nível de monômero aumenta mais de 700%. Também foi observado que amostras mais finas tendiam a apresentar uma maior concentração de monômero residual que as amostras mais espessas quando submetidas ao mesmo ciclo de polimerização e atribuíram isto ao fato de a polimerização ser uma reação química exotérmica e que atinge mais altas temperaturas nas regiões mais espessas, convertendo maior quantidade de monômero em polímero. Observaram que não havia diferença significativa quanto aos conteúdos de monômero entre as amostras que foram armazenados em água e aquela que foram mantidas em lugar seco. No caso clínico reportado nessa pesquisa a irritação da mucosa foi atribuída a presença de monômero residual na base da prótese total, o qual encontrava-se 6 a 11 vezes maior que o conteúdo normal de uma resina termicamente polimerizada quando submetida ao ciclo longo.

Ainda neste ano, (1980) RUYTER & SVENDSEN <sup>28</sup> preocuparam-se em avaliar a resistência transversa de 3 tipos de resinas acrílicas uma termopolimerizada, e duas autopolimerizadas em forma de massa e injetável. Verificaram a influência da temperatura ambiente, da temperatura de transição vítrea, da presença de ligação cruzada e do peso molecular do pó do polímero sobre esta propriedade mecânica das resinas processadas. Todos os espécimes mediam  $65 \times 10 \times 2,5 \pm 0,03$  mm e foram mantidos em água destilada durante  $48 \pm 2$  horas previamente aos ensaios de resistência transversa. Estes foram feitos em ar e em água às temperaturas de 23°C, 37°C e 50°C. Os resultados demonstrados sugeriram que a resistência transversa é menor quando as amostras estão imersas em água, quando comparadas com as amostras ensaiadas em ar e que a resistência é termodependente, isto é o material apresentava-se mais dúctil a medida que a temperatura em que o ensaio era executado aumentava. Quanto ao peso molecular do pó, os autores verificaram que este pouco influenciava as propriedades mecânicas da resina processada. Foi observado também que para as resinas autopolimerizadas, a presença de ligações cruzadas aumentava de maneira significativa a resistência transversa e que as resinas termopolimerizáveis apresentavam maior resistência transversa que as resinas autopolimerizáveis .

Em 1982, LAMB et al. <sup>21</sup> avaliaram a quantidade de monômero residual de resinas autopolimerizáveis que difundia para a água e, se havia alguma quantidade monômero que não era lixiviado. Foram preparados corpos de prova com a proporção pó/líquido indicada pelo fabricante, e processados em polimerizadora sob pressão. Os tempos de cura 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 e espectrômetro de ressonância elétron spin. 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) cortes muito finos com 24 µm de espessura e 1 mm de largura. Os discos foram imersos em 50 ml de água destilada e armazenados a 37° C; após o tempo determinado 5 ml da água era retirada para análise do monômero dissolvido, e a água de imersão renovada. Um único corte foi imerso em 4 ml de água destilada dentro de uma cubeta fechada e inserido no espectrômetro e registros automáticos do espectro de absorção foram feitos até que não fosse mais detectado aumento de monômero na água. Dos discos foram feitos cortes e estes imersos em 100 ml de água destilada em frascos fechados e mantidos a 37° C por 7 dias. O monômero foi 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  $\mu\text{m}$  do que corpos de prova com espessura semelhante as próteses. Para as amostras finas, a completa difusão do monômero ocorreu em 14 dias a 22° C e 7 dias a 37° C. A quantidade de monômero liberada depende da temperatura de polimerização atingida pela resina. Os resultados da análise de ressonância elétron spin indicaram um espectro característico para radicais ativos na polimerização de metil metacrilato o que sugere que imediatamente após a cura a concentração de monômero residual é reduzida por dois mecanismos, difusão do monômero e polimerização adicional.

No ano seguinte, LAMB et al.<sup>20</sup> avaliaram se: a alteração na proporção polímero/monômero, as variações na temperatura de cura e armazenagem e a exposição ao oxigênio (ar) afetaria a quantidade de monômero residual da resina autopolimerizável SIMPLEX durante um período de 40 dias após a cura inicial. Os métodos de análise foram: espectro de ressonância eletrônica, e espectrofotometria com a absorção na faixa do infravermelho. Os resultados desta pesquisa permitiram as seguintes conclusões: os radicais livres presentes na resina autopolimerizável após a cura inicial são os principais responsáveis pela redução da concentração de monômero residual com o tempo; após uma cura inicial em 22°C, a concentração de monômero residual inicial é maior que após a cura inicial com 55°C. O nível de monômero residual em uma resina autopolimerizada pode ser reduzida pelo: aumento da proporção pó/líquido; cura inicial a baixa temperatura seguida de uma "pós cura" a alta temperatura e a exclusão do ar.

Em 1985, JEROLIMOV et al.<sup>19</sup> verificaram se a alteração da proporção polímero/monômero das resinas acrílicas dentais termopolimerizáveis resultaria em alterações dos níveis de monômero residual do produto já pronto e, se haveria relação entre a quantidade de monômero residual e as propriedades de resistência à flexão. Foram feitos 40 corpos de prova divididos em 10 grupos, submetidos a diferentes ciclos de cura alterando-se as proporções pó/líquido. Os ciclos utilizados foram 14 horas a 70° C e 7 horas a 70° C mais 3 horas a 100° C. As proporções pó/ líquido foram: 1,5/1; 2/1; 2,5/1; 3,5/1; 4,5/1. O monômero residual foi extraído pelo refluxo em metanol e analisado em cromatografia gasosa. Segundo os autores: a propriedade de resistência à flexão das resinas termopolimerizáveis melhorava com a redução do monômero residual; o tipo de ciclo de polimerização tem maior influência que a razão polímero/monômero na redução dos níveis de monômero residual; o ciclo que utilizou o tempo adicional de 3 horas à 100° C produziu os menores níveis de monômero residual; para o

ciclo que não utilizou o tempo final com água fervendo a medida que a proporção pó/líquido aumentou houve uma diminuição significativa dos níveis de monômero e uma leve melhora da propriedade de resistência à flexão.

Neste mesmo ano (1985), STAFFORD & BROOKS,<sup>31</sup> investigaram o nível de monômero residual de 6 diferentes marcas de resinas utilizadas para aparelhos ortodônticos em função do tempo. Foi utilizada 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: o mais alto nível de monômero residual existe em resinas autopolimerizáveis, que em resinas termopolimerizadas; a quantidade de monômero residual diminui com o tempo, devido a polimerização continuada e a difusão do monômero para a água; se os aparelhos ortodônticos fossem mantidos em água antes de serem colocados na boca do paciente uma grande parte do monômero da superfície teria sido liberada e o monômero remanescente influenciaria somente nas propriedades mecânicas das resinas.

Ainda em 1985, STOLF et al.<sup>32</sup> verificaram a influência do polimento químico e mecânico sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas, após diferentes períodos de armazenagem. Foram utilizadas as resinas acrílicas termo e quimicamente ativadas, fabricadas pela Artigos Odontológicos Clássico. Após o polimento os corpos de prova foram mantidos em água destilada a 37 °C e após 1, 7, 15, e 30 dias a resistência ao impacto foi determinada. Os resultados mostraram que o polimento químico aumenta a resistência ao impacto das resinas acrílicas, quando comparada com o obtido pelo método mecânico; e o tempo de armazenagem influenciou negativamente sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas polidas pelos dois métodos.

Em 1986, ULUSOY et al.<sup>33</sup> avaliaram e compararam diferentes técnicas de polimento mecânico sobre a superfícies de resinas termo e autopolimerizáveis. Dez corpos de prova foram preparados para cada grupo e submetidos aos diferentes tipos de polimento mecânico: G1- sem tratamento; G2- pedra abrasiva + cone de feltro com pedra pomes + escova macia com pó de giz; G3- pedra abrasiva + seqüência de discos abrasivos (grosso, médio, fino) + escova macia com pó de giz; G4- pedra abrasiva + seqüência de discos abrasivos (grosso, médio, fino) + cone de feltro com pedra pomes; G5- seqüência de discos abrasivos (grosso, médio, fino) + cone de feltro com pedra pomes + escova macia com pó de giz; G6- pedra abrasiva + disco abrasivo grosso + cone de feltro com pedra pomes + escova macia com pó de giz; G7- pedra abrasiva + disco abrasivo médio + cone

de feltro com pedra pomes + escova macia com pó de giz; G8- pedra abrasiva + disco abrasivo fino + cone de feltro com pedra pomes + escova macia com pó de giz; G9- pedra abrasiva + seqüência de discos abrasivos (grosso, médio, fino) + cone de feltro com pedra pomes + escova macia com pó de giz. A rugosidade superficial das amostras foi avaliada com o auxílio de um rugosímetro (modelo C3 A). Os autores concluíram que o melhor acabamento das superfícies obtido, foi o do Grupo 9 e que quando um passo do polimento é negligenciado, seqüelas indesejáveis são produzidas na superfície das resinas acrílicas.

No ano de 1988, BAKER, et al.<sup>6</sup> desenvolveram um método através da cromatografia gás-líquida para detectar monômero residual na saliva, sangue e urina. Também foi analisada a presença de monômero livre na saliva de voluntários saudáveis portadores de aparelhos palatinos de resina acrílica autopolimerizável e termopolimerizáveis. O monômero liberado na saliva foi detectado uma semana após a inserção dos aparelhos autopolimerizáveis, com um máximo de concentração de 45 µg/ml de saliva. Não foi detectado monômero no sangue e urina. O monômero residual foi detectado na saliva de voluntários que usavam aparelhos que foram polimerizados em banho de água a 70°C apenas por 1 hora, não sendo detectada a presença de monômero quando o ciclo era 70° C por 3 horas. Os aparelhos de resina autopolimerizáveis liberaram a quantidade máxima de monômero que foi de 29 µg na primeira hora de uso. Os autores sugerem que para minimizar a liberação de monômero dos aparelhos ortodônticos confeccionados em resina autopolimerizável, deve-se deixa-los imersos por 24 horas antes de colocar em uso.

A sugestão de que a incompleta polimerização das resinas acrílicas com conseqüente excesso de monômero residual causaria alteração na cor das mesmas, com o passar do tempo, levou ARAB et al.<sup>3</sup>, em 1989 a simular em laboratório os procedimentos de limpeza utilizados pelos pacientes em espécimes de resina acrílica com alta e baixa quantidade de monômero residual. Foram utilizadas 4 diferentes soluções de imersão durante 100 dias e avaliaram a aparência visual, características da superfície, transmissão de luz, resistência transversa e dureza superficial. Os resultados mostraram que as amostras com alto e baixo conteúdo de monômero residual obtiveram alteração similar para os ensaios relacionados aos processos de alteração de cor. Entretanto, as propriedades físicas (resistência transversa e dureza superficial) foram afetadas adversamente pela alta quantidade de monômero residual das amostras.

DIXON et al.<sup>13</sup> (1991) avaliaram a resistência transversa de 3 resinas para base de prótese: a) Lucitone 199, termopolimerizável de alto impacto, b) Accelar 20, ativada termicamente de polimerização rápida e c) Triad, resina ativada por luz visível. Foram confeccionadas 25 amostras para cada grupo: G1) resina Lucitone polimerizada em 9 horas a 168 °F; G2) resina Lucitone polimerizada em 1 e ½ hora a 168° F e mais 1 e ½ hora a 212 ° F; G3) resina Accelar 20 polimerizada por 20 minutos a 212° F e; G4) resina Triad, as amostras foram expostas a luz por 5 minutos, retiradas dos moldes viradas recolocadas e novamente expostas por mais 5 minutos. O ensaio foi em uma máquina INSTRON UNIVERSAL com célula de carga de 50 Kg e velocidade de 0,5 cm/min. Dez amostras de cada grupo foram avaliadas secas permanecendo por 24 h a temperatura ambiente antes do teste. Cinco espécimes de cada grupo foram avaliados após os períodos de 30, 60, e 90 dias de armazenagem em água. De posse dos resultados os autores concluíram que: A Lucitone 199 quando polimerizada pelo ciclo longo demonstrou um decréscimo significativo na resistência transversa quando comparados os resultados de 24 h e 30 dias de armazenagem em água. A resina Accelar 20 demonstrou um ligeiro decréscimo quando comparou o teste de 24 h com o de 30 dias de armazenagem, mas não estatisticamente significativo. Os resultados da resistência transversa da resina Triad foram menores para todos os períodos, mas não foram afetados pela armazenagem em água. As alterações na resistência transversa para todos os materiais de 30 para 90 dias de armazenagem em água foram pequenas e não significante estatisticamente

Em 1992, DEL BEL CURY<sup>12</sup> em seu estudo comparou propriedades físico-química de 4 resinas sob três condições de polimerização. As resinas Lucitone 550 (L) e Prothoplast (P) foram polimerizadas em banho de água por 12 horas a 73° C; a resina Acron foi curada com energia de microondas a 500 W por 3 min e a Orto-class (O), quimicamente ativada, polimerizada por 1 hora à temperatura ambiente. Cinquenta amostras foram confeccionadas de acordo com a especificação nº 12 da A.D.A. e analisadas para: 1) sorção de água, 2) solubilidade em água, 3) resistência transversa e deflexão máxima, 4) resistência ao impacto e, 5) liberação de monômero residual. A partir dos resultados foi concluído que as resinas diferem entre si em relação as suas propriedades físico-química, as quais não estão relacionadas ao tipo de polimerização a que foram submetidas.

MESQUITA et al.<sup>22</sup> (1996), avaliaram a dureza superficial (KNOOP) de resinas acrílicas ativadas química e termicamente quando submetidas aos polimentos químico e mecânico convencional, nos períodos de 1, 7 e 30 dias de armazenagem em água. As amostras foram submetidas ao teste de dureza superficial Knoop em um penetrômetro (Durimet), calibrado com carga de 15g por 30 segundos. Os autores verificaram que, para as resinas termopolimerizáveis, os dois polimentos não apresentaram diferença estatisticamente significativa no período de 1 mês, e que para as resinas autopolimerizáveis houve diferença estatisticamente significativa em todos os períodos de observação, com superioridade para o polimento convencional.

Ainda em 1996 MESQUITA et al.<sup>23</sup> avaliaram a resistência ao impacto das resinas acrílicas ativadas térmica e quimicamente submetidas ao polimento químico quando comparada ao polimento mecânico convencional, em diferentes períodos de armazenagem em água destilada (1 hora, 1, 7 e 30 dias). Os resultados obtidos indicaram que para a resina acrílica ativada termicamente o polimento químico produziu valores superiores estatisticamente nos períodos de 1 hora, 1 dia e 1 mês de armazenagem, e para a resina acrílica ativada quimicamente, nos períodos de 1 hora e 1 mês de armazenagem.

Sabendo que, na presença de metal as microondas são refletidas e que, em uma prótese parcial removível a base de resina acrílica envolve uma grade metálica, BRAUN et al.<sup>8</sup> em 1998 verificaram a efetividade da polimerização da resina em contato com o metal. Foram confeccionados 36 espécimes cilíndricos com 30,0 mm de diâmetro x 4,0 mm de espessura, contendo no seu interior uma grade metálica com 28,0 x 8,0 x 0,5 mm. E divididos aleatoriamente em 3 grupos: G<sub>1</sub>) resina Clássico polimerizada em Ciclo curto; G<sub>2</sub>) resina Acron-MC polimerizada em forno de microondas 3 min a 500 W; G<sub>3</sub>) resina Clássico polimerizada em forno de microondas 3 min. a 500 W. Após, cada amostra foi cortada em duas partes semelhantes, sendo uma das partes utilizada na avaliação de monômero, enquanto a outra foi submetida aos testes de dureza e porosidade. A dosagem de monômero liberada na água durante doze dias consecutivos foi avaliada com espectrofotometria (LAMB et al.<sup>21</sup>, 1982). A dureza Knoop foi verificada a distâncias de 50, 100, 200, 400 e 800µm da grade metálica, e a porosidade interna e externa foram avaliadas a olho nu e com auxílio de microscópio com aumento de 100 x. Os autores concluíram que a energia de microondas pode ser utilizada para a polimerização da resina acrílica contendo metal no seu interior e que as resinas convencionais, quando polimerizadas com energia de microondas, apresentaram maior quantidade de poros.

**Proposição**

## **6. Proposição**

Foi propósito deste trabalho avaliar a liberação de monômero residual, a dureza superficial, a resistência transversa e a textura de superfície ao MEV de resinas acrílicas ativadas química e termicamente submetidas aos polimentos químico e mecânico, após os seguintes períodos de armazenagem em água: 1,2,8 e 32 dias.

## **Metodologia**

## 7. Metodologia

As resinas utilizadas, método de polimerização, e fabricante estão especificados na tabela I.

Tabela I - Resinas utilizadas métodos de polimerização, e fabricante.

Polímero	Monômero	Métodos de polimerização	Fabricante
Clássico	Clássico	banho de água aquecida (ciclo de 3 horas)	Artigos Odontológicos Clássico Ltda.
JET-Clássico	JET-Clássico	químico	Artigos Odontológicos Clássico Ltda.

### 7.1. Preparo das amostras:

#### a) Matrizes utilizadas:

Para a confecção dos corpos de prova necessários a realização dos ensaios propostos, foram utilizados diferentes matrizes: Para o teste de dureza, as matrizes foram feitas em borracha com forma de disco (diâmetro de 30 mm e altura de 3 mm); - para a dosagem de monômero residual, foi utilizada a mesma matriz, porém cortada em duas partes aproximadamente iguais; e para o teste de resistência transversa foram confeccionadas matrizes com silicona de condensação densa (OPTOSIL P Plus, Bayer Dental) medindo 65 x 10 x 2,5 mm (conforme a especificação nº 12 da ADA<sup>10</sup>). Na figura 1 estão representadas as matrizes utilizadas.

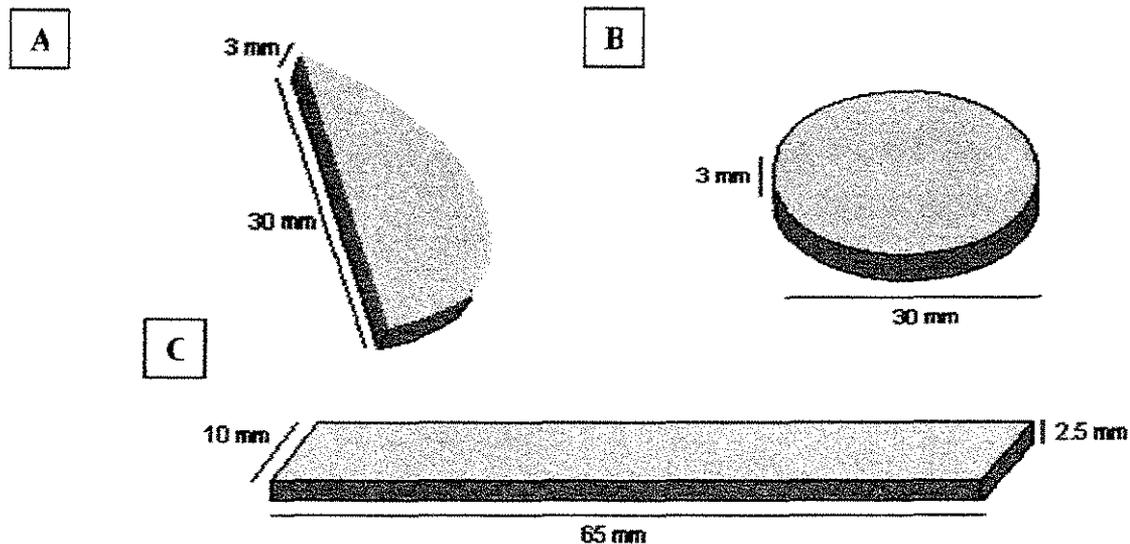


Fig. 1- matrizes utilizadas na confecção dos corpos de prova:

- A) matriz para a dosagem de monômero;
- B) matriz para o teste de dureza;
- C) matriz para o teste de resistência transversa.

#### **b) Inclusão das matrizes:**

Para todos os ensaios, a parte inferior da mufla foi preenchida com gesso pedra tipo III (Herodent), proporcionado na relação de 100g de pó para 30 ml de água. Após a presa do gesso a superfície foi planificada com lixa de água 320, e colocadas as matrizes sobre esta superfície previamente isolada com vaselina sólida e, posteriormente, a mufla foi completada com o gesso. Após a presa do mesmo, as muflas foram separadas e as matrizes removidas, obtendo-se dessa forma, os moldes para a confecção dos corpos de prova.

#### **c) Preenchimento dos moldes:**

Os moldes foram revestidos com uma fina camada de isolante para resina (Al-Cote Dentsply) e preenchidos com resina acrílica na fase plástica, preparada conforme instruções do fabricante: 3 partes de pó para 1 de líquido. As muflas, com uma folha de papel celofane interposta, foram fechadas e comprimidas lentamente em prensa de bancada, até que o excesso do material fluísse nas bordas. À seguir, as muflas foram abertas e o excesso do material removido. Posteriormente, as muflas foram novamente fechadas, levadas à prensa de bancada e comprimidas até que as duas partes entrassem em contato, sendo transferidas para a prensa de mola.

**d) Procedimento de polimerização:**

As muflas contendo a resina termopolimerizável foram colocadas na polimerizadora (Termotron) e polimerizadas em banho de água utilizando o ciclo curto de 3 horas: com os primeiros 90 min. a 65 °C , elevando-se a temperatura para 100 °C durante 30 min. e permanecendo os 60 min. finais a 100 °C (técnica modificada de Tuckfield, PHILIPS<sup>27</sup>, 1993). Ao mesmo tempo, as muflas contendo as amostras de resina autopolimerizável foram mantidas à temperatura ambiente durante três horas (PHILIPS<sup>27</sup>, 1993). Terminado o ciclo de polimerização as muflas contendo a resina termopolimerizável foram submetidas ao resfriamento, sobre a bancada por 30 minutos e posteriormente colocadas sob água corrente por 15 minutos (PHILIPS<sup>27</sup>, 1993).

**e) Acabamento dos corpos de prova:**

Após a abertura das muflas, as amostras foram removidas dos moldes e o acabamento realizado com lixas de granulação 320 sob refrigeração em politriz Arotec APL-4, até alcançarem as medidas pré-estabelecidas. Para a análise da liberação de monômero em água, resistência transversa e avaliação da superfície em microscopia eletrônica de varredura (MEV), os corpos de prova foram acabados de maneira convencional com lixa de água com granulação decrescente 320, 400, 600 em politriz com dispositivo para polimentos múltiplos aplicados, por 15 segundos (ULUSOY et al.<sup>33</sup>, 1986). Entretanto, para o teste de dureza que exige uma lisura e planificação maior, o polimento mecânico foi realizado da mesma forma acrescentando a lixa 1200 durante 2 minutos.

**f) Polimento dos corpos de prova:**

Para todos os ensaios, as amostras foram divididas em dois grupos, onde um recebeu polimento mecânico e o outro polimento químico:

**f 1. Polimento mecânico:**

O polimento das amostras utilizadas para o teste de liberação de monômero residual, resistência transversa e avaliação da superfície em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizado em torno de bancada. Inicialmente foi utilizada escova preta n<sup>o</sup>29 com pasta de pedra pomes (Herjos) e água e posteriormente com roda de flanela com pasta de branco de espanha (Herjos) e água aplicados por 15 segundos (ULUSOY et al.<sup>33</sup> 1986) (Fig.2). Já para o teste de dureza o polimento foi realizado em politriz com dispositivo para polimentos

múltiplos com suspensão de diamante com granulação de  $1\mu$  (METADI-BUEHLER) em disco de feltro aplicados por 2 minutos.

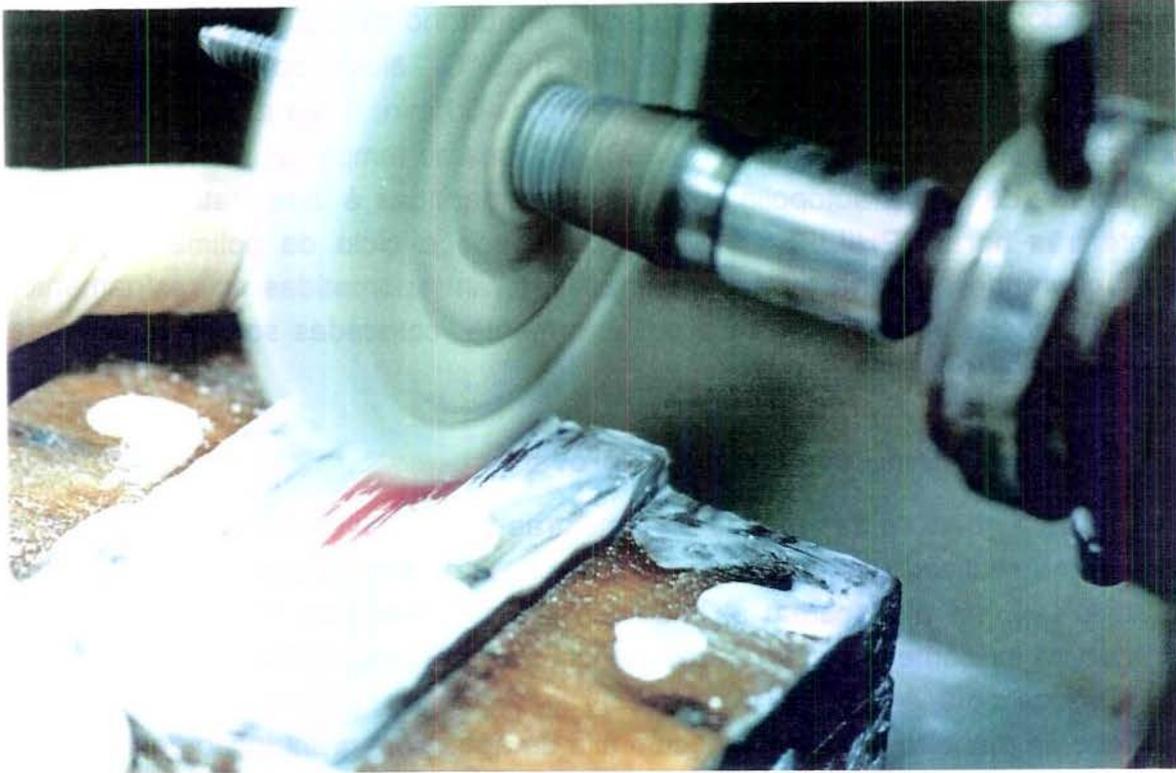


Fig.2 - Polimento mecânico em torno de bancada de uma amostra para o ensaio de resistência transversa.

#### f 2. Polimento químico:

O polimento químico foi realizado em uma polidora Química modelo PQ-9000 (Termotron), com o líquido para polimento. Este líquido é basicamente o monômero convencional, com maior quantidade de estabilizante, cuja função é a de evitar a sua polimerização após vários polimentos químicos (MESQUITA et al.<sup>22</sup>, 1996). Este polimento foi realizado com a imersão das amostras de resina no líquido a aproximadamente  $75^{\circ}\text{C}$  durante 10 seg. (Fig.3) deixando secar durante 15 seg. e posteriormente, lavando em água corrente por 15 seg., de acordo com

as orientações do fabricante.



Fig. 3 - Polimento químico de uma amostra para o teste de liberação de monômero.

Assim, para todos os testes as amostras obtidas foram polidas mecânica ou quimicamente (Fig. 4 e 5), limpas em ultra-som (THORNTON modelo T7) por 2 minutos e mantidas em água destilada a  $37 \pm 2$  °C em estufa (FANEM, LTDA.). Foram divididas em 04 grupos:

- Grupo 1 (G1) - Resina autopolimerizável + polimento mecânico;
- Grupo 2 (G2) - Resina autopolimerizável + polimento químico;
- Grupo 3 (G3) - Resina termopolimerizável + polimento mecânico;
- Grupo 4 (G4) - Resina termopolimerizável + polimento químico.

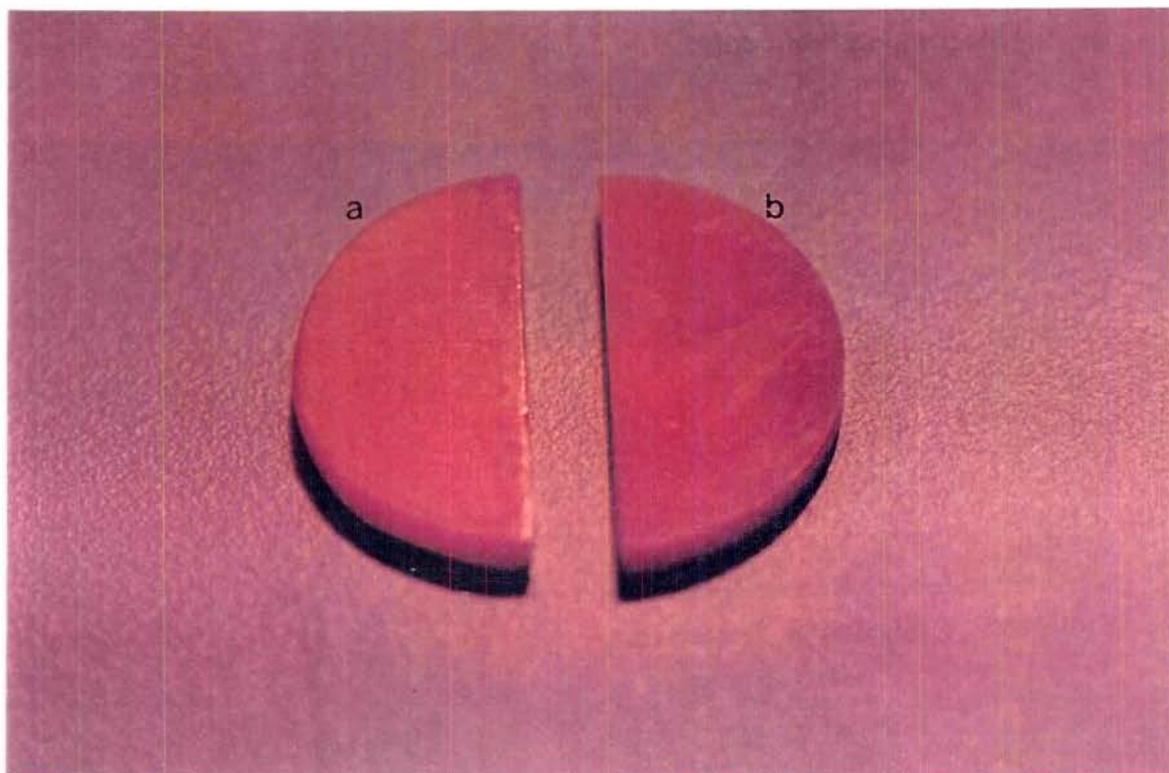


Fig. 4 - Amostras para o teste de liberação de monômero polidas quimicamente (a) e mecanicamente (b).

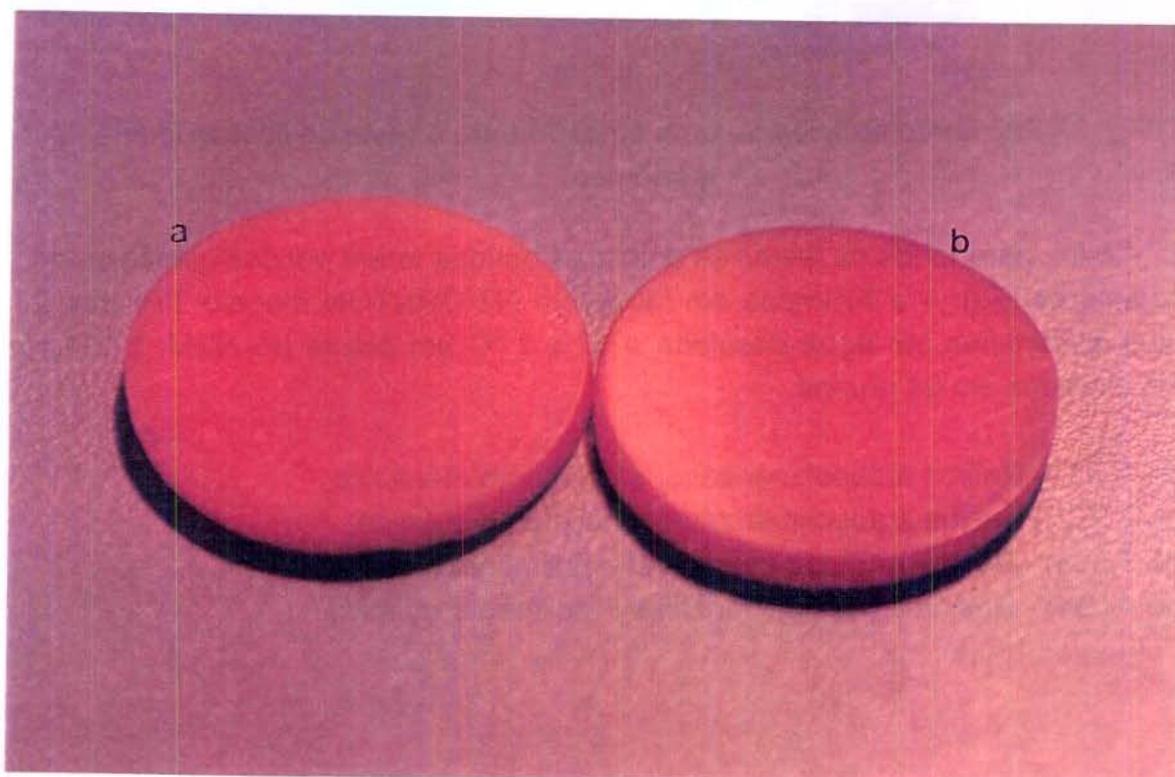


Fig. 5 - Amostras para o teste de dureza polidas quimicamente (a) e mecanicamente (b).

## 7.2. Avaliação da liberação de monômero residual:

Para esta análise, 12 corpos de prova de cada grupo foram colocados individualmente em frascos contendo 17,5 ml de água deionizada, adequadamente vedados e mantidos em estufa (FANEM, LTDA.) a  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas. Transcorrido este período, as soluções aquosas eram substituídas, os corpos de prova lavados em água deionizada, secos com papel absorvente e colocados novamente em frascos contendo 17,5 ml de água deionizada e mantidos na estufa à  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  por mais 24 horas, (Del Bel Cury<sup>12</sup>, 1992). Repetindo este processo diariamente até 32 dias. Nos períodos de 1, 2, 8 e 32 dias as soluções foram retiradas para análise da presença monômero através de espectrofotometria (LAMB et al.<sup>21</sup>, 1982), utilizando o espectrofotômetro Beckman DU-65.

### a) Espectro de absorção

Para verificar qual comprimento de onda seria utilizado para a leitura do espectrofotômetro, foi preparada uma solução de  $4,07 \mu\text{g/ml}$  do monômero a 90% de pureza e analisado o espectro de absorção na faixa de 300 a 190 nm. Foi verificado que este líquido apresentou um pico de absorção na faixa de 206 nm (Fig. 6), sendo este o comprimento de onda escolhido para quantificar o monômero. Para essa análise foi utilizado o espectrofotômetro BECKMAN modelo DU-70.

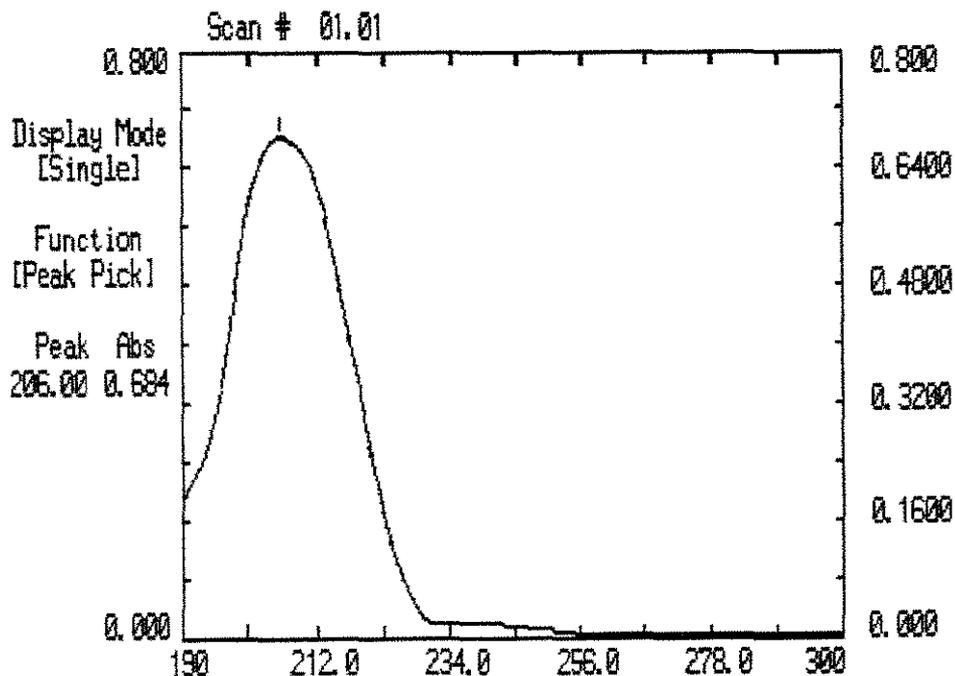


Fig. 6 - Gráfico representativo do espectro de absorção do monômero.

**b) Curva de calibração.**

Para verificar a exatidão da determinação foi preparada solução a 1% v/v em água deionizada a partir do monômero (Sigma) a 90% de pureza. Desta solução foram feitas diluições obtendo-se padrões de concentrações a 1,17; 2,35; 4,07; 7,07 e 9,43  $\mu\text{g/ml}$ . A figura 7 mostra a linearidade obtida, estando de acordo com LAMB et al<sup>21</sup>, 1982. Também para esta determinação, foi usado o espectrofotômetro BECKMAN modelo DU-70.

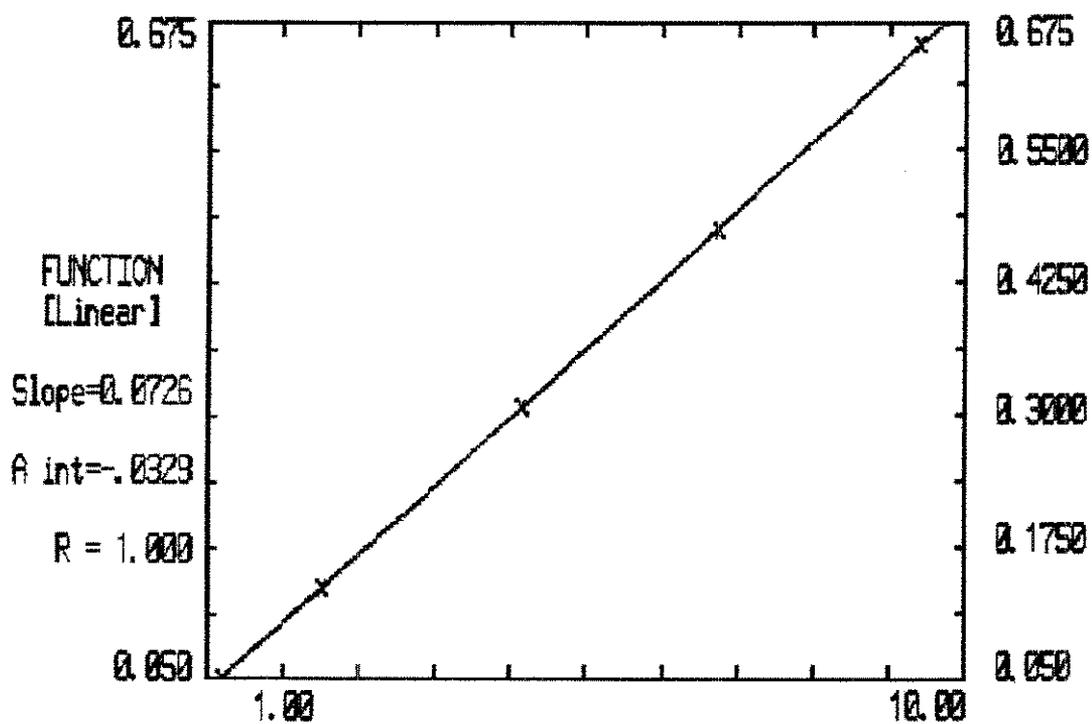


Fig.7 - Curva de calibração (concentração de monômero  $\mu\text{g/ml}$ .)

### c) Determinação do monômero.

A concentração de monômero liberado na água pelos corpos de prova foi determinada nos períodos de 1, 2, 8 e 32 dias, utilizando-se, para isso curvas de calibração que foram preparadas 24 horas antes, a partir da solução a 1% v/v e mantidas na estufa nas mesmas condições das amostras. As dosagens foram feitas a 206 nm utilizando-se espectrofotômetro marca BECKMAN modelo DU-65. O cálculo da concentração da solução foi feito utilizando o software QUATRO-PRÓ:

$$C = \text{constante} + \text{coeficiente de } (x) \times \text{Absorbância}$$

C = concentração de monômero liberado ( $\mu\text{g/ml}$ )

A concentração de monômero liberado em  $\mu\text{g}$  foi dividida pela área de cada amostra em  $\text{cm}^2$ , sendo os resultados expressos em  $\mu\text{g/cm}^2$ .

### 7.3. Avaliação da dureza das amostras:

Neste teste foi avaliada a dureza KNOOP de 6 amostras para cada grupo mantidas imersas em água destilada em estufa (FANEM, LTDA.) à temperatura de  $37 \pm 2^\circ\text{C}$ . Foi utilizado o microdurômetro SHIMADZU modelo HMV 2000 e realizadas 10 penetrações para cada amostra com carga de 15g por 10 segundos, nos períodos de 1, 2, 8 e 32 dias (Fig. 8).

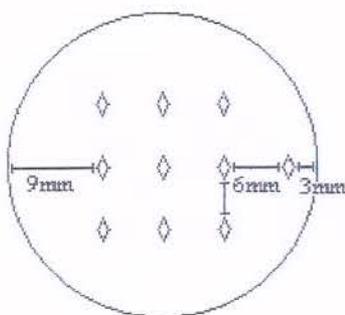


Fig.8 - Representação esquemática da localização das marcações

#### 7.4. Avaliação da resistência transversa:

Para esta análise 10 corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência transversa sobre três pontos em uma máquina de ensaio universal EMIC DL 500, utilizando uma célula de carga de 10 kg aplicada com velocidade de 5 mm/min.. Este ensaio foi realizado após os períodos de  $48 \pm 2$  horas, 8 e 32 dias de armazenagem em água destilada à temperatura de  $37 \pm 2^\circ\text{C}$ .

A resistência transversa em MPa foi calculada a partir da fórmula abaixo descrita (ANUSAVICE<sup>1</sup>, 1998), pois na máquina de ensaio EMIC DL 500 era fornecida a carga no momento da ruptura.

$$\text{Resistência transversa} = \frac{3PI}{2bd^2}$$

P = carga no momento da ruptura;

I = distância entre os cilindros do suporte = 50 mm

b = largura do corpo de prova ( $10 \pm 0.03$  mm);

d = espessura dos corpos de prova ( $2,50 \pm 0.03$  mm).

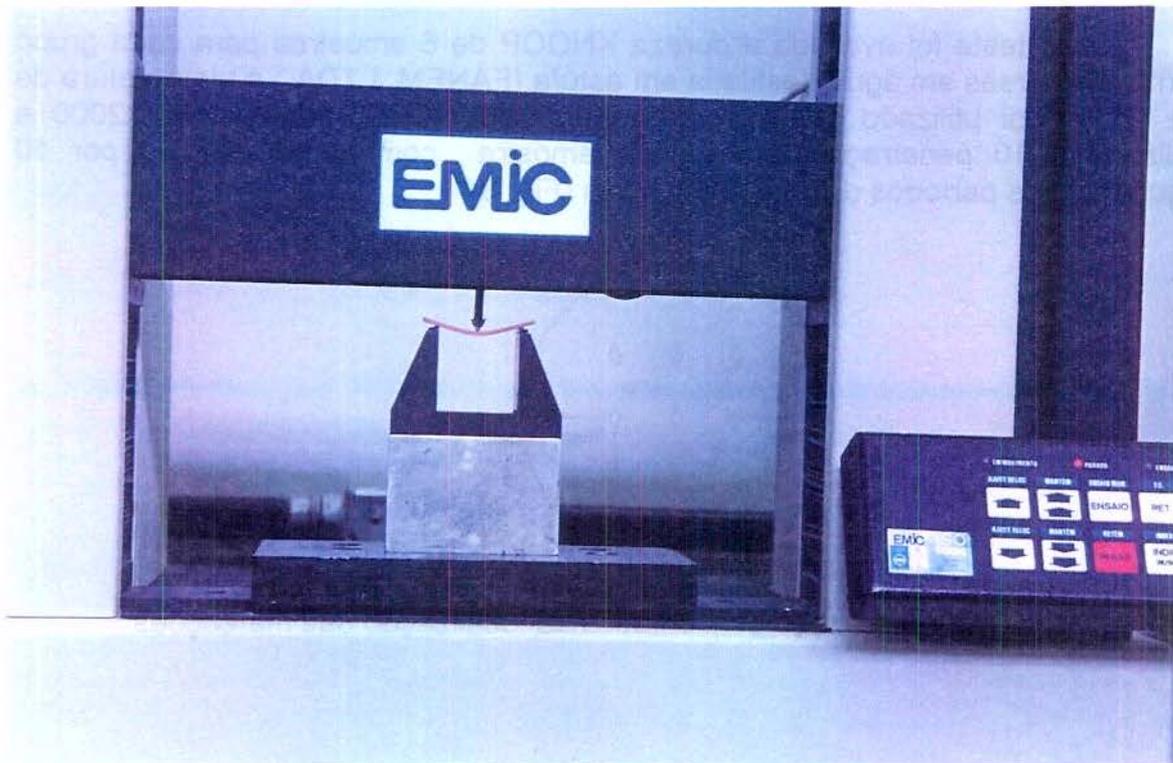


Fig. 9 - Ensaio de resistência transversa.

### **7.5. Avaliação da superfície das amostras com microscopia eletrônica de varredura:**

Foi confeccionado 1 corpo de prova em forma de disco (3 mm de espessura e 30 mm de diâmetro) de cada tipo de resina. Após o acabamento foram seccionados em partes aproximadamente iguais (3 x 3 x 3 mm) com uma cortadeira metalográfica ISOMET™ e divididos em 8 grupos, contendo 3 repetições para cada grupo:

- R1** - Resina autopolimerizável sem acabamento e polimento;
- R2** - Resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico;
- R3** - Resina autopolimerizável com acabamento e polimento químico;
- R4** - Resina autopolimerizável sem acabamento, com polimento químico;
- R5** - Resina termopolimerizável sem acabamento e polimento;
- R6** - Resina termopolimerizável com acabamento e polimento mecânico;
- R7** - Resina termopolimerizável com acabamento e polimento químico;
- R8** - Resina termopolimerizável sem acabamento, com polimento químico.

Todas as amostras foram limpas em ultra-som (THORNTON modelo T7) por 2 minutos e desidratadas em estufa a  $37\pm 2^{\circ}$  C por 24 h. Os blocos de resina foram fixados individualmente em "stubs" (dispositivos metálicos próprios para a colocação no microscópio) e submetidos a metalização com ouro durante 220 segundos em um evaporador Balzer. Em seguida, as superfícies foram avaliadas através da microscopia eletrônica de varredura (MEV) e fotografadas.

## 7.6. Análise Estatística

Para a análise estatística foi considerado o delineamento em parcela subdividida (delineamento split-plot). Esta análise é indicada quando um dos fatores avaliados é o tempo ou o espaço. Neste estudo, os ensaios de resistência transversa, dosagem de monômero e microdureza foram realizados ao longo do tempo (1, 2, 8 e 32 dias) e como não é um fator aleatorizado, fez-se então o delineamento subdividido neste fator (tempo). Dessa forma, pode-se delinear os fatores resina e polimento avaliados em cada tempo definido no experimento.

Para a dosagem de monômero residual e dureza superficial, a análise de variância foi feita utilizando-se nível de significância de 5%, e como através da análise de resíduo não foi possível admitir normalidade dos dados assim como não foi encontrada transformação de dados apropriada para tal conjunto, optou-se por fazer um teste de comparações de médias não paramétrico também com nível de significância de 5%.

Para a resistência transversa, os dados foram avaliados através da análise de variância ao nível de significância de 5% e as médias comparadas com o teste t, ao nível de 5 % de significância.

## 8. Resultados

### 8.1. Monômero Residual:

Nas tabelas II, III, IV e V e figuras 10,11,12 e 13 estão demonstrados os resultados obtidos neste estudo em relação a concentração de monômero liberado dos diferentes tipos de resinas e polimentos.

Tabela II : Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento mecânico.

Período	Polimento Mecânico	
	Resina autopolimerizável (G1)	Resina termopolimerizável (G3)
1 dia	129,71 $\pm$ 11,75 A	3,43 $\pm$ 0,12 B
2 dias	35,89 $\pm$ 3,58 A	1,25 $\pm$ 0,12 B
8 dias	8,42 $\pm$ 0,50 A	0,47 $\pm$ 0,05 B
32 dias	3,27 $\pm$ 0,27 A	0,03 $\pm$ 0,01 B

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

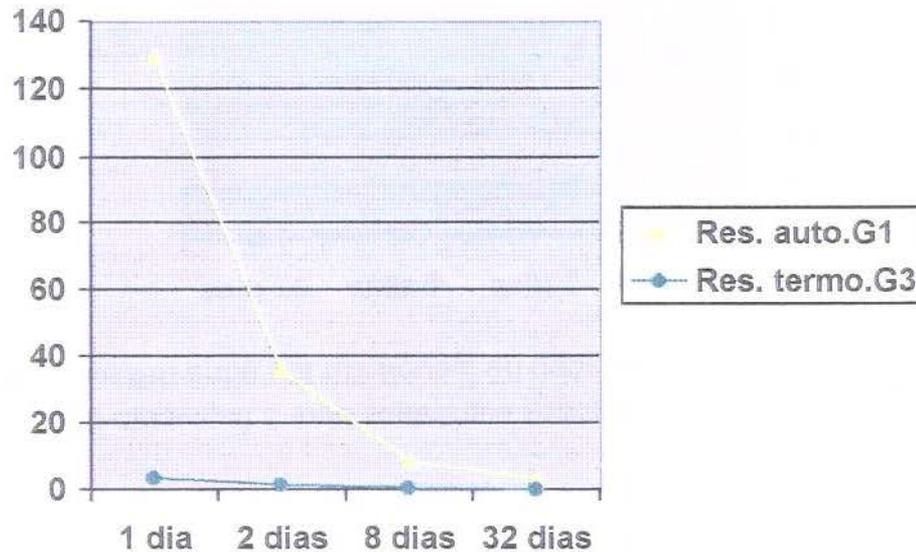


Fig.10 - Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento mecânico.

Os resultados da tabela II indicam que a resina autopolimerizável submetida ao polimento mecânico apresentou maior quantidade de monômero liberado em água que a termopolimerizável em todos os períodos, apresentando diferença estatística significativa para todos os períodos estudados.

Tabela III : Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento químico.

Período	Polimento Químico	
	Resina autopolimerizável (G 2)	Resina termopolimerizável (G4)
1 dia	1811,98 $\pm$ 199,04 A	704,72 $\pm$ 60,18 B
2 dias	172,24 $\pm$ 9,78 A	30,35 $\pm$ 1,35 B
8 dias	19,58 $\pm$ 0,50 A	5,39 $\pm$ 0,20 B
32 dias	6,13 $\pm$ 0,22 A	1,69 $\pm$ 0,08 B

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

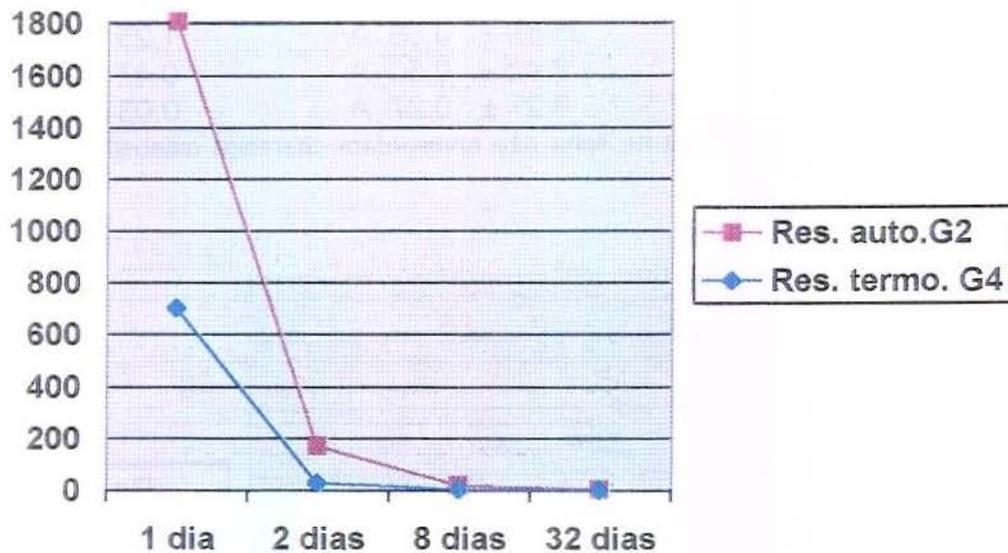


Fig. 11 - Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados para o polimento químico.

Os resultados da tabela III indicam que quando submetida ao polimento químico a resina autopolimerizável também liberou maior quantidade de monômero residual que a termopolimerizável em todos os períodos, havendo diferença estatística significativa para todos os períodos estudados.

Tabela IV : Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados.

Período	Resina Autopolimerizável	
	Polimento mecânico (G1)	Polimento químico (G2)
1 dia	129,71 $\pm$ 11,75 a A	1811,98 $\pm$ 199,04 a B
2 dias	35,89 $\pm$ 3,58 b A	172,24 $\pm$ 9,78 b B
8 dias	8,42 $\pm$ 0,50 c A	19,58 $\pm$ 0,50 c B
32 dias	3,27 $\pm$ 0,27 d A	6,13 $\pm$ 0,22 d B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade



Fig.12 - Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados.

Verifica-se na tabela IV que a resina autopolimerizável quando submetida ao polimento químico apresenta liberação de monômero maior, diferindo significativamente da mesma resina polida mecanicamente em todos os períodos avaliados. Também pode-se observar que há diferença estatística significativa entre todos os períodos para os dois tipos de polimento.

Tabela V : Médias e desvios padrão da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados.

Período	Resina Termopolimerizável	
	Polimento mecânico (G3)	Polimento químico (G4)
1 dia	$3,43 \pm 0,12$ a A	$704,72 \pm 60,18$ a B
2 dias	$1,25 \pm 0,12$ b A	$30,35 \pm 1,35$ b B
8 dias	$0,47 \pm 0,05$ c A	$5,39 \pm 0,20$ c B
32 dias	$0,03 \pm 0,01$ d A	$1,69 \pm 0,08$ d B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

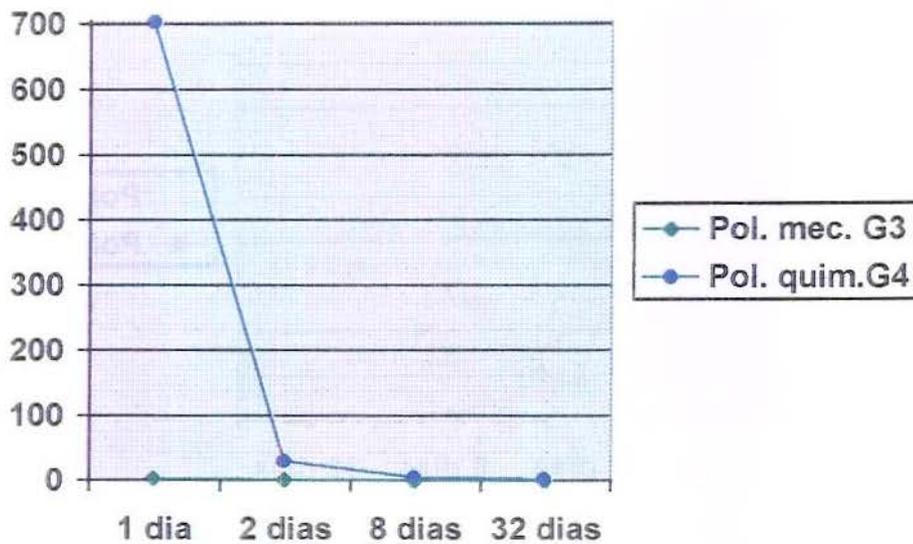


Fig.13 - Médias da liberação de monômero em água ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos estudados.

Verifica-se na tabela V que a resina termopolimerizável quando submetida ao polimento químico também apresenta liberação de monômero residual maior, diferindo significativamente da mesma resina polida mecanicamente em todos os períodos avaliados. Ainda pode-se observar que há diferença estatística significativa entre todos os períodos para os dois polimentos.

## 8.2. Dureza Superficial:

Nas tabelas VI, VII, VIII e IX e figuras 14,15,16 e 17 estão demonstrados os resultados obtidos neste estudo em relação a dureza superficial dos diferentes tipos de resina e polimentos.

Tabela VI : Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados, para o polimento mecânico.

Período	Polimento Mecânico	
	Resina autopolimerizável (G1)	Resina termopolimerizável (G3)
1 dia	$12,28 \pm 0,29$ a A	$17,15 \pm 0,14$ a B
2 dias	$12,82 \pm 0,23$ ab A	$17,13 \pm 0,18$ a B
8 dias	$12,77 \pm 0,16$ ab A	$16,51 \pm 0,13$ ab B
32 dias	$13,11 \pm 0,26$ b A	$15,96 \pm 0,14$ b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade

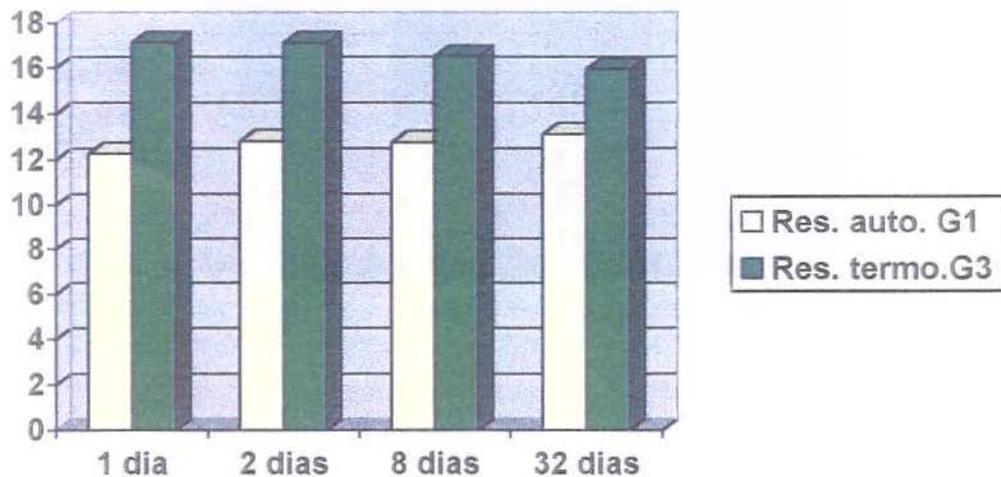


Fig.14 - Médias da dureza superficial ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) das resinas estudadas, polidas mecanicamente nos períodos avaliados.

Os resultados da tabela VI demonstram que quando submetidas ao polimento mecânico a resina termopolimerizável apresentou maior dureza superficial que a resina autopolimerizável, havendo diferença estatística significativa em todos os períodos. Também pôde-se observar que a resina autopolimerizável apresentou diferença entre os períodos de 1 e 32 dias e a resina termopolimerizável entre os dois primeiros dias com o período de 32 dias.

Tabela VII : Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg/mm}^2$ ) das resinas avaliadas, nos períodos estudados, para o polimento químico.

Período	Polimento Químico	
	Resina autopolimerizável (G2)	Resina termopolimerizável (G4)
1 dia	$7,83 \pm 0,40$ a A	$9,41 \pm 0,23$ a B
2 dias	$8,89 \pm 0,35$ b A	$10,02 \pm 0,37$ a B
8 dias	$10,42 \pm 0,14$ c A	$11,34 \pm 0,20$ b B
32 dias	$12,17 \pm 0,37$ d A	$11,79 \pm 0,36$ b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

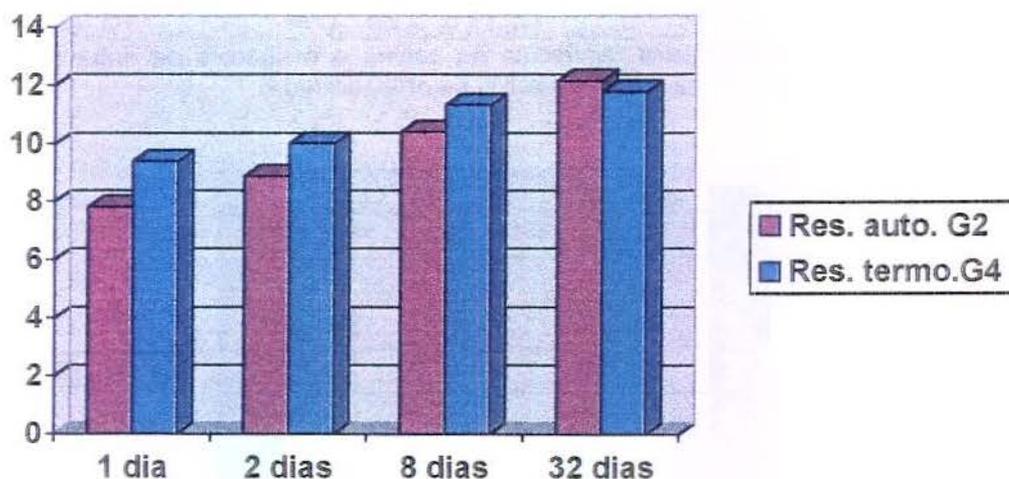


Fig.15 - Médias da dureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) das resinas estudadas polidas quimicamente, nos períodos avaliados.

Na tabela VII e figura 15 verifica-se que, quando submetidas ao polimento químico a resina termopolimerizável apresentou maior dureza superficial que a resina autopolimerizável em todos os períodos, exceto no período de 32 dias onde a resina autopolimerizável apresentou valor maior, havendo diferença estatística significativa em todos os períodos. Pode-se também observar que o grupo 2 apresentou diferença estatística entre todos os períodos e o grupo 4 apresentou diferença estatística entre os dois primeiros períodos e os dois últimos.

Tabela VIII : Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados.

Período	Resina Autopolimerizável	
	Polimento mecânico (G1)	Polimento químico (G2)
1 dia	12,28 $\pm$ 0,29 A	7,83 $\pm$ 0,40 B
2 dias	12,82 $\pm$ 0,23 A	8,89 $\pm$ 0,35 B
8 dias	12,77 $\pm$ 0,16 A	10,42 $\pm$ 0,14 B
32 dias	13,11 $\pm$ 0,26 A	12,17 $\pm$ 0,37 B

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

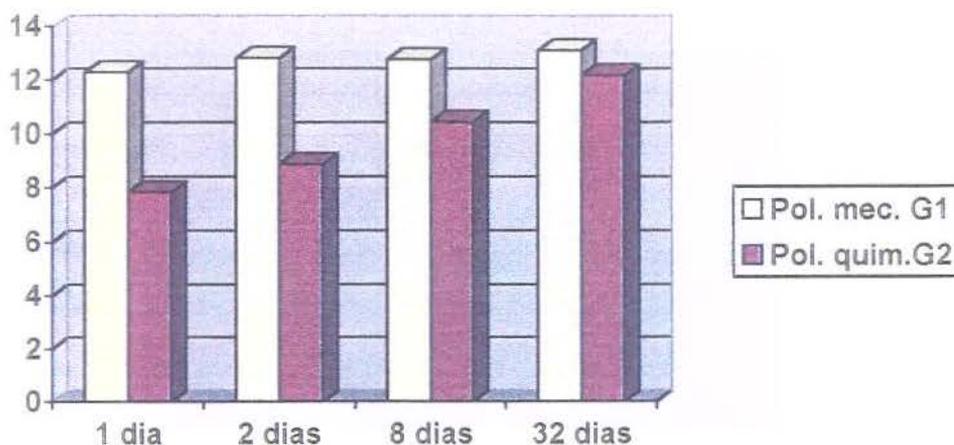


Fig.16 - Médias da dureza superficial ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ), da resina autopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados.

Na tabela VIII observa-se que a resina autopolimerizável quando polida mecanicamente apresentou valores de dureza superficial maiores e estatística significantes quando comparada à mesma polida quimicamente para todos os períodos estudados.

Tabela IX : Médias e desvios padrão da dureza Knoop ( $\text{kg/mm}^2$ ) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados.

Período	Resina Termopolimerizável	
	Polimento mecânico (G3)	Polimento químico (G4)
1 dia	17,15 $\pm$ 0,14 A	9,41 $\pm$ 0,23 B
2 dias	17,13 $\pm$ 0,18 A	10,02 $\pm$ 0,37 B
8 dias	16,51 $\pm$ 0,13 A	11,34 $\pm$ 0,20 B
32 dias	15,96 $\pm$ 0,14 A	11,79 $\pm$ 0,36 B

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.



Fig.17 - Médias da dureza superficial ( $\text{kg/mm}^2$ ) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos químico e mecânico, nos períodos avaliados.

Na tabela IX observa-se que a resina termopolimerizável quando polida mecanicamente apresentou valores de dureza superficial maiores e estatística significantes quando comparada à mesma polida quimicamente para todos os períodos estudados.

### 8.3. Resistência Transversa:

Nas tabelas X, XI, XII e XIII e figuras 18,19,20 e 21 estão demonstrados os resultados obtidos neste estudo em relação a resistência transversa dos diferentes tipos de resina e polimentos.

Tabela X : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas, nos períodos avaliados para o polimento mecânico.

Período	Polimento mecânico	
	Resina autopolimerizável (G1)	Resina termopolimerizável (G3)
<b>2 dias</b>	76,46 ± 0,79 A	89,05 ± 0,73 B
<b>8 dias</b>	80,35 ± 1,46 A	82,63 ± 2,44 A
<b>32 dias</b>	71,82 ± 1,48 A	80,21 ± 2,26 B

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

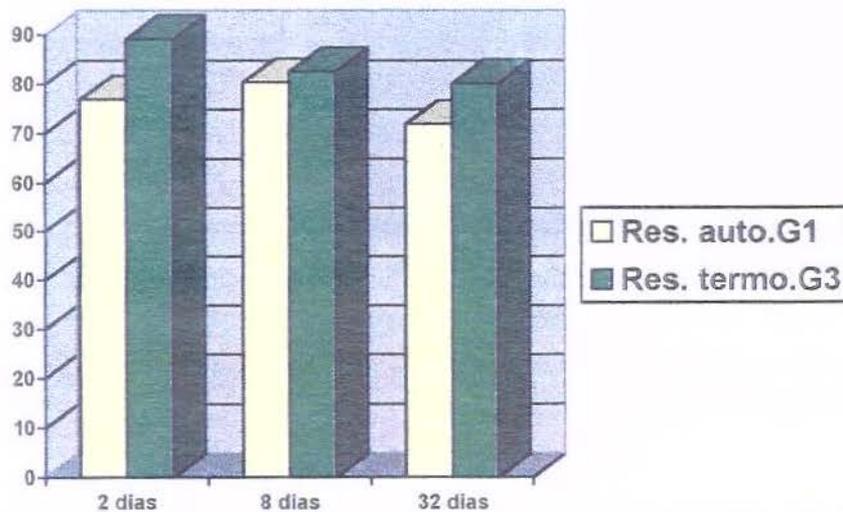


Fig 18 - Médias da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas polidas mecanicamente nos períodos avaliados.

A tabela X demonstra que quando submetidas ao polimento mecânico a resina termopolimerizável apresentou maior resistência transversa que a resina autopolimerizável, havendo diferença estatística significativa nos períodos de 2 e 32 dias.

Tabela XI : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas, nos períodos avaliados para o polimento químico.

Período	Polimento Químico	
	Resina autopolimerizável (G2)	Resina termopolimerizável(G4)
<b>2 dias</b>	73,94 ± 1,63 A	79,82 ± 1,99 B
<b>8 dias</b>	76,99 ± 1,56 A	81,84 ± 0,96 B
<b>32 dias</b>	79,16 ± 1,39 A	79,19 ± 1,52 A

Médias seguidas de mesma letra na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

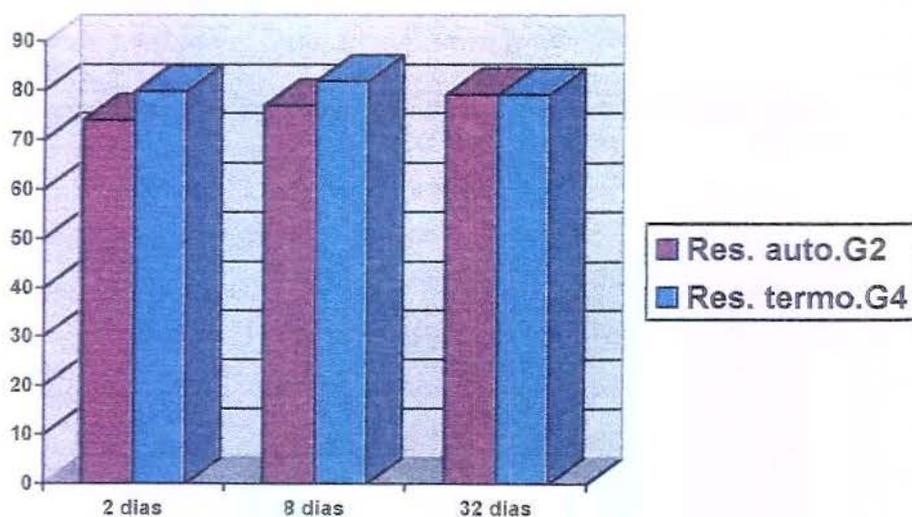


Fig.19 - Médias da resistência transversa (MPa) das resinas estudadas polidas quimicamente, nos períodos avaliados.

Na tabela XI verifica-se que quando submetidas ao polimento químico a resina termopolimerizável apresentou maior resistência transversa que a resina autopolimerizável, com diferença estatística significativa nos períodos de 2 e 8 dias e que no período de 32 dias os resultados entre os dois grupos se assemelharam.

Tabela XII : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados.

Período	Resina Autopolimerizável	
	Polimento mecânico (G1)	Polimento químico (G2)
<b>2 dias</b>	76,46 ± 0,79 a A	73,94 ± 1,63 a A
<b>8 dias</b>	80,35 ± 1,46 a A	76,99 ± 1,39 ab A
<b>32 dias</b>	71,82 ± 1,48 b A	79,16 ± 0,73 b B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

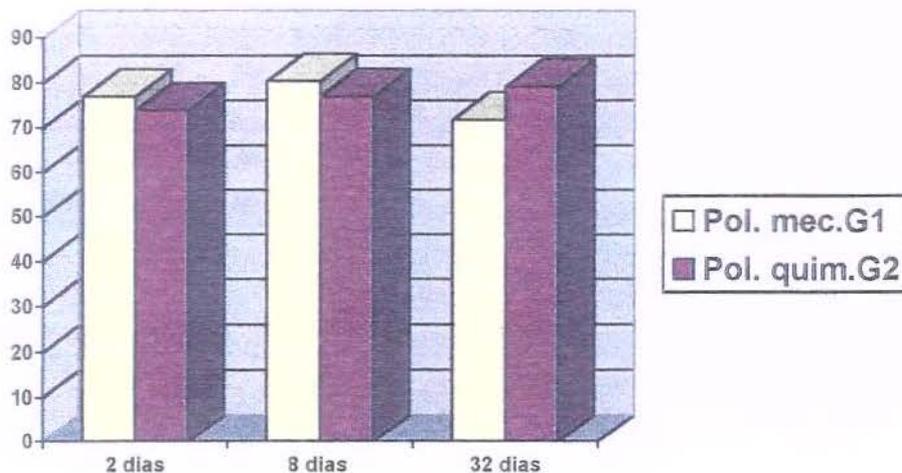


Fig.20 - Médias da resistência transversa (MPa) da resina autopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados.

Na tabela XII observa-se que não há diferença estatística significativa entre a resina autopolimerizável polida mecanicamente e quimicamente nos períodos de 2 e 8 dias. Entretanto, no período de 32 dias, ocorre diferença estatística significativa com superioridade para o polimento químico. Ainda observa-se que houve diferença estatística entre os períodos de 2 e 32 dias para a resina submetida ao polimento químico. Para o polimento mecânico, houve diferença estatística significativa entre os períodos de 32 dias com os demais períodos.

Tabela XIII : Médias e desvios padrão da resistência transversa (MPa) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados.

Período	Resina Termopolimerizável	
	Polimento mecânico (G3)	Polimento químico (G4)
2 dias	89,05 ± 2,44 a A	79,82 ± 1,99 a B
8 dias	82,63 ± 2,26 b A	81,84 ± 0,96 a A
32 dias	80,21 ± 1,99 b A	79,19 ± 1,52 a A

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não apresentam diferença estatística significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

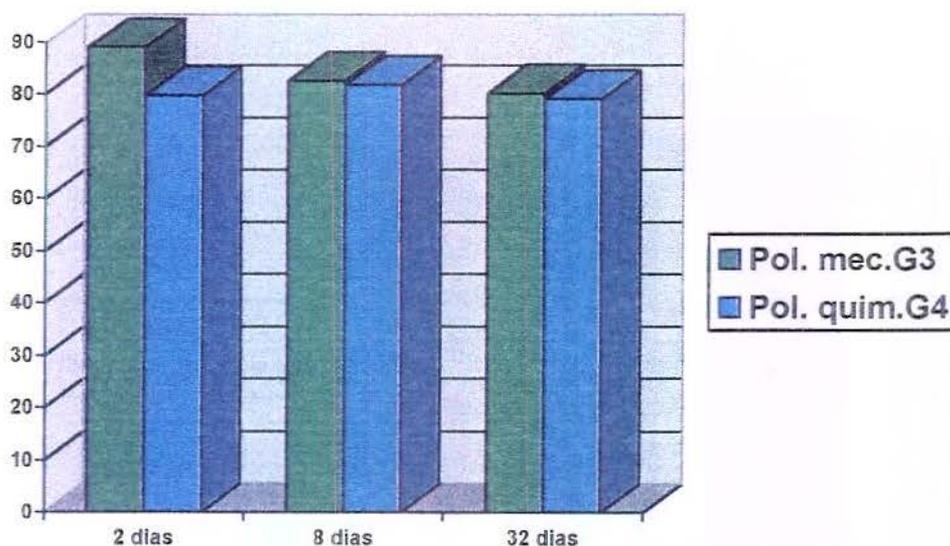


Fig.21 - Médias da resistência transversa (MPa) da resina termopolimerizável submetida aos polimentos mecânico e químico, nos períodos avaliados.

Na tabela XIII observa-se que a resina termopolimerizável quando polida mecanicamente apresentou resistência transversa maior para todos os períodos estudados quando comparado a mesma resina polida quimicamente. A diferença estatística foi observada somente no período de 2 dias. Observa-se que não houve diferença estatística entre os períodos para esta resina polida quimicamente e, quando polida mecanicamente, houve diferença estatística entre o período de 2 dias com os demais períodos.

#### 8.4. Microscopia Eletrônica de Varredura:

A avaliação da superfície através da microscopia eletrônica de varredura é uma análise qualitativa, nesta serão observadas as diferenças do aspecto microscópico com aumento de 200x e 800x.

A figura 22 apresenta a resina autopolimerizável com os diversos tratamentos realizados com aumento de 200X . Na fotomicrografia 22-a (resina autopolimerizável sem acabamento e polimento) observa-se uma superfície bastante rugosa com a presença de grânulos distribuídos aleatoriamente; na 22-b (resina autopolimerizável sem acabamento, com polimento químico) observa-se uma superfície lisa porém ondulada; na 22-c (resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico) pode-se observar uma superfície lisa e plana com a presença de esferas unidas por uma matriz de resina, com algumas ranhuras, na 22-d (resina autopolimerizável com acabamento e polimento químico) verifica-se uma superfície lisa porém ondulada.

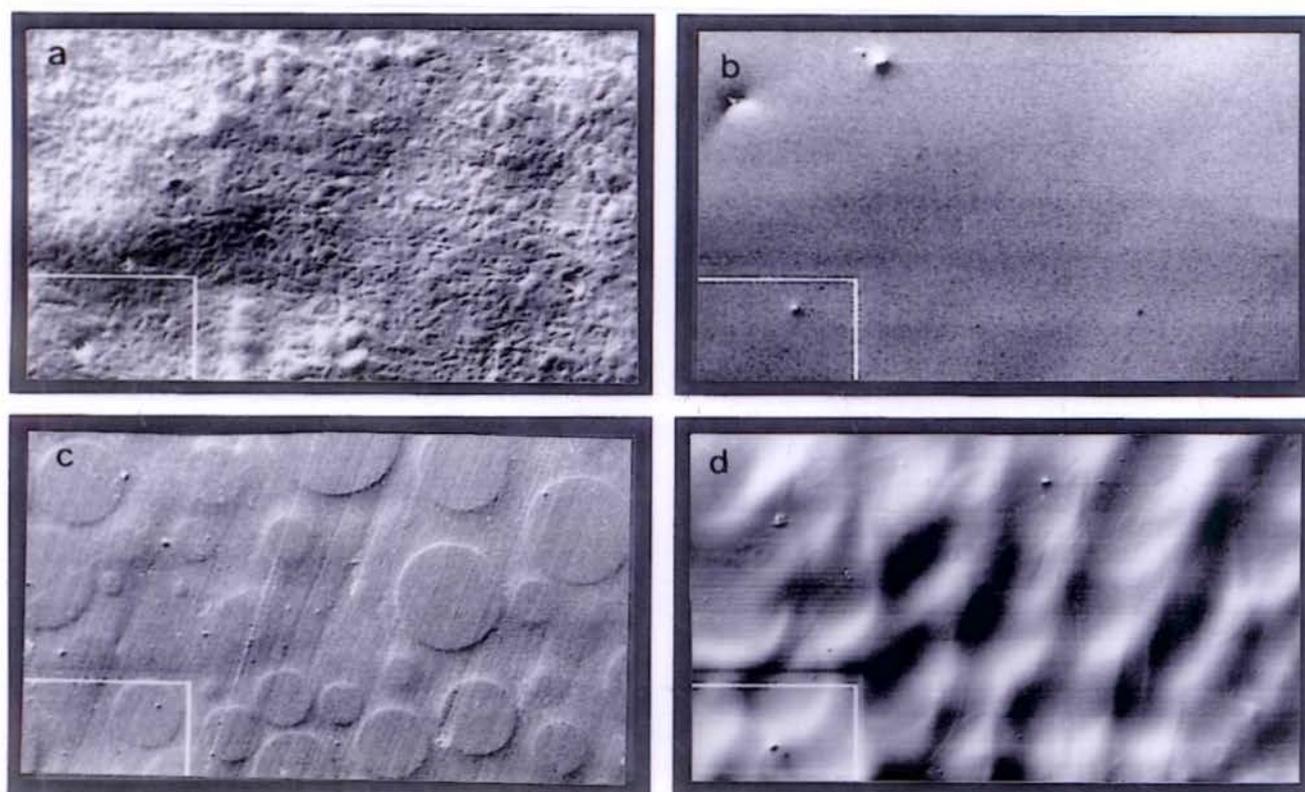


Fig. 22 - a) Resina autopolimerizável sem acabamento e polimento ( R1);  
b) Resina autopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R4);  
c) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R2);  
d) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R3).

A figura 23 apresenta a parte demarcada nas fotos anteriores da resina autopolimerizável com aumento de 800X. Nas fotomicrografias desta figura continua-se observando-se as mesmas características descritas anteriormente em maior aumento.

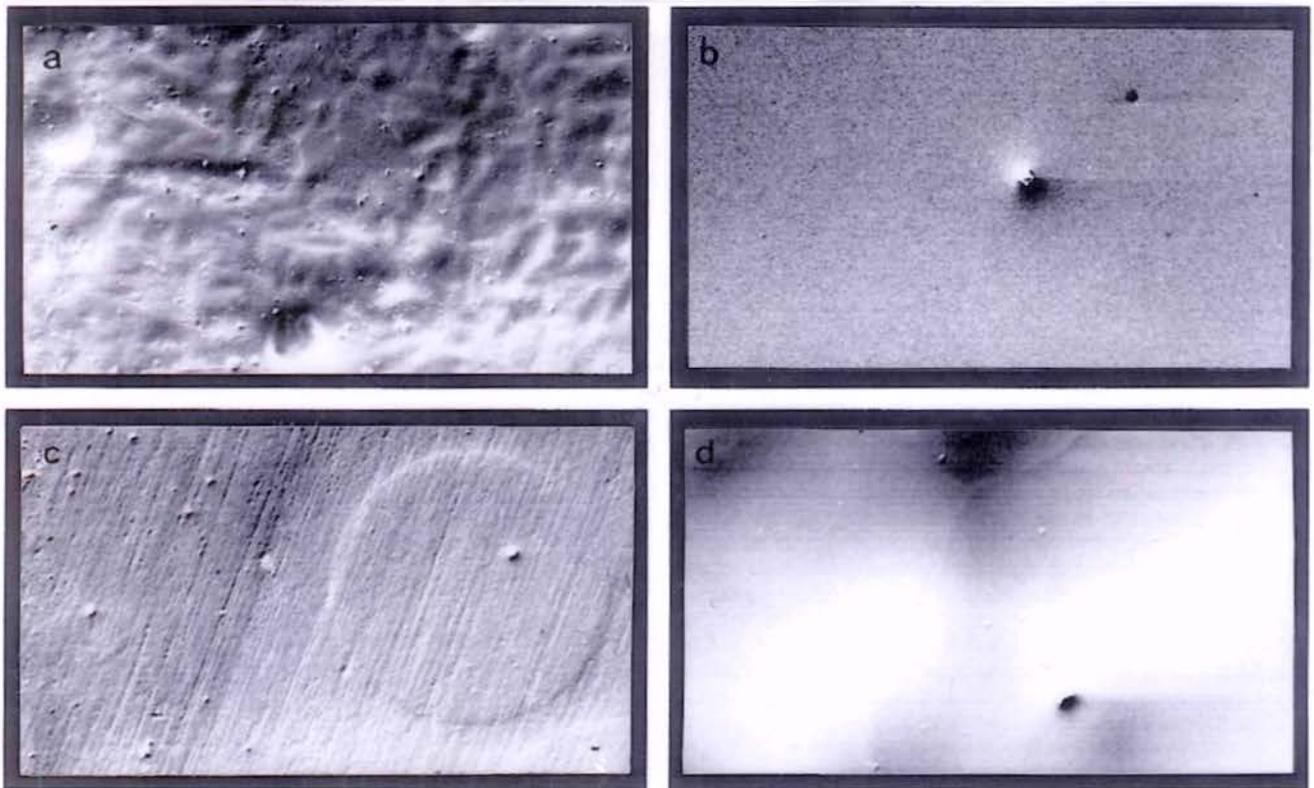


Fig.23 - a) Resina autopolimerizável sem acabamento e polimento ( R1);  
b) Resina autopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R4);  
c) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R2);  
d) Resina autopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R3).

A figura 24 apresenta a resina termopolimerizável com os diversos tratamentos realizados neste trabalho com aumento de 200X . Na fotomicrografia 22-a (resina termopolimerizável sem acabamento e polimento) observa-se uma superfície bastante rugosa com a presença de grânulos distribuídos aleatoriamente; na 22-b (resina termopolimerizável sem acabamento, com polimento químico) observa-se uma superfície lisa porém ondulada; na 22-c (resina termopolimerizável com acabamento e polimento mecânico) pode-se observar uma superfície lisa e plana, porém com algumas ranhuras, na 22-d (resina termopolimerizável com acabamento e polimento químico) verifica-se uma superfície lisa porém ondulada.

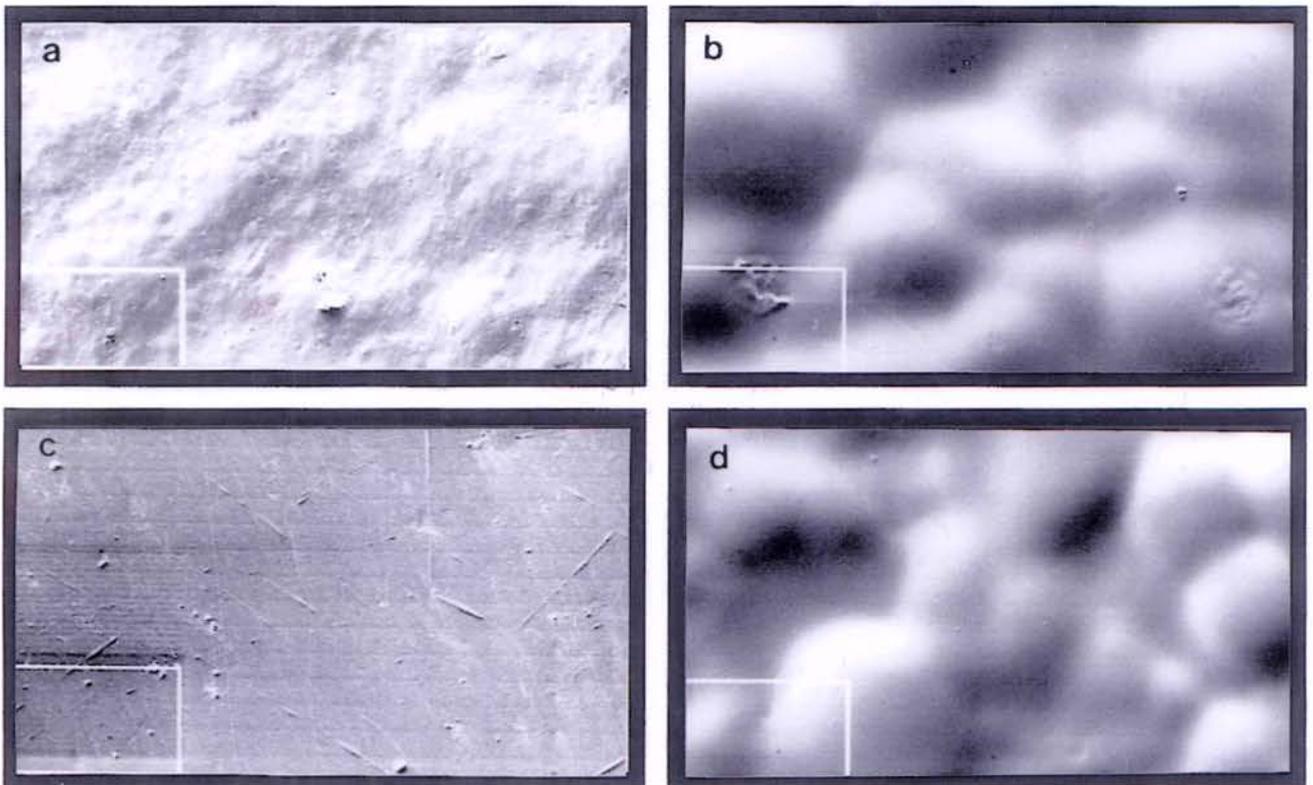


Fig. 24 - a) Resina termopolimerizável sem acabamento e polimento ( R5);  
b) Resina termopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R8);  
c) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R6);  
d) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R7).

A figura 25 apresenta a parte demarcada nas fotos anteriores da resina termopolimerizável com aumento de 800X. Nas fotomicrografias desta figura continua-se observando-se as mesmas características descritas anteriormente em maior aumento.

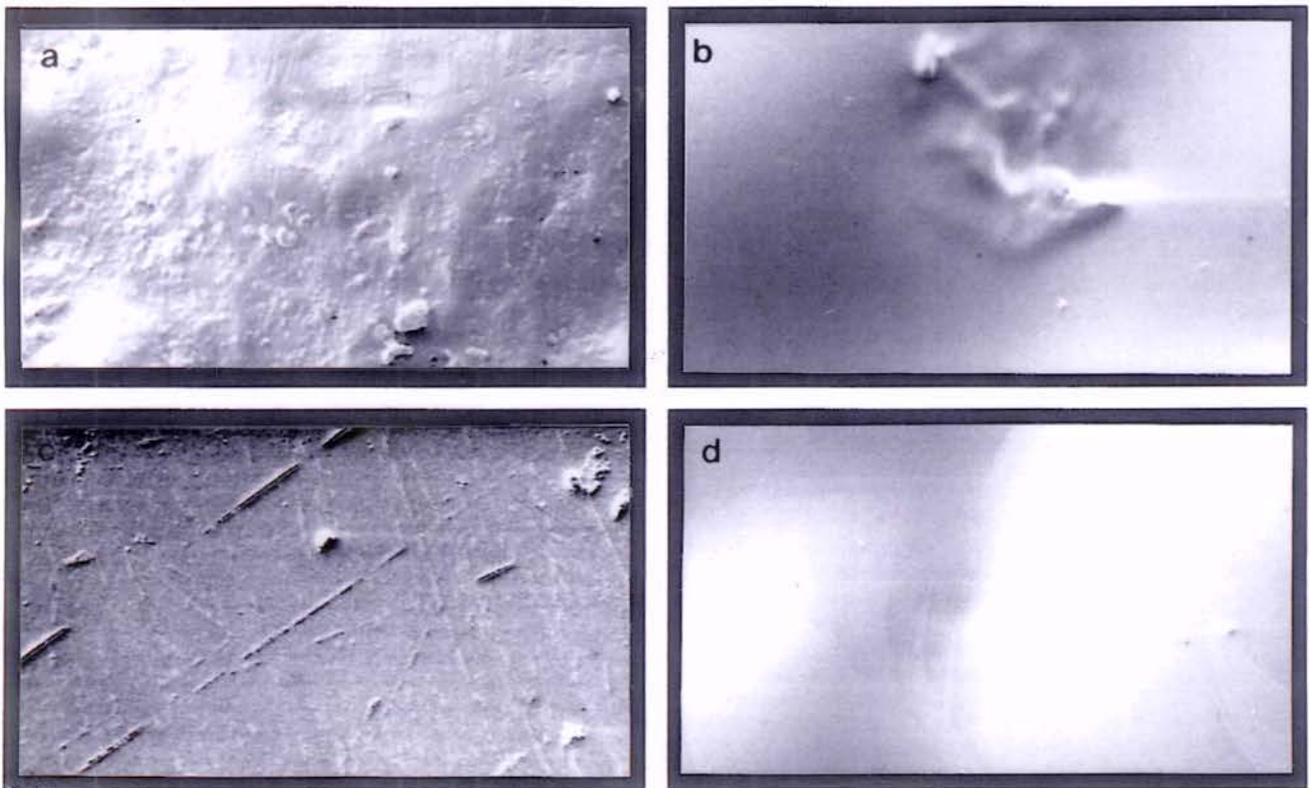


Fig. 25 - a) Resina termopolimerizável sem acabamento e polimento ( R5);  
b) Resina termopolimerizável sem acabamento, com polimento químico ( R8);  
c) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento mecânico ( R6);  
d) Resina termopolimerizável com acabamento e polimento químico ( R7).

## **Discussão**

## 9. Discussão.

Com o objetivo de facilitar o polimento das superfícies caracterizadas das próteses e obter polimento das faces internas das mesmas, foi introduzido por GOTUSSO<sup>16</sup> (1969) o polimento químico, que consiste na imersão das peças em monômero aquecido a temperatura de ebulição (108°C) durante 1 minuto. Atualmente este polimento é realizado com um líquido específico e modificações no tempo e temperatura, pois utiliza-se uma temperatura de 75°C durante 10 segundos.

Com o intuito de avaliar o efeito do polimento químico sobre a polimerização das resinas acrílicas auto e termopolimerizáveis foram comparados os polimentos mecânico e químico, em vários períodos de armazenagem (1, 2,8 e 32 dias) utilizando os testes de dosagem de monômero residual, dureza superficial Knoop, resistência transversa e analisando as superfícies das mesmas através da microscopia eletrônica de varredura.

Os resultados da tabela II demonstram que a resina acrílica autopolimerizável apresenta maior quantidade de monômero residual que a resina termopolimerizável quando submetidas ao polimento mecânico convencional estando de acordo com BOMBONATTI et al.<sup>7</sup>, 1975; McCABE & BASKER,<sup>24</sup> 1976; STAFFORD & BROOKS,<sup>31</sup> 1985. Isto se deve ao fato de a polimerização da resina ativada quimicamente ocorrer em temperatura ambiente por um longo período até que seja satisfatória (McCRACKEN,<sup>25</sup> 1952 e FARAJ & ELLIS,<sup>15</sup> 1979), enquanto a resina termopolimerizável utiliza alta temperatura durante o ciclo de polimerização e atinge um maior grau de conversão do monômero em polímero ao término do mesmo.

Pode-se verificar na tabela III que as duas resinas seguem o mesmo comportamento anterior quando submetidas ao polimento químico, porém estes resultados diferem dos obtidos por BOMBONATTI et al.<sup>7</sup>, 1975, pois na investigação deles foi detectado que as dosagens de monômero residual após o polimento químico das resinas termo e autopolimerizável eram bastante semelhantes. Também nos resultados da tabela IV verifica-se que a resina autopolimerizável após o polimento químico (G2) apresentou quantidade de monômero residual superior ao grupo que foi polida mecanicamente (G1) havendo um desacordo com o trabalho de BOMBONATTI et al.<sup>7</sup> (1975), pois estes autores verificaram que após o polimento químico a resina autopolimerizável teria reduzido a quantidade de monômero residual.

Estas divergências de resultados podem ser atribuídas à diferente metodologia de polimento químico executada por BOMBONATTI et al.<sup>7</sup> (1975), Estes pesquisadores empregaram no polimento químico uma temperatura

suficiente para que ocorresse a ebulição (108<sup>o</sup>C) do monômero, as amostras foram mantidas imersas durante o período de 1 minuto e também por ter sido utilizado o artifício de secar os espécimes com ar quente durante 5 minutos após o polimento. Dessa forma, foi aplicada uma quantidade maior de calor a qual pode ter contribuído para a redução da quantidade de monômero residual, já que no estudo de LAMB et al.<sup>21</sup>, em 1983 foi verificado que a concentração de monômero residual pode ser reduzida quando se proporciona um aumento da temperatura durante o início do ciclo de polimerização das resinas autopolimerizáveis.

Na tabela V pode-se constatar que a resina termopolimerizável quando submetida ao polimento químico (G4) apresenta um aumento significativo da quantidade de monômero residual quando comparada ao polimento mecânico (G3) resultados que confirmam os de BOMBONATTI et al.<sup>7</sup>, 1975; entretanto a quantidade de monômero do (G4) tende a diminuir bastante com o tempo aproximando-se do (G3). Este comportamento está de acordo com os resultados do estudo de NAGEM-FILHO et al.<sup>26</sup> em 1973, que verificaram maior reação tecidual, no período de 2 dias, aos implantes polidos quimicamente e que ao final dos 32 dias todos os implantes de resina acrílica, quer polidos pelo método convencional ou pelo método químico, apresentaram características semelhantes.

É possível se verificar nas tabelas IV e V que independente do tipo de resina e polimento, todos os grupos avaliados apresentaram maior liberação de monômero nos primeiros dias e que esta liberação tende a diminuir com o tempo estando de acordo com os resultados de LAMB et al.<sup>21</sup>, 1982, LAMB et al.<sup>20</sup>, 1983, STAFFORD & BROOKS<sup>31</sup>, 1985, DEL BEL CURY,<sup>12</sup> 1992, BRAUN et al.<sup>8</sup>, 1998.

É importante observar nas tabelas IV e V que a resina autopolimerizável e a termopolimerizável polidas quimicamente (G2 e G4) apresentaram os maiores valores de monômero residual principalmente nos 2 primeiros dias e, este foi reduzindo com o passar do tempo. Desta forma seria interessante deixar aparelhos ou próteses submetidas a este polimento imersos em água pelo menos durante este período antes de colocá-los em uso (BAKER et al.<sup>6</sup>, 1988, STAFFORD & BROOKS,<sup>31</sup> 1985), pois esta maior quantidade de monômero liberado pode causar irritações na mucosa conforme descrito por McCABE & BASKER<sup>24</sup>, 1976; AUSTIN & BASKER<sup>5</sup>, 1980.

A dureza de um material não é uma propriedade, mas o resultado da interação de resistência, ductilidade, maleabilidade, resistência ao corte e à abrasão, sendo desta forma, um teste utilizado como um indicador dessas outras propriedades (ANUSAVICE<sup>1</sup>, 1996). Segundo CRAIG<sup>11</sup>, 1996, a dureza superficial da resina acrílica pode ser relacionada com a resistência à abrasão do material,

sendo que, quanto menor o número da dureza, mais facilmente a resina pode ser riscada, comprometendo sua qualidade.

Na tabela VI estão dispostas as médias de dureza das resinas auto e termopolimerizáveis quando polidas da maneira convencional (G1 e G3) e pode-se observar que, quando comparadas, foi verificado que há diferença estatística entre as duas resinas em todos os períodos estudados com superioridade para a resina termopolimerizada. Estes achados estão concordes com os de VON FRAUNHOFER & SUCHATLAMPONG<sup>34</sup>, 1975, que verificaram que as resinas quimicamente ativadas apresentavam dureza menor que as ativadas termicamente.

Ainda nesta tabela, observa-se que a resina termopolimerizável (G3) apresentou valores de dureza maiores nos períodos de 1 e 2 dias e que houve redução gradativa à medida em que o tempo passou, havendo diferença estatística entre estes e o período de 32 dias. Entretanto, a resina autopolimerizável (G1) apresentou comportamento inverso, isto é, à medida que o tempo passou os valores de dureza aumentaram, havendo diferença estatística entre o período de 1 e 32 dias. Estes resultados estão de acordo com o trabalho de MESQUITA et al.<sup>22</sup>, que obtiveram comportamento semelhante. Estes comportamentos antagônicos talvez sejam explicados porque o grau de polimerização da resina acrílica termopolimerizável fosse máximo no período de 1 e 2 dias e que posteriormente a sorção d'água tenha causado uma redução da dureza superficial (VON FRAUNHOFER & SUCHATLAMPONG,<sup>34</sup> 1975 e MESQUITA et al.<sup>22</sup>, 1996). Enquanto a resina autopolimerizável não havia atingido o grau máximo de polimerização assim, com o passar do tempo a polimerização foi continuada o que permitiu valores de dureza crescentes, apesar da sorção de água (McCRACKEN,<sup>25</sup> 1952, MESQUITA et al.<sup>22</sup>, 1996).

Quando submetidas ao polimento químico, as resinas auto (G2) e termo polimerizáveis (G4) (Tabela VII) também apresentaram diferença estatística significativa em todos os períodos. Entretanto, com o passar do tempo ocorreu uma recuperação da dureza superficial com aumento gradativo dos valores de dureza confirmando os dados de ARAUJO et al.<sup>4</sup> 1972 e MESQUITA et al.<sup>22</sup>, 1996. Talvez a imersão destas resinas em monômero aquecido tenha causado uma dissolução física das superfícies semelhante a que ocorre com o pó do polímero ao ser misturado com o monômero na fase inicial da polimerização (ELLIS & FARAJ<sup>14</sup>, 1980), e devido a presença de calor, tenha-se iniciado um novo processo de polimerização da superfície, a qual permite que ocorra uma repolimerização da mesma com recuperação dos valores de dureza com o passar do tempo.

Os resultados obtidos nas tabelas VIII e IX indicam que o polimento

químico altera de maneira significativa a dureza das resinas auto e termopolimerizáveis pois em todos os períodos os valores de dureza Knoop foram maiores para o polimento mecânico convencional para as duas resinas apesar do aumento gradativo dos valores de dureza ocorrido com os grupos 2 e 4, nos quais as resinas foram submetidas ao polimento químico, estando de acordo com os resultados de ARAUJO et al. <sup>4</sup>, 1972 e MESQUITA et al. <sup>22</sup>, 1996.

Os resultados de dureza Knoop obtidos se mostraram coerentes com os resultados de monômero residual, sendo que a resina termopolimerizável polida mecanicamente G3 apresentou os menores valores de monômero residual (tabela II) e os maiores valores de dureza Knoop (tabela IX) confirmando os resultados de ARAB et al. <sup>3</sup>, 1989 e BRAUN et al. <sup>8</sup> 1998 que verificaram resultados de dureza maiores para amostras com baixa quantidade de monômero residual. A resina autopolimerizável submetida aos dois polimentos (G1 e G2) e a termopolimerizável polida quimicamente (G4) (tabelas IV e V) apresentaram os maiores valores de monômero residual principalmente nos 2 primeiros dias e, estes foram reduzindo com o passar do tempo estando de acordo com os resultados de dureza que apresentaram-se menores nos primeiros dias e aumentaram nos outros períodos estudados (tabelas VIII e IX). Esses resultados estão de acordo com os de ARAB et al. <sup>3</sup>, 1989 e BRAUN et al. <sup>8</sup> que, em 1998 verificou haver correlação entre a dosagem de monômero residual e a dureza superficial das resinas acrílicas.

O valor da resistência transversa da resina acrílica é um dos indicadores da resistência à fratura de uma base de prótese ou aparelho durante a mastigação (DIXON et al. <sup>13</sup>, 1991). Dessa forma, valores de resistência transversa mais baixos podem comprometer o desempenho do trabalho executado.

Na tabela X onde se compara as duas resinas submetidas ao polimento convencional, pode-se verificar que nas  $48 \pm 2$  horas a resina autopolimerizável (G1) apresentou valor menor que resina termopolimerizável (G3) estando de acordo com os resultados de RUYTER & SVENDSEN<sup>28</sup> que em 1980 verificaram que após  $48 \pm 2$  horas a resina autopolimerizável apresentava resistência transversa menor que a resina termopolimerizável. No período de 8 dias os dois grupos se aproximam, porque na resina autopolimerizável ocorre aumento no valor de resistência transversa talvez pelo fato de a polimerização desta ocorrer por um longo período (McCRACKEN,<sup>25</sup> 1952 e FARAJ & ELLIS<sup>15</sup>, 1979), enquanto a resina termopolimerizável inicia uma redução da resistência devido a sorção de água, a qual tem um efeito plastificante (PHILLIPS,<sup>27</sup> 1993) afastando as macromoléculas e permitindo que as mesmas deslizem umas sobre as outras quando submetidas a tensões (ANUSAVICE,<sup>2</sup> 1998). No período de 32 dias, as duas resinas estão embebidas por água e portanto apresentam valores de resistência

transversa diminuídos e a resina autopolimerizável (G1) volta a apresentar valor de resistência transversa menor que a resina termopolimerizável (G3).

Quando submetidas ao polimento químico (tabela XI ) pode-se verificar que a resina autopolimerizável (G2) apresentou diferença estatística significativa da resina termopolimerizável (G4) nos períodos de 2 e 8 dias, não mais apresentando diferença no período de 32 dias. Este comportamento talvez possa ser explicado porque ocorre uma continuação na polimerização da resina autopolimerizável (McCRACKEN,<sup>25</sup> 1952 e FARAJ e ELLIS,<sup>15</sup> 1979) fazendo com que os valores de resistência transversa deste grupo aumentem com o tempo enquanto a resistência transversa da resina termopolimerizável permaneceu constante durante todos os períodos.

Ao se observar a tabela XII pode-se verificar que o polimento químico não interfere na resistência transversa da resina acrílica autopolimerizável nos períodos de 2 e 8 dias pois não há diferença estatística significativa entre os dois polimentos. No período de 32 dias ocorre diferença estatística significativa com o valor de resistência transversa maior para o grupo que foi submetido ao polimento químico (G2). Isto pode ser explicado pelo fato de o polimento químico não impedir a continuação da polimerização da resina autopolimerizável, e talvez reduzir a embebição de água por parte da mesma à semelhança da resina termopolimerizável que o polimento químico reduz a sorção d'água (GOTUSSO et al.<sup>17</sup>, 1969).

Também pode-se verificar na tabela XII que para a resina autopolimerizável submetida ao polimento mecânico (G1) não há diferença estatística entre os períodos de 2 e 8 dias. Entretanto, há entre estes e o período de 32 dias. Assim percebe-se que o efeito da embebição d'água na resina autopolimerizável faz com que os valores de resistência transversa tornem-se menores que os iniciais. Já para a resina autopolimerizável submetida ao polimento químico (G2) somente houve diferença estatística entre os períodos de 2 e 32 dias sendo o valor da resistência transversa maior no último porque neste grupo houve redução da sorção d'água.

Na tabela XIII, observa-se que a resina termopolimerizável polida mecânica e quimicamente (G3 e G4) apresentou diferença estatística significativa no período de 2 dias e nos outros dois períodos não mais apresentou diferença estatística significativa. Talvez a resina termopolimerizável que já apresentava o seu grau máximo de polimerização ao ser imersa em monômero tenha absorvido o mesmo, causando uma plastificação da sua estrutura a qual se manteve constante em todos os períodos e se assemelhou em valores ao efeito plastificante da embebição de água que ocorreu com a mesma resina polida mecanicamente nos períodos de 8 e 32 dias, pois os autores (ARAB et al.<sup>3</sup>, 1989, PHILLIPS,<sup>27</sup> 1993)

atribuem ao monômero residual e à água efeitos plastificantes.

Ainda na tabela XVII observa-se que para a resina termopolimerizável polida mecanicamente (G3) ocorreu redução gradativa dos valores de resistência transversa apresentando diferença estatística entre os períodos de 2 e 32 dias estando de acordo com o trabalho de DIXON et al.<sup>13</sup> que em 1991 verificou que o valor da resistência transversa da resina termopolimerizável reduziu após um período de 30 dias de imersão em água. Entretanto, a mesma resina polida quimicamente (G4) apresentou valores semelhantes entre os períodos indicando que não houve sorção d'água por parte desta, estando de acordo com os resultados de GOTUSSO et al.<sup>17</sup> que em 1969 verificaram que a resina acrílica termopolimerizável polida quimicamente tinha a sorção d'água reduzida.

Quando se avalia a superfície das amostras através da microscopia eletrônica de varredura pode-se verificar que as superfícies que não são polidas para quaisquer das resinas R1 e R5 (Fig. 22-a e 24-a) apresentam-se mais rugosas, e com a presença de grânulos (ELLIS e FARAJ,<sup>14</sup> 1980). Estas, são superfícies com microcavidades que poderiam acumular maior quantidade de placa bacteriana (BUDTZ-JØRGENSEN,<sup>9</sup> 1979).

Quando se compara os grupos R1 e R5 (resinas acrílicas sem acabamento e polimento, Fig. 22-a e 24-a) com os grupos R4 e R8 (resinas acrílicas sem acabamento porém com polimento químico Fig. 22-b e 24-b) pode-se verificar que aparentemente GOTUSSO<sup>16</sup> (1969) conseguiu efetuar o seu objetivo de reduzir as rugosidades e microcavidades da superfície interna das próteses, porque a impressão que se tem é que todas as irregularidades de superfície (elevações e depressões) são atenuadas após o polimento químico.

Ao se observar a superfície do grupo R2 (resina autopolimerizável com acabamento e polimento mecânico Fig. 22-c e 23-c) percebe-se esferas unidas por uma matriz de resina, esta característica só ocorreu na resina autopolimerizável. Talvez as esferas apareçam porque esta resina não alcance uma temperatura elevada durante a polimerização, não atingindo a temperatura de transição vítrea (FARAJ e ELLIS,<sup>14</sup> 1979), na qual as esferas do pó de polímero de menor peso molecular se tornariam líquêfeitas (ANUSAVICE,<sup>2</sup> 1998) permitindo a formação de uma massa única como se observa no Grupo R6 (resina termopolimerizável com polimento mecânico).

Nestes dois grupos R2 e R6 (resinas acrílicas com polimento mecânico, Fig. 22-c e 24-c), observa-se uma superfície plana, com grânulos e algumas ranhuras oriundas do próprio polimento que se assemelham as características de superfícies de resina acrílica polida observadas em M.E.V. por ELLIS e FARAJ,<sup>14</sup>

em 1980. Estas ranhuras são mais evidentes na resina autopolimerizável talvez porque esta apresente uma dureza menor o que permite que seja riscada com mais facilidade (ANUSAVICE,<sup>1</sup> 1998) até mesmo pelos materiais de polimento.

Ao se avaliar os grupos R3 e R4; R6 e R8 (Fig.22-b, d e 24-b, d) nos quais as resinas foram submetidas ao polimento químico percebe-se que todos se assemelham apresentando uma característica de superfície lisa com alguns grânulos, porém não se apresentam planas, parecem onduladas. Os grupos R4 e R8 (Fig. 22-b e 24-b) que não foram submetidos ao acabamento apresentam-se com ondulações maiores e as vezes alguma irregularidade evidenciada nas figuras 24-b e 25-b. Esta aparência se deve ao fato de o monômero atuar como um solvente do polímero, dissolvendo a camada superficial do mesmo (ELLIS e FARAJ,<sup>14</sup> 1980) independente de terem sido acabadas ou não. Esta dissolução superficial visualizada na microscopia eletrônica de varredura confirma a redução na dureza superficial verificada para as duas resinas (tabelas VIII e IX) após terem sido submetidas ao polimento químico.

**Conclusão**

## 10. Conclusão

Diante dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- 1- O polimento químico aumentou a quantidade de monômero residual das duas resinas acrílicas estudadas, de maneira significativa, sugerindo a necessidade de deixar os aparelhos e próteses submetidos ao mesmo, imersos em água por um período mínimo de 24 horas, antes da sua colocação na boca do paciente.
- 2- O polimento químico diminuiu os valores de dureza superficial dos dois tipos de resinas acrílicas estudados, de maneira significativa, sugerindo que os aparelhos e próteses submetidos ao mesmo, podem ser mais facilmente abrasionados.
- 3- O polimento químico não alterou a resistência transversa das resinas auto e termopolimerizáveis.
- 4- As resinas submetidas ao polimento químico apresentaram, aparentemente superfícies onduladas.

**Referências**  
**Bibliográficas**

## 11. Referências Bibliográficas \*

1. ANUSAVICE, K.J. Propriedades Mecânicas dos Materiais Dentários In: \_\_\_\_\_ **PHILLIPS Materiais Dentários**. 10.ed. Rio de Janeiro, Guanabara, Koogan, 1998. Cap.4, p.28-43.
2. \_\_\_\_\_. Química das Resinas Sintéticas. In: \_\_\_\_\_. **PHILLIPS Materiais Dentários**. 10.ed. Rio de Janeiro, Guanabara, Koogan, 1998. Cap.10, p.125-139.
3. ARAB, J., NEWTON, J.P., LLOYD, C.H. The effect of elevated level of residual monomer on the whitening of a denture base and its physical properties. **J. Dent.**, Oxford, v.17, n.4, p.189-194, Apr. 1989
4. ARAUJO, P.A., ABREU, D., MAGALHÃES, A.E.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., BASKER, R.M. The level of residual monomer in acrylic denture base materials with particular reference to a modified method of analysis. **Br. Dent. J.**, London, v.149, n.18, p.281-286, Nov. 1980.
6. BAKER, S., BROOKS, S.C., WALKER, D.M. 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.1295-1299, Oct. 1988.
7. BOMBONATTI, P.E. et al. Determinação do monômero residual em resinas Acrílicas submetidas ao polimento químico. **Revta Fac. Odont. Araçatuba**, v.4, n.2, p.273-277, out. 1975.
8. BRAUN, K.O. et al. Avaliação *in vitro* da efetividade de polimerização da resina acrílica dental, ativada 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. BUDTZ-JØRGENSEN, E. Materials and methods for cleaning dentures. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.42, n.6, p.619-623, Dec. 1979

\* De acordo com a NBR 6023, de agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o "World List of Scientific Periodicals".

10. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES. Specification Nº 12 for denture base polymers. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.90, n.2, p.451-458, Feb. 1975
11. CRAIG, R.G. Prosthetic Applications of Polymers In:\_\_\_\_\_. **Restorative dental material**. 10 ed. Saint Louis: C.V. Mosby, 1996. Chap.19, p.500 - 540.
12. DEL BEL CURY, A. A. **Estudo *in vitro* das propriedades físico-químicas de resinas acrílicas dentais termopolimerizáveis, quimicamente ativadas e curadas por microondas**. Tese (Doutorado)-Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1992. 133p.
13. DIXON, D.L., EKSTRAND, K.G., BREENDING, L.C. The transverse strengths of three denture base resins. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.66, n.4, p.510-513, Oct. 1991
14. ELLIS, B., FARAJ, S.A.A. The structure and surface topography of acrylic denture base materials. **J. Dent.**, Oxford, v. 8, n.2,p.102-108, 1980
15. FARAJ, S.A.A, ELLIS, B. The effect of processing temperatures on the exotherm, porosity and properties of acrylic denture base. **Br. dent. J.** London, v.147, n.16, p.209-212, Oct. 1979.
16. GOTUSSO, M.J Tratamiento Químico Superficial de las resinas acrílicas. **Revta Asoc. Odont. argent.**, Buenos Aires, v.57, n.10-12, p.359-361, oct./nov. 1969.
17. \_\_\_\_\_, BRASSESCO, M., BEIGELIS, A. Sorption of heat-cured acrylic resins, chemically polished. **J. dent. Res.** Washington, v.48, n.6, p.1072, May 1969.
18. JAGGER, R.J. Effect of the curing cycle on some properties polymethylmethacrylate denture base material. **J. oral Rehabil.**, Oxford, v.5, n.2, p.151-157, Apr. 1978.
19. JEROLIMOV, V. et al. The effect of variations in the polymer/monomer mixing ratios on residual monomer levels and flexural properties of denture base materials. **Quintessence int.**, Berlin, v.9, n.7, p.431-434, July/Aug. 1985.

20. LAMB, D.J., ELLIS, B., PRIESTLEY, D. The effects of process variables on levels of residual monomer in autopolymerizing dental acrylics resin. **J. Dent.**, Oxford, v.11, n1, p. 80-88, Mar. 1983.
21. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_. Loss into water of residual monomer from autopolimerizing dental acrylic resin. **Biomaterials**, Guildford, v.3, n.3, p.155-159, July 1982.
22. MESQUITA, M.F. et al. Efeito do polimento químico sobre a dureza superficial das resinas acrílicas. **Revta. paul. Odont.**, São Paulo, n. 3, p.22-27 Mai/Jun 1996.
23. \_\_\_\_\_. et al. . Efeito do polimento químico sobre a resistência ao impacto das resinas acrílicas. **Semina Ci. Biol/Saúde**,v.17, n.2 , p.178-182 Jun 1996.
24. MCCABE, J.F., BASKER, R.M. Tissue sensitivity to acrylic resin. A method of measuring the residual monomer content and it's clinical application. **Br. dent. J.**, London, v.140, n.10, p. 347-350, May 1976.
25. MCCRACKEN, W.L. An evaluation of activated methyl methacrylate dentures base materials. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v 2, n.1, p.68-83, Jan. 1952.
26. NAGEM-FILHO, H., CHIODI-NETO, J., ARAUJO, P.A. Biocompatibility of acrylic resins implants in connective tissue. **Estomat. & Cult.**, Bauru, v.7, n.2, p.120-123, 1973.
27. PHILLIPS,R.W. Resinas para base de Dentaduras: considerações técnicas e resinas diversas. In: \_\_\_\_\_ed. **SKINNER Materiais Dentários**. 9.ed. Rio de Janeiro, Guanabara, Koogan, 1993. Cap.11, p.140-160.
28. RUYTER, I.E, SVENDSEN, S.A. Flexural properties of denture base polymers. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.43, n.1, p.95-104, Jan. 1980.
29. SMITH,D.C., BAINS, M.D. The acrylic denture base. Residual monomer. **Br. dent. J.** London, v.105, n.5, p.86-91, Aug. 1956.

- 30 SPENCER, H.R., GARIAEFF, P. The present status of vulcanite versus plastics a base plate material. **Contact Point.**, San Francisco, v.27, p.263-267, June 1949.
31. STAFFORD, G.D., BROOKS, S.C. The loss of residual monomer from acrylic ortodontic resins. **Dent. Mater.**, Washington, v.1, n.4, p.135-138, Aug. 1985.
32. STOLF, W.L., CONSANI, S., RUHNKE, 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.
33. ULUSOY, M., ULUSOY, N., AYDIN, A.K. An evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.56, n.1, p.107-112, July 1986.
34. VON FRAUNHOFER, J.A., SUCHATLAMPONG, C. The surface characteristics of denture base polymers. **J. Dent.**, Oxford, v.3, n.3, p.105-109, May 1975.

**Apêndice**

## 12. Apêndice

### 12.1. Análise Estatística

#### a) Monômero residual

A análise de variância foi feita utilizando-se nível de significância de 5%, como na análise de resíduo não foi possível admitir normalidade dos dados e não foi encontrada transformação de dados apropriada, optou-se por fazer a análise não paramétrica utilizando-se o “teste de comparação de médias”, considerando o delineamento em parcela sub-dividida (delineamento split-plot). Por se tratar de teste não paramétrico deve ser observado que a análise é feita considerando não o valor da observação mais a ordem que ela ocupa no conjunto. Será apresentada a média aritmética (medida paramétrica) para melhor visualização dos resultados).

Quadro 1 - Médias e desvios padrão de monômero liberado em água para resinas e polimentos entre os tempos avaliados.

Resina	Polimento	Tempo	Média	SD
a	m	1	129,71 a	11,75
		2	35,89 b	3,58
		8	8,42 c	0,50
		32	3,27 d	0,27
a	q	1	1811,98 a	199,04
		2	172,24 b	9,78
		8	19,58 c	0,50
		32	6,13 d	0,22
t	m	1	3,43 a	0,12
		2	1,25 b	0,12
		8	0,47 c	0,05
		32	0,03 d	0,01
t	q	1	704,72 a	60,18
		2	30,35 b	1,35
		8	5,39 c	0,20
		32	1,69 d	0,08

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

Para a leitura dos resultados apresentados na tabela acima devemos entender que foi feita a comparação entre os tempos avaliados na pesquisa, quando combinada as resinas e os polimentos. Assim para todas as resinas e polimentos houve diferença estatística entre todos os períodos estudados.

Quadro 2 -. Médias da liberação de monômero em água entre os polimentos para as resinas dentro de cada tempo avaliado na pesquisa.

Tempo	Resina	Polimento	Média
1 dia	A	M	129,71 a
1 dia	A	Q	1811,98 b
1 dia	T	M	3,43 c
1 dia	T	Q	704,72 d
2 dias	A	M	35,89 a
2 dias	A	Q	172,24 b
2 dias	T	M	1,25 c
2 dias	T	Q	30,35 a
8 dias	A	M	8,42 a
8 dias	A	Q	19,58 b
8 dias	T	M	0,47c
8 dias	T	Q	5,39 d
32 dias	A	M	3,27 a
32 dias	A	Q	6,13 b
32 dias	T	M	0,03 c
32 dias	T	Q	1,69 d

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

Em todos os tempos avaliados foi encontrada diferença significativa entre os grupos de resina e polimento com exceção para a comparação entre a resina A com o polimento M e a resina T com o polimento Q no tempo de 2 dias as quais não apresentaram diferença estatística significativa.

### b) Dureza superficial:

A análise de variância foi feita utilizando-se nível de significância de 5%, como na análise de resíduo não foi possível admitir normalidade dos dados e não foi encontrada transformação de dados apropriada, optou-se por fazer a análise não paramétrica utilizando-se o “teste de comparação de médias”, considerando o delineamento em parcela sub-dividida (delineamento split-plot). Por se tratar de teste não paramétrico deve ser observado que a análise é feita considerando não o valor da observação mais a ordem que ela ocupa no conjunto.

Quadro 3 - Médias e desvios padrão de dureza superficial para resinas e polimentos entre os tempos avaliados.

Resina	Polimentos	Dias	Médias	SD
A	M	1	12,28 a	0,29
		2	12,82 ab	0,23
		8	12,77 ab	0,16
		32	13,11 b	0,26
A	Q	1	7,83 a	0,40
		2	8,89 b	0,35
		8	10,42 c	0,14
		32	12,17 d	0,37
T	M	1	17,15 a	0,14
		2	17,13 a	0,18
		8	16,51 ab	0,13
		32	15,96 b	0,14
T	Q	1	9,41 a	0,23
		2	10,02 a	0,37
		8	11,34 b	0,20
		32	11,79 b	0,36

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

Os resultados acima indicam que com a resina A e polimento M foi encontrada diferença significativa apenas entre o primeiro dia e 32º dia. Com a resina A e polimento Q todos os dias apresentaram diferença significativa entre si, sendo a maior média de dureza observada no dia 32º. Com a resina T e polimento M a diferença significativa foi observada entre o primeiro e 32º dia sendo a maior média de dureza superficial o primeiro dia. Finalmente com a Resina T e o polimento Q os dias 1 e 2 não apresentaram diferença significativa entre si, diferindo dos demais dias e esses por sua vez não diferiram entre si.

Quadro 4 – Comparação de dureza superficial entre polimentos e resina dentro de cada tempo avaliado.

Tempo	Resina	Polimento	Média
1 dia	A	M	12,28 a
1 dia	A	Q	7,83 b
1 dia	T	M	17,15 c
1 dia	T	Q	9,41 d
2 dias	A	M	12,82 a
2 dias	A	Q	8,89 b
2 dias	T	M	17,13 c
2 dias	T	Q	10,02 d
8 dias	A	M	12,77 a
8 dias	A	Q	10,42 b
8 dias	T	M	16,51 c
8 dias	T	Q	11,34 d
32 dias	A	M	13,11 a
32 dias	A	Q	12,17 b
32 dias	T	M	15,96 c
32 dias	T	Q	11,79 d

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

Em todos os tempos avaliados foi encontrada diferença significativa entre os grupos de resina e polimento e as maiores médias de dureza foram observadas com a resina T e polimento M.

### c) Resistência transversa

Para a análise estatística será considerado o delineamento em parcela sub-dividida no tempo, sendo as parcelas as resinas e os polimentos. As comparações de médias foram feitas considerando o teste t para médias com nível de significância de 5%.

A análise de resíduo para essa variável apresentou homogeneidade de variância e o teste de Shapiro Wilk para a verificação da normalidade, também não teve sua hipótese rejeitada ( $p=0,8153$ ) indicando com isso ser possível utilizar o modelo de parcela sub-dividida.

A análise de variância para resistência apresentou significância para efeito de resina, resina\*polimento e dias\*resina\*polimento. Assim sendo, esses graus de liberdade foram desdobrados para verificar essas diferenças significativas através de teste de médias.

Quadro 5 - Médias e seus desvios para as comparações de resina, polimentos e dias

Resina	Polimentos	Dias	Médias	SD
A	M	2	76,46 a	0,79
		8	80,35 b	1,46
		32	71,82 c	1,48
A	Q	2	73,94 a	1,63
		8	76,99 a b	1,56
		32	79,16 b	1,39
T	M	2	89,05 a	0,73
		8	82,63 b	2,44
		32	80,21 b	2,26
T	Q	2	79,82 a	1,99
		8	81,84 a	0,96
		32	79,19 a	1,52

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

Para a leitura dos resultados apresentados na tabela acima devemos entender que foi feita a comparação entre os tempos avaliados na pesquisa, quando combinado as resinas e os polimentos. Sendo assim, verificou-se que

apenas com a resina T e o polimento Q as médias entre os tempos não apresentaram diferença significativa.

Quadro 6 - Médias da resistência transversa entre os polimentos para as resinas dentro de cada tempo avaliado na pesquisa.

Tempo	Resina	Polimento	Média
2 dias	A	M	76,46 a
2 dias	A	Q	73,94 a
2 dias	T	M	89,05 a
2 dias	T	Q	79,82 b
8 dias	A	M	80,35 a
8 dias	A	Q	76,99 a
8 dias	T	M	82,63 a
8 dias	T	Q	81,84 a
32 dias	A	M	71,82 a
32 dias	A	Q	79,16 b
32 dias	T	M	80,21 a
32 dias	T	Q	79,19 a

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

No tempo de dois dias a resina A em qualquer tipo de polimento não apresentou diferença significativa. A resina T apresentou significância estatística para as duas formas de polimento.

No tempo de oito dias as duas resinas e em qualquer dos polimentos não foi encontrada diferença significativa. E, finalmente, no tempo de 32 dias a resina A apresentou diferença significativa entre os polimentos e a Resina T não apresentou significância estatística entre os polimentos.

Quadro 7 - Médias da resistência transversa entre as resinas para os polimentos dentro de cada tempo avaliado na pesquisa.

Tempo	Resina	Polimento	Média
2 dias	A	M	76,46 a
2 dias	T	M	89,04 b
2 dias	A	Q	74,08 a
2 dias	T	Q	79,82 b
8 dias	A	M	80,35 a
8 dias	T	M	82,62 a
8 dias	A	Q	76,99 a
8 dias	T	Q	81,84 b
32 dias	A	M	71,82 a
32 dias	T	M	80,21 b
32 dias	A	Q	79,16 a
32 dias	T	Q	79,19 a

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

No tempo de dois dias para os dois tipos de polimentos M e Q houve diferença estatística significativa entre as resinas.

No tempo de oito dias para o polimento M as resinas não apresentaram diferença significativa e para o polimento Q houve diferença estatística significativa entre as resinas. E, finalmente no tempo de 32 dias a o polimento M apresentou diferença significativa entre as resinas e o polimento Q não apresentou significância estatística entre as resinas.