

ALTAIR A. DEL BEL CURY
Cirurgiã-Dentista



1150055265



FOP

T/UNICAMP D376i

A INFLUÊNCIA DO MATERIAL DE REVESTIMENTO SOBRE AS
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS RESINAS ACRÍLICAS
POLIMERIZADAS COM ENERGIA DE MICROONDAS.

**Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba da Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do título de Professor
*Livre Docente em Prótese Parcial Removível***

PIRACICABA - SP

1998

ALTAIR A. DEL BEL CURY
Cirurgiã-Dentista

A INFLUÊNCIA DO MATERIAL DE REVESTIMENTO SOBRE AS
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS RESINAS ACRÍLICAS
POLIMERIZADAS COM ENERGIA DE MICROONDAS.

**Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba da Universidade Estadual de
Campinas para obtenção do título de Professor
*Livre Docente em Prótese Parcial Removível***

1899
PIRACICABA - SP

1998

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

DEDICO ESTE TRABALHO

Ao JAIME, cujo amor, confiança e incentivo me impulsionou para mais esta etapa da minha vida.

Aos meus filhos, ANDRÉ e RENATA pelo amor, compreensão e admiração.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Doutores José Ranali, diretor, e **Oslei Paes de Almeida**, vice-diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pelas condições de trabalho e atenção.

Às Professoras Doutoras Célia Mariza Rizzatti-Barbosa e Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia, **pelo incentivo e alegre convívio na agenda atribulada da Prótese Parcial Removível.**

Aos Colegas do Departamento de Prótese e Periodontia pelo incentivo e confiança demonstrados em minha capacidade de trabalho.

Aos estudantes de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, Rodrigo Nunes Rached e Solimar Maria Ganzarolli, **meus orientados pelo auxílio na execução deste trabalho.**

À Eliane Melo Franco, pesquisadora do Laboratório de Bioquímica Oral, FOP-UNICAMP, **pelo auxílio nas análises.**

Aos estudantes de Pós-Graduação Carrilho, Eduardo, Glauco, Melo, Paulo, Rodrigo, Sofimar **pelo entusiasmo e alegria com que nos envolvemos nas pesquisas.**

Aos técnicos José Alfredo da Silva, Mariza de Jesus Carlos Soares e Waldomiro Vieira Filho do Laboratório de Bioquímica Oral, FOP-UNICAMP, **pelo auxílio, atenção, dedicação e presteza com que sempre me atenderam.**

Às senhoras Eloisa Maria Cecotti e Marilene Girello, bibliotecárias da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela revisão das referências bibliográficas e confecção da ficha catalográfica.

À FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, **pelo auxílio pesquisa Processo nº 1997/12205-1.**

ÍNDICE

1. LISTAS	6
1.1. LISTA DE TABELAS	7
1.2. LISTA DE FIGURAS	8
1.3. LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SIGNIFICADOS	9
2. RESUMO	12
3. INTRODUÇÃO	14
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
5. MATERIAL E MÉTODOS	44
5.1. RESISTÊNCIA TRANSVERSAL	44
5.1.1 CONFECÇÃO DOS PADRÕES	44
5.1.2 OBTENÇÃO DOS MOLDES DE SILICONE	44
5.1.3 INCLUSÃO DOS MOLDES DE SILICONE	46
5.1.4 OBTENÇÃO DOS MOLDES DE GESSO	47
5.1.5 OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES	48
5.1.6 ACABAMENTO	48
5.1.7 ARMAZENAMENTO E TESTE DE RESISTÊNCIA TRANSVERSAL	51
5.2. DUREZA SUPERFICIAL E LIBERAÇÃO DE MONÔMERO	52
5.2.1 CONFECÇÃO DOS PADRÕES	52
5.2.2 OBTENÇÃO DOS MOLDES DE SILICONE	52
5.2.3 INCLUSÃO DOS MOLDES DE SILICONE	53
5.2.4 OBTENÇÃO DOS MOLDES DE GESSO	53
5.2.5 OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES	53
5.2.6 ACABAMENTO E POLIMENTO	54
5.2.7 AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA	54
5.2.8 ANÁLISE DO MONÔMERO LIBERADO	55
6. RESULTADOS	59
6.1. RESISTÊNCIA TRANSVERSAL	59
6.2. DUREZA SUPERFICIAL	60
6.3. LIBERAÇÃO DE MONÔMERO RESIDUAL	62
7. DISCUSSÃO	67
8. CONCLUSÃO	72
9. SUMMARY	74
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
11. APÊNDICE	82

LISTAS

1. LISTAS

1.1. LISTA DE TABELAS

<i>Tabela</i>	<i>1</i>	<i>Materiais e equipamentos com respectivos fabricantes e características</i>	<i>44</i>
<i>Tabela</i>	<i>2</i>	<i>Interação das variáveis e formação dos grupos.</i>	<i>54</i>
<i>Tabela</i>	<i>3</i>	<i>Médias e DP de resistência transversal (MPa) das resinas segundo os métodos de inclusão.</i>	<i>59</i>
<i>Tabela</i>	<i>4</i>	<i>Médias e DP de microdureza Knoop das resinas nos tempos, segundo métodos de inclusão.</i>	<i>61</i>
<i>Tabela</i>	<i>5</i>	<i>Médias e DP de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) pelas resinas segundo métodos de inclusão.</i>	<i>63</i>
<i>Tabela</i>	<i>6</i>	<i>Teste de TUKEY para comparação de médias das resinas do desdobramento resina X tempo ($p < 0,05$).</i>	<i>63</i>
<i>Tabela</i>	<i>7</i>	<i>Teste de TUKEY para comparação de médias das resinas do desdobram material de inclusão X tempo.</i>	<i>64</i>

1.2. LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i>	<i>Recipiente de madeira com matrizes coladas em posição.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Conjunto matrizes/silicone incluído em mufla plástica.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 3</i>	<i>Desenho esquemático do dispositivo para acabamento dos espécimes</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4</i>	<i>Dispositivo metálico para acabamento dos espécimes do teste de resistência transversal.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 5</i>	<i>Determinação da altura dos cilindros.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 6</i>	<i>Fixação e desgaste do espécime.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 7</i>	<i>Espécimes para teste de microdureza e monômero liberado</i>	<i>52</i>
<i>Figura 8</i>	<i>Distribuição das penetrações sobre o espécime</i>	<i>55</i>
<i>Figura 9</i>	<i>Gráfico representativo dos valores de resistência transversa (MPa)</i>	<i>60</i>
<i>Figura 10</i>	<i>Gráfico representativo da microdureza Knoop.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 11</i>	<i>Gráfico dos valores médios de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) da resina Acron MC.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 12</i>	<i>Gráfico dos valores médios de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) da resina OndaCryl.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 13</i>	<i>Gráfico dos valores médios de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) das resinas Acron MC e OndaCryl.</i>	<i>66</i>

1.3 LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SIGNIFICADOS

<i>et al.</i>	-----	<i>e outros (abreviatura de "et alii")</i>
$\mu\text{g}/\text{cm}^2$	-----	<i>Microgramas por centímetro quadrado</i>
Kg/cm^2	-----	<i>quilograma por centímetro quadrado</i>
<i>MPa</i>	-----	<i>Mega-Pascal</i>
<i>cm</i>	-----	<i>centímetro</i>
<i>mm</i>	-----	<i>milímetro</i>
μm	-----	<i>micrômetro</i>
<i>h</i>	-----	<i>horas</i>
$^{\circ}\text{C}$	-----	<i>grau Celsius</i>
$^{\circ}\text{F}$	-----	<i>grau Fahrenheit</i>
<i>DV</i>	-----	<i>desvio-padrão</i>
<i>MMA</i>	-----	<i>metilmetacrilato</i>
<i>PMMA</i>	-----	<i>poli-metilmetacrilato</i>
<i>W</i>	-----	<i>Watt(s)</i>
<i>s</i>	-----	<i>segundo(s)</i>
<i>ADA</i>	-----	<i>Associação Dentária Americana</i>

<i>ADA</i>	-----	<i>Associação Dentária Americana</i>
<i>g</i>	-----	<i>grama (s)</i>
<i>ml</i>	-----	<i>mililitro(s)</i>
<i>G</i>	-----	<i>gesso</i>
<i>S</i>	-----	<i>silicone</i>
<i>MD</i>	-----	<i>dureza Knoop</i>
<i>RT</i>	-----	<i>resistência transversa</i>
<i>ML</i>	-----	<i>monômero liberado</i>
<i>AG</i>	-----	<i>Acron-Gesso</i>
<i>AS</i>	-----	<i>Acron-Silicone</i>
<i>OG</i>	-----	<i>OndaCryl-Gesso</i>
<i>OS</i>	-----	<i>OndaCryl-Silicone</i>
<i>ANOVA</i>	-----	<i>Análise de Variância</i>

RESUMO

2. RESUMO

O efeito do material silicone para inclusão sobre as propriedades das resinas acrílicas polimerizadas em microondas é pouco conhecido. Este estudo avaliou a influência de dois materiais Gesso pedra tipo III (G) e silicone para inclusão (S) sobre a dureza Knoop (MD), resistência transversal (RT) e monômero liberado em água (ML) de duas resinas (Acron MC (A) e OndaCryl (O)) polimerizadas com microondas. Foram confeccionados 144 espécimes, divididos em quatro grupos (AG, AS, OG e OS), cada um contendo 12 espécimes para cada análise. A RT foi avaliada segundo a especificação nº 12 da ADA. A MD foi mensurada nos tempos 24, 48, 72 horas e 30 dias e o ML em períodos de 24 ou 48 horas, num total de 288 horas. As resinas foram polimerizadas segundo as instruções dos fabricantes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p=0,05$). A partir dos resultados obtidos pode ser verificado que os grupos AS e OS apresentaram os maiores valores ($p<0,05$) de ML ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) apenas para os períodos de 24h (AS=56,84±27,39; AG=7,51±5,75; OS=3,59±1,60; OG=1,02±0,3), 48h (AS=28,99±9,35; AG=2,65±2,17; OS=2,37±0,84; OG=0,68±0,49) e 72h (AS=15,98±9,01; AG=1,40±0,57; OS=1,87±0,52; OG=0,75±0,44). Os grupos AS e OS apresentaram os maiores valores ($p<0,02$) de MD no período de 24 h (AS=18,69±2,3; AG=17,79±0,7; OS= 18,41±1,0; OG=16,04±0,6); no tempo de 48 h, apenas os grupos OS e OG diferiram ($p<0,03$) entre si (OS=18,67±0,8; OG=16,75±0,8). Nos demais períodos, não houve diferenças estatísticas ($p>0,05$) para MD entre os grupos estudados. Ambos os materiais estudados afetaram ($p>0,05$) a RT das resinas. Os autores concluem que a utilização de silicone de inclusão possibilitou polimerização adequada das resinas estudadas.

INTRODUÇÃO

3. INTRODUÇÃO

A reabilitação oral com próteses removíveis é um dos procedimentos odontológicos do cotidiano do cirurgião dentista.

Este tipo de trabalho teve sua demanda aumentada com a previsibilidade dos implantes osseointegrados, principalmente para aquele período que decorre entre a fase cirúrgica e a colocação das próteses definitivas.

Para a confecção das bases destas próteses, o poli-metilmetacrilato (PMMA) é a resina mais utilizada. O método de polimerização mais comumente empregado é a termopolimerização, na qual o material ainda na fase plástica é prensado sobre o modelo de gesso confinado em mufla metálica, a qual recebe calor de uma fonte externa, como calor seco, vapor, infravermelho ou banho de água aquecido, sendo este último o mais freqüentemente utilizado.

Entretanto este método consome tempo e conseqüentemente é mais dispendioso financeiramente. Assim, em 1983 KIMURA *et al.* retomaram os estudos iniciados por NISHII (1968) sobre o uso da energia de microondas como fonte de calor e estabeleceram as bases para sua utilização, quando descreveram que este método fornecia próteses tão adequadas quanto o anterior em menor período de tempo, além do método de processamento ser mais limpo.

Posteriormente, REITZ *et al.* (1985), DE CLERCK (1987), TAKAMATA *et al.* (1989), RODRIGUES-GARCIA & DEL BEL CURY (1996), DYER & HOWLETT (1994) relataram usos clínicos significantes para esta técnica de polimerização.

Também vários autores como HAYDEN (1986), DE CLERCK (1987), ALDOORI *et al.* (1988), TRUONG & THOMAS (1988), BAFILE *et al.* (1991), SMITH *et al.* (1992), YUNUS *et al.* (1994), relataram experiência positiva em seus estudos quanto às propriedades físicas, químicas, mecânicas quando polimerizaram resina acrílica com técnica de energia de microondas e compararam-na com àquelas polimerizadas em banho de água quente.

Outro aspecto importante na qualidade das resinas polimerizadas é ausência de porosidade visível, o que pode ser constatado no método de microondas, segundo

pesquisas de LEVIN *et al.* (1989), ALKATIB *et al.* (1990), NOWLIN & TAUBERT *et al.* (1991), BRAUN & DEL BEL CURY (1997),

Em relação aos achados de TAKAMATA *et al.* (1989), WALLACE *et al.* (1991), RODRIGUES GARCIA & DEL BEL CURY (1996), a qualidade da adaptação das bases de próteses confeccionadas com esta técnica é igual ou superior àquelas obtidas pelo banho de água aquecido.

Adicionalmente a estas qualidades, De CLERCK (1987), SHLOSBERG *et al.* (1989), BRAUN & DEL BEL CURY (1997) também demonstraram que as próteses parciais removíveis podem ser polimerizadas adequadamente dessa maneira, indicando que a presença do metal não interfere com o processo de polimerização.

Ainda dentro dos diversos usos da técnica de energia de microondas em Odontologia, a mesma foi utilizada com sucesso para reembasamentos, reparos e esterilização de próteses (AL-HANBALLI *et al.*, 1991; TURCK & RICHARDS, 1993; YUNUS *et al.*, 1994; BURNS *et al.*, 1990; ILBAY *et al.*, 1994).

Como pôde ser observado, o uso de microondas para a polimerização de resinas acrílicas é factível e o tempo de processamento muito menor. Este curto período de cura minimiza o risco de distorção da prótese original quando comparado com o processo convencional (DE CLERCK, 1987). Em todos os estudos citados até aqui o material de inclusão para as próteses foi sempre gesso, persistindo assim os problemas na desinclusão e tempo transcorridos para o acabamento.

No entanto, revendo a literatura encontramos várias pesquisas nas quais os materiais de inclusão utilizados foram a silicone e o gesso, obtendo-se valores semelhantes aos da inclusão com gesso para variáveis de estabilidade dimensional, precisão de adaptação, manutenção da dimensão vertical e porosidade, com a vantagem da limpeza na remoção das peças protéticas (BECKER *et al.*, 1977; TUCKER, 1971; MOLNAR *et al.*, 1968; MANIERI *et al.*, 1980; BECKER, 1977; UETI & MUENCH, 1974; ZANI & VIEIRA, 1979). Em todos estes trabalhos o método de polimerização foi o convencional, do banho de água aquecida.

Para o método de polimerização com energia de microondas, se observou apenas uma descrição da técnica de inclusão com o material silicone, realizado por TURCK

& RICHARDS (1993), mas sem nenhuma conotação com as propriedades físicas, químicas e mecânicas do material.

Assim é propósito desta pesquisa avaliar e comparar a dureza superficial, resistência transversal e liberação de monômero em água de resinas acrílicas para microondas revestidas com gesso e silicone/gesso quando polimerizadas com microondas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A polimerização de resinas acrílicas com o uso de energia de microondas foi relatada pela primeira vez por NISHII em 1968. A energia de microondas gerada em um oscilador magnético foi transferida para uma câmara onde havia uma mufla contendo resina, sendo as mesmas irradiadas. Durante esta irradiação a energia de microondas é absorvida pelo objeto irradiado e instantaneamente transformada em calor. A diferença entre a condução ordinária do aquecimento e o aquecimento dielétrico é que no método dielétrico a substância torna-se aquecida igualmente tanto interna quanto externamente quando a temperatura aumenta e muito mais rapidamente. NISHII em seu trabalho concluiu que as propriedades físicas das resinas curadas com irradiação de microondas foram tão *satisfatórias quanto* às daquelas das resinas polimerizadas pela técnica convencional.

Em 1968 MOLNAR *et al.* relataram as três possíveis teorias que levariam à porosidade interna das resinas acrílicas, baseando-se em trabalhos antecessores. Uma das teorias relata como sendo a vaporização do monômero da massa de resina acrílica em polimerização o motivo para a formação de bolhas. Outra teoria aponta como responsável em provocar porosidade o ar aprisionado no interior da resina. A terceira diz que a porosidade é resultado da contração de polimerização do monômero. Neste estudo, os autores confeccionaram espécimes em formato de halteres, com 5,0 mm de comprimento, utilizando resina acrílica incolor. O maior diâmetro dos espécimes era de 19,5 mm e o menor de 8,0 mm. Foram utilizados moldes de gesso em muflas, sendo aplicado no grupo controle isolante à base de alginato e no grupo teste uma camada de silicone como material isolante. As muflas foram imersas em água em ebulição e mantidas por uma hora. Os resultados mostraram que todos os espécimes confeccionados com os moldes rígidos apresentaram porosidades, ao passo que aqueles confeccionados em moldes com silicone apresentaram-se completamente ou, em alguns momentos, quase livre de porosidades.

TUCKER & FREEMAN (1971) estudaram o efeito do revestimento de silicone no aumento da dimensão vertical de próteses totais confeccionadas para pacientes da Clínica Dentária do Hospital de Oklahoma (EUA). Cinquenta dentaduras foram confeccionadas, e tiveram suas respectivas dimensões verticais registradas em articulador ainda com os dentes em cera. A resina Lucitone termopolimerizável foi utilizada para a confecção das próteses, sendo metade destas incluídas em mufla com gesso como material de revestimento. A outra metade recebeu, previamente ao preenchimento da mufla com gesso, uma camada de silicone sobre os dentes e a base da prótese em cera. Após a remoção da cera e prensagem da resina, as próteses polimerizadas eram mantidas nos modelos, remontadas no articulador para avaliação da dimensão vertical pós-processamento. Tal dimensão foi comparada com aquela obtida com os dentes ainda em cera. As diferenças entre as duas dimensões foram submetidas à análise estatística (Fisher's t-test para amostras pequenas). Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa quanto ao aumento de dimensão vertical, entre os métodos de processamento, utilizando como revestimento gesso ou silicone-gesso. Porém, segundo os autores, este segundo método oferece vantagens com relação ao primeiro, principalmente quanto ao menor tempo despendido para o acabamento das próteses.

UETI & MUENCH (1974) estudaram a alteração dimensional de espécimes confeccionados com resina acrílica utilizando-se dois métodos de inclusão: gesso e silicone/gesso. Foram confeccionados espécimes de formato anelado com cerca de 3 mm de espessura, 53 mm (medidos com precisão) de diâmetro externo e internamente perfurados, com diâmetros internos variados. A resina acrílica utilizada foi termopolimerizável convencional, empregando-se ciclo de Tuckfield. Após análise dos resultados, os autores concluíram que o uso da clássica muralha de gesso, ou sua substituição pelo silicone, conduzem a resultados semelhantes quanto às alterações dimensionais da resina acrílica.

BECKER *et al.* (1977) compararam propriedades físicas de resinas acrílicas processadas com três técnicas diferentes: sistema de resina fluida, silicone-gesso e gesso isoladamente. Avaliaram-se alterações de espessura, dureza superficial Rockwell, detalhe de superfície e estabilidade de cor. Para a técnica silicone-gesso, a silicone utilizado foi do

tipo vulcanizada (Dent-Kote, Denstsply); para o sistema de resina fluída, foi utilizado o Trupour Fluid Resin System (Denstsply). Para as técnicas de silicone-gesso e gesso isolado utilizou-se resina termopolimerizável convencional (Lucitone, Dentsply), aplicando-se um ciclo de 09 horas a 165⁰ F em banho de água quente e resfriamento em bancada. Os resultados mostraram que as três técnicas de processamento apresentavam um aumento da espessura de resina na região do palato, porém sem significado clínico; a técnica da resina fluída foi a que mostrou o maior aumento. A contração dos flanges das amostras, que corresponderiam àquelas das próteses totais, também ocorreu com as três técnicas de processamento, sendo maior com a técnica silicone-gesso. Este achado tem sido relatado na clinica diária, quando do processamento de próteses totais utilizando-se esta técnica. A dureza superficial Rockwell foi avaliada antes e após o polimento das amostras, encontrando-se os maiores valores para aquelas processadas com a técnica de silicone-gesso. Após o polimento houve um aumento estatisticamente significativo nos valores de dureza das amostras confeccionadas com as técnicas silicone-gesso e resina fluída. A estabilidade de cor e a reprodução de detalhes foram satisfatórias para os três métodos de processamento.

BECKER *et al.* (1977) estudaram as alterações dimensionais em três planos de próteses processadas com três técnicas diferentes: sistema de resina fluída, silicone-gesso e gesso isoladamente. Avaliou-se a quantidade e direção tanto da distorção do palato e dos flanges, como da movimentação dos dentes da prótese. A silicone utilizado foi do tipo vulcanizada (Dent-Kote, Denstsply), e o sistema de resina fluída Trupour Fluid Resin System (Denstsply). Para as técnicas de silicone-gesso e gesso isolado utilizou-se resina termopolimerizável convencional (Lucitone, Dentsply), aplicando-se um ciclo de 09 horas em banho de água quente e resfriamento em bancada. Os resultados mostraram que as três técnicas estudadas promoveram alterações tridimensionais na posição dos dentes da prótese e de pontos localizados na superfície interna da mesma. Porém tais alterações são de menor magnitude se comparadas àquelas já previamente relatadas por outros autores. Observou-se que nenhuma técnica mostrou qualidade superior em relação às demais. Segundo os autores, a escolha de uma destas três técnicas não deverá ser feita baseando-se apenas em critérios como estabilidade dimensional, estabilidade de cor, detalhe de superfície ou

dureza da resina acrílica. Questões como facilidade de manuseio, quantidade e custo de equipamentos especiais necessários, tempo requerido e familiarização com as técnicas são de fundamental importância no momento da escolha.

ZANI & VIEIRA (1979) estudaram a influência da utilização da muralha de silicone na movimentação dos dentes das próteses durante o processamento, bem como na rugosidade de próteses polimerizadas e que não sofreram acabamento. A facilidade de demuflagem também foi avaliada pelos autores. As amostras utilizadas foram: próteses totais superiores com dentes de resina acrílica, sendo que os segundos molares, e incisivo central esquerdo continham um fio metálico no seu interior, com pontos de referência para avaliação da movimentação dentária antes e após o processamento. Na análise da rugosidade superficial, foram utilizados blocos de resina acrílica. Sete grupos experimentais foram testados utilizando-se os silicones Flexistone, Xantopren Blue, Optosil Hard, Coltoflax, Duplisil, Silicomold, Optosil. Dois grupos foram formados de espécimes confeccionados com moldes de gesso isolados com o produto Cel-lac ou uma camada de 0,025 mm de estanho. Os resultados mostraram que houve uma tendência geral para redução das distâncias entre os molares e entre estes e o incisivo central esquerdo. Entretanto não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos estudados. Os resultados indicaram também que o uso do silicone tornou a demuflagem mais rápida, a superfície da resina acrílica mais lisa, uniforme e com menor quantidade de resíduos de gesso resultantes da inclusão.

MAINIERI *et al.* (1980) estudaram *in vitro* o efeito de dois métodos de processamento na quantidade e direção da movimentação dentária de próteses totais: silicone-gesso e somente gesso. Também foi avaliada a alteração dimensional da resina após o processamento com estes dois métodos, bem como após o reembasamento das próteses com o mesmo método de processamento utilizado inicialmente. Os resultados mostraram que a quantidade de abertura vertical não diferiu estatisticamente entre os dois métodos. O processamento silicone-gesso promoveu uma movimentação dentária mais evidente para o lado lingual. Comparando-se o peso do material de impressão, concluiu-se que os dois métodos forneceram alterações dimensionais semelhantes na base das próteses.

Após o reembasamento, não houve diferença estatisticamente significativa entre as alterações dimensionais promovidas pelos dois métodos, sendo a adaptação das próteses após o reembasamento superior àquela obtida inicialmente.

AUSTIN & BASKER (1980) desenvolveram um estudo cujos objetivos foram: descrever um método para a quantificação do monômero residual e a verificação de sua precisão; investigar o efeito dos procedimentos de manipulação sobre o conteúdo de monômero da resina acrílica; e descrever casos clínicos nos quais foi atribuída à alta concentração de monômero residual a causa de danos na mucosa oral. Nesse trabalho, foram usados corpos-de-prova de resina termopolimerizável e resina de polimetilmetacrilato (PERSPEX). A resina termopolimerizável foi submetida a 2 tipos de ciclo de polimerização: ciclo longo e ciclo curto; os corpos-de-prova também variaram de espessura, apresentando de 2 a 4 mm, e o armazenamento foi feito a seco e na água. A extração do monômero foi feita após 1 hora e, a seguir, analisado com a técnica da cromatografia gás-líquida. Os autores provaram que o método proposto nesse trabalho é preciso, reprodutível e que requer pouca quantidade de material para ser executado. Também verificaram que há uma relação entre o conteúdo de monômero residual, temperatura atingida e tempo de polimerização. Igualmente, 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. Atribuíram isso ao fato de a polimerização ser uma reação química exotérmica e que atinge temperaturas mais altas nas regiões espessas, convertendo maior quantidade de monômero em polímero. Verificaram ainda que não havia diferença significativa quanto ao conteúdo de monômero entre as amostras mantidas em água ou em local seco. No caso clínico reportado nessa pesquisa, a irritação da mucosa foi atribuída à 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 ativada, quando submetida ao ciclo longo.

Em 1982, LAMB *et al.*, desenvolveram um estudo com a proposta de avaliar a quantidade de monômero residual de resinas autopolimerizáveis, o qual se difundia para a água, e de observar se havia alguma quantidade de monômero que não era lixiviado. Foram

preparados corpos-de-prova, com proporção pó/líquido indicada pelo fabricante e processados em polimerizadora sob pressão. Os tempos de processamento variaram de 5 até 30 minutos e a temperatura de 22° a 55° C. Para a análise da quantidade de monômero liberado em água, foram utilizados 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 eram imersos em 50 ml de água destilada e armazenados a 37° C; decorrido o tempo previamente determinado 5 ml da água eram retirados para análise do monômero dissolvido, e a água de imersão era novamente renovada. Um único corte do material foi imerso em 4 ml de água destilada, dentro de uma cubeta fechada e esta foi inserida no espectrômetro; registros automáticos do espectro de absorção foram feitos até que não fosse mais detectado monômero na água. Cortes dos discos de resina foram imersos em 100 ml de água destilada, em frascos fechados e mantidos a 37° C por 7 dias; o monômero foi então avaliado, os cortes recuperados, secos em sílica gel e pesados diariamente, até que não fosse mais detectada perda de peso. Segundo os autores, o monômero se difundiu mais rapidamente em amostras finas como as de 24 µm do que dos corpos-de-prova com espessura semelhante as das próteses. Para essas amostras finas, a completa difusão do monômero ocorreu em 14 dias a 22° C e em 7 dias a 37° C, e a quantidade de monômero liberada dependeu da temperatura de polimerização atingida pela resina. Os resultados da análise de ressonância elétron spin indicaram um espectro característico para radicais ativos na polimerização de metilmetacrilato o que sugere que, imediatamente após o ciclo de polimerização, a concentração de monômero residual é reduzida por dois mecanismos: difusão do monômero e polimerização adicional.

Somente em 1983 os estudos para aplicação de energia de microondas para cura de resinas acrílicas dentais foram retomados com as pesquisas de KIMURA *et al.*. Neste trabalho os pesquisadores utilizaram duas resinas termopolimerizáveis, sendo uma clara e outra rosa. Para a resina clara a relação polímero/monômero foi 2,4:1,0 e para rosa 2,0:1,0 em peso. Na confecção das próteses totais foram usados tanto dentes de porcelana como de resina. Também se usou um grampo de cobalto-cromo com 0,9 mm de diâmetro para

verificação das alterações que a resina sofreria sob polimerização em contato com o mesmo. Antes da mistura polímero/monômero ser colocada nos moldes, diferentes pesos de mistura (7g, 15g, 21g) foram irradiados com microondas dentro dos potes de vidro, variando o tempo de 5 a 40 segundos. O molde foi preenchido de modo convencional e após a prensagem, o mesmo foi removido cuidadosamente da mufla, colocado em tubo de borracha e irradiado por microondas em forno com prato giratório. Além da prótese total, corpos-de-prova de 30x50 mm foram preparados e irradiados por tempo de 0,5 a 20 minutos e amostras de 20x20x5 mm de resina clara também foram curados por tempo de 2 a 15 minutos no mesmo forno de microondas. Os pesquisadores concluíram que: a) embora a mistura polímero/monômero demore de 15 a 20 minutos em temperatura ambiente para atingir a fase plástica, o tempo para atingir essa mesma fase foi marcadamente diminuído e a massa tornou-se mais homogênea com o uso de microondas; b) os grampos de cromo-cobalto não influenciaram a cura da resina quando a irradiação foi por microondas e que não foi observado porosidade ao redor deles; c) as resinas termopolimerizáveis podem ser curadas em forno de microondas por 3 minutos, sendo que mudanças de cor, fraturas das bases ou dos dentes artificiais raramente foram observadas.

No ano seguinte, KIMURA *et al.*, dando prosseguimento a seus estudos, verificaram adaptabilidade de resinas acrílicas termopolimerizáveis, curadas tanto por microondas quanto por banho de água. Nesta pesquisa o tipo de mufla usada para o forno de microondas foi de plástico reforçado com fibra de vidro. As resinas, depois de preparadas, foram introduzidas em moldes e polimerizadas por: a) 2,5 minutos de cada lado: superior e inferior em forno de microondas com prato giratório ou b) 40 minutos a 65^o C e mais 30 minutos em água fervente. Foi usado um par termoeletrico na base da resina e do revestimento de gesso para registro das mudanças de temperatura. Para a cura em microondas estas medidas foram realizadas 30 segundos após a irradiação e nas resinas polimerizadas em banho de água durante o aquecimento. Estes pesquisadores concluíram que as resinas curadas por microondas apresentaram melhor adaptabilidade do que as curadas em água. As bases das próteses neste caso, apresentaram uma melhor adaptação sobre os rebordos do que sobre a região do palato.

REITZ *et al.*, em 1985, interessados nas pesquisas de resinas polimerizadas com energia de microondas, realizaram um experimento que comparou as propriedades físicas de resinas acrílicas quando curadas com microondas e em banho de água. Para isto prepararam corpos-de-prova com as dimensões 25x12x2,5 mm. Dez amostras foram curadas em banho de água por 8 horas a 165⁰ F e dez amostras idênticas foram curadas em forno de microondas a 400W por 2 ½ minutos de cada lado. Após o processamento, as amostras foram preparadas para avaliação da porosidade, dureza e resistência transversa. As amostras para porosidade, depois de polidas, foram imersas em tinta preta e repolidas para remoção do manchamento superficial. Estes corpos-de-prova foram examinados com aumento de vinte vezes e fotografados. A área incluída na foto foi aproximadamente de 2,4 x 1,9 mm. O número de porosidade para cada amostra foi contado e os corpos-de-prova separados em 3 grupos: a) menos de 10 poros; b) menos de 20 poros; c) com 20 ou mais poros. Os resultados desta pesquisa mostraram que para as propriedades físicas de dureza, resistência transversa e porosidade não houve diferenças estatisticamente significantes quanto aos métodos de polimerização : energia de microondas ou banho de água aquecido. Como os autores receberam informações que ocorria maior porosidade de secções mais espessas, foram preparados mais 20 corpos-de-prova com dimensões de 3x1x1 mm, sendo que a metade foi curada convencionalmente e a outra em forno de microondas a 90 W por 6 ½ minutos de cada lado. Foi observado que 70% das amostras processadas por microondas tinham porosidade visível, enquanto que nenhuma das amostras polimerizadas pelo método convencional apresentava.

Em 1985, JEROLIMOV *et al.* verificaram se a variação na 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 a propriedade de resistência. Foram confeccionados 40 corpos-de-prova, divididos em 10 grupos, submetidos a dois ciclos diferentes de polimerização alterando-se as proporções pó/líquido. Os ciclos e proporções utilizados foram: a) 14 horas a 70° C e b) 7 horas a 70° C mais 3 horas a 100° C; 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 através da cromatografia gasosa. Segundo os autores: a) a propriedade de resistência transversal

das resinas termopolimerizáveis melhora com a redução do monômero residual; b) os ciclos de polimerização apresentaram maior influência que a razão polímero/monômero na redução dos níveis de monômero residual; c) o ciclo que utilizou o tempo adicional de 3 horas a 100° C produziu os menores níveis de monômero residual; d) para o ciclo que não utilizou o tempo final com água fervente à medida que a proporção pó/líquido aumentou houve uma diminuição significativa dos níveis de monômero, com uma leve melhora da propriedade de resistência transversa.

HAYDEN em 1986 fez um estudo comparativo da resistência transversa de resinas acrílicas dentais curadas com microondas e banho de água. Com esta finalidade utilizou 3 resinas termopolimerizáveis sendo um padrão, a segunda que continha copolímero de metilmetacrilato com fibras longas e a terceira uma resina resistente ao impacto contendo partículas de borracha. As amostras consistiram de 20 bases de próteses totais que após prensagem dos moldes foram polimerizadas da seguinte forma: 1) banho de água: a) 9 horas a 163° F, b) 30 minutos a 163° F; e 2) energia de microondas: a) 700 watts, 2 minutos de cada lado da mufla, b) 90 watts, 6 ½ minutos de cada lado. Após o período de cura todas amostras foram levemente polidas, numeradas ao acaso e imersas em água a 98±2° F por 72 horas antes do teste. Os resultados mostraram que houve diferenças entre as amostras curadas pelo ciclo curto de banho de água aquecida e energia de microondas, sendo que as amostras do ciclo curto absorveram muito maior quantidade de energia antes da fratura do que as curadas com microondas. O autor também observou a possibilidade de que a menor resistência notada nas amostras de microondas fosse o resultado da polimerização rápida uma vez que os polímeros apresentavam cadeias curtas.

Em 1989, LEVIN *et al.* estudaram as propriedades dureza, resistência transversa e porosidade de resinas acrílicas polimerizadas com energia de microondas. Foram confeccionados dez espécimes de cinco diferentes resinas, polimerizadas utilizando-se banho de água quente e forno de microondas doméstico. Os resultados mostraram que não houve diferenças entre os valores obtidos com os dois diferentes métodos de polimerização. Em outro estudo, próteses maxilares foram enceradas em modelos obtidos em gesso a partir de um modelo de alumínio, utilizando-se as mesmas cinco resinas e ciclos de polimerização

para verificação da adaptação. Esta adaptação das próteses sobre o modelo metálico foi verificada com fitas calibradoras. Os resultados mostram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos, indicando que as propriedades físicas das resinas curadas em microondas são semelhantes às das resinas curadas convencionalmente. A polimerização em microondas apresenta como vantagens, segundo os autores: tempo de processamento, facilidade de limpeza e manuseio.

SANDERS *et al.*, 1987, tendo observado em trabalhos anteriores que a porosidade na seção mais espessa da resina aumentava significativamente quando estes corpos-de-prova eram polimerizados com energia de microondas, realizaram uma pesquisa onde investigaram as diferenças de porosidade apresentadas pelas amostras após a cura por microondas quando resfriadas subitamente ou permitidas resfriar lentamente em temperatura ambiente. Com esta finalidade, amostras foram preparadas e polimerizadas de duas formas: a) curadas por 9 horas a 170^o F e resfriadas imediatamente após a remoção do banho de água por 20 minutos em água corrente; b) curadas a 90 W em forno de microondas com prato giratório por 6 ½ minutos de cada lado e decorridos 15 minutos foram resfriadas em água corrente por 45 minutos; c) amostras curadas como em b e resfriadas à temperatura ambiente por 2 ½ horas. Após a polimerização, as amostras foram polidas e recobertas por tinta nanquim para observação da porosidade. A quantidade de porosidade foi avaliada por 3 examinadores calibrados. A análise dos resultados mostrou que houve porosidade em todas amostras de resina acrílica para todos os métodos de polimerização e para todos os procedimentos. Somente a resina fabricada para cura em microondas apresentou baixa porosidade, concluindo assim a importância de selecionar a resina apropriada para cada método de polimerização.

DE CLERCK, em 1987, fez algumas considerações a respeito de resinas acrílicas e polimerização em microondas. Segundo o autor, a polimerização do PMMA, resina mais comumente utilizada na confecção de próteses dentária, é do tipo reação em cadeia, e requer a ativação de um iniciador (peróxido de benzoíla), o qual cria os primeiros radicais livres que iniciam a polimerização, abrindo a dupla-ligação do metilmetacrilato. A reação térmica acima de 60°C gera radicais livres, e a reação exotérmica de polimerização (12,9

kcal/mg) tem uma tendência de se acelerar à medida que essa temperatura aumenta. Resinas polimerizadas em temperaturas próximas à da ebulição do monômero (100,8°C) apresentam altas níveis de porosidade. Esta temperatura é facilmente atingida quando o calor interno gerado pela reação exotérmica da resina não é dissipado eficazmente. No caso dos métodos de polimerização mais freqüentemente usados (banho de água e ar quente), essa dissipação é prejudicada principalmente pela diferença de temperatura entre o meio externo e interior da mufla, sendo o primeiro sempre mais quente que o segundo, além do coeficiente de condutividade térmica desfavorável do material de revestimento. Para se evitar porosidades, utilizam-se ciclos com baixas temperaturas e períodos longos. Porém, se o calor necessário à quebra do peróxido de benzoila em radicais livres pudesse ser gerado dentro da própria resina, a temperatura no exterior da mufla poderia se manter baixa. Dessa forma, o calor da reação de polimerização poderia ser dissipado com maior eficiência, minimizando-se os riscos de porosidade na resina acrílica. Além disso, se eliminaria o tempo necessário para se transferir calor do meio externo para a resina, através das diversas estruturas envolvidas, tais como mufla, material de revestimento e modelo em gesso. As microondas, ondas eletromagnéticas produzidas por um gerador chamado magnetron, podem ser utilizadas para gerar calor no interior das resinas. Os fornos de microondas domésticos utilizam uma freqüência de 2450 MHz, o que fornece um comprimento dessas ondas na ordem de 12 cm. As moléculas de metilmetacrilato são capazes de se orientar sobre este campo eletromagnético, e a uma freqüência de 2450 MHz, suas direções de movimentação mudam aproximadamente 5 bilhões de vezes por segundo. Conseqüentemente numerosas colisões intermoleculares ocorrem, provocando um aquecimento rápido. Muflas metálicas não podem ser utilizadas para polimerização de resina em microondas, pois estas não atravessam o metal. Assim, muflas convencionais não são utilizadas, sendo substituídas por muflas especialmente projetadas para tal finalidade. Realizando testes simples, o autor pôde observar que 30 cc de monômero ebuliram em 3 minutos e 30 seg. no forno de microondas; além disso, notou também que o polímero isolado não se aquecia quando em contato com as microondas, e que porções (3 mg) de polímero e monômero misturado, prensado na fase plástico e submetidos a um ciclo de 2 minutos em microondas, iniciaram a polimerização em 4 minutos, estando completamente polimerizados em 8 minutos. Quanto ao reparo, o autor pôde observar que um dente de

plástico aderiu firmemente à resina acrílica, quando ambos os materiais foram submetidos a uma exposição de 8 minutos às microondas.

Uma comparação entre os métodos de polimerização com microondas e água fervente sobre as propriedades físico-químicas de resinas acrílicas foi realizada por TRUONG & THOMAZ em 1988. Os autores utilizaram 4 marcas comerciais de resinas preparadas de acordo com as instruções dos fabricantes e curadas segundo os métodos: a) Banho de água: mergulhou as muflas em água fervendo e o fogo foi desligado, vinte minutos mais tarde o calor foi reaplicado e as muflas permaneceram na água fervente por 10 minutos; b) Microondas: polímero/monômero foi misturado e pré-polimerizado por 1 minuto a 90 W e em seguida curados por um dos 4 métodos: 1) 13 minutos a 90 W; 2) 24 minutos a 90 W; 3) 90 W por minutos; 4) curada por 6 minutos por 90 W. Adicionalmente há estes tempos, todas as resinas tiveram uma pós cura de mais 2 minutos a 500 W. Após a polimerização, as muflas de ambos os métodos foram resfriadas por 20 minutos sob água corrente antes de serem abertas. Todas as amostras foram submetidas ao teste de porosidade e apenas uma resina convencional polimerizada de acordo com o ciclo nº 1 de microondas foi submetida aos testes de sorção de água, dureza, resistência transversa, porosidade e extração de monômero. Pelos resultados observou-se que para resistência transversa e dureza não houve diferenças significativas entre os dois métodos. Em todas as amostras foi observada porosidade que foi atribuída ao excesso de calor no início da polimerização. Quanto ao monômero liberado em água foram observadas maiores quantidades quando a resina foi polimerizada pelo método convencional.

Neste mesmo ano AL DOORI *et al.* (1988) realizaram uma pesquisa onde verificaram o peso molecular, os níveis de monômero residual e extensão de porosidade de amostras de resinas acrílicas curadas por microondas comparadas a corpos-de-prova idênticos polimerizados por banho de água aquecido. As resinas utilizadas foram: a) LUCITONE 199 (resina com alta resistência ao impacto); b) TREVALON (que é um PMMA contendo co-polímero de butil-dimetacrilato e monômero contendo 7% de agente de ligação cruzada etileno-glicol-dimetacrilato); c) resina experimental: um homopolímero de PMMA, usando como monômero um metil metacrilato; d) resina experimental, sendo o polímero igual ao do material c e o monômero modificado pela adição de 0,025% de

dimetil p-toluidina como ativador iniciante e como agente de ligação cruzada 5% de etileno-glicol-dimetacrilato. Os ciclos de cura usados foram: 1) 24 minutos em forno de microondas a 70 W para todos os materiais; 2) banho de água: 7 horas a 70⁰ C seguido de 3 horas a 100⁰ C e para o material d ciclo de 20 minutos em água fervente, que em termos de processamento seria o método termopolimerizável compatível com o método de microondas. O conteúdo de monômero residual foi determinado com cromatografia a gás. Na análise dos resultados se verificou que os três materiais polimerizados em banho de água apresentaram níveis mínimos de monômero residual em torno de 0,3% e o quarto material apresentou níveis levemente maiores. Para o grupo polimerizado com energia de microondas, os níveis de monômero residual presentes também foram maiores do que o mínimo aceitável de 0,3% e, ainda para este ciclo de polimerização, o quarto material apresentou os maiores níveis de monômero residual, quando comparado com os outros três materiais tanto polimerizados com microondas quanto curados em banho de água. Este mesmo material, quando se compararam os ciclos de polimerização em microondas e em banho de água, apresentou o dobro de monômero residual quando polimerizado em banho de água. Quanto ao peso molecular não houve diferenças em relação ao ciclo de polimerização. Neste estudo, foi verificado que quando da utilização do material com amostras de até 7 mm de espessura em banho de água não foi observado porosidade, mas este mesmo material quando polimerizado com as microondas só não apresentou porosidade apenas quando a espessura máxima foi de 3mm.

TAKAMATA *et al.*, em 1989, avaliaram a precisão dimensional de resinas acrílicas, segundo o método de polimerização. Com esta finalidade foram comparadas: a) uma resina termicamente ativada pelo método tradicional de banho de água; b) uma nova resina fluída; c) resina ativada por luz visível; d) resina processada com energia de microondas; e) resina quimicamente ativada. Foram usados os seguintes métodos para a medida da precisão dimensional: peso do material de moldagem interposto entre a base da prótese e o modelo mestre; medidas realizadas em cinco pontos do bordo posterior e, o volume estimado do espaço entre a base da prótese e o modelo mestre. Avaliando os resultados obtidos, chegaram as seguintes conclusões: a) a pior adaptação foi obtida pelo grupo de resinas polimerizadas em mufla metálica e banho de água convencional. A nova resina ativada por

luz visível produziu uma base com precisão intermediária, assim como a resina fluída quando curada por 20 minutos a 100^o C ou a resina processada com microondas por 13 minutos a 90 W ou 1 ½ minuto a 500 W. Os dois melhores grupos quanto à precisão de adaptação foram obtidos pelas resinas autopolimerizadas ou pela resina especialmente desenvolvida para ser processada com as microondas.

Em 1989, KODA *et al.*, estudando a liberação de monômero residual, desenvolveram um método para a avaliação do eluato do monômero das resinas acrílicas. Para testar a validade de seu método estes pesquisadores compararam o monômero liberado de uma resina termicamente ativada em banho de água, uma resina polimerizada em forno de microondas e uma resina autopolimerizada. Ao término de sua pesquisa eles concluíram que o método analítico de cromatografia líquida de alta resolução é viável para a quantificação e que as resinas para microondas, termopolimerizável e autopolimerizável tiveram monômero residual em ordem crescente e que pelo menos para das duas primeiras citadas bastaria deixá-las mergulhadas em água por 3 dias antes das próteses serem colocadas na cavidade bucal, para que ficassem livres do mesmo.

SHLOSBERG *et al.*, em 1989, conduziram um estudo onde compararam a técnica de polimerização da resina acrílica com energia de microondas e polimerização convencional, com banho de água aquecida, verificando: a precisão dimensional e a porosidade de bases de resina para prótese total; as diferentes propriedades físicas da resina; a qualidade da resina convencional próxima e distante da estrutura metálica da PPR. Para a confecção das amostras foi utilizada somente resina acrílica convencional. Os ciclos de polimerização utilizados foram: a) banho de água à temperatura de 74^oC por 8 horas, seguido de 1 hora a 100^oC; b) irradiação de microondas por 13 minutos, na posição vertical a 90 W, seguida de 90 segundos com a potência de 500W. As muflas foram deixadas em bancada durante 20 minutos e, posteriormente resfriadas em água corrente. As próteses totais foram imersas em água destilada por 21 dias a 37^oC. A precisão dimensional foi verificada com um material de impressão interposto entre a prótese e modelo metálico sob carga de 3,36 Kg. A porosidade foi avaliada em um corte transversal da prótese na região de 1^{os} molares, a superfície foi polida e visualmente inspecionada com aumento de 10 x. As

amostras retangulares medindo 65 mm x 10 mm x 3 mm foram confeccionadas de maneira igual, porém sendo submetidas aos seguintes testes: 1) densidade; 2) resistência transversal; 3) dureza KNOOP sob carga de 200g; 4) determinação do monômero residual com espectrofotometria infravermelha; 5) resistência da resina em reparos. Próteses Parciais Removíveis (classe I de Kennedy) também foram confeccionadas e, posteriormente, seccionadas transversalmente. A superfície polida foi submetida ao teste de dureza KNOOP, porosidade e adaptação sendo avaliadas com aumento de 10 x. Os resultados indicaram que não foi encontrada nenhuma diferença significativa na precisão dimensional das próteses totais polimerizadas por ambas as técnicas, o mesmo ocorrendo com os demais resultados, sendo apenas a dureza das resinas na região mais próxima (1mm) da estrutura metálica das PPRs menor que as demais.

BURNS *et al.* (1990) estudaram a influência da energia de microondas na estabilidade dimensional de três resinas acrílicas para base de prótese: Lucitone 199 (termopolimerizável), Triad (polimerizável por luz) e Perm (autopolimerizável). Além disso, os espécimes foram testados secos ou saturados em água por 30 dias à temperatura ambiente, sendo tais condições variáveis independentes. O peso e o comprimento das amostras foram mensurados antes e após a desinfecção das mesmas em microondas (15 minutos a 650 W); um recipiente parcialmente preenchido com água foi introduzido no forno de microondas, para proteção do magnetron. Todos os materiais apresentaram excelente estabilidade, tendo valores médios de contração na ordem de 0,02 a 0,03%, os quais são clinicamente insignificantes se comparados aos da contração de polimerização, na ordem de 0,2%. Os autores concluem que a esterilização em microondas não influenciou significativamente na estabilidade dimensional dos três materiais testados, e que os mesmos podem estar secos ou saturados em água previamente à esterilização. Uma vez que o formato cilíndrico das amostras utilizadas não condiz com a topografia complexa de uma prótese, extrapolações desses resultados para próteses totais não seriam válidas. Entretanto, comparações entre os materiais utilizados poderiam ser consideradas.

ALKHATIB *et al.* (1990) realizaram um estudo com a finalidade de comparar a resistência transversa, dureza e porosidade de duas resinas para base de dentaduras formuladas especialmente para a polimerização com energia de microondas com uma resina convencional polimerizada em banho de água por 8 horas a 163⁰ F. Os ciclos de polimerização para as resinas curadas por microondas foram: a) ciclo longo: 7 min 43 s de cada lado a 75,9 W, seguido de 59s de cada lado a 513 W; b) 2 min 26 s a 513 W de cada lado da mufla; c) 2 min 55 s a 513 W somente de um lado da mufla. Para o teste de resistência á flexão foram usados 6 amostras para cada grupo, com as dimensões 3 x 10 x 68 mm e mantidas em água a 37 ± 1^0 C por 50 ± 2 horas antes do teste. A máquina teste foi uma INSTRON modelo 1123 com velocidade de 10 mm/min. Para o teste de dureza Knoop foram utilizadas 5 amostras para 4 grupos com diferentes espessuras: 3, 6, 11,6 e 17,7 mm. A carga usada foi de 200 g aplicados por 20 segundos. O teste de porosidade foi realizado em microscópio metalográfico marca NEOPHOT-21. A porosidade foi determinada de acordo com a seguinte escala: 1) porosidade negligenciável: medida de 10 a 100 μ m de largura para os buracos presentes; 2) porosidade moderada: dimensões 100 a 500 μ m de largura para os buracos presentes ou 3) porosidade severa com presença de buracos com mais de 500 μ m de largura. Analisando os resultados, se verificou que não houve diferenças estatisticamente significantes quanto á resistência transversal em todos os grupos estudados. Quanto á dureza Knoop, verificou-se que a resina especialmente formulada para microondas ACRON MC e o líquido também ACRON MC apresentou valor estatisticamente significativo quando comparado ao grupo de alta voltagem e ciclo curto, sendo a resina também especial para microondas. O teste de porosidade mostrou que as resinas convencional, polimerizada em banho de água e a resina ACON MC mostraram-se livres de porosidade independente da espessura. Para as resinas formuladas para microondas com líquido convencional e mesmo com o líquido especial, somente as amostras com 3 mm e uma com 6 mm de espessura, se apresentaram livres de porosidade. Os autores concluíram que apesar de estatisticamente não haver diferenças em relação á dureza, a grande quantidade de porosidade presente pode afetar o valor de resistência das resinas.

Em 1991, NOWLIN *et al.* compararam as resinas Acron e Justi para processamento em microondas com a resina termopolimerizável Paragon, quanto à resistência transversa e à presença de poros. Foram confeccionadas 40 amostras medindo 5 x 10 x 30 mm e divididas em 8 grupos processadas da seguinte maneira: 1) resina Acron pré-curada em bancada por 4 horas e polimerizada à potência de 70 W por 7 min para cada lado da mufla; 2) mesma resina processada a 490 W por 1 ½ minutos para cada lado da mufla; 3) resina Justi processada há 3 minutos para cada lado à potência de 490 W; 4) resina Paragon polimerizada há 3 minutos por lado à potência de 490 W; 5) resina Justi pré-curada por 30 min e polimerizada 13 min a 70 W e mais 1,5 min a 490 W com a mufla na posição vertical; 6) resina Paragon processada da mesma maneira que a do grupo 5. A resistência transversal foi avaliada em máquina de ensaio universal Instron, e a porosidade foi observada na superfície do corte. Os autores verificaram que não houve diferença significativa entre os grupos quanto à resistência transversa e que as resinas Justi e Acron apresentaram menor porosidade que a resina termopolimerizável Paragon.

Neste mesmo ano WALLACE *et al.* compararam a precisão dimensional de bases de prótese curadas por microondas e curadas pelo método tradicional de banho de água aquecido (grupo controle). Os grupos experimentais foram em número de quatro, variando os tempos e a temperatura de polimerização por microondas. Os autores concluíram que: a) que as bases de próteses processadas com a energia de microondas apresentaram-se iguais ou com melhor precisão dimensional do que as bases processadas convencionalmente; b) que nenhum dos grupos polimerizados com as microondas apresentou resultado superior quando comparados entre si; c) o processo de polimerização com energia de microondas é mais limpo e rápido quando comparado com a técnica convencional, além de fornecer excelente precisão dimensional.

BAFILE *et al.* (1991) compararam neste estudo a porosidade entre resinas acrílicas curadas por energia de microondas e resinas acrílicas termopolimerizáveis convencionais. Foram confeccionados 70 espécimes, divididos em 10 grupos. As amostras do grupo

controle foram polimerizadas em banho de água quente a 69°C durante 9 horas. Os espécimes de quatro grupos experimentais foram confeccionados utilizando-se um líquido (*Micro Liquid monomer-H.D. Justi Co., Oxnard, Calif.*) contendo trietileno ou tetraetileno glicol, que são dimetacrilatos que contêm um grupo reativo em cada extremidade da cadeia orgânica; estes dimetacrilatos apresentam uma pressão de vapor baixa mesmo sob temperaturas entre 100 e 150°C. Isso favorece o processamento da resina acrílica em altas temperaturas sem o risco do surgimento de porosidades na estrutura do mesmo, o que não ocorreria utilizando-se monômeros com uma pressão de vapor elevada. Os espécimes destes quatro grupos foram submetidos a diferentes ciclos de polimerização em microondas, variando-se tempo e potência. Os outros dois grupos experimentais foram formados por espécimes confeccionados com monômero de metil-metacrilato e polimerizados em forno de microondas. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre as médias de porosidade dos grupos controle e experimentais com o líquido especial. Os dois grupos restantes, de espécimes processados com monômero de metilmetacrilato, mostraram médias de porosidades significativamente maiores que as dos demais grupos, mostrando a efetividade do líquido modificado à base de trietileno e tetraetileno modificado na prevenção de porosidades. Além disso, os autores encontraram os menores valores de porosidade quando da utilização do ciclo de 10 minutos a 225 watts em microondas.

AL-HANBALI *et al.* (1991) estudaram a adaptação de bases de próteses confeccionadas em resina acrílica e submetidas a dois ciclos de cura em banho de água quente ou em forno de microondas. Para confeccionar as bases, foram obtidas réplicas em gesso a partir de um modelo mestre confeccionado em cobalto-cromo. Dez bases, confeccionadas com resina acrílica convencional (Acron, Austenal Dental Products Ltd. Harrow, UK), foram processadas em banho de água quente durante 7 horas a 70°C e 3 horas a 100°C, sendo outras dez processadas em forno de microondas a 65 watts durante 3 minutos. Outras dez bases, confeccionadas com um polimetilmetacrilato modificado (Acron Rapid, Austenal Dental Products Ltd. Harrow, UK), contendo 0,025% de dimetil-*p*-toluidina (ativador químico), foram processadas em banho de água fervente (100°C) por 20 minutos. Após isso as bases foram readaptadas ao modelo mestre metálico, interpondo-se

entre os mesmos o material de moldagem à base de silicone; sobre a camada de silicone obtida vazou-se gesso pedra, reproduzindo em positivo a camada interna da mesma, e, depois de removida a base de resina, gesso pedra foi vazado sobre o silicone, reproduzindo e contendo a camada externa desta. O conjunto gesso-silicone-gesso foi então recortado na região posterior do palato, e a espessura do silicone foi então mensurada em um perfilômetro. As bases removidas foram submetidas a um segundo ciclo de cura semelhante ao primeiro, com exceção do grupo polimerizado em ciclo longo, em que se utilizou segundo ciclo de cura por 12 horas a 65°C, para que a temperatura de transição vítrea da resina acrílica não fosse atingida. A análise de variância ANOVA e teste t-Student foram realizados, mostrando que as diferenças do primeiro e segundo ciclo de cura foram significativas para todos os métodos de cura ($P < 0,001$). Entretanto, o ciclo de cura em microondas provocou uma distorção significativamente menor da base da prótese, comparado com o ciclo curto de polimerização em banho de água quente, principalmente na região central do palato ($P < 0,001$).

Em 1992, DEL BEL CURY, em seu estudo, comparou propriedades físico-químicas de 4 resinas, sob três condições de polimerização. As resinas Lucitone 550 (L) e Prothoplast (P) foram polimerizadas com banho de água por 12 horas a 73° C; a resina Acron foi polimerizada 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 e solubilidade em água, 2) resistência transversal e deflexão máxima, 3) resistência ao impacto e 4) liberação de monômero residual. A partir dos resultados, concluiu-se que as resinas diferem entre si em relação às suas propriedades físico-químicas e que estas variações eram relacionadas ao tipo de polimerização a que foram submetidas, sendo que para monômero residual a resina para microondas apresentou os melhores resultados.

Em 1992, SMITH *et al.* estudaram sete resinas, Accelar 20(A), Acron MC (AMC), Compak 20(C), L-Lucitone 199(L), Perma-cryl 20(P20), Perform (PF) e Triad(T), as quais apresentam métodos de polimerização variados: energia de microondas, banho de água

quente e luz visível. As propriedades mecânicas avaliadas foram: dureza Knoop, endentação superficial Rockwell, resistência transversal, módulo de elasticidade, resistência ao impacto. Os resultados mostraram que: 1) As resinas A, AMC, C, P20, PF, T apresentaram, em geral, valores maiores de dureza e menores de resistência transversal, porém menores valores de resistência ao impacto que a resina termopolimerizável Lucitone 199; 2) A polimerização em microondas melhorou o módulo de elasticidade de duas resinas (A e C), reduziu a resistência ao impacto de uma (L), e pouco influenciou nas propriedades de duas outras (C e P20); 3) A resina fotopolimerizável Triad apresentou a maior dureza Knoop, menor endentação Rockwell e maior módulo de elasticidade; 4) A resina Lucitone modificada com borracha apresentou a maior resistência ao impacto. As implicações clínicas destes achados não foram determinadas.

HARRISON & HUGGET (1992) estudaram o efeito de diferentes ciclos térmicos de polimerização sobre os níveis de monômero residual de resinas acrílicas para base de prótese. Segundo os autores, tem sido mostrado em estudos da área, que elevados índices de monômero residual afetam substancialmente as propriedades das resinas acrílicas. Este trabalho avaliou os níveis de monômero residual de um copolímero (Trealon - pó e líquido [trietileno glycol dimetacrilato]) e de um homopolímero (Pó-Bonar Polymers Ltd. ; líquido-British Drug House). Foram avaliados ciclos longos, curtos, com calor úmido e seco, os quais forneceram percentuais de monômero residual entre 0,56 a 18,46%. Os resultados mostraram que o ciclo de 7 horas a 70°C mais 1 hora a 100°C forneceu os menores índices de monômero residual para 23 polímeros comerciais avaliados. Quando se comparou o valor entre os materiais testados, as diferenças ficaram entre 0,54 e 1,08% de monômero residual.

O uso da energia de microondas em procedimentos laboratoriais de reparo, reembasamentos e substituição total da base foi demonstrado por TURCK & RICHARDS (1993). Os autores recomendam a utilização de silicones especiais para inclusão em mufla (Dent-Kote), as quais facilitam o acabamento e polimento das próteses e ajudam a prevenir porções finas de resina acrílica as quais poderiam desenvolver porosidades durante procedimentos de processamento rápido do acrílico. Também foi relatado que a utilização

de um monômero especial para microondas, como o “Justi microliquid” (Justi products) utilizado neste trabalho, bem como ciclos corretos de polimerização, no caso 13 min. a 90 W seguidos de 1 ½ min. a 500 W, sendo acompanhado do resfriamento lento por 30 minutos em bancada, a porosidade pode ser facilmente evitada. Apesar de todas estas facilidades, os autores relatam a hesitação de muitos laboratórios de próteses utilizarem a energia de microondas nos procedimentos de reparos e reembasamentos.

ILBAY *et al*, em 1994, desenvolveram um estudo para verificar se a resina acrílica convencional poderia ser polimerizada com energia de microondas. Com este objetivo, investigaram a variação do método de polimerização (potência e tempo) e propriedades mecânicas e físicas da resina obtida. Este experimento foi realizado em duas fases: na 1ª, 21 diferentes processos de polimerização foram executados alterando o tempo (1, 2, 3, 6, 8, 10 minutos) e a potência (110, 165, 220, 275, 330, 550W). Foram confeccionados 8 discos de 20 mm de diâmetro e 1 mm de espessura para cada tipo de processamento, e o teste de dureza Vickers foi aplicado para cada elemento da amostra, de acordo com os padrões técnicos do Deutsches Institut für Normung, 1981; na 2ª, foi preparada uma amostra utilizando somente os tipos de processamentos que alcançaram os melhores resultados de dureza na primeira fase, sendo avaliados então: resistência transversa, deflexão, solubilidade e sorção de água. Os pesquisadores verificaram que, dos 21 tipos de processamentos, somente 15 polimerizaram, sendo que o tempo de polimerização mínimo foi de 2 minutos na potência máxima de 550 W, e o maior tempo foi de 10 minutos, na potência de 110 W. Não houve porosidade significativa em qualquer das amostras polimerizadas, porém aquelas obtidas em altas potências se mostraram mais porosas. Quanto à dureza e resistência transversal, quando a resina foi polimerizada com energia de microondas, os valores desta foram tão satisfatórios quanto o método de polimerização convencional. Os valores de deflexão, sorção de água e solubilidade estão em conformidade com as especificações da A.D.A. Os autores concluíram que as resinas acrílicas convencionais para base de prótese podem ser polimerizadas adequadamente pela energia de microondas.

DYER & HOWLETT (1994) compararam a estabilidade dimensional de duas resinas acrílicas, sendo uma termopolimerizável convencional e outra curada em microondas. As bases de resina foram confeccionadas sobre réplicas de modelos em gesso obtidas a partir de um modelo metálico mestre de cobalto-cromo. Foram confeccionadas 20 bases utilizando-se uma resina termopolimerizável convencional modificada, curada em ciclo rápido de 22 minutos a 100°C, e outras 20 com uma resina especialmente formulada para polimerização em microondas, aplicando-se um ciclo de 3 minutos a 500 watts. Os espécimes de cada grupo em número de 10 bases foram seccionados ao meio em direção parasagital e reparadas com uma resina polimerizada em microondas. Após cada ciclo de polimerização, a adaptação da borda posterior de cada base era avaliada através de uma camada de silicone interposta entre a base e o modelo mestre. Esta camada era investida inteiramente em gesso, e este conjunto foi então seccionado na região palatal posterior para que se pudesse medir a espessura do silicone nesta região, utilizando-se para isso uma ocular micrométrica. Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA e ao teste t-Student para se comparar as diferenças entre os valores de adaptação após o ciclo inicial e seguido do reparo. Concluiu-se que não houve diferenças entre os valores de adaptação das bases processadas com a resina termopolimerizável convencional modificada e com a resina polimerizável em microondas. Todas as bases sofreram uma alteração adicional significativa quando reparadas com a resina acrílica de microondas.

Neste mesmo ano, YUNUS *et al.* avaliaram o efeito da polimerização, através da energia de microondas, sobre os níveis de monômero residual de uma resina autopolimerizável recomendada para reparos, reembasamentos e aparelhos ortodônticos (MELIODENT) e sobre a resistência transversa de uma resina convencional após reparo. Para a detecção do monômero residual, corpos-de-prova medindo 20 x 20 x 3 mm foram produzidos com 3 métodos de polimerização: 1) polimerização sobre a bancada a temperatura de 20° C; 2) polimerização imersa em água, sob pressão de 2.2 Bar por 20 min a 35° C; 3) irradiação por microondas a 50 W durante 5 minutos. Para determinar o monômero residual foram usados os procedimentos segundo Austin & Basker (1980), consistindo, basicamente, em extrair o monômero através do refluxo com o metanol e, posteriormente, analisando a solução através da cromatografia gasosa, determinando a

concentração de monômero residual em intervalos de 20 min, 1 hora, 1 semana e 1 mês, após a preparação do corpo-de-prova. Para a avaliação da resistência transversa, blocos de resina convencional (TREVALON) em número de 30 foram confeccionados em banho de água num ciclo de 7 horas a 70° C seguido de 1 hora a 100° C. Estes blocos foram preparados e armazenados por 28 dias, imersos em água a 37° C. A seguir, foram fraturados e reparados com resina MELIODENT e divididos em 3 grupos de 10 elementos processados de acordo com os ciclos de polimerização citados anteriormente. Após 1 hora do reparo todos os elementos foram submetidos ao teste de resistência transversa, de acordo com a British Standard 2487, (1989). Os resultados demonstraram que o nível mais baixo de monômero residual foi atingido com a polimerização utilizando energia de microondas e que, dos três métodos utilizados, a polimerização com as microondas resultou no reparo mais forte.

SADAMORI *et al.*, em 1994, avaliaram a influência da espessura e da localização de diferentes corpos-de-prova, na concentração de monômero residual. Os espécimes de resina acrílica que foram submetidas a três diferentes métodos de processamento: a) 90 min a 70° C seguido de 30 min a 100° C em banho de água quente; b) 15 min. a 50° C e pressão de 3,6 kgf/cm² em banho de água pressurizado; c) 3 min a 500 W em forno de microondas. Os níveis de monômero foram medidos pela cromatografia gás-líquida. Os resultados indicaram que as concentrações de monômero residual foram influenciadas pelo método de processamento e espessura do corpo-de-prova de resina acrílica, mas não depende da localização dentro do mesmo. Os resultados sugerem que a precisão e estabilidade das próteses de resina acrílica poderiam ser influenciadas pelo método de processamento, pela espessura e pela forma da base.

Em 1995, RODRIGUES-GARCIA estudou a adaptação e porosidade de bases de próteses submetidas a dois ciclos de polimerização. Foram preparados 36 corpos-de-prova e divididos em 3 grupos de 12 elementos cada. Bases de resina acrílica convencional foram confeccionadas sobre os modelos dos grupos 1 (G1) e 2 (G2), polimerizadas em banho de água durante 09 horas a 73°C; e bases de resina para microondas foram construídas sobre os modelos do grupo 3 (G3) e curadas em forno de microondas a 500 W durante 3 minutos. A

adaptação foi verificada através do peso de um material de moldagem interposto entre a base e o modelo mestre sob carga de 2 Kg. A seguir todas as bases foram reembasadas pelo método da adição, sendo que aquelas do grupo 1 e 3 foram reembasadas com o mesmo material e técnica de polimerização. As bases do grupo 2 foram preenchidas com a mesma resina, porém curadas em forno de microondas a 500 W por 3 min. e a adaptação foi verificada novamente. A porosidade foi avaliada pela imersão das amostras polidas em tinta preta e os poros contatos em lupa estereoscópica com aumento de 63 x. Foi concluído que a resina convencional quando polimerizada no primeiro ciclo pelo método convencional e no segundo através da energia de microondas apresentou adaptação semelhante ao método convencional de reembasamento. Em relação à porosidade foi verificado que tanto após o primeiro como o segundo ciclo de polimerização, a resina convencional apresentou maior número de poros.

BRAUN *et al.* (1997) estudaram a influência da estrutura metálica de uma prótese parcial removível sobre a efetividade de polimerização da resina acrílica em contato com este metal. Para tal, realizou-se testes de porosidade, dureza e monômero residual. Foram confeccionados 3 corpos-de-prova cilíndricos com 30,0 mm de diâmetro x 4,0 mm de espessura, contendo no seu interior uma grade metálica de 28 x 8,0 x 0,5 mm. Estes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos : G1) resina Clássico polimerizada em ciclo curto; G2) resina Acron MC polimerizada 3 minutos a 500 W em forno de microondas; G3) resina Clássico curada 3 minutos a 500 W em forno de microondas. Após a polimerização cada amostra foi seccionada ao meio, utilizando-se uma das partes no teste de monômero residual e a outra nos testes de dureza e porosidade. A dosagem de monômero liberada na água durante doze dias consecutivos foi avaliada com espectrofotometria. A dureza Knoop foi verificada a distâncias de 50, 100, 200, 400 e 800 μm da grade metálica e a porosidade interna e externa foi avaliada a olho nu e com auxílio de um microscópio com aumento de 100x. (As médias e desvios- padrão foram: 1º) G1) $178,8 \pm 17,9$ A, G2) $59,5 \pm 11,1$ B, G3) $116,5 \pm 12,0$ C, 12 dias-G1) $44,3 \pm 2,2$ A, G2) $6,8 \pm 1,3$ B, G3) $40,1 \pm 2,7$. Os valores de dureza Knoop foram: A 50 μm G1) $16,45 \pm 0,22$ B, G2) $17,46 \pm 0,2$ A, G3) $17,14 \pm 0,26$ AB; a 800 μm : G1) $16,75 \pm 0,14$ B G2) $18,14 \pm 0,32$ A, G3) $17,55 \pm 0,22$ A. A análise de variância mostrou diferença entre os grupos, e médias seguidas de mesma letra não mostraram diferença

significativa para o teste de Tukey ao nível de 5%. Nos espécimes do grupo 3, a porosidade observada a olho nu foi detectada na totalidade das amostras e em 50% das amostras dos grupos 1 e 2. Na avaliação com o auxílio do microscópio foi observada porosidade em todas as amostras, sendo que o grupo 3 apresentou porosidade mais acentuada quando comparada com os demais grupos. Concluiu-se que a energia de microondas pode ser utilizada para a polimerização efetiva da resina acrílica contendo metal no seu interior e que as resinas convencionais quando polimerizadas através da energia de microondas apresentaram maior quantidade de poros.

MATERIAL E MÉTODOS

5. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Os materiais utilizados neste estudo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais e equipamentos com respectivos fabricantes e características.

RESINA	POLIMERIZAÇÃO	CICLO de POLIMERIZAÇÃO	POTÊNCIA (P)	FABRICANTE
Acron MC	Microondas	3 min. a 60% P		GC Dent. Ind. Corp.
Ondacryl	Microondas	3 min. a 40% P 4 min. a 0% P 3 min. a 90% P		Clássico Art. Odont. Ltda.
Labormass	Condensação	-	-	Ruthinium S/A
Forno de Microondas	-	-	900 W	Sharp

MÉTODOS

5.1 Resistência Transversal

5.1.1. *Confecção dos Padrões*

Foram confeccionados padrões metálicos em aço inoxidável nas dimensões 65,0 x 12,0 x 3,0 mm, medidas de largura, comprimento e espessura superiores àquelas estabelecidas pela especificação nº 12 da Associação Dental Americana para teste de resistência transversal em três pontos (65,0X10,0X2,5mm).

5.1.2 *Obtenção dos Moldes de Silicone*

Os padrões metálicos com as dimensões (65 x 12,0 x 3,0 mm) descritos anteriormente foram incluídos no silicone Labormass, seguindo-se a técnica descrita apresentada:

- 1) Colagem das matrizes em recipiente de madeira utilizando-se cola SuperBond[®]. Foram coladas três matrizes, lado a lado, espaçadas entre si 4 mm, e adequadamente alinhadas(Figura 1).

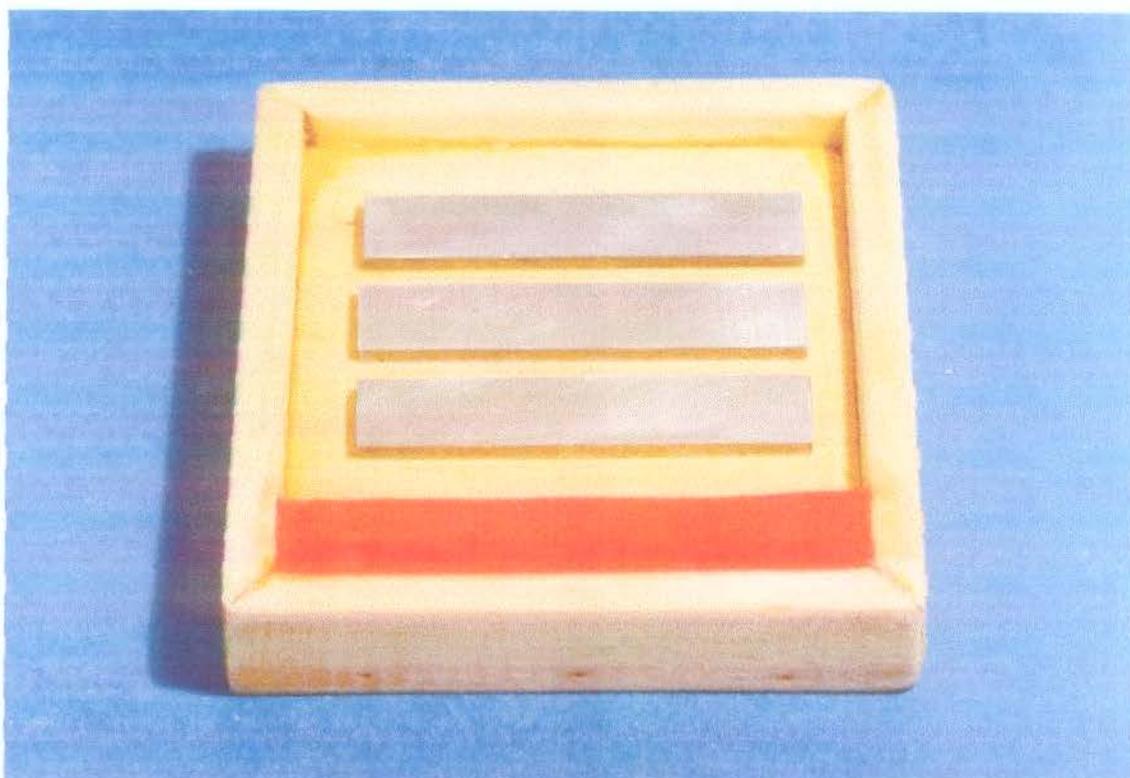


Figura 1: Recipiente de madeira com matrizes coladas em posição.

2) A silicone Labormass foi proporcionada e manipulada como indicado pelo fabricante.

3) Acomodação do silicone sobre o recipiente quadrangular contendo as matrizes, e vigoroso manuseio desta, pressionando-a de encontro aos espaços entre as matrizes, moldando fielmente as mesmas.

4) Posicionamento de uma placa de madeira revestida com fórmica sobre o recipiente com o silicone ainda em polimerização, pressionando-a de encontro ao conjunto de silicone-recipiente utilizando-se uma prensa de mesa. A prensagem é realizada até que a placa toque as bordas do recipiente, obtendo-se a menor quantidade de silicone entre a placa e as bordas.

5) Tempo para polimerização completa do silicone.

6) Recorte dos excessos extravasados com lâmina de bisturi nº 15.

7) Remoção do conjunto silicone/matrizes do recipiente de madeira.

5.1.3 Inclusão dos moldes de silicone

O conjunto silicone/matrizes foi incluído em mufla plástica reforçada própria para utilização em forno de microondas. Esse procedimento foi realizado de maneira habitual àquela utilizada durante a inclusão de uma prótese removível, empregando-se gesso tipo III (HERODENT). O molde foi centralizado na mufla respeitando uma distância mínima de 5 mm em relação às bordas internas, seguindo as normas técnicas da British Standards Institution (n° 2487:1989) (Figura 2).

Completada a reação de presa do gesso, a contra-mufla foi posicionada e uma camada de silicone Labormass ($\pm 3,0$ mm) foi acomodada sobre toda a superfície da mufla, cobrindo-se tanto o gesso como a silicone que continha as matrizes. Em seguida gesso pedra tipo III (HERODENT) foi manipulado e vertido no interior da contra-mufla. Dessa forma, todas as faces dos espécimes estariam em contato exclusivamente com a silicone. Após a presa final deste, a mufla foi aberta e as matrizes metálicas removidas do molde e os mesmos preenchidos com cera n° 7 simulando as condições de inclusão de próteses removíveis.

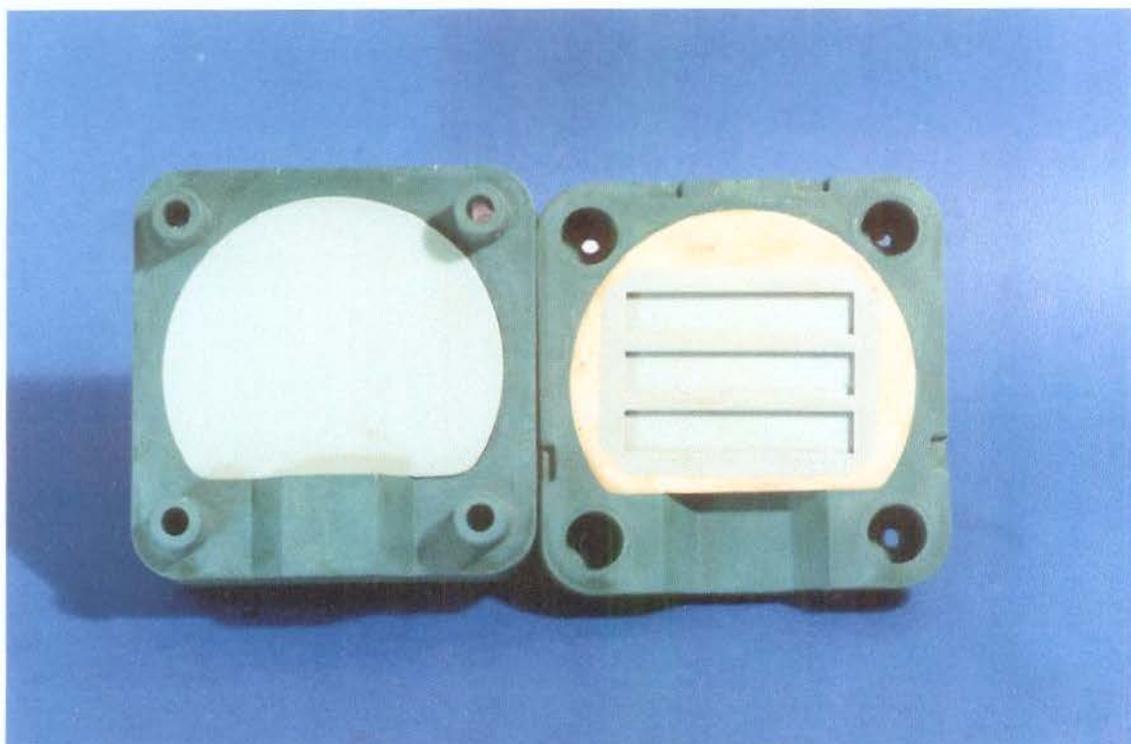


Figura 2: Conjunto matrizes/silicone incluído em mufla plástica.

5.1.4 Obtenção dos Moldes de Gesso

Na fase de obtenção dos moldes em gesso, foram confeccionadas matrizes em cera nº 7 nas dimensões 65,0 x 12,0 x 3,0 mm, utilizando um molde de silicone confeccionado como descrito anteriormente. A cera fundida era vazada no interior do molde, e após o completo resfriamento as matrizes formadas eram removidas para futura inclusão.

Para possibilitar uma inclusão que visasse evitar possíveis deformações das matrizes em cera durante a introdução das mesmas no gesso contido na mufla, uma vez que as mesmas apresentam conformação longa e pouco espessa, modificou-se a técnica de inclusão tradicional. Primeiramente, preencheu-se completamente a mufla termoplástica com gesso pedra tipo III, ultrapassando-se levemente a altura da mesma em aproximadamente 2,0 mm.

Após a completa presa do gesso, a mufla era invertida e movimentada circularmente de encontro a uma lixa d'água de granulação 600 posicionada sobre a superfície plana, removendo-se o pequeno excesso de gesso e, ao mesmo tempo, viabilizando a obtenção de uma superfície em gesso plana, lisa e regular.

Em seguida, três padrões em cera eram cuidadosamente posicionados sobre a superfície do gesso, sendo fixados com instrumento aquecido sobre o mesmo. Fixados os padrões, contra-mufla e mufla eram contatadas, completando-se o preenchimento da contra-mufla com gesso pedra tipo III (HERODENT).

Após a presa do gesso, a mufla era aberta e os padrões em cera removidos seguindo-se a técnica abaixo:

- 1) Plastificação da cera pelo aquecimento de uma mufla por vez no forno de microondas durante 01 minuto, à potência de 900 W.
- 2) Deslocamento da cera plastificada com instrumento metálico Le Cron.
- 3) Remoção do resíduo de cera com água em ebulição, lavada com auxílio, escova e detergente neutro.¹

¹ O mesmo procedimento foi realizado para as matrizes incluídas em silicone; o procedimento de remoção da cera visa simular as condições laboratoriais reais.

5.1.5 Obtenção dos Espécimes

Para obtenção das amostras utilizaram-se as resinas Acron MC (GC Corporation) e OndaCryl (Clássico Artigos Odontológicos Ltda.), ambas de ativação em microondas. Com base na proporção recomendada pelo fabricante, para cada mufla foram utilizadas 7 g de pó pesado em balança analítica marca CHYO com precisão de 0,01 g para 3,33 ml de líquido. Nas muflas contendo os moldes em gesso, utilizou-se como material separador o isolante Cel Lac da S.S. White.

As resinas foram manipuladas em um pote de vidro por trinta segundos à temperatura de $23\pm 2^{\circ}$ C, aguardando-se, até atingir a fase plástica, quando então foram preenchidas as três cavidades dos moldes, tanto em gesso quanto em silicone. Uma folha umedecida de papel celofane foi colocada sobre a resina, a mufla foi fechada e prensada para a prensagem de prova. Depois de alguns minutos abriu-se a mufla, o papel de celofane foi removido e os excessos de resina recortados com lâmina de bisturi. A mufla foi novamente fechada na prensa e os parafusos colocados e apertados.

Decorridos dez minutos, a mufla foi introduzida no forno de microondas, aplicando-se o ciclo recomendado pelos fabricantes: 3 minutos a 500 W para a resina Acron MC; e 03 minutos à 80% da potência; 04 minutos à 0% e 03 minutos à 100% da potência para a resina OndaCryl. Decorrido o tempo estabelecido, as muflas permaneceram sobre a bancada a temperatura ambiente por 30 minutos e sob água corrente até completo resfriamento da mesma (A.D.A. especificação n^o 12). As amostras foram desincluídas e submetidas ao acabamento com lixa d'água 600, para remoção das irregularidades mais grosseiras. Foram confeccionados 48 espécimes sendo 24 com resina Acron MC e 24 com resina OndaCryl. Destes 24, metade foram obtidos utilizando-se como revestimento silicone e a outra metade gesso pedra tipo III. Todos os espécimes foram submetidos ao acabamento.

5.1.6 Acabamento

Para a finalização do acabamento dos espécimes, utilizou-se um dispositivo (Figura 3) cuja finalidade é a de fixar o espécime e promover um limite de desgaste pré-estabelecido do mesmo. Este dispositivo é constituído por duas placas fendidas que se posicionam paralelamente entre si apoiadas sobre uma terceira placa (placa base), sendo uma fixa e outra móvel; dois parafusos (parafuso de fixação) unem e fixam as duas

placas fendidas; um terceiro parafuso (parafuso espaçador) auxilia na regulagem do espaçamento entre as placas paralelas. Nas fendas, dois cilindros paralelos entre si, porém com movimentação independente, são regulados em altura, sendo fixados por parafusos (Figura 3 e Figura 4).

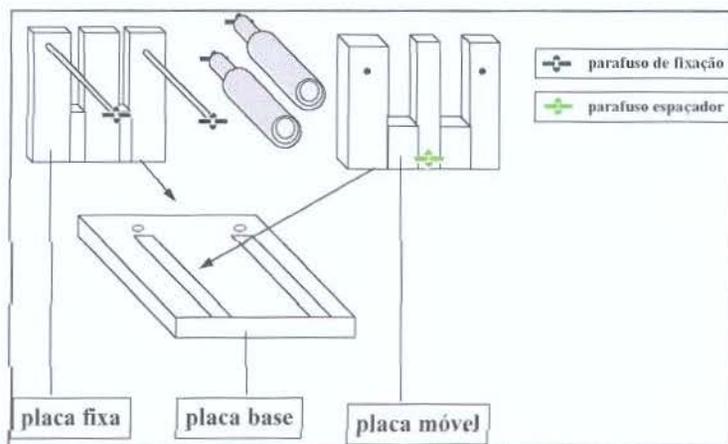


Figura 3: Desenho esquemático do dispositivo para acabamento dos espécimes.

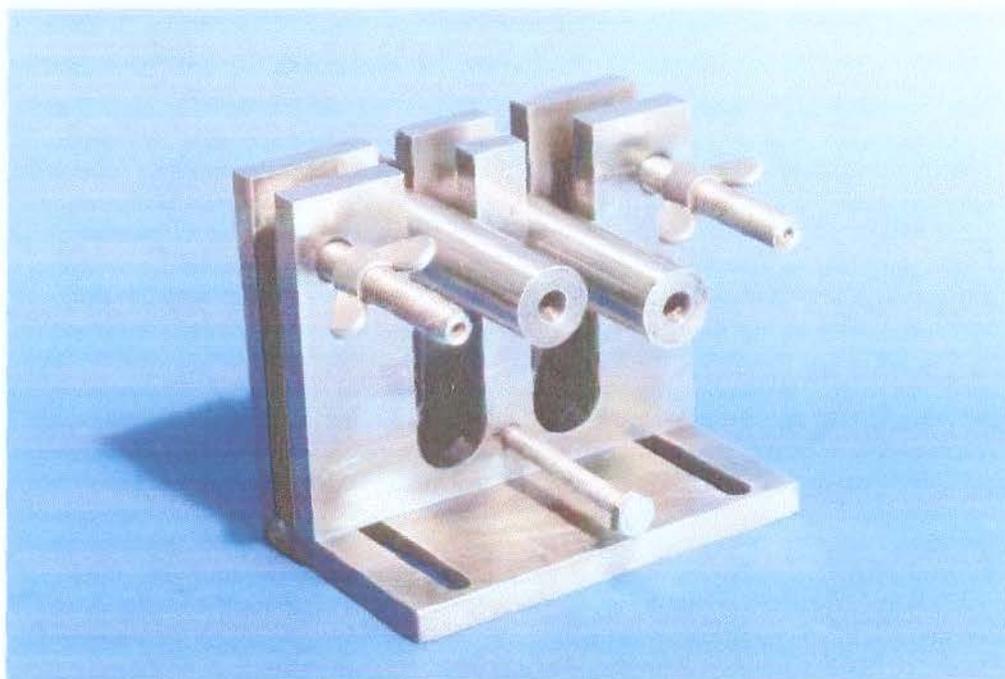


Figura 4: Dispositivo metálico para acabamento dos espécimes do teste de resistência transversal.

Este aparelho funciona em duas fases:

1) Determinação da altura dos cilindros

Essa altura é regulada de acordo com a quantidade de desgaste que se deseja realizar no espécime (largura: 2,0 mm ou altura 0,5 mm), promovendo um limite de desgaste. Esta regulagem é realizada da seguinte forma:

- posicionamento adequado de um padrão metálico (matriz) sobre os cilindros;
- alinhamento da face mais superior deste padrão com a superfície exposta da placa metálica fixa, faceando as mesmas. Isto pode ser obtido sobre uma superfície plana e lisa;
- fixação dos cilindros na altura determinada;
- remoção do padrão metálico (matriz).

A Figura 5 ilustra este procedimento.

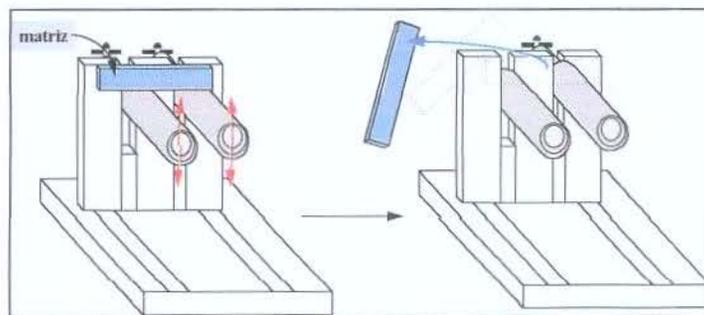


Figura 5: Determinação da altura dos cilindros.

2) Fixação e desgaste do espécime

Após o posicionamento correto em altura dos cilindros, e a remoção do padrão metálico, o espécime é então posicionado sobre os cilindros.

A placa móvel é encaixada sobre o mesmo, o parafuso espaçador é regulado de acordo com a espessura ou largura do espécime, e os parafusos fixadores são apertados, unindo a placa fixa à móvel (Figura 6).

Para a correta utilização do dispositivo, as superfícies dos cilindros devem estar limpas e a seqüência das fases seguida como descrito acima.

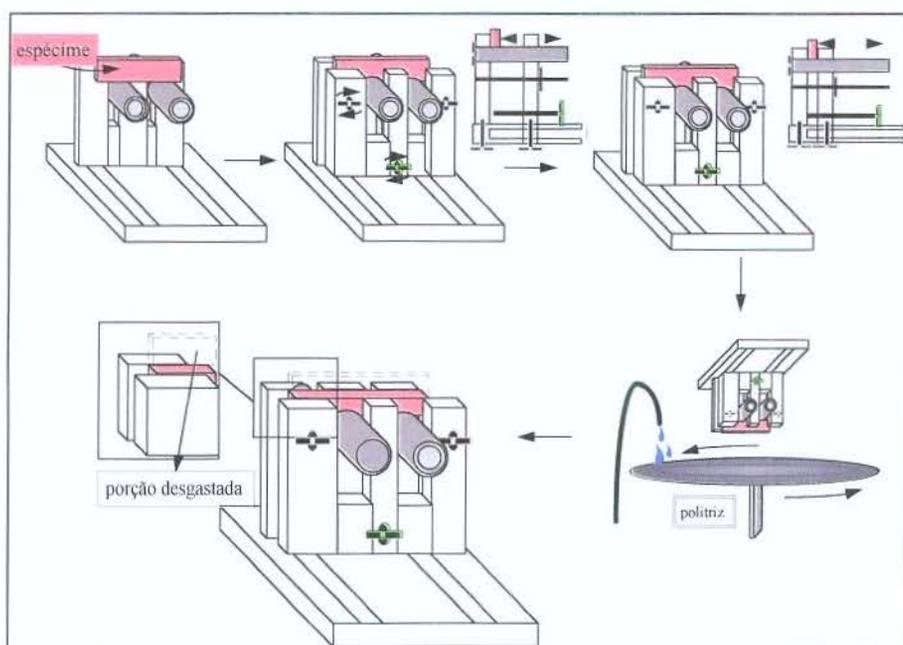


Figura 6: Fixação e desgaste do espécime.

5.1.7 Armazenamento e Teste de Resistência Transversal

Os espécimes foram colocados em frascos de vidro identificados, contendo água destilada, sendo armazenados em estufa à temperatura de $37 \pm 1^{\circ} \text{C}$ durante 48 horas. Após este período, os mesmos foram submetidos ao ensaio de resistência transversal em 03 pontos em uma máquina de ensaio universal INSTRON seguindo-se as normas da especificação nº 12 da A.D.A. . Os parâmetros gerais do ensaio foram:

- célula de carga = 100 Kg;
- velocidade do travessão = 5 mm/min;
- padrão para finalização do ensaio = ruptura completa do espécime.

Os valores de resistência transversal foram obtidos em MPa.

5.2 Dureza Superficial e Liberação de Monômero

5.2.2 Confecção dos Padrões

Foram confeccionados discos em resina acrílica autopolimerizável Clássico (pó) com 30 mm de diâmetro e 5,0 mm de espessura. Para tal, utilizou-se uma embutidora marca AROTEC modelo PRE-30 com pressão e temperatura controladas(Figura 7).

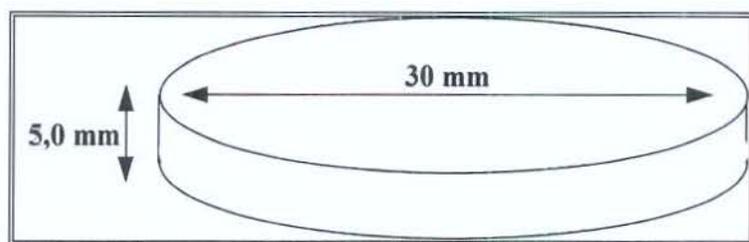


Figura 7: Espécimes para teste de microdureza e monômero liberado.

Quando os padrões foram utilizados para a obtenção de moldes para a avaliação de dureza superficial, os mesmos eram mantidos intactos. Quando eram usados para avaliação da liberação de monômero, os padrões foram seccionados ao meio sob refrigeração, com o uso de uma cortadeira de precisão Isomet (BUEHLER), obtendo-se 2 semidiscos.

5.2.3 Obtenção dos Moldes de Silicone

Os discos e semi-discos em resina eram fixados em número de 02 discos e 02 semi-discos, no recipiente de madeira e moldados com silicone Labormass como descrito no item 5.1.2.

5.2.4 Inclusão dos Moldes de Silicone

Realizado como descrito no item 5.1.3.

5.2.5 Obtenção dos Moldes de Gesso

Para a padronização na confecção dos espécimes, foram utilizados moldes em silicone conforme descritos anteriormente e preenchidos com cera nº 7 fundida e removendo-se os excessos com espátula Le Cron.

As matrizes em cera, tanto na forma de discos como semi-discos, foram incluídas em gesso pedra tipo III (HERODENT), à maneira descrita no item 5.1.4, ou seja, os moldes localizados na contra-mufla. Incluiu-se 04 matrizes por mufla, sendo 02 para a avaliação da dureza superficial e 02 para análise da liberação de monômero. Após a presa do gesso, o mesmo foi isolado com vaselina sólida aplicada com um pincel macio, sendo então a contra-mufla também preenchida com o mesmo material. Após a presa do mesmo, a mufla foi aberta, os padrões de cera removidos e as cavidades do molde lavadas com água fervendo, detergente neutro e escova macia para completa remoção de todo resíduo de cera.

5.2.6 Obtenção dos Espécimes

Foi realizada de forma idêntica àquela para o teste de resistência transversa. Foram confeccionados 48 espécimes para a avaliação da dureza superficial e 48 para a análise da liberação de monômero, sendo 12 espécimes para cada grupo e para cada tipo de avaliação (Tabela 2).

Tabela 2: Interação das variáveis e formação dos grupos.

RESINA	MÉTODO DE INCLUSÃO	
	GESSO (G) *	SILICONE (S) *
Acron MC (A)[GC Dent.Ind Corp.]	Grupo AG	Grupo AS
OndaCryl (O)[Clássicos Artigos Odontológicos Ltda.]	Grupo OG	Grupo OS

n=12 para cada grupo

5.2.7 Acabamento e Polimento

Espécimes para avaliação da dureza

Os espécimes receberam acabamento com lixas d'água de granulação decrescente 320, 360 e 400 em politriz APL-4 (AROTEC) com dispositivo para múltiplos polimentos sob refrigeração. Foram posicionados 5 pesos de 86 gramas sobre cada amostra, utilizando-se 05 minutos para cada lixa. O polimento foi realizado com lixas à base de carbeto de silício (BUEHLER), nas granulações decrescentes de 600 a 1.200 e a seguir com suspensão de pasta de diamante (BUEHLER) com partículas de granulação decrescente de 6,3 e 1 μm . As suspensões eram dispensadas sobre os discos de feltro especiais para polimento.

Espécimes para avaliação de liberação de monômero

Os espécimes receberam acabamento com lixa d'água de granulação 360 em politriz APL-4 (AROTEC) com dispositivo para múltiplos polimentos sob refrigeração. Em seguida a área de cada espécime foi determinada apresentando média de 8,7 cm^2 . Esta medida será utilizada para expressar a concentração de monômero liberado em água.

5.2.8 Avaliação da Microdureza

Finalizado o polimento, os espécimes foram imersos em água destilada e mantidos à temperatura de 37 ± 2^0 C. A dureza superficial foi determinada nos períodos de tempo de 24, 48, 72 horas e 30 dias de imersão em água. Para esta determinação foi usado o microdurômetro SHIMADZU modelo HMV 2000, aplicando-se uma carga de

25 gramas durante 15 segundos. A dureza Knoop foi obtida a partir da mensuração da diagonal maior do losango formado pela penetração do diamante na superfície da resina acrílica. Foram realizadas 06 penetrações em cada espécime, distribuídas conforme figura 8.

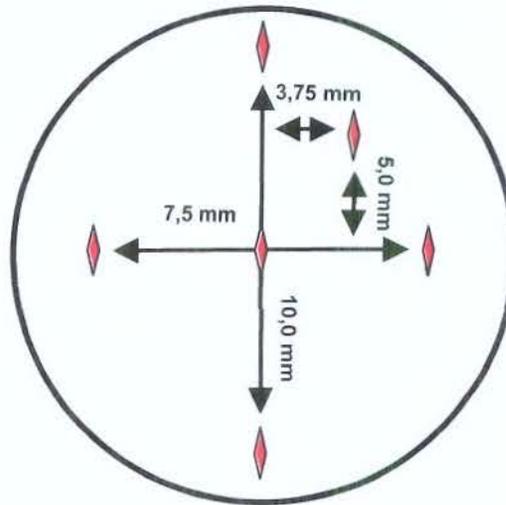


Figura 8: Distribuição das penetrações sobre o espécime

5.2.9 Análise do Monômero Liberado

Para esta análise os espécimes foram colocados individualmente em tubos de ensaio, contendo 6,0 ml de água deionizada e mantidos em estufa à temperatura de $37 \pm 1^{\circ} \text{C}$ e o monômero liberado foi determinado por espectrofotometria (LAMB *et al.*, 1982).

Para a determinação da concentração do monômero foram feitas curvas de calibração com padrões de concentração de metil metacrilato variando de $0,589 \mu\text{g/ml}$ a $4,72 \mu\text{g/ml}$ preparadas a partir de metilmetacrilato (SIGMA). As leituras foram realizadas em espectrofotômetro BECKMAN DU-65 a 210 nm. As concentrações nas soluções foram obtidas por regressão linear das curvas de calibração, utilizando-se o software QUATTRO-PRO (apêndice). A quantidade de monômero liberado em μg foi dividido pela área em cm^2 de cada espécime, sendo os resultados expressos em $\mu\text{g/cm}^2$. Tendo em vista observações preliminares que a concentração de monômero em água

diminuía em função do tempo, os padrões foram preparados diariamente no momento em que a água contendo os espécimes era trocada e as leituras realizadas 24 horas após.

Em acréscimo, dados anteriores mostraram que o monômero era mais estável quando o tubo de ensaio era totalmente preenchido e adequadamente vedado. Deste modo foram preparados tubos de ensaio com comprimento de 50 mm e diâmetro de 18 mm, aos quais se acrescentava 6,0 ml de água deionizada ou o padrão, sendo os mesmos totalmente vedados usando Parafilm.

5.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos para Resistência Transversal, Dureza e Monômero foram submetidos a:

- Análise de suposições para verificação se estes podem sofrer análise de variância e, se necessário e possível corrigi-los de forma que tal ferramenta de análise de dados possa ser aplicada sem restrições.
- *Análise de variância*
- Testes de comparações múltiplas de médias, sempre que a análise de variância demonstrar haver necessidade.

A análise de suposições foi processada com a utilização do Software SAS/LAB.

O teste de comparações múltiplas de média de TUKEY, com significância de 5% foi pelo procedimento GLM do Software SAS/STAT.

5.3.1 Variáveis observadas:

MONÔMERO LIBERADO EM ÁGUA:

Quando do estudo de suposições da variável monômero revelou a necessidade de transformação prévia dos dados em decorrência da existência de valores 0 (zero) na variável.

Para resolver este problema adicionou-se uma constante (0,05) a todos os valores observados na variável e procedeu-se a novo estudo de suposições que verificou indícios de violações a 4 suposições da análise variância (Apêndice).

Para solucionar o problema aplicou-se a Técnica de Transformação BOX-COX, onde foi encontrado o valor 0,1 como uma ótima potência

RESISTÊNCIA TRANSVERSAL

Tendo sido observado pela ANOVA diferenças entre os tratamentos, aplicou-se o teste de TUKEY (5% de significância) para detectar onde as mesmas se encontravam.

DUREZA SUPERFICIAL

A análise de variância indicou haver diferença entre os materiais e tempos. A comparação em cada grupo foi realizada com aplicação do teste t de student para comparação de dados pareados. Nível de significância 5%.

RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1 Resistência Transversal

Os resultados obtidos para resistência transversa foram submetidos a ANOVA a qual não mostrou diferenças significativas quanto aos fatores método de inclusão X resina ($p > 0,05$) e método de inclusão ($p > 0,05$), entretanto para o fator resina foi observado diferença significativa ($p < 0,001$) (Tabela 1). A Figura 1 ilustra estes resultados. Para verificação de diferenças significativas entre resinas, foi aplicado o teste TUKEY ($p < 0,05$).

Tabela 1: Médias e desvios-padrão de resistência transversal (MPa) das resinas segundo os métodos de inclusão.

RESINAS	MÉTODO DE INCLUSÃO	MÉDIAS e DV
Acron MC	Gesso	105,15 ± 9,08 A, c
	Silicone	101,79 ± 7,69 A, c
OndaCryl	Gesso	92,05 ± 8,42 B, c
	Silicone	97,27 ± 9,30 B, c

Letras maiúsculas indicam as diferenças para as resinas. $p < 0,05$

Letras minúsculas para o método de inclusão

Pode ser verificado na Tabela 1 que não houve diferenças estatisticamente significantes para o método de inclusão, indicando que o mesmo não interferiu nos resultados de resistência transversa obtidos.

Entretanto, para as resinas pode ser observado que as mesmas diferiram entre si, sendo que a resina Acron MC apresentou os maiores valores para resistência transversal, independente do material de inclusão utilizado.

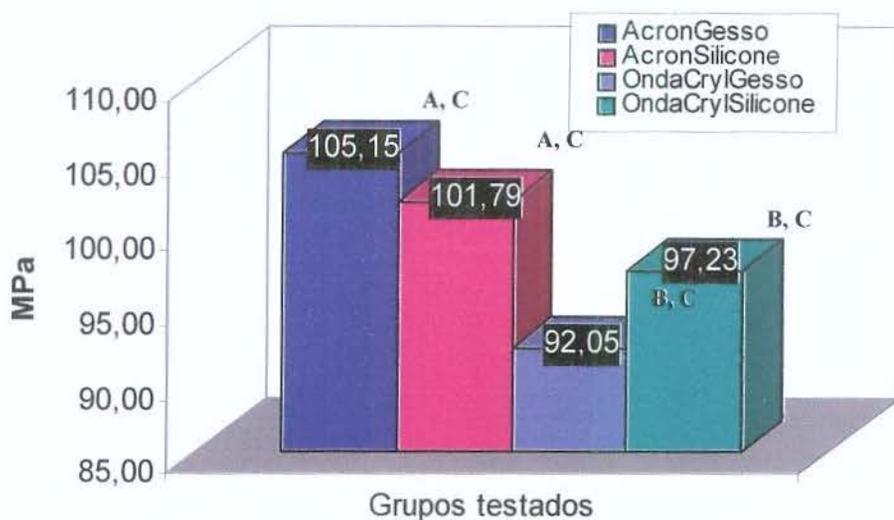


Figura 9: Figura representativo dos valores de resistência transversal (MPa).

6.2 Dureza Superficial

Em relação à dureza superficial, os dados obtidos foram submetidos a ANOVA, a qual mostrou diferença estatisticamente significativa nos fatores resina, método de inclusão ($p < 0,05$) nos tempos de 24 e 48 horas. A interação dos fatores resina x método de inclusão mostrou que apenas a resina OndaCryl, considerando todos os tempos estudados, sofreu influência do método de inclusão em relação à dureza superficial. Para apresentar quais os resultados que diferiram entre si aplicou-se o teste t (*STUDENT*) a nível de 5% ($p < 0,05$) (Tabela 44).

Tabela 4: Médias e desvios-padrão de dureza Knoop das resinas nos tempos, segundo métodos de inclusão.±

RESINA	MÉTODO DE INCLUSÃO	TEMPO			
		24 horas	48 horas	72 horas	30 dias
Acron MC	Gesso	17,79±0,7 a	18,18±0,5 a	17,90±0,8 a	16,76±0,5 a
	Silicone	18,69±2,3 a	17,66±0,7 a	17,77±0,4 a	16,36±0,6 a
OndaCryl	Gesso	16,04±0,6 c,b	16,75±0,8 a,c	16,74±0,5 a	16,76±1,0 a
	Silicone	18,41±1,0 d,b	18,67±0,8 a,d	17,80±0,8 a	17,48±0,5 a

Letras iguais não diferem entre si (comparação na vertical)

Letras maiúsculas indicam diferenças para Método de Inclusão

Letras minúsculas difGrupos com letras iguais não diferem entre si $p > 0,05$ (comparação vertical)

Pode ser observado na Tabela 44 que a resina Acron MC incluída tanto em gesso quanto em silicone não diferiu estatisticamente entre si em todos os períodos. Já a resina OndaCryl quando revestida com silicone dentro dos tempos 24 e 48 horas diferiu estatisticamente de quando foi incluída com gesso ($p < 0,05$). Considerando os dois métodos de inclusão a resina Acron diferiu estatisticamente da resina OndaCryl apenas para o período de 24 horas.

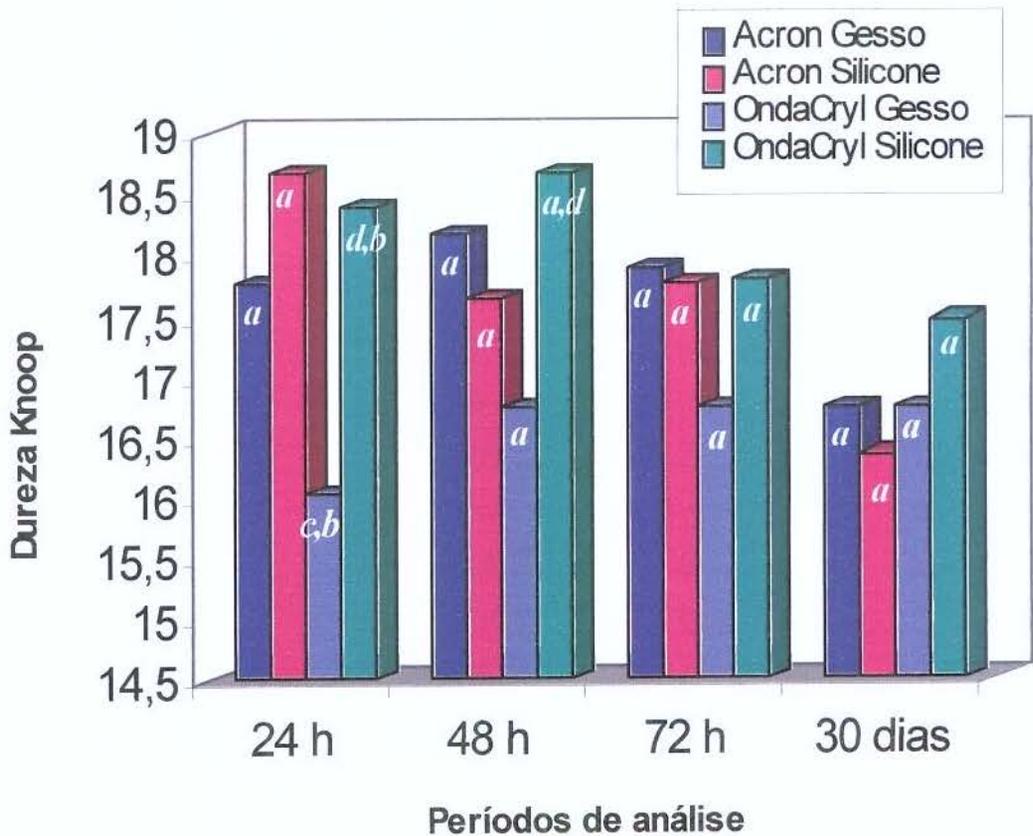


Figura10: Gráfico representativo da microdureza Knoop.

6.3 Liberação de Monômero Residual

Quanto à liberação de monômero em água os resultados estão apresentados na

Tabela 5. Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA a qual mostrou diferenças estatisticamente significativas nos fatores resina, métodos de inclusão e períodos de análise ($p < 0,05$).

Para observação de onde se encontravam as diferenças significativas optou-se pelo teste de TUKEY para comparações múltiplas de médias ($p = 5\%$) (Tabela 5).

Tabela 5: Médias e desvios-padrão de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) pelas resinas segundo métodos de inclusão.

TEMPO (h)	ACRON MC		ONDACRYL	
	GESSO	SILICONE	GESSO	SILICONE
24	7,51 \pm 5,75	56,84 \pm 27,39	1,02 \pm 0,30	3,59 \pm 1,60
48	2,65 \pm 2,17	28,99 \pm 9,35	0,68 \pm 0,49	2,37 \pm 0,84
72	1,40 \pm 0,57	15,98 \pm 9,01	0,75 \pm 0,44	1,87 \pm 0,82
96	1,17 \pm 1,01	12,24 \pm 7,09	0,26 \pm 0,39	1,07 \pm 0,69
120	0,67 \pm 0,52	10,51 \pm 2,84	0,18 \pm 0,30	0,80 \pm 0,40
168	0,45 \pm 0,55	8,32 \pm 3,18	0	0,57 \pm 0,28
192	0,52 \pm 0,71	10,35 \pm 4,26	0	0,79 \pm 0,39
240	0,26 \pm 0,46	6,19 \pm 2,79	0	0,59 \pm 0,32
288	0,28 \pm 0,26	4,15 \pm 1,76	0	0,65 \pm 0,32

Tabela 6: Teste de TUKEY para comparação de médias das resinas do desdobramento resina X tempo ($p < 0,05$).

TEMPO (h)	MATERIAL DE INCLUSÃO	
	ACRON MC	ONDACRYL
24	32,17 a	2,36 b
48	15,82 a	1,52 a
72	8,69 a	1,33 a
96	6,70 a	0,66 b
120	5,59 a	0,48 a
168	4,38 a	0,28 a
192	5,43 a	0,39 a
240	3,22 a	0,29 a
288	2,21 a	0,32 a

Resinas com letras iguais não diferem entre si (comparação na horizontal)

Pode ser observado na Tabela 7 que as resinas diferiram entre si independente do método de inclusão nos tempos de 24 e 96 horas sendo que a resina Acron MC apresentou os maiores valores para a liberação de monômero em água.

A 7 apresenta os resultados do teste de TUKEY para comparações múltiplas de médias.

Tabela 7: Teste de TUKEY para comparação de médias das resinas do desdobramento material de inclusão X tempo.

TEMPO (h)	MATERIAL DE INCLUSÃO	
	GESSO	SILICONE
24	4,40 b	30,21 a
48	1,66 b	15,68 a
72	1,09 b	8,92 a
96	0,71 a	6,65 a
120	0,42 b	5,65 a
168	0,22 a	4,44 a
192	0,26 a	5,56 a
240	0,13 a	3,39 a
288	0,14 a	2,40 a

Resinas com letras iguais não diferem entre si (comparação na horizontal)

Pode ser verificado na Tabela 7 que os métodos de inclusão diferiram entre si, sendo os maiores valores observados com o material silicone, para todas as resinas nos tempos de 24, 48, 72 e 120 horas.

As médias de liberação de monômero residual das resinas, segundo o tempo e método de inclusão, estão representadas graficamente nas figuras que seguem.

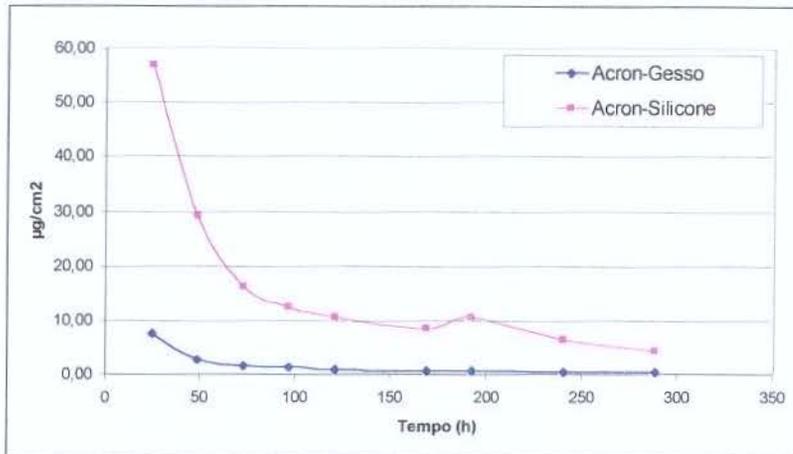


Figura 1: Figura dos valores médios de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) da resina Acron MC.

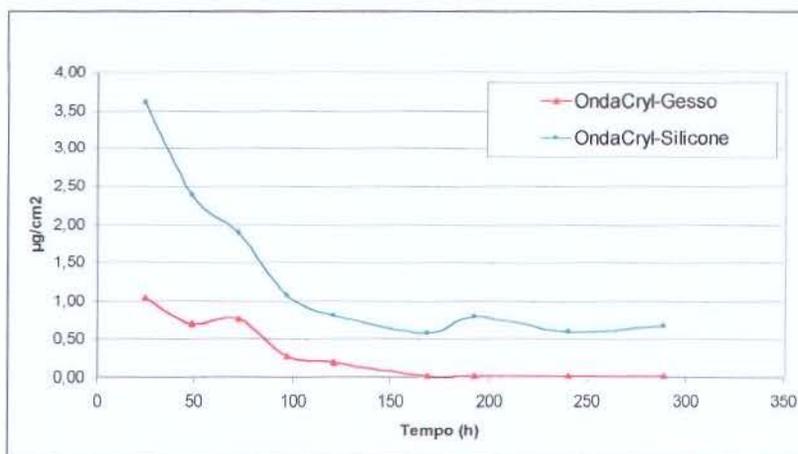


Figura 2: Figura dos valores médios de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) da resina OndaCryl.

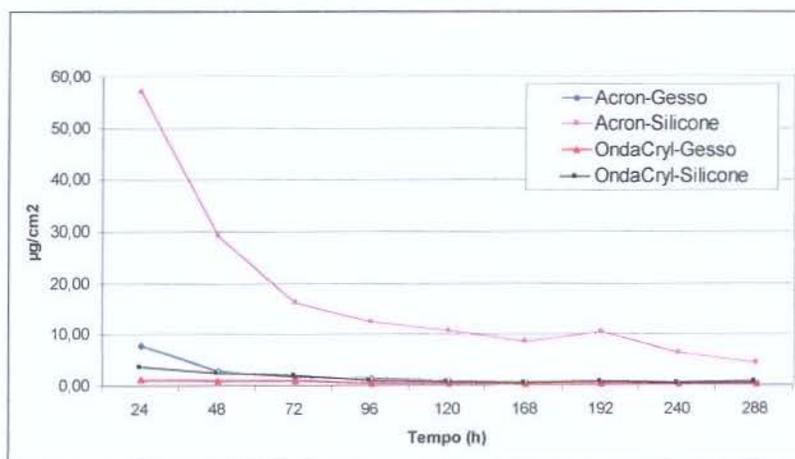


Figura 3: Figura dos valores médios de monômero liberado ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) das resinas Acron MC

DISCUSSÃO

7. DISCUSSÃO

O uso de silicone como material substituto do gesso na confecção da muralha sobre as próteses tem sido proposto (TUCKER & FREEMAN, 1971). Esse material facilitaria a fase de desinclusão, o acabamento e polimento das próteses.

O presente estudo avaliou as propriedades de duas resinas polimerizadas com microondas usando como material de inclusão gesso ou gesso/silicone.

Os resultados obtidos para a resistência transversal mostraram que o material de inclusão usado teve influência sobre os valores obtidos ($p < 0,05$). As diferenças estatisticamente significativas observadas entre as resinas testadas deve-se às próprias resinas, onde se observou que a resina Acron-MC apresentou valores maiores e estatisticamente significantes ($p < 0,05$) quando comparada com a resina OndaCryl, independente do material de inclusão utilizado. Esta diferença provavelmente ocorreu por fator intrínseco à composição da resina e ciclo de polimerização, pois os ciclos utilizados foram determinados pelos fabricantes de 500W de potência para resina Acron MC e para OndaCryl 3 minutos a 40%, 4 minutos a 0%, 3 minutos a 60% da potência, num tempo total de 10 minutos.

Os resultados de dureza para a resina incluída com o silicone mostraram que este material influenciou apenas a resina OndaCryl. Esta resina quando em contato com o material silicone teve os valores mais altos para a dureza e diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) quando a mesma foi incluída com gesso pedra. Isto foi observado apenas para os períodos de 24 e 48 horas. Estes resultados estão concordes com os de BECKER *et al.* (1977), porém os autores utilizaram outras resinas e ciclo de polimerização em banho de água aquecido. Uma explicação plausível para isto seria que o silicone promoveu uma maior compressão da resina, que além de reduzir a porosidade como publicado por MOLNAR *et al.* (1968), também poderia afetar a dureza superficial. A maior dureza da resina Acron-MC também foi observada quando a mesma estava em contato com o silicone, mas não de forma estatisticamente significante.

Assim o material de inclusão teria influenciado a dureza apenas nos períodos iniciais até 48 horas, porque à medida que as resinas foram sofrendo

independente do material de inclusão utilizado. Ainda nesta tabela pode ser visto que para o período de 24 horas, a resina Acron MC independente do meio de inclusão, apresentou os maiores valores de dureza Knoop e estatisticamente diferente da resina Ondacryl. Dentro dos conhecimentos disponíveis na literatura, a única explicação para isto seria a composição do material, não nos elementos em si, mas na qualidade dos mesmos quanto à pureza talvez, porque quando da mistura do pó e líquido observa-se diferenças entre as resinas, sendo que a resina Ondacryl atingia a fase plástica mais rapidamente do que a Acron MC e a resina após a polimerização era mais rígida.

A concentração de monômero liberado em água pode ser um indicador da efetiva polimerização das resinas, uma vez que uma menor quantidade liberada indica que houve uma maior conversão de monômero em polímero (JEROLIMOV, 1985).

Os dados obtidos mostraram que o silicone interferiu com os níveis de monômero liberado em água, sendo os valores maiores estatisticamente significativos ($p < 0,05$) até 72 horas. Esta liberação inicial aumentada ocorre pelo monômero livre e que se encontra mais próximo da superfície. Esta liberação também ocorreu com o gesso em menor proporção. Uma possível explicação para os valores discrepantes, analisando apenas a variável material de inclusão é que o silicone não possuindo água ou outro componente polar, se manteria fria e a dissipação de calor da resina ocorreria, o que não acontece com o gesso, pois o mesmo possui moléculas de água polarizadas que entram em frequência com as ondas eletromagnéticas e são movimentadas no interior da massa de forma não passiva gerando calor e não permitindo uma difusão do calor da resina para o mesmo, o que também interferiria com a polimerização da resina pela presença do calor, que levaria a uma polimerização mais completa do material.

Em relação às resinas, quando se avalia a interação com os tempos apenas, não levando em consideração o material de inclusão, observou-se que as mesmas diferem apenas para os períodos de 24 e 96 horas, sendo que a resina Acron MC liberou as maiores quantidades de monômero e estatisticamente significante em relação à resina OndaCryl ($p < 0,05$). Estes resultados são concordes com os de HARRISON & HUGGET (1992), BRAUN & DEL BEL CURY (1997), que obtiveram variações nas quantidades de monômero detectado quando resinas de marcas diferentes foram usadas. Estes achados sugerem que os resultados obtidos estejam relacionados com a composição da resina e o ciclo de polimerização usado.

Quando se comparam as resinas entre si pode ser observado que a resina Acron MC, independente do material de inclusão e tempo, apresentou os valores mais altos e estatisticamente ($p < 0,05$) significantes quando comparado com a OndaCryl. Assim, como anteriormente citado, o fator principal neste caso parece ser o ciclo de polimerização que é diferente daquele usado para OndaCryl, cujo ciclo parece mais eficiente na polimerização do que o indicado pelos fabricantes da Acron MC. Os resultados obtidos para a resina acrílica OndaCryl quanto ao monômero residual com o ciclo de cura de 10 minutos no total é concorde com os trabalhos de REITZ *et al.*, 1985; TRUONG & THOMAS, 1988; ALDOORI *et al.*, 1988; TAUBERT & NOWLIN, 1992; ILBAY *et al.*, 1994, que mostraram que reduzindo a potência e aumentando o tempo, os melhores resultados foram obtidos.

Também foi observado neste estudo que ambas as resinas Acron MC e OndaCryl liberaram quantidades maiores de monômero e estatisticamente significantes ($p < 0,05$) quando foram incluídas com silicone. A provável explicação seria a mesma dada anteriormente quanto à dissipação de calor.

Analisando os dados para monômero liberado, dureza e resistência transversal pode-se afirmar que a resina Acron MC apresentou os maiores valores para todas as variáveis quando o material de inclusão foi a silicone, o que, na primeira observação, seria estranho uma resina que liberou os maiores valores de monômero também possuir os maiores valores para as propriedades mecânicas. No entanto é importante frisar que segundo autores como LAMB *et al.* (1982), SADAMORI *et al.* (1994), a quantidade de monômero liberada em água é apenas aquela que se encontra na superfície, o que pode ser explicado pela presença do silicone que dissiparia mais rapidamente o calor no ciclo de polimerização. Entretanto, no conjunto, esta resina teve melhor desempenho, provavelmente devido a sua composição, uma vez que quando incluída em gesso, os resultados obtidos também foram superiores àqueles da OndaCryl.

A importância dos achados desta pesquisa é a de comprovar que para as variáveis estudadas a silicone pode ser usada como material de inclusão pois não afetou as propriedades físicas e químicas das mesmas.

Adicionalmente a este fato, deve ser enfatizado que a prática de polimerização com energia de microondas está estabelecida e uma vez que o material

silicone pode ser usado na confecção da muralha para as próteses, este método deverá ser implementado pelos profissionais da Odontologia. Assim, a utilização do material silicone associado à polimerização com energia de microondas resulta em ganho de tempo, facilidade de acabamento, uma vez que a polimerização com microondas é um método rápido e a inclusão com silicone facilita a demuflagem, acabamento e polimento.

A redução de tempo na confecção de próteses com qualidade, resultará em redução de custos, portanto beneficiando um número maior de pessoas.

Também vale a pena ressaltar que conforme observado na, concentrações de monômero são maiores até o período de 72 horas, decaindo após isso para valores inexpressivos. Assim seria interessante que as próteses confeccionadas com a técnica de inclusão com silicone permanecessem na água por este período (KODA *et al.*, 1989), evitando-se as possíveis irritações da mucosa conforme descrito por AUSTIN & BASKER (1980).

CONCLUSÃO

8. CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos pode se concluir que:

- 1- Os métodos de inclusão silicone/gesso e gesso não afetaram a resistência transversa das resinas estudadas.
- 2- Os métodos de inclusão silicone/gesso e gesso influenciaram a dureza superficial das resinas apenas nos períodos iniciais de 24 e 48 horas.
- 3- A liberação de monômero em água foi maior em todos os períodos analisados quando o método de inclusão silicone/gesso foi utilizado.
- 4- Como recomendação, todos os trabalhos protéticos confeccionados com resina acrílica devem permanecer imersos em água antes de serem entregues ao paciente por um período mínimo de 72 horas quando os níveis de monômero já estarão muito reduzidos.

SUMMARY

9. SUMMARY

Little research has been completed on silicones used for the processing of microwave acrylic resins. This study evaluated residual monomer (RM), Knoop micro hardness (MH) and transverse strength (TS) of two microwave-cured acrylic resins (Acron MC (A) and OndaCryl (O)) processed with a silicone-gypsum molding technique (S) or an all-type III gypsum one (G). 144 specimens were made and equally distributed into four groups (*AG*, *AS*, *OG*, *OS*). TS test was carried out as ADA specif.12. MH was measured after 24, 48, 72 h and 30 days of water storage (37°C), and RM during a period of 288 h. All materials were prepared according to the manufacturer's directions. Data from all tests were analyzed using two-way ANOVA ($p < 0.05$) and Tukey test ($p < 0.05$). *AG* and *AS* showed the highest means for RM ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) only after 24h ($AS=56.8 \pm 27.4$ $AG=7.5 \pm 5.8$ $OS=3.6 \pm 1.6$ $OG=1.0 \pm 0.3$), 48h ($AS=29.0 \pm 9.4$ $AG=2.7 \pm 2.2$ $OS=2.4 \pm 0.7$ $OG=0.7 \pm 0.5$) and 72h ($AS=16.0 \pm 9.1$ $AG=1.4 \pm 0.6$ $OS=1.9 \pm 0.5$ $OG=0.7 \pm 0.4$). *AS* and *OS* showed the highest means ($p < 0.05$) for MH after 24h ($AS=18.7 \pm 2.3$ $OS=18.4 \pm 1.0$ $AG=17.8 \pm 0.7$ $OG=16.0 \pm 0.6$); after 48h only *OS* and *OG* were different between them ($p < 0.03$) ($OS=18.7 \pm 0.8$ $OG=16.8 \pm 0.8$). In the other periods, no differences were found for MH. TS (MPa) of A and O was not affected by G or S ($p > 0.05$) ($AG=105.7 \pm 9.1$ $AS=101.8 \pm 7.7$ $OG=92.1 \pm 8.4$ $OS=97.2 \pm 9.3$). It was concluded that silicone-gypsum technique is useful in the construction of dentures with the microwave acrylic resins studied.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS *

1. AL DOORI, D. *et al.* A comparison of denture base acrylic resins polymerised by microwave irradiation and by conventional bath curing systems. **Dent. Mater.**, Washington, v.4, n.1, p.25-32, Feb. 1988.
2. AL-HANBALI,E; KELLEY,JP;HOWLETT,JA. Acrylic denture distortion following double processing with microwaves or heat. **J.Dent.**, Oxford,v.19,p.176-180,1990
3. ALKHATIB, M. B. *et al.* Comparison of microwave-polimerized denture base resins. **Int. J. Prosthod.**, Saint Louis, v.3, n.3, p.249-255, May/June 1990.
4. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Guide to dental materials and devices. 6^{ed} Chicago,1973/1973.p.201-206,215-217.
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. BAFILE, M, *et al.* Porosity of denture resin cured by microwave energy. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.66, n.2, p.269-274, Aug. 1991.
7. BECKER, M., SMITH, D.E., NICHOLLS, J.I. The comparison of denture-base processing techniques. Part I. Material characteristics. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.37, n.3, p.331-338, 1977.
8. BECKER, M., SMITH, D.E., NICHOLLS, J.I. The comparison of denture-base processing techniques. Part II. Dimensional changes due to processing. **J. prosth.Dent.**, Saint Louis, v.37, n.4, p.450-459, 1977.

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

9. BRAUN, K.O., DEL BEL CURY, A.A. Avaliação *in vitro* da efetividade de polimerização da resina acrílica dental polimerizada com energia de microondas, quando em contato com metal. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1997.
10. BURNS, D.R. *et al.* Dimensional stability of acrylic resin materials after microwave sterilization. **Int. J. Prosthodont.**, Saint Louis, v.3, n.5, p.489-493, 1990.
11. DAVENPORT, J.C. The oral distribution of candida in denture stomatitis. **Br. Dent. J.**, London, v.129,n.18, p.151-156, Aug. 1970.
12. DE CLERCK, J.P. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.57, n.5, p.650-658, May 1987.
13. 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.
14. DYER, R.A., HOWLETT, J.A. Dimensional stability of denture bases following repair with microwave cured resin. **J. Dent.**, Oxford, v.22, p.236-241, 1994.
15. HARRISON, A., HUGGET, R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. **J. Dent.**, Oxford, v.20, n.6, p.370-374, Apr. 1992.
16. HAYDEN, W.J. Flexural strength of microwave-cured denture baseplates. **Gen. Dent.**, Chicago, p. 367-369, Sept./Oct., 1986
17. ILBAY, S.G., GÜVENER, S., ALKMRU, H.N. Processing dentures using a microwave technique. **J oral Rehabil.**, Oxford, v.21, n.1, p.103-109, Jan. 1994.

18. 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.
19. KIMURA, H. *et al.* Applications of microwave for dental technique (part I). **J. Osaka. Dent. Univ.**, Osaka, v. 23, p.41-49, Aug. 1983.
20. KIMURA, H., TERAOKA, F., SAITO, T. Applications of microwaves for dental technique. Adaptability of cured acrylic resins. **J. Osaka Univ. dent. Sch.**, Osaka, v.24, p.21-29, Dec. 1984.
21. KODA, T. *et al.* High-performance chromatographic estimation of eluates from dentures base polymers. **J. Dent.**, Oxford, v.17, n.2, p.84-89, July 1989.
22. LAMB, D.J., ELLIS, B., PRIESTLEY, D. Loss into water of residual monomer from autopolymerizing dental acrylic resin. **Biomaterials**, Stoneham, v.3, n.3, p.155-159, July 1982.
23. LEVIN, B., SANDERS, J.L., REITZ, P.V. The use of microwave energy for processing acrylic resins. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.61, n.3, p.381-383, Mar 1989.
24. MAINIERI, E.T., BOONE, M.E., POTTER, R.H. Tooth movement and dimensional change of denture base materials using to investments methods. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.44, n.4, p.336-373, 1980.
25. MOLNAR. E.J., GRUBER, R.G., SAWYER, N. Internal porosity in heat-cured methyl methacrylate resin for dental use. **J. dent Res.**, Washington, v.47, n.4, p.665, 1968.
26. NISHII, M. Studies on de curing of denture base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat-curing resins. **J. Osaka dent. Univ.**, Osaka, v.2,

p.23-40, Feb. 1968.

27. NOWLIN, T.P., TAUBERT, T., BOESEL, B.J. Tensile strength and porosity in two new microwave process acrylics. **J. dent. Res.**, Washington, v.70, p 476, Apr. 1991. [Special Issue].
28. REITZ, P.V., SANDERS, J.L., LEVIN, B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. **Quintessence Int.**, Berlin, v.6, n.8, p.547-551, Aug. 1985.
29. RODRIGUES GARCIA, R.C.M., DEL BEL CURY, A.A. Accuracy and porosity of denture bases submitted to two polymerization cycles. **Indian J. dent. Res.**, v.7, n.4, p.122-126, 1996
30. SADAMORI, S. *et al.* Influence of thickness and location on the residual monomer content of denture base cured by three processing methods. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.72, n.1, p.19-22, 1994
31. SANDERS, J.L., LEVIN, B., REITZ, P.V. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. **Quintessence int.**, Berlin, v.18, n.7, p. 453-456, July 1987.
32. SHLOSBERG, S.R. *et al.* Microwave energy polymerization of poly (methyl methacrylate) denture base resin. **Int. J. Prosthodont.**, Saint Louis, v.2, n.5, p.453-458, Sept./Oct. 1989.
33. SMITH, L.T., POWERS, J.M., LADD, D. Mechanical properties of new denture resins polymerized by visible light, heat, and microwave energy. **Int. J. Prosthodont.**, Saint Louis, v.5, n.4, p.315-320, 1992.
34. TAKAMATA, T., SETCOS, J.C. Resin dentures bases: Review of accuracy and methods of polymerization **Int. J. Prosthodont.**, Saint Louis, v.2, n.6, p.555-562, Nov/Dec. 1989.

35. TRUONG, V., THOMASZ, F.G.V. Comparison of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. **Aust. Dent. J.**, Saint Leonards, v.33, n.3, p.201-204, June 1988.
36. TUCKER, K.M., FREEMAN, B.J. The effect of investing material on processing changes in complete dentures. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.25, n.2, p.206-210, 1971.
37. TURCK, M.D., RICHARDS, M.W. Microwave processing for denture relines, repairs and rebases. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.69, p.340-343, 1993.
38. UETI, M., MUENCHI, A. Alterações dimensionais da resina acrílica em molde de gesso eaviliadocom silicone. **Revta Fac. Odont. S Paulo**, v.12, n.2, p.229-234, 1974.
39. WALLACE, P.W. *et al.* Dimensional accuracy of denture bases cured by microwave energy. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.66, n.3, p.403-409, Sept, 1991.
40. YUNUS, N., HARRISON, A., HUGGET, R. Effect irradiation on the flexural strength and residual monomer levels of an acrylic resin repair material **J. oral Rehabil.**, Oxford, v.21, p.641-648, Nov. 1994.
41. ZANI, D., VIEIRA, D.F. A comparative study of silicone as a separating medium for denture processing. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.42, n.2, p.386-391, 1979.

APÊNDICE

11. APÊNDICE

11.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análises efetuadas

Em cada uma das variáveis observadas no experimento (*Monômero Liberado, Resistência Transversa e Dureza*) foram efetuados três tipos de análise de dados:

- Uma análise de suposições para verificar se os dados podem sofrer uma análise de variância e, se necessário e possível, corrigi-los de forma que tal ferramenta de análise de dados possa ser aplicada sem restrições;
- Uma análise de variância;
- Testes de comparações múltiplas de médias sempre que a análise de variância demonstrar haver necessidade.

Análise de suposições

No desenvolvimento teórico das técnicas de análise de variância foram consideradas algumas suposições as quais regram a utilização dessa técnica de análise de dados.

Para garantir os níveis de significância adotados na análise de variância, é importante que se tenha alguma certeza de que os dados seguem as suposições, das quais destacamos: homocedasticidade (homogeneidade de variâncias, delineamento, escala de resposta, ausência de valores discrepantes (outliers) e ausência de valores com excesso de influência nos resultados.

Se os dados não atendem as suposições poderão ser tomadas medidas para corrigir os problemas encontrados tais como: transformação de dados ou supressão de valores para execução da análise. A análise de suposições foi processada através do software SAS/LAB.

Análise de variância

A análise de variância permite que o pesquisador conheça a probabilidade de erro envolvida na rejeição de uma hipótese chamada de Hipótese de Nulidade (H_0).

A rejeição da hipótese de nulidade e conseqüente aceitação da Hipótese Alternativa (H_a) dar-se-á sempre que essa probabilidade de erro for menor que um nível mínimo de significância estabelecido “a priori” para esse trabalho como 5% (0,05).

De acordo com a variável, são testadas 7 ou 3 hipóteses de nulidade no experimento. Para as variáveis Dureza e Monômeros são testadas 7 hipóteses de nulidade enunciadas em seguida:

$$\begin{aligned}
 H_{01}: & \text{Resina}_{\text{Acron}} = \text{Resina}_{\text{Onda-Cryl}} \\
 H_{02}: & \text{Inclusão}_{\text{Gesso}} = \text{Inclusão}_{\text{Silicona}} \\
 H_{03}: & \text{Tempo}_1 = \text{Tempo}_2 = \dots = \text{Tempo}_n \\
 H_{04}: & \text{Resina}_{\text{Acron}} \text{ Inclusão}_{\text{Gesso}} = \text{Resina}_{\text{Onda-Cryl}} \text{ Inclusão}_{\text{Gesso}} = \text{Resina}_{\text{Acron}} \text{ Inclusão}_{\text{Silicona}} = \text{Resina}_{\text{Onda-Cryl}} \text{ Inclusão}_{\text{Gesso}} \\
 H_{05}: & \text{Resina}_{\text{Acron}} \text{ Tempo}_1 = \text{Resina}_{\text{Acron}} \text{ Tempo}_2 = \dots = \text{Resina}_{\text{Onda-Cryl}} \text{ Tempo}_n \\
 H_{06}: & \text{Inclusão}_{\text{Gesso}} \text{ Tempo}_1 = \text{Inclusão}_{\text{Gesso}} \text{ Tempo}_2 = \dots = \text{Inclusão}_{\text{Silicona}} \text{ Tempo}_n \\
 H_{06}: & \text{Resina}_{\text{Acron}} \text{ Inclusão}_{\text{Gesso}} \text{ Tempo}_1 = \text{Resina}_{\text{Acron}} \text{ Inclusão}_{\text{Gesso}} \text{ Tempo}_2 = \dots = \text{Resina}_{\text{Onda-Cryl}} \text{ Inclusão}_{\text{Silicona}} \text{ Tempo}_n
 \end{aligned}$$

Para a variável *Resistência*, apenas as hipóteses H_{01} , H_{02} e H_{04} podem ser testadas já que não houve avaliação em diversos tempos. A rejeição da hipótese de nulidade implica na aceitação de uma hipótese alternativa que diz que, pelo menos um dos efeitos da hipótese de nulidade difere de um outro efeito.

Os testes de comparação de médias foram processados através do procedimento GLM do software *SAS/STAT*.

Teste de comparações múltiplas de médias

O teste de para comparações múltiplas de médias de Tukey foi eleito “*a priori*” para comparar as médias de tratamentos significativos segundo a análise de variância. Também foi eleito o nível de significância de 5% para execução dos testes de comparações múltiplas de médias.

Nesse teste, as médias submetidas a todos os tratamentos são comparadas entre si, duas a duas, para se detectar quais delas diferem entre si.

Os testes de comparação de médias foram processados através do procedimento GLM do software *SAS/STAT*.

Resultados das Análises

11.2 Resistência Transversal

The SAS System 1
16:23 Thursday, May 21, 1998

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class Levels Values

RESINA 2 Acron Ondacryl

INCLUD 2 Gesso Silicone

Number of observations in data set = 48

The SAS System 2
16:23 Thursday, May 21, 1998

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FLEXURAL

Sum of Source	Mean DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	3	1164.322292	388.107431	5.20	0.0037
Error	44	3284.335833	74.643996		
Corrected Total	47	4448.658125			

R-Square	C.V.	Root MSE	FLEXURAL Mean
0.261724	8.721989	8.639676	99.05625

The SAS System 3
16:23 Thursday, May 21, 1998

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FLEXURAL

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RESINA	1	935.4502083	935.4502083	12.53	0.0010
INCLUD	1	9.9918750	9.9918750	0.13	0.7162
RESINA*INCLUD	1	218.8802083	218.8802083	2.93	0.0939

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
RESINA	1	935.4502083	935.4502083	12.53	0.0010
INCLUD	1	9.9918750	9.9918750	0.13	0.7162
RESINA*INCLUD	1	218.8802083	218.8802083	2.93	0.0939

The SAS System 4
16:23 Thursday, May 21, 1998

General Linear Models Procedure

Turkey's Studentized Range (HSD) Test for variable: FLEXURAL

NOTE: This test controls the type I experiment wise error rate, but generally has a higher type II error rate than REGWQ.

Alpha= 0.05 df= 44 MSE= 74.644
 Critical Value of Studentized Range= 2.850
 Minimum Significant Difference= 5.0265

Means with the same letter are not significantly different.

The SAS System 5
 16:23 Thursday, May 21, 1998

General Linear Models Procedure

Tukey Grouping	Mean	N	RESINA
A	103.471	24	Acron
B	94.642	24	Ondacryl

The SAS System 6
 16:23 Thursday, May 21, 1998

General Linear Models Procedure

Least Squares Means

Adjustment for multiple comparisons: Tukey

RESINA	INCLUD	FLEXURAL	Pr > T	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)
LSMEAN	i/j	1 2 3 4		
Acron	Gesso	105.150000	1 .	0.7769 0.0031 0.1272
Acron	Silicona	101.791667	2 0.7769 .	0.0402 0.5726
Ondacryl	Gesso	92.050000	3 0.0031 0.0402 .	0.4641
Ondacryl	Silicone	97.233333	4 0.1272 0.5726 0.4641 .	

11.2.1 Microdureza Superficial

----- Inclusão=Gesso TEMPO=24 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
 Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	72	3136.0	5004.0	234.500454	43.5555556
Acron	66	6455.0	4587.0	234.500454	97.8030303

Average Scores were used for Ties
 Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
 (with Continuity Correction of .5)

S= 6455.00 Z= 7.96374 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
 CHISQ= 63.455 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Inclusão=Gesso TEMPO=30dias -----

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
 Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	72	5090.0	5004.0	234.365362	70.6944444
Acron	66	4501.0	4587.0	234.365362	68.1969697

Average Scores were used for Ties
 Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
 (with Continuity Correction of .5)

S= 4501.00 Z= -.364815 Prob > |Z| = 0.7152

T-Test approx. Significance = 0.7158

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
 CHISQ= 0.13465 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.7137

----- Inclusão=Gesso TEMPO=48 -----

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
 Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	72	3245.50000	5004.0	234.430773	45.0763889
Acron	66	6345.50000	4587.0	234.430773	96.1439394

Average Scores were used for Ties
 Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)

(with Continuity Correction of .5)

S= 6345.50 Z= 7.49902 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 56.267 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Inclusão=Gesso TEMPO=72 -----

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	72	3494.0	5004.0	234.453287	48.5277778
Acron	66	6097.0	4587.0	234.453287	92.3787879

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 6097.00 Z= 6.43838 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 41.480 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Inclusão=Silicona TEMPO=24 -----

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	60	3863.50000	3810.0	204.642853	64.3916667
Acron	66	4137.50000	4191.0	204.642853	62.6893939

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 3863.50 Z= 0.258988 Prob > |Z| = 0.7956

T-Test approx. Significance = 0.7961

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 0.06835 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.7938

----- Inclusão=Silicona TEMPO=30dias -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	66	5548.0	4191.0	204.578340	84.0606061
Acron	60	2453.0	3810.0	204.578340	40.8833333

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 2453.00 Z= -6.63071 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 43.999 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Inclusão=Silicona TEMPO=48 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	66	4917.50000	4191.0	204.568815	74.5075758
Acron	60	3083.50000	3810.0	204.568815	51.3916667

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 3083.50 Z= -3.54893 Prob > |Z| = 0.0004

T-Test approx. Significance = 0.0005

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 12.612 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0004

----- Inclusão=Silicona TEMPO=72 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable RESINA

RESINA	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Ondacryl	66	4259.50000	4191.0	204.507660	64.5378788
Acron	60	3741.50000	3810.0	204.507660	62.3583333

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 3741.50 Z= -.332506 Prob > |Z| = 0.7395

T-Test approx. Significance = 0.7401

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 0.11219 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.7377

----- Resina=Acron TEMPO=24 -----

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	66	4013.50000	4389.0	219.647141	60.8106061
Silicona	66	4764.50000	4389.0	219.647141	72.1893939

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 4013.50 Z= -1.70728 Prob > |Z| = 0.0878

T-Test approx. Significance = 0.0901

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 2.9226 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0873

----- Resina=Acron TEMPO=30dias -----

N P A R I W A Y P R O C E D U R E

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	66	4788.50000	4191.0	204.495365	72.5530303
Silicona	60	3212.50000	3810.0	204.495365	53.5416667

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 3212.50 Z= -2.91938 Prob > |Z| = 0.0035

T-Test approx. Significance = 0.0042

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 8.5371 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0035

----- Resina=Acron TEMPO=48 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	66	4543.50000	4191.0	204.511041	68.8409091
Silicona	60	3457.50000	3810.0	204.511041	57.6250000

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 3457.50 Z= -1.72118 Prob > |Z| = 0.0852

T-Test approx. Significance = 0.0877

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 2.9709 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0848

----- Resina=Acron TEMPO=72 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	66	4319.0	4191.0	204.474462	65.4393939
Silicona	60	3682.0	3810.0	204.474462	61.3666667

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 3682.00 Z= -.623550 Prob > |Z| = 0.5329

T-Test approx. Significance = 0.5341

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 0.39187 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.5313

----- Resina=Ondacryl TEMPO=24 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	72	2857.50000	4788.0	218.715923	39.6875000
Silicona	60	5920.50000	3990.0	218.715923	98.6750000

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 5920.50 Z= 8.82423 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 77.907 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Ondacryl TEMPO=30dias -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
--------	---	---------------	-------------------	------------------	------------

Gesso	72	3993.0	5004.0	234.429433	55.4583333
Silicona	66	5598.0	4587.0	234.429433	84.8181818

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 5598.00 Z= 4.31047 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 18.599 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Ondacryl TEMPO=48 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	72	2974.0	5004.0	234.492415	41.305556
Silicona	66	6617.0	4587.0	234.492415	100.257576

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 6617.00 Z= 8.65486 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 74.944 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Ondacryl TEMPO=72 -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable INCLUD

INCLUD	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
Gesso	72	3547.0	5004.0	234.452751	49.2638889

Silicona 66 6044.0 4587.0 234.452751 91.5757576

Average Scores were used for Ties

Wilcoxon 2-Sample Test (Normal Approximation)
(with Continuity Correction of .5)

S= 6044.00 Z= 6.21234 Prob > |Z| = 0.0001

T-Test approx. Significance = 0.0001

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 38.620 DF= 1 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Acron Inclusão=Gesso -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable TEMPO

TEMPO	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
24	66	9354.5000	8745.0	536.895480	141.734848
30dias	66	4333.5000	8745.0	536.895480	65.659091
48	66	11459.5000	8745.0	536.895480	173.628788
72	66	9832.5000	8745.0	536.895480	148.977273

Average Scores were used for Ties

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 73.851 DF= 3 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Acron Inclusão=Silicona -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable TEMPO

TEMPO	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
24	66	10052.5000	8151.0	494.279765	152.310606
30dias	60	3493.0000	7410.0	479.067499	58.216667
48	60	8328.0000	7410.0	479.067499	138.800000
72	60	8507.5000	7410.0	479.067499	141.791667

Average Scores were used for Ties

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)
CHISQ= 68.120 DF= 3 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Ondacryl Inclusão=Gesso -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable TEMPO

TEMPO	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
24	72	7394.5000	10404.0	611.599274	102.701389
30dias	72	11550.5000	10404.0	611.599274	160.423611
48	72	11524.0000	10404.0	611.599274	160.055556
72	72	11147.0000	10404.0	611.599274	154.819444

Average Scores were used for Ties

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 24.418 DF= 3 Prob > CHISQ= 0.0001

----- Resina=Ondacryl Inclusão=Silicona -----

NPARIWAY PROCEDURE

Wilcoxon Scores (Rank Sums) for Variable DUREZA
Classified by Variable TEMPO

TEMPO	N	Sum of Scores	Expected Under H0	Std Dev Under H0	Mean Score
24	60	9073.0000	7770.0	506.062831	151.216667
30dias	66	5684.5000	8547.0	522.659445	86.128788
48	66	11085.5000	8547.0	522.659445	167.962121
72	66	7568.0000	8547.0	522.659445	114.666667

Average Scores were used for Ties

Kruskal-Wallis Test (Chi-Square Approximation)

CHISQ= 47.576 DF= 3 Prob > CHISQ= 0.0001

11.2.2 Liberação de Monômero Residual

C.MONOMERO

Observations (N=432): all

ANALYSIS: Multiple regression and ANOVA

RESPONSE: TMMAREA

FACTORS: RESINA INCLUD TEMPO

CLASSES: RESINA INCLUD TEMPO

Model: RESINA, INCLUD, TEMPO, RESINA*INCLUD, RESINA*TEMPO,

INCLUD*TEMPO, TEMP

OMITTED OBSERVATIONS: none

* Indica *Causa de Variação* significativo com nível alfa (α) de significância de 5%.

^{Ns} Indica *Causa de variação* não significativa.

R ²	C.V.	Root MSE	LTMMAREA	Mean
0.884416	1416.597	0.296489		0.020930

Resina	Inclusão			
	Gesso		Silicona	
Acron	-0,1639 (1.6593)	A	1,0541 (17.0631)	A
Onda-Cryl	-0,7959 (0.3102)	B	-0,0125 (1.3659)	B

Resinas com Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de significância alfa de 5%

Inclusão	Resina			
	Acron		Onda-Cryl	
Gesso	-0,1639 (1.6593)	B	-0,7959 (0.3102)	B
Silicona	1,0541 (17.0631)	A	-0,0125 (1.3659)	A

Materiais de Inclusão com Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de significância alfa de 5%

Resina	Inclusão	Média	Desvio
Acron	Gesso	1.6593519	2.9994393
	Silicona	17.0630556	18.7349639
Ondacryl	Gesso	0.3101887	0.4609885
	Silicona	1.3659259	1.2205737

empo	T	Resina		
		Acron	Cryl	Onda-
4 h	2	73 (32,1750)	1,23	20 (2,3613)
8 h	4	54 (15,8208)	0,88	94 (1,5250)
2 h	7	98 (8,6942)	0,63	18 (1,3326)
6 h	9	07 (6,7025)	0,47	0,4001 (0,6633)
20 h	1	24 (5,5929)	0,39	0,5188 (0,4879)
68 h	1	47 (4,3817)	0,20	0,7910 (0,2879)
92 h	1	39 (5,4363)	0,24	0,7371 (0,3933)
40 h	2	0,0690 (3,2283)	-	0,7971 (0,2937)
88 h	2	06 (2,2192)	0,00	0,7472 (0,3254)

Resinas com Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de significância alfa de 5% - Comparação na Horizontal.

Finalmente é apresentada uma tabela com médias e desvios padrão das combinações estudadas.

Resina	Tempo	Média	Desvio
Acron	24 h	32.1750000	31.7697201
	48 h	15.8208333	14.9987289
	72 h	8.6941667	9.7163058
	96 h	6.7025000	7.5166067
	120 h	5.5929167	5.4093699
	168 h	4.3816667	4.5965258
	192 h	5.4362500	5.8411463
	240 h	3.2283333	3.6074810
	288 h	2.2191667	2.3269908
Ondacryl	24 h	2.3613043	1.7409044
	48 h	1.5250000	1.0984812
	72 h	1.3326087	0.8684480
	96 h	0.6633333	0.6819516
	120 h	0.4879167	0.4702911
	168 h	0.2879167	0.3511098
	192 h	0.3933333	0.4862426
	240 h	0.2937500	0.3710949
	288 h	0.3254167	0.4003149

Tempo	Resina				
	Acron	Onda-Cryl			
24 h	1,2373 (32,1750)	0,2620 (2,3613)			
48 h	0,8854 (15,8208)	0,0694 (1,5250)	B		
72 h	0,6398 (8,6942)	0,0218 (1,3326)	BC		
96 h	0,4707 (6,7025)	-0,4001 (0,6633)	CD		B
120 h	0,3924 (5,5929)	-0,5188 (0,4879)	CD		BC
168 h	0,2047 (4,3817)	-0,7910 (0,2879)	DE		C
192 h	0,2439 (5,4363)	-0,7371 (0,3933)	D		C
240 h	-0,0690 (3,2283)	-0,7971 (0,2937)	E		C
288 h	0,0006 (2,2192)	-0,7472 (0,3254)	DE		C

Resinas com Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de significância alfa de 5% - Comparação na Vertical.

Tempo	Material de Inclusão	
	Gesso	Silicona
24 h	0.3932	1.1061

48 h	(4.4091)	0.0665	(30.2125)	0.8883
72 h	(1.6658)	-0.0374	(15.6800)	0.6895
96 h	(1.0900)	-0.3855	(8.9267)	0.4561
120 h	(0.7150)	-0.5493	(6.6508)	0.4228
168 h	(0.4250)	-0.8933	(5.6558)	0.3070
192 h	(0.2246)	-0.8981	(4.4450)	0.4049
240 h	(0.2617)	-1.0861	(5.5679)	0.2199
288 h	(0.1321)	-0.9395	(3.3900)	0.1928
	(0.1429)		(2.4017)	

Resinas com Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de significância alfa de 5% - Comparação na Horizontal.

Tempo	Material de Inclusão	
	Gesso	Silicona
24 h	0.3932	1.1061
48 h	0.0665	0.8883
72 h	-0.0374	0.6895
96 h	-0.3855	0.4561
120 h	-0.5493	0.4228
168 h	-0.8933	0.3070
192 h	-0.8981	0.4049
240 h	-1.0861	0.2199
288 h	-0.9395	0.1928

Resinas com Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey com nível de significância alfa de 5% - Comparação na Horizontal.

Mmédias e desvios padrão dos valores observados.

INCLUSÃO TEMPO N Obs N Mean Std Dev

Gesso	24 h	24	23	4.4091304	5.2482369
	48 h	24	24	1.6658333	1.8393357
	72 h	24	23	1.0900000	0.6048741
	96 h	24	24	0.7150000	0.8817670
	120 h	24	24	0.4250000	0.4848397
	168 h	24	24	0.2245833	0.4432192
	192 h	24	24	0.2616667	0.5612770
	240 h	24	24	0.1320833	0.3603740
	288 h	24	24	0.1429167	0.2314318
Silicona	24 h	24	24	30.2125000	33.1626558
	48 h	24	24	15.6800000	15.0647175
	72 h	24	24	8.9266667	9.5441513
	96 h	24	24	6.6508333	7.5387353
	120 h	24	24	5.6558333	5.3449805
	168 h	24	24	4.4450000	4.5282917
	192 h	24	24	5.5679167	5.7112612
	240 h	24	24	3.3900000	3.4607966
	288 h	24	24	2.4016667	2.1750396