

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PPG – MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

Cirley Maria de Lima Lessa

**VERIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE POROSIDADE INTERNA EM
DUAS RESINAS ACRÍLICAS TERMOPOLIMERIZÁVEIS COM
DIFERENTES VOLUMES E MÉTODOS DE PROCESSAMENTO**

Juiz de Fora
2010

CIRLEY MARIA DE LIMA LESSA

**VERIFICAÇÃO DA EXISTÊNCIA DE POROSIDADE INTERNA EM
DUAS RESINAS ACRÍLICAS TERMOPOLIMERIZÁVEIS COM
DIFERENTES VOLUMES E MÉTODOS DE PROCESSAMENTO**

Dissertação apresentada ao PPG –
Mestrado em Clínica Odontológica da
Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Juiz de Fora,
como parte dos requisitos para obtenção
do grau de Mestre em Clínica
Odontológica.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ivone de Oliveira Salgado

Juiz de Fora

2010

Lessa, Cirley Maria de Lima.

Verificação da existência de porosidade interna em duas resinas acrílicas termopolimerizáveis com diferentes volumes e métodos de processamento / Cirley Maria de Lima Lessa. – 2010.
101 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica)—Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

1. Resinas. 2. Porosidade. 3. Microondas. I. Título.

CDU 616.314-032.38

“Verificação da existência de porosidade interna em duas resinas acrílicas termopolimerizáveis com diferentes volumes e métodos de processamento”

CIRLEY MARIA DE LIMA LESSA

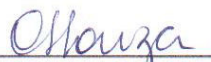
ORIENTADORA: Prof^ª. Dr^ª. Ivone de Oliveira Salgado

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovado (a) em 30/07/2010



Prof^ª. Dr^ª. Ivone de Oliveira Salgado



Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Salgado de Souza



Prof. Dr. Henrique Duque de Miranda Chaves Filho

Aos meus saudosos *pais José Lessa e Conceição Lessa*, que além de me terem dado a vida, demonstram com a força de seus exemplos que sempre é possível recomeçar. Obrigada por me fazer entender que a distância não nos separa!

Aos meus *filhos Ana Carolina e Matheus*, que me fazem crer que a maternidade é uma dádiva quando exercida com coragem, verdade e amor. Obrigada por cada sorriso e cada brilho de seus olhares!

Com muito amor dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, que por todos os instantes me norteia para uma vida melhor, sempre com esperança naquilo que está por vir.

Ao meu companheiro de todas as horas, *José Carlos*, por acreditar que meus sonhos são possíveis se sonhados com consciência, paciência e respeito aos meus anseios e limites éticos.

À minha saudosa *irmã “Maninha”*, por me fazer entender que mesmo frente às dificuldades físicas não existem obstáculos que não possam ser ultrapassados. A você devo meu respeito e dignidade.

À minha querida *irmã Leda*, pelo grande apoio, carinho e presença em todos os momentos de minha vida.

Aos *meus familiares*, pela ajuda incondicional para que mais essa etapa fosse concluída.

De forma especial à *minha incansável orientadora, Professora Doutora Ivone de Oliveira Salgado*, pela confiança em mim depositada, pela competência em suas atribuições. Pela presença sempre espontânea, otimista e compreensiva, me encorajando sempre a crer em um futuro melhor e a prosseguir com afinco em minha carreira. Que fique aqui registrada minha eterna gratidão por sua assistência incondicional, por suas palavras e atitudes seguras e, finalmente, pelas lições que me foram transmitidas juntamente com seu conhecimento científico. Tê-la como orientadora é um privilégio!

Ao Magnífico Reitor da Universidade Federal de Juiz de Fora, *Professor Doutor Henrique Duque de Miranda Chaves Filho*, pois é de conhecimento de todos, vossa luta pelo Mestrado na Faculdade de Odontologia. Agradeço também pela delicadeza e satisfação com que aceitou em fazer parte da banca examinadora de defesa deste trabalho.

À coordenadora do Curso de Mestrado em Clínica Odontológica, *Professora Doutora Maria das Graças Afonso de Miranda Chaves*, por toda atenção, carinho e disponibilidade nos momentos em que necessitei.

À *Professora Doutora Cristiane Salgado de Souza*, por aceitar prontamente em participar da banca examinadora de defesa deste estudo.

À *Professora Doutora Luciana Andrea Salvo*, pelas valiosas sugestões no decorrer de minha qualificação e por aceitar prontamente o convite em participar da banca de defesa deste trabalho.

À *Professora Doutora Maria Carmem Fonseca Serpa Carvalho*, pelo carinho com que aceitou em participar da banca examinadora da defesa desta pesquisa.

À *Faculdade de Odontologia*, representada por seu Diretor, *Professor Doutor Antônio Márcio Resende do Carmo*, exemplo de eficiência, dedicação e simpatia. Agradeço pela atenção dispensada.

Aos *Professores do Curso de Mestrado em Clínica Odontológica*, pela atenção disponibilizada no decorrer do curso e pela amizade conquistada.

Aos Técnicos em Prótese Odontológica, *Arlindo Profeta, João Solano, Juscelino de Souza Carmo e Marcelo Bittencourt*, pelo grande apoio, profissionalismo e dedicação.

Aos *meus alunos da Graduação em Odontologia*, pelo carinho e apoio no decorrer do Mestrado.

Aos *funcionários da Faculdade de Odontologia*, pela atenção, presteza e dedicação incansáveis.

Aos meus *colegas do Mestrado*, pelo agradável convívio e por dividirem certezas e incertezas em prol do saber.

Aos *meus pacientes*, que souberam entender e tiveram paciência nos momentos em que não pude prontamente atendê-los.

A *todos* que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização e finalização deste trabalho.

Agradeço de coração...

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”.

(Cora Coralina)

LESSA, C. M. L. **Verificação da existência de porosidade interna em duas resinas acrílicas termopolimerizáveis com diferentes volumes e métodos de processamento**. 2010. 101 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação *Scripto Sensu* – Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (MG).

RESUMO

Este estudo utilizou de corpos de prova com diferentes volumes processados em água aquecida, com energia por micro-ondas e por polimerização termopneumohidráulica, com o objetivo de verificar visualmente a existência de porosidade interna nas resinas acrílicas termicamente ativadas das marcas Clássico® e Onda Ceryl®. Para a confecção dos 60 corpos de prova, que foram divididos aleatoriamente em três grupos com diferentes volumes ($n = 5$), medindo respectivamente, 4 X 3cm, 3 X 2cm, 1 X 2cm e 3 X 10 X 0,3cm, as resinas acrílicas foram manipuladas seguindo as recomendações do fabricante e posicionadas de forma manual nas muflas em sua fase plástica. Em seguida as muflas foram levadas à prensa hidráulica por um período de 08 horas e acondicionadas em um umidificador a 37°C. Para o processamento por energia de micro-onda foi utilizado o ciclo de 40% da potência por 03 minutos, 0% da potência por 04 minutos e 90% da potência por 03 minutos. No convencional, os corpos de prova foram polimerizados em banho de água quente durante 09 horas a uma temperatura de 74°C e no termopneumohidráulico, as muflas foram colocadas em uma termopolimerizadora à pressão de 20 libras até atingir a temperatura de 120°C, seguido de um resfriamento até 90°C, sendo novamente elevada até 120°C por 40 minutos. Todas as muflas processadas nos três métodos foram mantidas em temperatura ambiente até o completo resfriamento. Após polimerização e demuflagem, os corpos de prova receberam acabamento e polimento. Para verificação da porosidade, três observadores utilizaram escores pré-determinados: “0” – ausência de poros; “1” – poros em quantidade mínima; “2” – poros em maior quantidade; “3” – poros ocupando grande parte do volume total e; “4” – poros na totalidade do volume. Os dados obtidos foram submetidos aos testes *Kruskal-Wallis* e *Mann-Whitney* com nível de significância de 5% ($p \leq 5$). O escore “0” foi mais frequente com 37,8% seguido de escore “1” com 31,1%. Foi observada uma diferença estatisticamente

significante entre os escores e os tamanhos dos corpos de prova ($p = 0,023$). A média percentual dos escores atribuídos aos corpos de prova de acordo com o método de polimerização atingiu 37,8%. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os métodos de processamento, entretanto o valor de “p” atingiu 0,593. Pode-se concluir que os corpos de prova grandes apresentaram escore “1” e os médios, escore “3”; os corpos de prova pequenos e laminares apresentaram escore “1” e “0”, respectivamente. Os três métodos de polimerização utilizados foram equivalentes, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles nas duas resinas acrílicas testadas. Independente do método de processamento, a porosidade interna foi diretamente proporcional ao volume dos corpos de prova.

Palavras-chave: Resinas acrílicas. Porosidade. Micro-ondas. Pressão.

LESSA, C. M. L. **Determination of internal porosity in two acrylic resins with different volumes and processing methods**. 2010. 101 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação *Scripto Sensu* – Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (MG).

ABSTRACT

This study used specimens with different volumes polymerized in heated water with microwave energy and thermopneumohydraulic curing, in order to visually verify the existence of internal porosity in the thermally activated acrylic resins Clássico[®] and Onda Cryl[®]. To make the 60 specimens, which were divided randomly into three groups with different volumes (n = 5), measuring respectively, 4 X 3cm, 3 X 2cm, 1 X 2cm and 3 X 10 X 0.3cm, acrylic resins were handled following the manufacturer's recommendations and positioned manually in flasks in its plastic phase. Then the flasks were brought to hydraulic press for a period of 08 hours and placed in a humidor at 37°C. For processing by microwave energy, was used cycle 40% power for 03 minutes, 0% power for 04 minutes and 90% power for 03 minutes. In the conventional, the specimens were polymerized in heated water bath for 09 hours at a temperature of 74°C and thermopneumohydraulic, flasks were placed in a thermal curing in pressure of 20 pounds to the temperature of 120°C, followed by cooling to 90°C, and again increased to 120°C for 40 minutes. All flasks processed at the three methods were kept in room temperature until the complete cooling. After polymerization and unflanking, the specimens were finished and polished. To check the porosity, three observers used predetermined scores: "0" – no pore, "1" – pores in minimal amount, "2" – pores in greater quantity, "3" – pores occupying a large part of total and "4" – pores in the total volume. The data were subjected to Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests with a significance level of 5% ($p \leq 5$). The score "0" was more frequent with 37.8% followed by the score "1" with 31.1%. A statistically significant difference between the scores and the sizes of the specimens ($p = 0.023$) was observed. The average percentage of the scores assigned to the specimens according to the method of polymerization reached 37.8%. There were no statistically significant differences between processing methods, however the "p" hit 0.593. It can be concluded that the specimens showed great score "1" and the average score "3",

the samples were small and laminar score "1" and "0" respectively. The three polymerization methods used were similar, with no statistically significant difference between them in two acrylic resins tested. Regardless of the method of processing, the internal porosity was directly proportional to the volume of specimens.

Keywords: Acrylic resins. Porosity. Microwave. Pressure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Quadro demonstrativo da lista de material utilizado na pesquisa.....	60
Figura 2 –	Fotografia da silicona de condensação (Speedex [®]) e seus respectivos moldes.....	61
Figura 3 –	Fotografia dos moldes médio e grande.....	61
Figura 4 –	Fotografia dos modelos pequeno, médio e grande confeccionados a partir dos moldes de silicona.....	62
Figura 5 –	Fotografia da cêra utilizada para confecção dos 15 modelos laminares.....	62
Figura 6 –	Fotografia das resinas acrílicas Clássico [®]	63
Figura 7 –	Fotografia das mufas metálica da Urabi [®] com modelos em cêra (termopneuhidráulico e convencional).....	63
Figura 8 –	Fotografia das mufas de policarbonato da Dental Vipi [®] com os modelos em cêra (energia de micro-ondas).....	63
Figura 9 –	Fotografia da prensa hidráulica (FO/UFJF).....	64
Figura 10 –	Fotografia do forno de micro-ondas Eletrolux 1500 W.....	65
Figura 11 –	Fotografia das termopolimerizadoras utilizadas para o processamento pelo método termopneumohidráulico.....	65
Figura 12 –	Fotografia do torno de bancada (Nevoni [®])	66
Figura 13 –	Fotografia do aparelho de ultrasson Vitasonic II [®]	66
Figura 14 –	Fotografia dos cp do G1.....	67
Figura 15 –	Fotografia dos cp do G2.....	67
Figura 16 –	Fotografia dos cp do G3.....	67
Figura 17 –	Gráfico da distribuição dos escores atribuídos dos cp.....	69
Figura 18 –	Gráfico da distribuição dos escores atribuídos aos volumes dos cp.....	70
Figura 19 –	Gráfico da distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o método de polimerização.....	71
Figura 20 –	Gráfico do cruzamento dos métodos de polimerização convencional e por energia de micro-ondas de acordo com os escores atribuídos aos cp quanto ao volume.....	74

Figura 21 – Gráfico do cruzamento dos métodos de polimerização convencional e termopneumohidráulico de acordo com os escores atribuídos aos cp quanto ao volume.....	75
Figura 22 – Gráfico do cruzamento dos métodos de polimerização por energia de micro-ondas e termopneumohidráulico de acordo com os escores atribuídos aos cp quanto ao volume.....	75
Figura 23 – Gráfico da prevalência dos escores atribuídos aos cp grande e médios nos cruzamentos dos métodos de polimerização.....	76
Figura 24 – Gráfico da prevalência dos escores atribuídos aos cp pequenos e laminares nos cruzamentos dos métodos de polimerização.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição geral dos escores atribuídos aos cp.....	69
Tabela 2 – Distribuição dos escores atribuídos ao volume dos cp.....	70
Tabela 3 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o método de polimerização.....	71
Tabela 4 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e o método de polimerização convencional.....	72
Tabela 5 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e o método de polimerização por energia de micro-ondas.....	73
Tabela 6 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e o método de polimerização termopneumohidráulico.....	73
Tabela 7 – Cruzamento dos pares dos métodos de polimerização.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

$C(CH_3)COOH$	- Ácido acético
$CHOOC_2H_5$	- Acrilato de metila
$CHOOH$	- Acrílico
ADA	- <i>American Dental Association</i>
bar	- Pressão bária (medida de pressão)
cm	- Centímetros
cm^3	- Centímetros cúbicos
cm^2	- Centímetros quadrados
cp	- Corpo de prova
EGDMA	- Etilenoglicoldimetacrilato
g	- Gramas
g/cm^3	- Gramas por centímetros cúbicos
g/mL	- Gramas por mililitros
$^{\circ}C$	- Graus Celsius
=	- Igual
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i>
L	- Litros
>	- Maior que
+	- Mais
\pm	- Mais ou menos (desvio-padrão)
®	- Marca registrada
-	- Menos
MHz	- Mega-hertz
MPa	- Megapascal
\leq	- Menor ou igual
<	- Menor que
MMA	- Metacrilato de metila
μm	- Micrometros
mg	- Miligramas
mg/cm^2	- Miligramas por centímetros quadrados

mL - Mililitros
mm - Milímetros
nm - Nanometros
n°. - Número
% - Percentual
PMMA - Polimetacrilato de metila
Kcal/mol - Quilocaloria por molécula
Kg/cm² - Quilograma por centímetros quadrados
Kgf - Quilograma/força
RAT - Resina acrílica termopolimerizável
TM - *Trade Mark*
X - Vezes
W - Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
3 PROPOSIÇÃO	59
4 METODOLOGIA	60
4.1 MATERIAL	60
4.2 MÉTODO	61
4.3 METODOLOGIA ESTATÍSTICA	68
5 RESULTADOS	69
6 DISCUSSÃO	78
7 CONCLUSÃO	90
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES	98
APÊNDICE A – FOTOGRAFIAS DOS CORPOS DE PROVA DOS TRÊS DIFERENTES MÉTODOS DE POLIMERIZAÇÃO PARA ANÁLISE VISUAL	99
APÊNDICE B – QUADRO DO SISTEMA DE ESCORES PARA ANÁLISE VISUAL	100
APÊNDICE C – QUADRO DOS MÉTODOS DE POLIMERIZAÇÃO PARA ANOTAÇÕES DOS OBSERVADORES – ANÁLISE VISUAL	101

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 30 do século XX que as resinas acrílicas termopolimerizáveis (RAT) têm uma ampla aplicação na Odontologia (ANUSAVICE, 2005; BRAUN; DEL BEL CURY; CURY, 1998; NEVES; VILLELA, 1999). A partir da década seguinte, as resinas acrílicas foram o material de eleição para a confecção de bases de próteses totais em substituição ao baquelite e ao vulcanite (PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPARA, 1999), como também para a confecção de próteses bucomaxilofaciais (NEVES; VILLELA, 1999). Geralmente são fornecidas pelos fabricantes como um sistema de pó/líquido. A polimerização da resina acrílica ocorre em função de uma reação de adição, onde as moléculas de peróxido de benzoíla presentes no pó (polímero) se decompõem, formando radicais livres que reagem com uma molécula de monômero disponível contida no líquido para iniciar o crescimento da cadeia polimérica. Essa reação exotérmica ocorre a partir de 60°C, podendo ser ativada pelo calor (ANUSAVICE, 2005).

O processamento das RAT é realizado tradicionalmente em moldes no interior de muflas metálicas imersas em água aquecida, conhecido como polimerização pelo método convencional (BAFILE et al., 1991; CANADAS, 2006; CARVALHAL et al., 2002; COMPAGNONI et al., 2004; DUARTE, 2006; GOMES et al., 2006; KIMPARA et al., 2009; LAI et al., 2004; PERO et al., 2006; ROSSATO et al., 2008; TANJI, 2000; TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003). Usado para o processamento das bases de próteses totais, consome tempo, fator pouco disponível no cotidiano de uma clínica odontológica. Por esta razão, foram propostas técnicas alternativas de polimerização (BARBOSA et al., 2003; BERG; GJERDET; 1985; BORGES, 2001; BORGES; DOMITTI; CONSANI, 2000; BOTEGA et al., 2004; COMPAGNONI et al., 2004; CARVALHAL et al., 2002; LAI et al., 2004; NISHII, 1968; KIMPARA et al., 1999; KIMURA et al., 1983, KIMURA; TERAOKA; SAITO, 1984; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003), visando a obtenção de melhores propriedades mecânicas, resistência e polimento para proporcionar maior conforto e atendimento aos requisitos de retenção, estabilidade e estética das próteses (ANUSAVICE, 2005).

O sistema de polimerização das RAT por energia de micro-ondas foi patenteado por Marc Seghatol e Jean Pierre Durand em 1820 (UNITED STATES PATENT, 2004). Entretanto, somente em 1968, Nishii utilizou a energia por micro-ondas para polimerização das resinas acrílicas buscando a redução do tempo de polimerização e da porosidade interna. A economia de tempo observada na polimerização da resina acrílica por este método ocorre em função do rápido aquecimento promovido pelas inúmeras colisões entre as moléculas de monômeros através de um campo eletromagnético de alta frequência em torno de 2.450MHz (ALMEIDA, 2001; DE CLERCK, 1987; NISHII, 1968).

A porosidade das RAT é um fenômeno complexo e de origem multifatorial (COMPAGNONI et al., 2004; JEROLIMOV et al., 1989; KELLER; LAUTENSCHLAGER, 1985; LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989; PERO et al., 2006; TURANO; TURANO, 2002; WOLFAARDT; CLEATON-JONES; FATTI, 1986), podendo ser resultante do método de polimerização, do tipo de resina acrílica utilizada e até mesmo da geometria do corpo de prova (cp) (JEROLIMOV et al., 1989). Os poros das RAT podem ser internos e/ou superficiais (COMPAGNONI et al., 2005; KELLER; LAUTENSCHLAGER, 1985; YANNIKAKIS et al., 2002). Os internos são considerados como áreas de estresse que levam a uma vulnerabilidade às fraturas e distorções das bases das próteses, enquanto os superficiais dificultam a limpeza e comprometem as propriedades físicas e estéticas (BAFILE et al., 1991; ANUSAVICE, 2005; PERO et al., 2006).

Altos níveis de monômero residual prejudicam as propriedades da resina acrílica e podem contribuir na formação de poros (DE CLERCK, 1987; JEROLIMOV et al., 1989). A *Academy of Denture Prosthetics* (1968) determina que para uma prótese ser higienicamente aceitável ela não deve ter poros, porque a porosidade diminui a resistência ao manchamento do material, favorece a deposição de cálculo e a aderência de outras substâncias. Uma base de prótese com superfície porosa constitui um meio ideal para a proliferação de micro-organismos como a *Candida albicans* (ACADEMY OF DENTURE PROSTHETICS, 1968; GANZAROLLI, 2001).

O polimento convencional das resinas acrílicas é realizado por etapas, em torno de bancada, e qualquer negligência pode invalidar o seu resultado final (ULOSOY; ULOSOY; AYDIN, 1986).

Somente o ciclo de polimerização por energia de micro-ondas não teria influência na porosidade da resina acrílica (AL DORI; HUGGETT; BATES, 1988; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; TROUNG; THOMASZ, 1988).

A comparação dos métodos convencional e o de energia por micro-ondas com o processamento termopneumohidráulico (TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003; TURANO; TURANO, 2002) é pouco investigada e o volume dos cp bem como o método de polimerização interferem na ocorrência de porosidade (PERO et al., 2008).

Portanto, faz-se necessário verificar se diferentes espessuras das resinas acrílicas polimerizadas por diferentes métodos causam porosidade em seu interior.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nishii (1968) relatou que as micro-ondas são geradas por um magnetron de 2.450MHz, em forma de ondas eletromagnéticas de 12,0cm de largura. Essa energia é gerada por um oscilador magnético e quando irradia um objeto é absorvida e transformada instantaneamente em calor. Esta condição energética propicia que, as moléculas de metacrilato de metila (MMA) orientem-se no campo eletromagnético, alterando a sua direção aproximadamente cinco milhões de vezes por segundo, gerando inúmeras colisões intermoleculares que causam aquecimento rápido. Se o calor exigido para quebrar as moléculas de peróxido de benzoíla (ativador) em radicais livres pode ser gerado no interior da RAT, a temperatura externa da mufla pode ser mantida baixa e o calor gerado pelo desencadeamento da polimerização pode ser disperso mais eficientemente. Deste modo, a polimerização pode ser mais rápida minimizando-se riscos inerentes do próprio processamento das RAT como, por exemplo, a porosidade, pois se elimina a transferência de calor por diversas estruturas (mufla, revestimento e modelo), até que chegue à resina acrílica. O pesquisador descreveu um método capaz de diminuir o tempo de polimerização das RAT, prevenindo a formação de porosidade interna, principal evento que repercute na alteração de suas demais características físico-químicas e mecânicas, publicando, desta forma, o primeiro estudo sobre a viabilidade da utilização da polimerização por energia de micro-ondas. Para tanto, amostras de RAT com dimensões de 65,0 X 13,0 X 9,0mm, foram incluídas em diferentes formatos de muflas metálicas perfuradas, e polimerizadas em forno de micro-ondas de baixa potência por 09, 10, 11 e 12 minutos de irradiação, na presença de um recipiente com água para evitar o superaquecimento do interior do forno. Realizado o experimento, foram avaliadas as seguintes propriedades físicas: porosidade, sorção de água, dureza Brinell, resistência à tração, resistência transversa e deflexão transversa, repetição de resistência transversa, resistência à retenção dos dentes artificiais e adaptação da base das próteses. Observou que, com a redução da energia de alta frequência, e, conseqüentemente da potência, foi possível obter uma RAT livre de porosidade e com propriedades físicas tão satisfatórias quanto aquelas

polimerizadas em banho de água quente, desde que a irradiação fosse de 11 minutos.

Araújo (1973) relatou as resinas acrílicas são derivadas do etileno contendo igualmente um grupamento vinílico em suas fórmulas estruturais. Existem pelo menos duas séries de resinas acrílicas de interesse odontológico. Uma delas deriva-se do acrílico = CHOOH e a outra do ácido acético = $\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$. Ambas polimerizam-se por adição. O polimetacrilato de metila (PMMA), por si só, não é extensamente utilizado no processo de moldagem plástica em Odontologia. Na realidade usa-se uma mistura do monômero líquido, MMA com o polímero apresentado sob a forma de pó. Este é parcialmente dissolvido pelo monômero, formando uma massa plástica. Esta é comprimida no molde ou matriz de gesso, onde o monômero é polimerizado. O MMA é um líquido claro e transparente à temperatura ambiente, entrando em ebulição a $100,8^\circ\text{C}$, aproximadamente. Sua temperatura de fusão é de -48°C e sua densidade é de $0,945\text{g/cm}^3$ a 20°C . Uma contração volumétrica de 21% ocorre durante a polimerização do monômero puro. O PMMA apresenta uma tendência em reter água por embebição ou por absorção superficial. Estando envolvidos fenômenos de absorção e de adsorção, costuma-se empregar o termo sorpção, que implicaria em ambos os fenômenos. Tem sido relatado que resinas acrílica de uso odontológico apresentam um aumento em peso de 0,5%, aproximadamente, quando imersas em água por uma semana. A composição final é, essencialmente, o PMMA. Frequentemente, entretanto, produz-se um copolímero com uma resina acrílica amolecida, tal como o acrilato de metila, ($\text{CHOOCC}_2\text{H}_5$). A reação de polimerização torna-se rápida a temperaturas superiores a 60°C . Durante o aquecimento do material àquela temperatura, ocorre uma expansão térmica linear do PMMA de $0,000081\text{mm/mm}$, por grau centesimal, ocorrerá uma expansão significativa durante o aquecimento inicial.

Gay e King (1979) avaliaram a presença de porosidade interna em amostras de resina acrílica de diferentes espessuras, processadas com e sem pressão (utilizando um dispositivo que gera calor e pressão), em diferentes temperaturas e intervalos de exposição ao calor. Os corpo de prova (cp) retangulares com espessuras de 10mm, 5mm, 3mm e espessuras graduais de 0,5 a 2mm foram polimerizados por oito diferentes processos: 1) sob pressão por 10 minutos a 100°C ; 2) sob pressão por 15 minutos a 75°C ; 3) sob pressão por 20 minutos a 70°C ; 4) sob pressão por 30 minutos a 60°C ; 5) sem pressão por 30

minutos a 100°C; 6) sem pressão por 45 minutos a 100°C; 7) sem pressão por 60 minutos a 100°C e; 8) sem pressão por 09 horas a 75°C. A presença de porosidades foi examinada a olho nu e quantificada utilizando os seguintes escores: “0” para porosidades não perceptíveis; “1” para porosidade difusa e; “2” para porosidades grosseiras. Foi verificado que os cp de 10mm de espessura apresentaram porosidades grosseiras em todos os diferentes processos de polimerização com exceção da polimerização sem pressão por 09 horas a 75°C. As amostras de 5mm de espessura apresentaram porosidades difusas em todos os diferentes processos de polimerização com exceção da polimerização sem pressão por 09 horas a 75°C e as amostras de 3mm e com espessuras graduais de 0,5 a 2mm não apresentaram porosidades visíveis nos métodos de processamento. Concluíram que a polimerização sob pressão é um procedimento válido laboratorialmente.

Firtell e Harman (1983) avaliaram a presença de porosidades em RAT de ciclo rápido. Para isso, foram obtidos 78 cp de cêra de 19,5mm X 19,5mm, com diferentes espessuras (mínima de 1,5mm e máxima de 19,5mm com aumento gradativo de 1,5mm). Os cp foram divididos em dois grupos e cada grupo consistiu de três cp para cada espessura (n = 39). Os cp do grupo 1 foram processados utilizando uma resina convencional (Coe Permacyl®) a 74°C por 09 horas. O grupo 2 foi processado utilizando uma resina (Coe2 0®), com ciclo de 100°C por 20 minutos. Os cp foram então seccionados ao meio, polidos com lixas abrasivas e pedra-pomes, examinados a um aumento de 10X e as porosidades registradas. Após essas medidas, os cp foram novamente seccionados no sentido da largura, polidos, examinados e registrados. A resina acrílica polimerizada a 100°C por 20 minutos apresentou porosidades internas nos cp com espessura maior que 6mm. Concluíram que as porosidades aumentam proporcionalmente com aumento de espessura da resina acrílica.

Kimura et al. (1983) analisaram a formação da mistura (pó/líquido) de resina acrílica com 07g, 15g e 21g quanto ao tempo de polimerização mais adequado com 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, e 40 minutos para que se atingisse a fase plástica e a polimerização completa. Foram avaliadas a adaptação de bases de prótese, a alteração de cor e formação de fendas em próteses totais e a fratura dos dentes artificiais em resina acrílica e porcelana pelos seguintes métodos: 1) banho de água quente com elevação de temperatura para 100°C em 60 minutos e permanecendo nesta temperatura por mais 30 minutos e; 2) energia por micro-ondas

durante 03 minutos. Como as muflas convencionais não poderiam ser levadas ao forno de micro-ondas, os moldes foram então prensados em mufla, posteriormente removidos e colocados em tubos de borracha para a irradiação. Para os ensaios de porosidade, foram confeccionados cp de 20,0 X 20,0 X 5,0mm polimerizados por 02, 03, 05, 10 e 15 minutos em forno de micro-ondas e posteriormente resfriados em bancada. Após análise visual, os cp que apresentaram menor porosidade foram os polimerizados por 03 minutos. Com cp de 20,0 X 20,0 X 10,0mm de espessura testou-se a variação do tipo de esfriamento a 0°C (gelo), 15°C (água corrente) e 20°C (em bancada), onde a porosidade diminuiu à medida que a temperatura foi aumentada. Os cp com espessuras de 1,5 e 3,0mm também foram irradiados por 03 minutos. Os resultados indicaram que, embora a mistura monômero/polímero geralmente atinja a fase plástica em 15-20 minutos à temperatura ambiente, este tempo pode ser diminuído com o uso da energia por micro-ondas e a mistura se torna mais homogênea. Quanto maior o peso da mistura monômero/polímero, maior será o tempo necessário para atingir a fase plástica. A adaptação da base de prótese processada por energia de micro-ondas foi superior à obtida pelo banho de água quente. Os ensaios de porosidade puderam correlacionar o tempo de polimerização, a espessura do cp e o esfriamento posterior, direcionando para a polimerização por 03 minutos, em cp com até 3,0mm de espessura e esfriamento das muflas em bancada; porém, não indicaram um cálculo específico para quantificar a porosidade, pois a identificação foi apenas visual.

Kimura, Teraoka e Saito (1984) investigaram a adaptabilidade das RAT polimerizadas por energia de micro-ondas. Para o experimento elaboraram uma mufla própria de fibra de vidro, que não refletia a radiação das micro-ondas. Utilizaram uma resina acrílica rósea termicamente ativada em uma proporção de polímero para monômero de 2:1 em peso, que foi submetida à energia por micro-ondas durante 02 minutos e 30 segundos a 500W e a 200W de potência. O grupo de cp controle foi feito por técnica convencional em banho de água, inicialmente a 65°C por 40 minutos e depois a 100°C por 30 minutos. Os cp foram armazenados em solução salina a 20°C por dois dias. De modo geral, as bases que foram polimerizadas por energia de micro-ondas demonstraram melhor adaptabilidade que as polimerizadas pela água quente, bem como esta propriedade pareceu ser menos influenciada pelo método de armazenagem em relação à resina convencional. Com o uso de um par termoelétrico, foi possível observar que em apenas 20 segundos de

exposição a resina acrílica atingiu 65°C quando submetida à energia por micro-ondas, ao passo que no banho de água foram necessários 30 minutos para que esta temperatura fosse atingida. Salientaram algumas vantagens em se utilizar a energia por micro-ondas como: o menor tempo de polimerização, mínimas alterações de cor na resina, menos fraturas dos dentes artificiais e da base de resina e superior adaptação da prótese. Ressaltaram que, a energia por micro-ondas fornece um aquecimento por igual da resina acrílica.

Berg e Gjerdet (1985) realizaram um estudo sobre a porosidade e a dureza de duas resinas acrílicas autopolimerizável (Swebond Compact – SC[®] e SR 3/60 Quick 20 – Q 20[®]) processadas com e sem pressão externa (2Kg/cm²) em diferentes temperaturas (23°C, 40°C e 60°C) e uma resina termopolimerizada (HC[®]) processada a 73°C por 90 minutos e a 100°C por 30 minutos. Foram confeccionados cp cilíndricos (16mm X 5mm de espessura) que foram incluídos em grupo de três unidades, em resina epóxica. Posteriormente foram desgastados com disco diamantado sob refrigeração, polidos com lixas de silicone e suspensão de água e alumina. As superfícies dos cp foram fotografadas com um aumento de 12,5X e as imagens foram projetadas em digitalizador com um aumento de 80X. Os perímetros dos poros foram contornados e o seu diâmetro e número por unidade de área foram calculados por computador, obtendo o percentual de porosidade. Os resultados evidenciaram que, quando processadas sobre pressão, as resinas acrílicas avaliadas mostraram uma porosidade menor que 0,5%, independente da temperatura utilizada, mas quando polimerizadas sem pressão, diferenças significativas foram observadas. A resina acrílica Q 20[®] apresentou porosidade entre 6% e 10%, dependendo da temperatura utilizada. Uma média de quatro a seis poros por milímetros quadrados foi relatada quando a pressão de 2Kg/cm² foi utilizada, mas quando polimerizadas sem pressão a mesma resina acrílica apresentou mais poros que a resina acrílica SC[®] e, ambas apresentaram uma quantidade maior que a resina termopolimerizada. O diâmetro médio dos poros para resina acrílica autopolimerizada processadas sob pressão foi de 20-30µm. Quando polimerizado sem pressão o valor do diâmetro dos poros para resina acrílica SC[®] aumentou moderadamente com o aumento da temperatura. O diâmetro médio de poros para a resina acrílica Q 20[®] foi de 70-130µm nas mesmas condições de processamento. Consideraram que a porosidade das amostras foi causada provavelmente pela

pressão de vapor do líquido, pois os poros foram esféricos; que a maior temperatura de processamento aumentou a porosidade e o uso de pressão externa reduziu a ocorrência das mesmas. Que diferenças consideráveis entre os produtos, em termos de porosidade, podem ser explicadas pelo baixo peso molecular da resina acrílica SC[®], quando comparada com a Q 20[®]. O baixo peso molecular da primeira pode ser responsável pela menor ocorrência de porosidade, pois o molhamento e a dissolução das pérolas de polímero ocorrem mais rapidamente. Esse efeito também é potencializado pela presença do plastificador dibutilftalato no líquido da resina acrílica SC[®]. Por outro lado, o líquido da resina acrílica Q 20[®] contém uma quantidade cinco vezes maior de agente de ligação cruzada, etileno glicol dimetacrilato, que tende a tornar o molhamento e dissolução das pérolas de polímeros mais lenta. Concluíram que o processamento sob pressão é o único método prático, tendo em vista que, quantidades inaceitáveis de porosidade podem ser evitadas independentemente da resina acrílica utilizada.

Keller e Lautenschlager (1985) observaram que a porosidade tem sido atribuída a uma variedade de fatores que incluem incorporação de ar durante a mistura, contração de polimerização e vaporização do monômero associada com reação exotérmica. Avaliaram alguns mecanismos para reduzir a presença de porosidades e melhorar a propriedade de resistência à tração de resinas acrílicas autopolimerizáveis (Caulk Repair Resin[®], Coe Tray Fast[®] e Coe Pour-n-Cure[®]) para base de próteses. Para isso, variaram a pressão de polimerização, alteraram a proporção pó/líquido (2.0:1, 2.2:1 e 1,3:1) e o tamanho das partículas do polímero (80µm, 100µm e 100µm), respectivamente para cada resina. De acordo com os resultados, um pequeno aumento da pressão de polimerização, obtido por uma modificação do aparelho, pôde beneficiar com a redução da porosidade e melhorar a resistência à tração. O aumento da resistência à tração e redução da porosidade também foi possível, por meio das várias combinações de tamanhos de partículas e proporção pó/líquido utilizadas no estudo, objetivando a redução da concentração do monômero na mistura.

Reitz, Sanders e Levin (1985) estudaram as propriedades físicas da RAT convencional (Microlon-LW[®]) curada pelo banho de água e por energia de micro-ondas. Foram confeccionados 20 cp com 25,0 X 12,0 X 2,5mm sendo 10 cp processados em água aquecida por um período de 08 horas a 74°C e 10 cp

processados por energia de micro-ondas a 400W por 2 minutos e 30 segundos de cada lado. Os cp foram polidos, imersos em tinta preta e repolidos, sendo os poros contidos em uma área de 2,4 X 1,9mm fotografados para observação com aumento de 20X nos dois métodos de processamento. O número de porosidade nas áreas pré-determinadas foi observado utilizando os seguintes escores: “1” – até 10 poros; “2” – de 10 a 20 poros e “3” – mais de 20 poros. Os resultados demonstraram que não houve diferenças na porosidade entre os métodos de cura. Concluíram que o processamento por energia de micro-ondas é vantajoso, tendo em vista a redução do tempo de cura e por ser um procedimento laboratorial limpo.

Wolfaardt, Cleaton-Jones e Fatti (1986) investigaram a ocorrência e a natureza da porosidade interna em uma RAT (Stellon Liquid C[®] e Stellon Denture Material[®]) para base de prótese. Os métodos de processamentos utilizados foram: o convencional em água aquecida preconizado pela *American Dental Association* (ADA, 1975), especificação nº. 12 e o de cura rápida por 60 minutos. Os poros foram avaliados quanto a concentração, forma, tamanho e posição por meio de microscopia ótica com aumentos de 25X e 8X, sendo observados em três áreas de cada cp que apresentava espessuras finas e médias. Os resultados indicaram que os fatores que geram porosidade são mais atuantes em maiores espessuras do que em regiões mais finas. Concluíram que é praticamente impossível isolar um único fator que cause a formação de poros.

De Clerck (1987) considerou que a polimerização da resina acrílica mais comumente utilizada na confecção de próteses dentárias, o PMMA, requer a ativação de um iniciador (peróxido de benzoíla), o qual forma os primeiros radicais livres que iniciam a polimerização em cadeia, em temperaturas acima de 60°C. Resinas acrílicas polimerizadas em temperaturas próximas à da ebulição do monômero (100,8°C) apresentam altos níveis de porosidade, sendo que tal temperatura é facilmente atingida quando o calor interno gerado pela reação exotérmica da resina acrílica não é eliminado eficazmente. Explicou que as energias das micro-ondas geradas no magnetron a uma frequência de 2.450MHz fazem com que as moléculas de MMA mudem de direção cerca de cinco bilhões de vezes por segundo. Conseqüentemente, ocorrem várias colisões intermoleculares, o que causa um rápido aquecimento da resina acrílica. Já no método convencional em banho de água, o aquecimento da resina ocorre passivamente porque o calor é

gerado externamente e as moléculas de monômero se chocam em consequência desse aquecimento. Para evitar porosidade, pode-se utilizar ciclos com temperaturas mais baixas por períodos prolongados, evitando que o meio externo fique mais quente que no interior da mufla, possibilitando assim, a eliminação do calor. Porém, se o calor necessário à quebra do peróxido de benzoíla em radicais livres (60°C) 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 eliminado com maior eficiência, minimizando-se os riscos de porosidade na resina acrílica. As micro-ondas são ondas eletromagnéticas que podem ser utilizadas para gerar calor no interior das resinas acrílicas. Observou que 03 minutos e 30 segundos são suficientes para que ocorra ebulição de 30cm³ de monômero. Notou também, que o polímero e o monômero misturados, em porções de 3mg, prensados na fase plástica, iniciaram a polimerização por 04 minutos em forno de micro-ondas estando completamente polimerizados em 08 minutos. Além disso, observou que, a quantidade de monômero residual foi menor com a polimerização por energia de micro-ondas quando comparada com o método convencional. Isso ocorre porque as micro-ondas geram movimentos de alta frequência das moléculas de monômero, causando um aumento do calor interno e, conseqüentemente, maior conversão de monômero em polímero. Portanto, o menor tempo e a menor quantidade de monômero residual são algumas das vantagens da polimerização por energia de micro-ondas. Concluiu que esse processo economiza tempo e custos de produção das próteses e que, a resina polimerizada por energia de micro-ondas tem os menores níveis de monômero residual e propriedades físicas semelhantes ao método convencional, além de favorecer a diminuição do número de poros das resinas acrílicas, uma vez que o calor da reação de polimerização pode ser dissipado com maior eficiência, pois o material de revestimento encontra-se em uma temperatura mais baixa.

Sanders, Levin e Reitz (1987) verificaram a diferença na quantidade de porosidade formada em resinas acrílicas após a polimerização por energia de micro-ondas (resfriadas subitamente e resfriadas lentamente sobre a bancada até a temperatura ambiente), e compararam dois ciclos deste método com o convencional. Confeccionaram 60 cp medindo 4,3 X 1,0 X 1,0cm preparados com cinco diferentes marcas de resina acrílica (Caulk Lucitone[®], Urban Denture Acrylic[®], Justi Denture Base[®] e Teets Denture Material[®]) (n = 05 para cada resina), sendo uma

especialmente fabricada para forno de micro-ondas (Justi Type B Denture Base Microwave Oven Cure[®]) (n = 20 para cada método de resfriamento). Cada resina acrílica foi prensada nos moldes, sendo então polimerizada utilizando três técnicas: 1) banho em água quente 74°C por 09 horas e resfriada subitamente por 20 minutos em água corrente; 2) polimerização por energia de micro-ondas a 90W por 06 minutos e 30 segundos e após 15 minutos, resfriada em água corrente por 45 minutos e; 3) polimerização por energia de micro-ondas da mesma forma que a anterior, porém o resfriamento foi à temperatura ambiente por 02 horas e 30 minutos. Os cp foram polidos e foi aplicada tinta nanquim sobre a superfície para avaliação da porosidade. Os mesmos foram repolidos e examinados por três pesquisadores previamente calibrados, que observaram a porosidade por meio de fotografias. Os resultados indicaram que houve uniformidade na formação dos poros para todas as resinas acrílicas e técnicas. A resina acrílica especialmente formulada para uso em forno de micro-ondas exibiu menor nível de porosidade que as demais, fato este que pode ser atribuído à diferença de composição destas resinas que apresentam na sua fórmula monômeros de MMA. As principais vantagens da polimerização por energia de micro-ondas são: redução no tempo de polimerização, velocidade com a qual o processo é executado e método mais limpo de processamento.

Al Doori, Huggett e Battes (1988) realizaram um estudo utilizando quatro diferentes marcas de resinas acrílicas (Trevalon, Lucitone 199, TS1195 Homopolymer & MMA e TS1195 Homopolymer MMA contendo 0,025% de dimetil-p-toluidina [DMPT] e 5% dimetacrilato de etileno glicol [EGDM] – experimental), para comparar as técnicas de polimerização por energia de micro-ondas e banho de água quente, em relação à conversão de monômero, peso molecular e porosidade. O ciclo utilizado para a polimerização por energia de micro-ondas foi de 24 minutos com 70W e o banho de água quente foi de 07 horas a 70°C seguido de 03 horas a 100°C, variando-se a espessura dos cp. Os valores de peso molecular dos materiais polimerizados, utilizando-se ambos os métodos, foram praticamente os mesmos. Os problemas de porosidade relacionados com o rápido aquecimento da massa de resina puderam ser controlados com o ciclo por 24 minutos a 70W, porém, em secções superiores a 3mm de espessura, a porosidade não pôde ser evitada. A técnica de polimerização por energia de micro-ondas pode, eficazmente, polimerizar

resinas acrílicas para bases de próteses; entretanto, nas secções mais espessas, podem causar porosidades. Assim, concluíram que a técnica de polimerização por energia de micro-ondas não oferece vantagens em relação à técnica de aquecimento rápido em água.

Truong e Thomasz (1988) compararam a porosidade, dureza Knoop e quantidade de monômero residual das resinas acrílicas Trevalon[®], QC 20[®], Vertex RS[®] e Ivocril[®] termopolimerizadas por energia de micro-ondas e água aquecida. Foram confeccionados cp na forma de placas, medindo 30 X 14 X 10mm e submetidos aos seguintes métodos de termopolimerização: 1) água aquecida à 100°C (com fonte de calor desligada durante 20 minutos) e reaquecimento por 10 minutos a 100°C e; 2) energia por micro-ondas, polimerização prévia com potência de 90 W por 1 minuto. O método de energia por micro-ondas foi acrescido por ciclos de: 1) 90W por 13 minutos, seguidos por 02 minutos a 500W; 2) 90W por 24 minutos, seguidos por 02 minutos a 500 W; 3) 90 W por 30 minutos, seguidos por 02 minutos a 500W e; 4) 60W por 06 minutos, seguidos por 06 minutos a 90W. O resfriamento ocorreu em água corrente durante 20 minutos. O grau de porosidade foi mensurado com auxílio de um microscópio (aumento de 10X). O grau de porosidade foi maior na resina acrílica termopolimerizada por energia de micro-ondas. Concluíram que a termopolimerização por energia de micro-ondas foi eficiente e as porosidades encontradas foram compatíveis em função da grande espessura do material.

Jerolimov et al. (1989) avaliaram a ocorrência de porosidade e o conteúdo de monômero residual e seus efeitos nas propriedades mecânicas de RAT em diferentes ciclos de polimerização (ciclo rápido – 20 minutos a 100°C e ciclo longo – 07 horas a 70°C + 03 horas a 100°C) com três diferentes concentrações de peróxido de benzoíla (utilizados no pó), seis diferentes concentrações de dimetil-p-toluidina (utilizados no líquido) em cp de espessuras diferentes (3mm, 6mm e 9mm). O ciclo longo não produziu porosidades na presença de nenhuma outra variável e que pequenas concentrações de dimetil-p-toluidina (0,025%) e de peróxido de benzoíla (0,26%) ajudam a reduzir ou eliminar porosidades quando o ciclo curto é utilizado, pois a ocorrência de porosidades é dependente da reação de polimerização e da eficiência da dissipação do calor. Se a temperatura da reação de polimerização é muito alta, então o calor gerado da reação exotérmica não pode ser dissipado rápido o bastante, especialmente em regiões grossas e ocorre vaporização local do

monômero residual e porosidades gasosas na prótese. Concluíram que polimerizações realizadas a 70°C podem produzir resina livre de poros, mesmo quando a reação exotérmica final atinja 137°C na região central da resina acrílica, permitindo suficiente conversão e dissipação de calor.

Levin, Sanders e Reitz (1989) estudaram o uso da energia por micro-ondas para termopolimerização de resinas acrílicas sobre as propriedades físicas do material e a adaptação das bases de próteses totais. As propriedades físicas foram avaliadas pelos ensaios de dureza Rockwell, porosidade e resistência transversal. Os resultados foram comparados a um grupo controle, termopolimerizado em água aquecida à temperatura de 74°C durante 08 horas, passando por tratamento estatístico com o teste *t* de *Student*. Constataram que a redução da potência do forno de micro-ondas de 400W para 90W e o aumento do tempo de 05 para 13 minutos, reduziu o percentual de porosidades na amostra de 70% para 30%, otimizando o processo de energia por micro-ondas. Afirmaram que o método de energia por micro-ondas é mais rápido e limpo. Concluíram que este método de polimerização não apresenta diferenças significantes, quando comparado com o método em água aquecida, tanto na adaptação das bases de próteses totais quanto nas propriedades físicas da resina acrílica.

Shlosberg et al. (1989) compararam a polimerização de resinas acrílicas pelo método convencional e por energia de micro-ondas, quanto à porosidade. Para confecção dos 10 cp foi usada a resina acrílica convencional Denture Resin[®]. Os cp foram submetidos aos seguintes métodos de polimerização: 1) banho de água a 74°C por 08 horas, seguido de aquecimento a 100°C por 01 hora; 2) energia por micro-ondas por 90 segundos a 90W com mufla em posição vertical e 90 segundos a 500W em posição horizontal. Terminada a polimerização, as muflas foram mantidas em bancada por 20 minutos e depois colocada sob água corrente. Após a demuflagem, foram realizados o acabamento e o polimento e os cp foram armazenados em água destilada por 21 dias a 37°C. A porosidade foi verificada em secção transversal obtida da região do primeiro molar que após o polimento foi observada com um aumento de 10X. Concluíram que não foram encontradas porosidades pelo método de polimerização convencional. Entretanto, encontraram porosidades de grande volume pelo método de polimerização por energia de micro-ondas.

Undurwade e Sidhaye (1989) relataram que a resina acrílica requer um processamento inicial a uma temperatura mais baixa por um tempo suficientemente longo para evitar a ebulição do monômero. O ciclo rápido é aquele no qual a temperatura é elevada durante 30 minutos, a 65-70°C, permanecendo por 02 horas. Após esse período, a temperatura da água é elevada durante 30 minutos a 100°C, permanecendo por mais 01 hora. A principal vantagem dessa técnica é a redução no tempo de processamento.

Bafile et al. (1991) compararam a porosidade de resinas acrílicas processadas por energia de micro-ondas e pelo método convencional de banho em água aquecida. Foram confeccionados 10 cp de resina acrílica em forma de ferradura com dimensões de 11 X 11 X 12mm para cada grupo experimental, totalizando 60 unidades e 10 cp foram processados para o grupo controle com banho térmico convencional a 74°C por 09 horas. As variáveis para os grupos experimentais foram: monômero (MicroLiquid[®]), MMA (Caulk Hy-Pro[®]), o tempo, a potência e a utilização de um dispositivo rotacional para polimerização. Após os processamentos os cp receberam acabamento com brocas e foram deixados em um recipiente seco por uma semana antes da leitura das porosidades. Cada cp foi pesado com balança de precisão antes e após a imersão em água para calcular o percentual médio da porosidade. Para isso, a densidade das resinas acrílicas foi utilizada para calcular a porosidade média. Além disso, uma parte dos cp foram seccionados, polidos, pintados com tinta nanquim e examinados em microscópio de luz com aumento de 10X. Os resultados não mostraram diferenças significativas sobre a porosidade média total entre o grupo controle e os grupos experimentais que utilizaram o monômero MicroLiquid[®], mas mostraram um valor de porosidade média significativamente maior quando os cp foram processados com o PMMA por energia de micro-ondas. Concluíram que esse monômero é específico para resinas acrílicas processadas por energia de micro-ondas e que, apesar de sua fórmula não ser revelada pelo fabricante, ele poderia conter trietileno ou tetraetileno glicol, que são dimetacrilatos e possuem baixa pressão de vapor, podendo ser processadas a temperaturas em torno de 100°C a 150°C sem danos em relação à porosidade e que, o PMMA evapora em torno de 100.3°C causando vazios na resina acrílica. O processamento por energia de micro-ondas não diminuiu significativamente a quantidade de porosidade.

Nowlin, Taubert e Boeselt (1991) compararam a porosidade de duas resinas acrílicas específicas para polimerização por energia de micro-ondas (Acron GC[®] e Justi[®]) com uma resina acrílica termopolimerizável convencional (Paragon[®]). Foram confeccionados cp medindo 5,0 X 10,0 X 30,0mm de cada resina acrílica que foram processados pelos seguintes métodos: 1) pré-polimerização sobre bancada por 4 horas e processamento durante 07 minutos a 70W; 2) processamento durante 01 minuto e 30 segundos a 490W para a resina acrílica Acron GC[®]; 3) pré-polimerização sobre bancada durante 30 minutos e processamento a 70W por 13 minutos e a 490W por mais 01 minuto e 30 segundos para as resinas acrílicas Justi[®] e Paragon[®]. A porosidade foi determinada por meio dos vazios corados em superfícies seccionadas e polidas. Os resultados demonstraram que as resinas acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas apresentaram o maior número de poros. Concluíram que, quanto maior o tempo entre a prensagem e a polimerização, menor a quantidade de poros encontrada na resina acrílica.

Taubert e Nowlin (1992) investigaram a porosidade da resina acrílica termopolimerizável quando processada por energia de micro-ondas relacionando-a com o tempo decorrido entre a prensagem, a polimerização (pré-polimerização em bancada), a potência e tempo de processamento. Os cp medindo 1,0 X 1,0 X 3,0cm foram polimerizados com o tempo pós-prensagem variando de 04 a 12 horas e posteriormente curadas em forno de micro-ondas durante 02 horas e 30 minutos, 04 horas e 30 minutos e 07 minutos de cada lado da mufla por 490W, 280W e 70W, respectivamente. A seguir, os cp foram seccionados, polidos e imersos em tinta preta. Os poros foram contados com aumento de 45X. Os resultados indicaram que, com o aumento do tempo e diminuição da potência, a porosidade diminuiu. Os cp que não receberam polimerização à temperatura ambiente mostraram altos valores de porosidade e aqueles curados com alta potência apresentaram porosidade moderada. Assim como aqueles com tempo de cura menor que 07 minutos. Com o aumento do tempo de polimerização em temperatura ambiente, a porosidade tende a diminuir. Concluíram que os melhores resultados foram obtidos com maior tempo de polimerização em temperatura ambiente, baixa potência e longo tempo de processamento.

Ilbay, Güvener e Alkumru (1994) relataram que a resina acrílica polimerizada por energia de micro-ondas foi desenvolvida na década de 80, pelos japoneses, com grande vantagem uma vez que o processamento é realizado em

curto período de tempo. Nesse processo, a energia de ondas é transformada em energia térmica. As micro-ondas promovem uma vibração das moléculas produzindo fricção e o resultado é o aquecimento da resina. Investigaram se as resinas acrílicas convencionais Meliodent[®] podem ser polimerizadas por energia de micro-ondas e estudaram algumas de suas propriedades físicas. Foram confeccionados cp com dimensões de 20,0 X 1,0mm que foram preparados com resina acrílica e polimerizados por 21 diferentes ciclos de cura, variando a potência: 110W, 165W, 220W, 275W, 330W e 550W; e o tempo: 01, 02, 03, 06, 08 e 10 minutos. Verificaram que a polimerização ocorreu em 15 dos 21 ciclos de cura realizados, sendo que o tempo mínimo foi de 02 minutos na potência máxima (550W). Concluíram que não houve porosidade significativa em qualquer um dos cp polimerizados, porém aqueles curados com alta potência foram mais porosos.

Garcia (1995) verificou a adaptação e a porosidade de bases de próteses removíveis confeccionadas com resinas acrílicas submetidas a dois diferentes ciclos de polimerização: um convencional pelo banho de água a temperatura controlada e outro por meio de energia de micro-ondas. Foram confeccionados 36 modelos em gesso pedra, e sobre estes, com o sistema a vácuo Bio Art (Plastivac P 5[®]) foi padronizada a espessura de 2mm para todas as bases das próteses, que foram divididos aleatoriamente em três grupos de 12 modelos que receberam os seguintes tratamentos experimentais: G1) prensagem de resina acrílica termopolimerizável convencional (Clássico[®]) em banho de água aquecida e posterior reembasamento com o mesmo material e utilizando o mesmo método de polimerização; G2) prensagem de resina acrílica termopolimerizável convencional (Clássico[®]) curada em banho de água aquecida e reembasada com o mesmo material, porém em forno com energia de micro-ondas a 500W por 03 minutos e; G3) prensagem da resina acrílica específica (Acron MC[®]) para polimerização em forno de micro-ondas e reembasada com o mesmo material e polimerizada pelo mesmo método. As resinas acrílicas foram preparadas de acordo com as instruções de cada fabricante e inseridas nos moldes durante a fase plástica. Decorridos 30 minutos de prensagem em bancada, as muflas dos G1 e G2 foram transferidas para uma prensa com mola e colocadas em polimerizadora automática (Righetto & Cia[®]) com água à temperatura ambiente e aquecida até 73°C onde permaneceram por 09 horas. As muflas do G3 foram retiradas da prensa de bancada após 30 minutos. Os cp reembasados tiveram seu acabamento com lixa d'água de granulação 600 e imersão

durante 30 minutos em tinta nanquim (Acrilex[®]) e em seguida lavados em água corrente por 10 segundos. Na região posterior dos cp foi demarcada uma área de 1cm² que foi dividida em quatro campos. A observação da porosidade foi realizada com a utilização de uma lupa Carl-Zeiss[®] com aumento de 63X. As médias e desvio-padrão para a porosidade antes e após o reembasamento foram respectivamente: G1 = 8,33 ± 0,69 e 9,25 ± 0,85; G2 = 8,17 ± 0,98 e 10,08 ± 1,63 e; G3 = 5,42 ± 0,78 e 6,58 ± 1,02, sendo que não houve diferenças significantes entre os grupos estudados após o reembasamento. Concluiu que, após o reembasamento houve formação de menor número de poros somente nas bases confeccionadas com a resina acrílica específica para polimerização por energia de micro-ondas e, que, tanto após o primeiro como o segundo ciclo de cura, a resina acrílica convencional (Clássico[®]) apresentou maior número de poros.

Kimpara e Muench (1996) investigaram as porosidades das resinas acrílicas sob três fatores: dois tempos de espera para a polimerização- imediatamente após a prensagem ou 24 horas após; três fases da resina acrílica: pegajosa, plástica e borrachóide e quatro espessuras dos cp (2,0 X 2,0cm e espessuras de 0,5, 1,0 e 2,0cm e ainda, um cubo com aresta de 3,0cm), perfazendo um total de 24 condições experimentais. Foram confeccionados 72 cp para que três repetições fossem executadas. A polimerização foi conduzida conforme o método convencional: elevação da temperatura até 65°C em 30 minutos, mantendo-a por 60 minutos; nova elevação da temperatura até a ebulição da água em 30 minutos, mantendo-a novamente por mais 60 minutos. A desinclusão foi efetuada após resfriamento espontâneo. A presença de poros foi verificada por três observadores treinados, atribuindo escores de "0" a "5", onde "0" indica ausência de poros e "5" grande quantidade de poros, ficando os escores "1", "2", "3" e "4" para graus intermediários de porosidade. Após análise estatística concluíram que um maior intervalo de tempo entre a prensagem e a polimerização reduziu o número de poros; que a fase borrachóide tendeu a diminuir as porosidades; que na polimerização imediata, houve isenção de poros em até 1,0cm de espessura e naquela, após 24 horas, em cp de até 2,0cm.

Ming, Changxi e Weizhou (1996) avaliaram a porosidade das resinas acrílicas, a base de MMA, termopolimerizadas em uma panela de pressão automaticamente controlada, associando água aquecida e pressão. Foram confeccionados 20 cp na forma de placas, medindo 60 X 50 X 6mm. Dez cp foram

termopolimerizados na panela de pressão (6,0Kgf/cm²) a 120°C durante 10 minutos. Outros 10 cp foram termopolimerizados em água aquecida a 73°C durante 90 minutos, seguidos por 30 minutos a 100°C. O exame de porosidade foi constituído por fotografias dos cp corados por tinta nanquim azul, com aumento de 20X. O método de termopolimerização em panela de pressão não apresentou diferenças significantes. Concluíram que o método de termopolimerização em panela de pressão apresentou eficiência na polimerização, em menor tempo e não apresentou porosidades.

Samuel, Gonzato e Suzuki (1996) avaliaram a presença de porosidade nas resinas acrílicas termopolimerizáveis em função do tempo decorrido entre a prensagem e a polimerização. Foram confeccionados 20 cp em resina acrílica incolor (Clássico[®]), submetidos a um ciclo de polimerização de 90 minutos entre 65°C e 70°C mais 60 minutos a 100°C, divididos em quatro grupos, segundo os intervalos de tempo: 1) 15 minutos; 2) 12 horas; 3) 44 horas; 4) uma semana e; 5) duas semanas. Os cp polimerizados foram submetidos a duas formas de avaliação de porosidade: análise visual para contagem de poros em uma área de 4cm² e teste de absorção de água de acordo com a especificação nº. 12 da ADA. Observaram que o aumento do tempo decorrido entre a prensagem e a polimerização não foi um fator determinante na formação de porosidade. Apesar da volatilização do monômero durante o espaço de tempo de armazenamento da mufla após a prensagem, esta não seria suficiente para causar porosidade visualmente constatável pelo teste de absorção de água em um período de até duas semanas. Sugeriram, portanto, que, feita a prensagem, a polimerização pode ser executada após um intervalo de até duas semanas sem riscos de causar porosidade na peça protética, desde que sejam observadas as recomendações e mantidos os cuidados requeridos por uma técnica correta de manipulação das resinas acrílicas termopolimerizáveis.

Braun, Del Bel Cury e Cury (1998) verificaram a efetividade da energia por micro-ondas na polimerização das resinas acrílicas Clássico[®] e Acron MC[®] em contato com metal. Foram confeccionados 36 cp cilíndricos com 30,0mm de diâmetro X 4,0mm de espessura contendo em seu interior uma sela metálica de 28,0mm X 8,0mm X 0,5mm. Os cp foram divididos aleatoriamente em 03 grupos e submetidos aos seguintes processamentos: G1) resina acrílica Clássico[®] polimerizada em ciclo curto de 03 horas (técnica de Tuckfield modificada); G2) resina

acrílica Acron MC[®] polimerizada por energia de micro-ondas por 03 minutos a 500W de potência; G3) resina acrílica Clássico[®] polimerizada por energia de micro-ondas por 03 minutos a 500W de potência. Após a polimerização, as muflas foram submetidas a um resfriamento de 30 minutos sobre uma bancada de trabalho e mais 30 minutos em água corrente. Após demuflagem, acabamento e polimento todos os cp foram cortados ao meio resultando em duas partes aproximadamente iguais, sendo que uma das partes foi utilizada para a análise do monômero residual, enquanto a outra foi submetida aos testes de dureza e porosidade. Para a avaliação da porosidade foram observadas a superfície interna e externa dos cp de duas maneiras: a olho nu e com o uso de microscópio Shimadzu modelo 2000[®] com aumento de 100X, em uma área de 6,0mm X 4,0mm (24mm²). Para avaliação das porosidades foram atribuídos os seguintes escores: < 30 poros = leve; de 30 a 70 poros = moderado e; > 70 poros = pesado. Quanto à porosidade foram detectados poros pequenos nas superfícies externa e interna de todas as amostras, verificando que os G1 e G2 apresentaram tendência à repetição dos escores moderado e leve, enquanto o G3 apresentou a maior repetição do escore pesado. Concluíram que o metal contido no interior das resinas acrílicas não contribuiu para o aumento de porosidade das mesmas. A resina acrílica convencional quando polimerizada por energia de micro-ondas apresentou maior porosidade.

Rizzati-Barbosa et al. (1998) observaram por meio de uma revisão da literatura que propriedades como a dureza, resistência transversal e porosidade das resinas polimerizadas por energia de micro-ondas não são estatisticamente diferentes às das resinas acrílicas polimerizadas pelo método convencional. Ressaltaram que resinas acrílicas convencionais, quando polimerizadas por energia de micro-ondas, podem apresentar maior porosidade, enquanto que, as resinas designadas para esse processo de polimerização, parecem apresentar menor incidência de porosidade. Além disso, a polimerização por energia de micro-ondas diminui os níveis de monômero residual em relação às outras resinas. Nessa revisão, verificaram que o método de processamento de energia por micro-onda é possível de ser utilizado na elaboração de trabalhos protéticos, por tratar-se de uma técnica fácil, limpa e rápida, sendo possível obter trabalhos com qualidade equivalente àqueles obtidos pelo método convencional.

Conforme consta na especificação nº. 1567 da *International Organization for Standardization* (ISO, 1999) existem cinco tipos de resinas acrílicas: Tipo 1 –

polímeros termopolimerizáveis; Tipo 2 – polímeros autopolimerizáveis; Tipo 3 – polímeros termoplásticos; Tipo 4 – materiais fotoativados e; Tipo 5 – materiais polimerizados por micro-ondas.

Kimpara et al. (1999) analisaram processamentos alternativos na polimerização das resinas acrílicas visando minimizar o índice de porosidades. Para a obtenção dos modelos dos cp, três recipientes com volumes aproximados de 18, 36 e 54cm³ foram moldados com silicona laboratorial. As peças foram incluídas individualmente em três muflas. Após a cristalização do gesso e remoção das peças, a RAT da marca Clássico[®], incolor, foi prensada na fase pegajosa. A proporção do polímero e do monômero foi de 3:1 conforme recomendação do fabricante. Foram utilizados para o experimento quatro ciclos de polimerização: 1) as muflas foram colocadas em banho de água quente a uma temperatura de 65°C por 90 minutos, sendo elevada a 100°C e permanecendo por 1 hora; 2) as muflas foram imersas em água a 65°C por 30 minutos, em seguida a temperatura foi reduzida para 50°C mantendo-a por 01 hora, e elevando-a até a fervura e mantiveram esta condição por 30 minutos; 3) as muflas foram colocadas na água a 50°C ficando nesta temperatura por 24 horas, em seguida foi aplicado o ciclo de polimerização número 1; 4) as muflas foram inseridas na água a 65°C por 30 minutos, em seguida a temperatura foi reduzida para 50°C mantendo-a por 23 horas e 30 minutos, elevando-a até a ebulição mantendo-a por 01 hora. Após o polimento os cp foram examinados visualmente. Concluíram que a aplicação da temperatura acima daquela em que se desencadeia a polimerização em curto espaço de tempo e grande volume de material, levou a ocorrência de porosidade; os processos de longa duração utilizados não formaram porosidade nos volumes analisados; a interrupção da temperatura que desencadeou a polimerização (65°C) após 30 minutos e a manutenção da temperatura em 50°C por 23 horas e 30 minutos seguida da elevação da temperatura até a fervura por 01 hora, não causou porosidade.

Paes Júnior, Marchini e Kimpara (1999) avaliaram a formação de poros nas resinas acrílicas (Clássico[®] e Onda-Cryl[®]), em função de dois métodos de polimerização (convencional e por energia de micro-ondas), da fase da prensagem (pegajosa, plástica e borrachóide) e do tempo decorrido entre a prensagem e o início do ciclo de polimerização (período de descanso). Foram utilizados 18 cp para cada método de polimerização que foram confeccionados em cubos medindo 2cm de aresta. Polimerizaram a resina acrílica Clássico[®] em um ciclo longo em banho de

água aquecida a 74°C e mantida sob temperatura constante por 08 horas, e em seguida a mufla foi mantida em temperatura ambiente para desaquecimento gradual. A resina Onda-Cryl[®] foi polimerizada no forno de micro-ondas por 03 minutos a 320W, seguido de 04 minutos de descanso e mais 03 minutos a 720W. Pela análise dos resultados numéricos obtidos, a ativação da resina acrílica por energia de micro-ondas propiciou a ocorrência de porosidades em grandes quantidades para todos os cp, independentemente da fase de prensagem do material ou do tempo que este permaneceu em repouso antes do ciclo de polimerização. Com relação aos valores obtidos para a utilização de polimerização convencional, estes comprovaram um melhor desempenho na avaliação de porosidades para os cp polimerizados em fase plástica e que permaneceram em repouso por um período de 24 horas. Isto pode ser atribuído a uma melhor difusão do monômero no polímero, fazendo com que a ocorrência de porosidade fosse minimizada. De um modo geral os resultados demonstraram que o ciclo convencional possibilitou a obtenção de cp de qualidade superior aos polimerizados por energia de micro-ondas, e que a prensagem após o descanso de 24 horas mostrou valores menores de porosidade para ambos os métodos de polimerização. Concluíram que os cp que apresentaram melhores resultados foram àqueles polimerizados convencionalmente, sendo prensados nas fases pegajosa e “borrachóide”, com período de descanso de 24 horas. As recomendações estabelecidas pelo fabricante para a espessura estabelecida nos cp, não impediram a ocorrência de porosidade.

Borges, Domitti e Consani (2000) analisaram as condições de polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial de uma resina acrílica termopolimerizável (QC-20[®]), sob a influência de diferentes ciclos de polimerização (banho em água a 74°C por 09 horas, água em ebulição por 20 minutos e por energia de micro-ondas por 03 minutos a 500W. Foram confeccionados cp retangulares da resina acrílica (65 X 10mm, na parte superior, 64 X 9mm, na parte inferior e 3,5mm de espessura) que foram polimerizados de acordo com as instruções do fabricante. Após os processamentos, os cp receberam acabamento e polimento com lixas abrasivas, escovas e pedra-pomes e, escovas e branco de espanha. Os cp foram imersos em tinta nanquim por 02 horas, lavados com água e secos com ar e papel absorvente. A análise da porosidade foi realizada utilizando um dispositivo metálico, nas mesmas dimensões dos cp, com três orifícios circulares de 0,5cm de diâmetro, sendo um em cada uma das extremidades e um na parte

central. A quantidade de poros, nessas áreas pré-determinadas, foi contada com lupa estereoscópica utilizando aumento de 63X, e, fotografadas. Os resultados, para a variável porosidade, demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos de polimerização utilizados, embora a maior média numérica tenha ocorrido para a polimerização por energia de micro-ondas. Concluíram que, neste sistema de polimerização, pode ter ocorrido um aumento excessivo da temperatura exotérmica, o que levaria à evaporação do monômero, resultando em formação de poros.

Tanji (2000) investigou a influência do tempo pós-prensagem imediato e 24 horas sobre as RAT Clássico[®] (métodos convencional), QC-20[®] (ciclo rápido) e Onda-Cryl[®] (energia de micro-ondas) nas variáveis: resistência ao impacto, dureza de superfície, rugosidade e porosidade sobre os cp, confeccionados em matrizes retangulares de alumínio (65mm X 10mm X 3,0mm e 64mm X 9mm X 3,0mm), fixadas com cola Super-Bonder (Loctite[®]). As matrizes foram moldadas com silicone por condensação para uso laboratorial Zetalabor[®] e os moldes incluídos em muflas metálicas e de fibra de vidro. A proporção pó/líquido e mistura, assim como a prensagem das resinas foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante. Foram confeccionados 60 cp, sendo 20 para cada tipo de RAT: grupo 1 – polimerização imediata da resina Clássico[®] – 74°C por 09 horas; grupo 2 – polimerização após 24 horas da prensagem da resina Clássico – 74°C por 09 horas; grupo 3 – polimerização imediata da resina QC-20[®] – água em ebulição por 20 minutos; grupo 4 – polimerização da resina QC-20[®] após 24 horas da prensagem – água em ebulição por 20 minutos; grupo 5 – polimerização imediata da resina Onda-Cryl[®] com potência de 1100W por 10 minutos (1ª fase – 03 minutos com 40% da potência; 2ª fase – 04 minutos com 0% da potência e; 3ª fase – 03 minutos com 80% da potência). Em todos os procedimentos, as muflas foram resfriadas em temperatura ambiente. Para verificação da porosidade os cp foram imersos em tinta nanquim (Acrilex[®]) por 12 horas, lavados em água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar e papel absorvente. As áreas para a contagem dos poros foram determinadas com um dispositivo metálico com as mesmas dimensões do cp, contendo três orifícios de 0,5cm de diâmetro, sendo um em cada uma das extremidades e um na parte central. A quantidade de poros contida nas áreas delimitadas pelo dispositivo metálico foi determinada com o auxílio de lupa

estereoscópica, com aumento de 63X sendo a imagem de cada poro fotografada para devida quantificação. Os resultados demonstraram que houve diferença estatisticamente significativa entre as RAT. Quando foi considerado o número de poros em função do material, enfatizando o fator tempo imediato, a maior medida de porosidade foi obtida pela RAT Onda-Cryl[®], significativamente maior que a menor média obtida pela RAT Clássico[®]; a RAT QC-20[®] apresentou média intermediária, não diferindo significativamente da RAT Clássico[®] e da RAT Onda-Cryl[®]. Concluiu que a maior porosidade foi promovida pela resina acrílica Onda-Cryl[®] no tempo imediato e a resina acrílica QC-20[®], após 24 horas. Quando o tempo pós-prensagem foi comparado, todas as resinas acrílicas mostraram diferenças estatísticas significativas.

Almeida (2001) avaliou a influência da técnica de caracterização intrínseca sobre a ocorrência de porosidade de uma resina acrílica ativada termicamente em forno de micro-ondas modelo AW42 (Continental[®]) com potência de saída de 900W e frequência de trabalho de 2.450MHz, em diferentes tempos pós-prensagem (1/2, 02, 06, 12 e 24 horas). Foram confeccionados 270 cp em resina acrílica produzida pela técnica convencional, sendo a metade com resina acrílica incolor (Vipi-Wave[®]) e a outra metade pela técnica de caracterização intrínseca (STG[®]). Cada grupo foi dividido em cinco subgrupos, de acordo com o tempo de espera entre prensagem e polimerização: T1 – 30 minutos; T2 – 02 horas; T3 – 06 horas; T4 – 12 horas e; T5 – 24 horas. Para cada ensaio foram realizadas nove repetições de acordo com o tempo pós-prensagem. O experimento foi, portanto assim conduzido: dois métodos de processamento *versus* cinco tempos de espera, totalizando 10 condições experimentais, totalizando três ensaios para a análise da porosidade. Todas as amostras foram polimerizadas por três operadores calibrados, em diferentes períodos, em ambiente com temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, utilizando o ciclo de 06 minutos a 40% da potência, intervalo de 05 minutos a 0% de potência e 03 minutos a 80% da potência. Após a polimerização, os cp foram desincluídos e receberam acabamento e polimento utilizando politriz horizontal modelo APL-4 (Arotec[®]), com refrigeração a água na superfície correspondente à face voltada para a contramufa, antes da desinclusão. Foram aplicadas lixas de óxido de alumínio com granulação decrescente 320, 400, 600 e 1200 durante 02 minutos cada. O polimento final foi realizado com discos de feltro e suspensão de alumina (Buhler[®]),

com partículas de 3µm durante 02 minutos. Todos os cp foram limpos em aparelho de ultrasson modelo T7 (Thornton®) por 02 minutos entre as trocas de lixas e após o acabamento. Para avaliação da porosidade, os cp foram imersos em tinta nanquim (Trident®) por 24 horas, sendo em seguida lavados em água corrente durante 10 minutos e secos com papel absorvente e jatos de ar. A quantidade de poros foi observada em lupa estereoscópica (Carl Zeiss®), em aumentos de 40 e 63X. Para a contagem dos poros, a área de leitura foi determinada com etiqueta adesiva (Colacril®), com quatro perfurações circulares de 6mm de diâmetro, perfazendo uma área de 28,6mm² que foi observada e fotografada. No total a ocorrência da porosidade foi: 360 áreas analisadas, onde: 347 cp = sem poros; 14 cp = um poro ou mais. No tempo de 24 horas pós-prensagem, nenhuma das leituras apresentou porosidade. Concluiu que, de acordo com a metodologia utilizada, não houve influência do tempo pós-prensagem sobre a porosidade das resinas acrílicas estudadas. A ocorrência de porosidade foi desprezível nos grupos analisados.

Borges (2001) avaliou o efeito do tempo pós-prensagem 30 minutos, 12 e 24 horas sobre a rugosidade, dureza e porosidade da resina acrílica QC-20® em diferentes ciclos de polimerização. Para a confecção dos 81 cp foram utilizadas matrizes circulares de silicóna de condensação medindo 30mm de diâmetro e 5mm de espessura, obtidas por um molde padrão. As matrizes foram incluídas em muflas metálicas e muflas específicas para processamento em forno de micro-ondas. A proporção pó/líquido, e a prensagem da resina acrílica foram feitas de acordo com as instruções do fabricante. As muflas foram deixadas em descanso por 30 minutos, 12 e 24 horas antes da polimerização que foi realizada nos métodos de água aquecida a 74°C por 09 horas, 20 minutos em água em ebulição e no método por energia de micro-ondas por 03 minutos a 500W de potência, também por 30 minutos, 12 e 24 horas de descanso. Após o resfriamento em temperatura ambiente, os cp foram submetidos aos processos de acabamento e polimento em politriz. Os cp foram imersos em tinta nanquim por 08 horas, lavados em seguida em água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar e papel absorvente. Para a contagem dos poros foi colada uma fita adesivas (3M®) nos cp nas mesmas dimensões, com três orifícios circulares de 0,5cm de diâmetro. A quantidade de poros foi contada nas áreas delimitadas por uma lupa estereoscópica com aumento de 63X. Após o teste de Tuckey, as médias da porosidade obtidas pelos métodos

foram: convencional por 30 minutos, 12 e 24 horas, respectivamente: 0,96; 0,81 e 0,93; para o método por energia de microondas por 30 minutos, 12 e 24 horas, respectivamente: 1,00; 0,85 e 0,96; para o método convencional de acordo com o fabricante por 30 minutos, 12 e 24 horas, respectivamente: 0,93; 0,78 e 0,89. Observaram que, embora estatisticamente iguais, as médias obtidas por energia de micro-ondas foram superiores nos três tempos. Concluíram que a porosidade teve uma tendência a ser elevada aos 30 minutos, chegar a um mínimo às 12 horas e aumentar novamente às 24 horas, independente do ciclo de polimerização.

Ganzarolli (2001) verificou e comparou a porosidade de três diferentes resinas acrílicas Clássico[®], Onda Cryl[®] e Palaxpress[®], manipuladas e polimerizadas pelos seguintes métodos: 1) prensagem convencional e polimerização em banho de água; 2) prensagem convencional, curada por energia de micro-ondas e; 3) método de resina injetada, polimerizada em banho de água. Foram confeccionadas matrizes metálicas em placas de ferro, nas dimensões de 65,0 X 65,0 X 5,0mm. Após a confecção das matrizes, os moldes foram preenchidos com as resinas proporcionadas e manipuladas seguindo as instruções dos fabricantes, sendo que: G1) resina acrílica Clássico[®] – inserida manualmente no interior da mufla que após fechada foi levada a uma prensa hidráulica de bancada, permanecendo por um período de 30 minutos. Os cp desse grupo foram polimerizados por 03 horas; G2) resina acrílica Onda Cryl[®] – inserida na mufla específica para forno de micro-ondas, segundo o mesmo procedimento do G1. Os cp desse grupo foram polimerizados por 03 minutos a 40%, 04 minutos de descanso e 03 minutos a 90% da potência do forno de micro-ondas da marca Sharp[®]; G3) resina auto e quimicamente ativada Palaxpress[®], específica para a técnica de injeção, polimerizada em banho de água aquecida por 20 minutos sob pressão de 02bar. Os cp foram seccionados em cinco partes e ao meio, tendo como dimensões finais 30 X 10 X 5mm obtendo-se assim 10 cp para cada grupo. A porosidade foi avaliada pelo peso de cada amostra em ar e água, em balança de precisão de 0,001g. Para realização da pesagem cada cp foi perfurado com uma broca esférica carbide nº. 2 e suspenso em fio de aço inoxidável de 0,7mm, adaptado à balança. Na pesagem em ar o cp ficou suspenso no ar e na pesagem em água, o cp foi submerso em um recipiente de 150mL de água. A porosidade em centímetros cúbicos foi: resina acrílica Clássico[®] = $0,450 \pm 0,052$; resina acrílica Onda Cryl[®] = $0,500 \pm 0,0$; resina acrílica Palaxpress[®] = $0,590 \pm 0,128$. Na comparação de médias verificou que apenas os G1 e G3 diferiram entre si,

possuindo as maiores médias os G2 e G3. Concluiu que a resina acrílica Clássico® apresentou menos poros quando comparada com a resina acrílica Onda Cryl® e esta, menor porosidade que a resina acrílica Palaxpress®.

Tanji et al. (2001) verificaram os níveis de porosidade nos produtos comerciais termopolimerizáveis Clássico® (ciclo convencional), QC-20® (ciclo rápido) e Onda-Cryl® (energia por micro-ondas). Foram utilizadas três matrizes retangulares de alumínio medindo 65 X 10mm na superfície superior, 64 X 9mm na superfície inferior e espessura de 3mm, as quais foram moldadas com silicona por condensação (Zetalabor®) e os moldes contendo as matrizes incluídos em muflas metálicas e de fibra de vidro. Em seguida as muflas foram abertas e as condições dos moldes de silicona examinadas quanto à qualidade de inclusão. Os cp de resina acrílica foram confeccionados após a remoção das matrizes dos moldes de silicona e manipulados segundo as recomendações dos fabricantes e polimerizados de acordo com os grupos: 1) polimerização em banho de água aquecida a 74°C durante 09 horas. Após prensagem da resina acrílica Clássico®, as muflas metálicas foram levadas à termopolimerizadora (Termotron®), para processamento do ciclo convencional; 2) polimerização por ciclo rápido. Após prensagem, as muflas metálicas foram colocadas em panela termostática contendo água em ebulição por 20 minutos; 3) polimerização por energia de micro-ondas. Após prensagem, as muflas plásticas foram colocadas em forno de micro-ondas para uso doméstico (Sanyo®), com potência de 1.400W por 03 minutos. Os cp foram retirados após resfriamento das muflas em temperatura ambiente, pelo processo laboratorial de rotina, e acabados com pontas abrasivas e lixas com abrasividade decrescente. O polimento foi realizado em um torno de bancada com escovas branca e preta com pastas de água/pedra-pomes e água/branco de espanha e ponta de feltro com pasta universal (Kota®). Para delimitar a área de contagem dos poros foi utilizado um dispositivo metálico com dimensões ligeiramente maiores do que às do cp, contendo três orifícios de 0,5mm de diâmetro, sendo um em cada extremidade e outro na parte central. Os cp foram imersos em tinta nanquim por 02 horas, lavados em seguida em água corrente por 10 segundos e secos com jato de ar e papel absorvente. A quantidade de poros contida nas áreas delimitadas foi determinada com auxílio de uma lupa estereoscópica Carl Zeiss®, com aumento de 63X. Os resultados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5%) mostraram que a maior porosidade ocorreu na resina acrílica (Onda-Cryl®), com valores

estatisticamente significantes ($2,22 \pm 1,14$) quando comparados com a menor média ($1,13 \pm 0,5$) obtida pela resina acrílica convencional (Clássico)[®], enquanto a resina acrílica para ciclo rápido (QC-20[®]) ficou com valores intermediários ($1,36 \pm 0,50$), sem diferir estatisticamente da resina acrílica convencional e para forno de micro-ondas.

No entendimento de Carvalhal et al. (2002), a polimerização sob pressão de resinas acrílicas causam menos porosidade. Entretanto, a correta relação entre tempo *versus* temperatura *versus* pressão usada em resina termopolimerizável é desconhecida. Os ciclos de polimerização avaliados pelos autores foram comparados pela liberação de monômero residual na água com o ciclo de banho de água quente, o qual foi utilizado como controle. A resina acrílica utilizada foi a Lucitone 550[®]. O ciclo controle G1 foi polimerizado por 01 hora e 30 minutos a 70°C por mais 01 hora e 30 minutos a 100°C, e os grupos polimerizados sob pressão de 0,4MPa a 100°C possuíam os seguintes tempos: G2 – 01 hora e 30 minutos; G3 – 02 horas; G4 – 02 horas e 30 minutos. O monômero residual foi avaliado após 24 horas (mg/cm^2), e 10 cp retangulares ($65 \times 10 \times 2,5\text{mm}$) foram fabricados para cada grupo. Após 24 horas de armazenamento na água, os grupos mostraram níveis significativamente diferentes de monômero residual. Os grupos em ordem decrescente de liberação de monômero residual foram: G2 ($8,2 \pm 4,73\text{mg}/\text{cm}^2$), G4 ($4,76 \pm 2,5\text{mg}/\text{cm}^2$), G3 ($3,96 \pm 2,84\text{mg}/\text{cm}^2$), e G1 ($3,41 \pm 1,64\text{mg}/\text{cm}^2$). A polimerização sob pressão de 0,4MPa a 100°C com 02 horas (G3) e 02 horas e 30 minutos (G4) foram semelhantes ao grupo controle (G1). O G3 apresentou vantagem de reduzir 30% no tempo de polimerização. Concluíram que a polimerização sob pressão é um método rápido e fácil na produção de próteses, e pode ser usada com segurança.

Yannikakis et al. (2002), utilizando um método de visualização por fotografias, determinaram o tamanho e a localização dos poros em duas RAT, sendo uma específica para forno de micro-ondas (Acron MC[®]) e uma termopolimerizável convencional (Paladon 65[®]). Os fatores de variação foram o material, o ciclo de polimerização e a espessura da resina acrílica (3 e 6mm), sendo um ciclo curto em forno de micro-ondas (03 minutos a 500W) e um longo (13 minutos a 90W mais 500W por 02 minutos), e um ciclo rápido em banho de água quente. A resina Paladon 65[®] polimerizada em banho de água não apresentou porosidade visível em

um aumento de 100X, independente da espessura. Porém, quando polimerizada por energia de micro-ondas, independente do ciclo, esta RAT apresentou porosidade severa na maior espessura. Já quando polimerizaram a resina acrílica Acron MC[®], específica para este método, a porcentagem de poros encontrada foi extremamente menor, sendo estes de dimensões clinicamente insignificantes, independente da espessura.

Oliveira et al. (2003) avaliaram o efeito do número e da posição das muflas na porosidade de uma resina acrílica Acron MC[®] polimerizada por energia de micro-ondas a 500W. Foram confeccionados 60 cp medindo 10 X 2,5 X 32,5mm em forma de disco com 30mm de diâmetro e 3mm de altura. Foram testadas as seguintes associações do número e da posição das muflas: G1 – controle, com uma mufla colocada no centro do prato giratório por 03 minutos; GIIa) duas muflas colocadas na mesma posição do G1 de 04 a 05 minutos; GIIb) duas muflas colocadas nas laterais do prato giratório de 04 a 05 minutos; GIIIa) duas muflas na parte superior e; GIIIb) duas muflas na parte inferior do prato giratório de 04 a 05 minutos. Os cp foram imersos em uma solução de tinta nanquim preta por 30 minutos, lavados por 10 segundos e secos com papel absorvente. Para verificação da porosidade foi delimitada uma área de 1cm² no centro do cp e observado em microscópio de luz estereoscópica (Leica CLS 100X) e quantificado por um programa de computador *Image Processing Analysis System*. O número de poros por área foi determinado para cada cp, e um valor médio foi calculado para cada grupo. As médias e os desvios-padrão de porosidade foram: G1 = 4,2 ± 2,6; GIIa = 6,3 ± 2,9; GIIb = 10,4 ± 4,7; GIIIa = 9,7 ± 10,3 e; GIIIb = 8,2 ± 8,5. Os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos (p > 0,05). No entanto, o grupo experimental GIIb apresentou os maiores valores de porosidade. A posição das muflas não interferiu na quantidade de porosidades da resina acrílica Acron MC[®].

Turano, Ferreira e Turano (2003), para comparar os ciclos de polimerização convencional, em forno de micro-ondas e termopneumohidráulico utilizaram 30 cp confeccionados em RAT (Clássico[®]). Os cp foram obtidos a partir de cera líquida em potes de filme, que, em seguida foram recortados, resultando na medida 04 X 2,7cm, e os pequenos, recortando-se uma lâmina de cêra 7 na medida 03 X 1,5 X 0,3cm. Os cp médios foram obtidos dobrando-se uma lâmina de cêra 7 na forma de um arco de oclusão sendo posteriormente recortada, obtendo a medida

de 3,2 X 1,0 X 1,8cm. Os cp foram incluídos em muflas para micro-ondas e muflas metálicas para água aquecida. Para a polimerização em forno de micro-ondas, foram utilizados cinco cp para cada ciclo: 1) ciclo clássico – 03 minutos a 40% da potência, 04 minutos a 0% da potência e 03 minutos a 90% da potência; 2) Ciclo longo 1 – 10 minutos a 30% da potência, 05 minutos a 0% da potência e 10 minutos a 40% da potência; 3) Ciclo médio – 10 minutos a 30% da potência, 05 minutos a 0% da potência e 04 minutos a 80%; 4) Ciclo longo 2 – 20 minutos a 20% da potência, 05 minutos a 0% da potência e 04 minutos a 80% da potência; 5) ciclo longo 3 – 30 minutos a 10% da potência, 05 minutos a 0% da potência e 04 minutos a 80% da potência e; 6) ciclo longo 4 – 20 minutos a 20% da potência, 05 minutos a 0% da potência e 10 minutos a 40% da potência. Após a inclusão da RAT, as muflas foram mantidas no umidificador por um período mínimo de 06 horas e máximo de 12 horas. Na polimerização em água foram utilizados os cinco cp (dois grandes, dois médios e um pequeno); na polimerização termopneumohidráulica foram utilizados cinco cp (dois grandes, dois médios e um pequeno). Em todos os ciclos de polimerização foi aguardado, para a abertura das muflas, o tempo necessário para que a água atingisse a temperatura ambiente. Ressaltaram que a polimerização em micro-ondas não perde a sua viabilidade de forma alguma, pois a partir do momento em que se acertarem os componentes da RAT com ciclos mais longos e potências mais baixas, pode-se obter o produto final de maior compatibilidade. Concluíram que a polimerização termopneumohidráulica mostrou-se superior ao ciclo convencional, sendo, portanto, a mais indicada para evitar porosidades.

Botega et al. (2004) determinaram os tempos necessários para a polimerização padrão de uma resina acrílica Acron™MC em forno de micro-ondas utilizando várias muflas simultaneamente. Os tempos necessários foram aferidos por parâmetros como monômeros liberados em água e porosidade. Os cp, confeccionados apresentavam as seguintes dimensões 32 X 10 X 2,5mm. As mensurações foram realizadas em quatro grupos (n = 24): G1 – uma mufla (controle); G2 – duas muflas; G3 – quatro muflas e; G4 – seis muflas, respectivamente. Inicialmente, o mesmo protocolo de polimerização foi utilizado para todos os grupos: 03 minutos a 450W. Em seguida, o tempo de polimerização foi ajustado para os G2, G3 e G4, usando como padrão os resultados do G1 obtidos na análise do monômero liberado em água em espectrofotômetro Beckman DU-70®, com comprimento de onda de 206nm. Após os procedimentos de acabamento e

polimento, todos os cp foram lavados em água destilada por 02 minutos e submetidos à limpeza ultrassônica. Os cp foram imersos em uma solução de tinta nanquim preta por 30 minutos, lavados por 10 segundos e secos com papel absorvente. A porosidade foi avaliada, contando-se os poros em microscópio óptico (Shimadzu HMV-200[®]) com aumento de 100X, sendo que a área observada foi o centro do cp medindo 31mm². O número de poros para cada cp, e um valor de pontuação foi calculado para cada grupo: número de poros < 30 = leve; número de poros entre 30 e 70 = moderado e; número de poros > 70 = pesado. Os resultados indicaram que o G2 mostrou liberação de monômeros em quantidades semelhantes aos montantes do G1 controle, mas os níveis de monômeros dos G3 e G4 foram maiores. Quando todos os grupos foram comparados mostraram números de poros moderados e semelhança estatística, independente do tempo de processamento. Os tempos necessários para a polimerização da resina acrílica foram: 04 minutos e 30 segundos para duas muflas do G2; 08 minutos e 30 segundos para quatro muflas do G3 e, 13 minutos para seis muflas do G4. Concluíram que a polimerização da resina acrílica em forno de micro-ondas, utilizando mais de uma mufla é um procedimento viável, desde que os tempos de polimerização sejam ajustados.

Compagnoni et al. (2004) verificaram o efeito de três diferentes ciclos de polimerização na porosidade de uma resina acrílica para confecção de base de prótese desenvolvida especificamente para forno de micro-ondas (Onda-Cryl[®]) e comparada com a resina acrílica Clássico[®], polimerizada em banho de água quente. Ressaltaram que, embora a maioria das propriedades físicas deste tipo de resina acrílica seja semelhante às das resinas acrílicas polimerizadas pelo método do banho de água quente apresentou porosidades variando de moderada a severa. A porosidade tem sido atribuída a uma variedade de fatores que incluem a incorporação de ar durante a manipulação, contração de polimerização vaporização de monômero em função da reação exotérmica e a presença de monômero residual. Outras causas seriam a incorporação insuficiente de monômero ao polímero, e inadequada compressão de prensagem com temperatura acima de 74°C. Trinta e dois cp de resina acrílica retangulares medindo 65 X 40 X 5mm foram divididos em três grupos experimentais A, B e C (Onda-Cryl[®]) e um grupo controle D (Clássico[®]), de acordo com os ciclos de polimerização: A) 500W por 03 minutos; B) 90W durante 13 minutos, mufla na posição vertical + 500W por 90 segundos, mufla na posição

horizontal; C) 320W por 03 minutos + 0W por 04 minutos + 720W por 03 minutos e; D) 74°C por 09 horas. A porosidade foi calculada pela mensuração antes e depois de imersão em água. Todos os grupos foram resfriados em temperatura ambiente por 24 horas. Os valores médios em percentual e seus respectivos desvios-padrão foram: A) = $1,04\% \pm 0,27$; B = $0,91\% \pm 0,14$; C = $0,88 \pm 0,22$ e D = $0,93\% \pm 0,23$, não sendo encontradas diferenças significantes entre os grupos avaliados. Concluíram que a porosidade encontrada na polimerização por energia de micro-ondas foi similar à porosidade encontrada no processamento convencional em banho de água quente.

Goiato et al. (2004) avaliaram porosidade em próteses oculares polimerizadas por energia de micro-ondas. Obtiveram 30 cp a partir de calotas metálicas com 1,5 X 0,5cm. Cada calota foi colocada sobre duas lâminas unidas de cera rosa nº. 7 (Wilson[®]), com formato retangular, medindo 3 X 2 X 0,2cm. Após a obtenção dos 30 padrões em cera, estes foram incluídos em grupos de cinco, em uma mufla própria. A base da mufla foi preenchida por gesso especial Tipo IV (Durone[®]), sobre o qual foram posicionados os padrões em cera. Antes do preenchimento da contramufla por gesso, os padrões foram cobertos com silicone para inclusão, de uso laboratorial. Quinze padrões em cera foram incluídos com silicone Vipisil[®] (Grupos 1, 3 e 5), e os outros 15, com silicone Zetalabor[®] (Grupos 2, 4 e 6). Para que ocorresse a polimerização final do silicone Vipisil[®], a proporção base/catalisador foi alterada, aumentando-se três vezes a quantidade de catalisador recomendada pelo fabricante, pois a proporção recomendada não proporcionava a polimerização. Após a cristalização do gesso na inclusão final, a cera foi eliminada durante 2 minutos, com potência de 840W. Em seguida, a mufla foi aberta e a RAT nº. 1 (Clássico[®]) foi condensada, sendo posteriormente a mufla levada para uma prensa hidráulica com uma força de 2kgf, juntamente com o posicionamento da calota metálica isolada com vaselina. Este conjunto foi levado para a polimerização por 03 minutos a 840W de potência. Após a polimerização da resina acrílica, a mufla novamente foi aberta e a calota metálica retirada, para que fossem posicionadas as íris artificiais. Depois da secagem dos discos pintados (correspondentes à íris), estes foram colados com cola branca (Tenaz[®]) no centro da placa de RAT e, após prensagem com uma força de 2 kgf em prensa hidráulica, a resina acrílica incolor foi polimerizada durante 03 minutos (potência de 840W), obtendo-se os cp. A

porosidade da resina acrílica foi avaliada pela contagem dos poros, utilizando-se uma lupa estereoscópica Carl Zeiss® (aumento de 33X). Para a contagem dos poros, uma fita adesiva (3M®) foi perfurada com um vazador de 11mm de diâmetro colada no centro da base dos cp, sendo posteriormente envolvida por um dique de cera rosa para evitar o extravasamento da tinta nanquim (Acrilex®) que permaneceu na área delimitada por um período de 08 horas. Após esse período, os cp foram lavados em água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar e papel absorvente. Para o teste de porosidade, foi estabelecida uma classificação que permitiu a análise da quantidade de poros pigmentados existentes no círculo individualizado pela imersão em tinta. A classificação para porosidade foi: 1) 0 poros – sem porosidade; 2) 1-20 poros – pouca porosidade; 3) 20-50 poros – média porosidade e; 4) acima de 50 poros – muita porosidade. Os valores absolutos dos cp dos grupos 1, 3 e 5 foram, respectivamente: 1) sem porosidade – 0, 0 e 0; 2) pouca porosidade – 5, 5 e 4; 3) média porosidade – 0, 0 e 1; 4) muita porosidade – 0, 0 e 0. Para os grupos 2, 4 e 6 foram, respectivamente: 1) sem porosidade – 3, 2 e 0; 2) pouca porosidade – 2, 3 e 5; 3) média porosidade – 0, 0 e 0 e; 4) muita porosidade – 0, 0 e 0. Constataram que, em valores absolutos (de acordo com a classificação estabelecida), os cp incluídos com silicone Zetalabor® (Grupos 2, 4 e 6) foram os que apresentaram menor porosidade, comparando-os com aqueles incluídos com silicone Vipisil® (Grupos 1, 3 e 5).

Lai et al. (2004) determinaram o tempo e a temperatura para a conversão completa de monômero em polímero e verificaram se o processamento de resinas acrílicas Optilon-399® de base para forno de micro-ondas influencia a morfologia em comparação com o método de banho de água quente. Para a polimerização por energia de micro-ondas foi utilizado um forno doméstico com as potências de 80W, 160W, 240W e 560W durante os tempos de 15, 10, 07 e 02 minutos. Em seguida realizaram uma polimerização adicional de 02 minutos a 560W. Para a polimerização em banho de água quente foi utilizado o ciclo longo por 09 horas a 70°C. O estudo avaliou dureza, porosidade, resistência flexural, solubilidade e peso molecular. Os resultados demonstraram que houve diferenças significativas na comparação dos dois métodos de processamento. Diferenças estatisticamente significantes foram observadas na morfologia e resistência flexural quando os dois métodos foram comparados. A porosidade foi menor na resina acrílica processada

em banho de água quente em comparação ao processamento por energia de micro-ondas. A porosidade aumentou proporcionalmente com o nível de energia, exceto quanto utilizado 240W. A polimerização por banho de água quente apresentou maior resistência e módulo flexural que o processamento por energia de micro-ondas. Ficou demonstrado que a seleção adequada da potência e do tempo de polimerização é importante para a redução da porosidade.

Anusavice (2005) descreveu que as RAT têm o calor como ativador do peróxido de benzoíla. Quando a temperatura da massa ultrapassa 60°C, essa molécula decompõe-se formando radicais livres e desencadeando a reação de polimerização. Após o seu processamento, o material apresenta 0,2 a 0,5% de monômero residual. O processo de aquecimento empregado para realizar a polimerização é chamado de ciclo de polimerização ou cura. Um desses ciclos consiste em processar a RAT em uma temperatura constante do banho de água a 74°C durante 08 horas ou mais, sem que a água entre em ebulição. O ciclo rápido consiste em colocar o material submerso em água, elevar a temperatura a 74°C e permanecer por 90 minutos para que ocorra a polimerização das porções mais espessas. A seguir, a temperatura da água é elevada a 100°C, em ebulição, durante 60 minutos para polimerizar as porções mais finas. Após o processo de polimerização, o resfriamento deve ser feito durante 30 minutos na água em que foi feita a polimerização e, completado à temperatura ambiente. Para a utilização da RAT na cavidade bucal e áreas afins, é necessário que esse material preencha alguns requisitos básicos: ser insípido, inodoro, não tóxico e não irritante aos tecidos, insolúvel e impermeável à saliva ou qualquer outro fluido corpóreo. Além disso, deve ter estabilidade dimensional sob todas as condições às quais está sujeito. A mistura e manipulação da RAT devem ser facilitadas e o produto final deverá permitir um bom polimento e possíveis reparos em casos de fraturas. Geralmente, as RAT são fornecidas ao profissional como um sistema de pó (polímero) e líquido (monômero), tendo como componente químico principal o PMMA, um composto resinoso sintético. O monômero compõe-se basicamente de MMA e hidroquinona (0,006%), sendo a hidroquinona um inibidor de polimerização que garante a estabilidade durante o armazenamento. Trata-se de um líquido claro e transparente à temperatura ambiente, com densidade de ebulição de 100,8°C, calor de polimerização de 12,9Kcal/mol e densidade de 0,945g/mL, a 20°C. O pó é composto de microesferas pré-polimerizadas de PMMA que se dissolvem no

monômero. Contém também, como iniciador da reação de polimerização, o peróxido de benzoíla. A proporção ideal entre pó e líquido (3:1) assegura as propriedades ideais na estrutura final deste material. Ao líquido pode ser adicionado um agente de ligação cruzada que comumente é o etilenoglicoldimetacrilato (EGDMA), na concentração de 1 a 2% do volume. Tal substância química assemelha-se estruturalmente ao MMA, podendo ser incorporada no crescimento da cadeia polimérica. Forma-se uma estrutura reticular que promove um aumento da resistência à deformação. Realizado o procedimento de proporção, mistura e inclusão, a peça a ser confeccionada com resina acrílica deverá passar por um processo de polimerização promovido por um ativador, que pode ser luz, energia de micro-ondas, ativação química ou ativação térmica.

Canadas et al. (2006) avaliaram a estabilidade de cor, rugosidade superficial e porosidade de resinas acrílicas para esclerótica polimerizadas por diferentes ciclos de calor e submetidas a envelhecimento artificial acelerado. Foram confeccionadas 10 cp (15mm de diâmetro X 5mm de espessura), após obtenção de padrões de cêra incluídos em gesso, para cada ciclo de polimerização testado: G1 – ciclo convencional por 74°C durante 90 minutos; G2 – ciclo longo por 75°C durante 08 horas e G3 – estufa por 70°C durante 72 horas. Em seguida, estas foram desgastadas à metade de sua espessura (2,5mm) e sobre a resina para esclerótica prensaram a resina acrílica incolor, seguindo os mesmos ciclos de polimerização. Após o acabamento e polimento dos cp, realizaram leituras de cor e rugosidade iniciais, que após o envelhecimento artificial acelerado foram novamente lidas. Verificaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores para nenhum dos ciclos utilizados. O ensaio de porosidade mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre as amostras dos ciclos utilizados. Assim, a estabilidade de cor e a porosidade da resina acrílica não foram afetadas pelo ciclo de polimerização.

Duarte (2006) considerou que as resinas acrílicas são os materiais mais adequados para confecção de bases de próteses. Avaliou e comparou a quantidade de porosidade das resinas acrílicas termopolimerizáveis Clássico[®], Onda Cryl[®] e QC-20[®]. Foram confeccionados 80 cp cúbicos com 1,6cm de aresta, divididos em quatro grupos de acordo com o processo de polimerização com n = 20: G1) controle – resina acrílica Clássico[®], submetido ao método convencional modificado com água aquecida a 74°C em temperatura constante por 03 horas; G2) resina acrílica Onda

Cryl[®], utilizando o ciclo preconizado pelo fabricante – 03 minutos a 40% da potência, 04 minutos de descanso e 03 minutos a 90% da potência em um forno de micro-ondas de 800W; G3) resina acrílica QC-20[®] – utilizando energia por energia de micro-ondas com o mesmo ciclo do G2 e; G4) resina acrílica QC-20[®] – utilizando o mesmo método do G1. Os cp foram imersos em tinta nanquim por 04 horas, lavados em seguida em água corrente por 10 segundos e secos com jatos de ar e papel absorvente. Para contagem dos poros foi confeccionado um dispositivo com um orifício central de 0,5cm de diâmetro. Os cp foram levados ao microscópio com aumento de 40X e posteriormente fotografados. Para classificar as porosidades foram utilizados os seguintes escores: “0” poros – sem porosidade; “1” – “20” poros – pouca porosidade; “21” a “50” poros – média porosidade e acima de “50” poros – muita porosidade. Os G1 e G4 apresentaram percentual de 85% e 90% de pouca ou nenhuma porosidade, respectivamente. Os G2 e G3 foram caracterizados pela maior presença de porosidades com percentual acima de 60% de média ou grande porosidade. Concluiu que, embora a técnica por energia de micro-ondas necessite de um menor tempo de trabalho foi possível observar muita porosidade quando comparada aos cp polimerizados pela técnica convencional. A resina acrílica QC-20[®] obteve os melhores resultados de porosidade quando polimerizada pelo método convencional.

Gomes et al. (2006) consideraram que a polimerização das RAT pode ser em água quente ou em forno de micro-ondas. A polimerização em água quente pode ser utilizada nos seguintes métodos de processamento: 1) ciclo Australiano ou de Tuckfield, Womer e Guerim (convencional) – a mufla é colocada em água fria, em uma polimerizadora com termostato regulado em: 30 minutos para aquecer até 65°C, temperatura que é mantida por 01 hora elevando-a para 100°C o que deverá acontecer em aproximadamente 30 minutos, mantendo-a por 01 hora e em seguida desligar o aparelho deixando a água esfriar lentamente; 2) ciclo adaptado do Australiano – a mufla é colocada em um recipiente com aproximadamente 08L de água fria, sobre a chama acesa (fraca) de um fogão residencial por 30 minutos. Apagar a chama e deixar em descanso por 30 minutos. Acender novamente a chama (fraca) e deixar por mais 30 minutos. Elevar a chama até a completa ebulição por 01 hora. Desligar o fogo e resfriar lentamente; 3) ciclo termopneumohidráulico – a mufla é colocada em uma polimerizadora que marque pressão e a temperatura. Depois de fechada a tampa, injetar 60 libras de ar comprimido ligando o aparelho

até que a temperatura atinja 110°C. Desligar deixando a temperatura voltar a 40°C. Ligar novamente até que a temperatura atinja 110°C. Desligar e aguardar o resfriamento. Para a polimerização por energia de micro-ondas, para fornos com regulagem total de potência, o ciclo deve ser: 10 minutos a 30% da potência + 05 minutos a 0% da potência + 10 minutos a 40% da potência. Resfriar a temperatura ambiente.

Moreira-da-Silva, Bindo e Leão (2006) apresentaram uma ampla revisão da literatura sobre polimerização de resinas acrílicas por micro-ondas e concluíram que o uso de energia de micro-ondas para polimerização de resinas acrílicas é um excelente método. Por ser rápido e limpo, proporciona uma economia processual extremamente grande na confecção de bases de próteses totais. As deficiências de propriedade das resinas acrílicas convencionais processadas por energia de micro-ondas podem ser controladas com adaptação do método sem perda de suas vantagens. Os estudos apontam que resinas próprias para micro-ondas devem ser aperfeiçoadas para que possam ser utilizadas irrestritamente na construção de próteses totais, parciais removíveis e reembasamentos. A polimerização de resinas por energia de micro-ondas pode constituir uma alternativa importante para a produção de próteses totais com maior agilidade e menor custo na rede pública de assistência à saúde.

Pero et al. (2006) descreveram que a porosidade na resina acrílica é atribuída a uma série de fatores e pode interferir nas propriedades deste material e na estética das bases protéticas. A porosidade pode estar associada à polimerização incompleta da resina acrílica ou ao excesso de aquecimento durante a sua polimerização. A utilização da energia de por micro-ondas na polimerização da resina acrílica é um processo que apresenta como principal vantagem a economia de tempo nos procedimentos laboratoriais para a confecção de próteses totais. No entanto, é importante que se utilizem tempos e potências adequados para que não ocorra prejuízo às propriedades físicas e mecânicas da resina acrílica. Desta forma, verificaram a presença de poros em diferentes regiões de bases de prótese total superior, com espessura de 3,5mm, processadas em três ciclos de polimerização por meio da energia de micro-ondas: 1) 500W por 03 minutos; 2) 13 minutos a 900W com a mufla na vertical + 90 segundos a 500W com a mufla na horizontal e; 3) 320W por 03 minutos + 0W por 04 minutos + 720W por 03 minutos. O grupo controle foi polimerizado em banho de água quente por 09 horas a 74°C. Após o seu

processamento, as bases foram seccionadas transversalmente em três regiões (anterior, média e posterior) e em cada região três áreas foram analisadas. As imagens dessas áreas foram capturadas em um microscópio e a área dos poros foi quantificada por um programa de computador *Image Processing Analysis System*. O teste de *Kruskal-Wallis* não detectou diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes ciclos e regiões das bases avaliadas ($p = 0.05$). Para os ciclos 1 e 2 não foi observada porosidade nos cp, independente da região avaliada. Para o ciclo 3, os resultados foram semelhantes, exceto em quatro cp: um apresentou porosidade de 0,23%; dois apresentaram 0,74% e 1,69% e; um apresentou 0,02%. Nenhuma diferença significativa na porosidade foi encontrada em relação às regiões analisadas nas bases polimerizadas nos ciclos por energia de micro-ondas. A quantidade de poros nas bases polimerizadas por energia de micro-ondas foi semelhante para as bases polimerizadas pelo método convencional, independente da região analisada. Concluíram que os diferentes ciclos de polimerização estudados produziram efeitos semelhantes sobre a presença de poros na resina acrílica avaliada, independente da região da base protética.

Pero et al. (2008) investigaram a porosidade de duas resinas acrílicas Clássico® e Onda Cryl® em base de prótese total superior com diferentes espessuras e diferentes ciclos de polimerização. Levantaram duas hipóteses: 1) a porosidade de uma resina acrílica não depende do ciclo de polimerização; 2) a espessura da resina acrílica não influencia na porosidade independentemente do ciclo de polimerização. Foram confeccionados 120 cp, sendo 40 cp para cada espessura (2,0mm, 3,5mm e 5,0mm) polimerizados em quatro ciclos: A) resina acrílica Onda Cryl® por 03 minutos a 500W de potência; B) resina acrílica Onda Cryl® por 13 minutos a 90W de potência + 90 segundos por 500W; C) resina acrílica Onda Cryl® por 03 minutos a 320W de potência + 04 minutos a 0W de potência + 03 minutos a 720W de potência e; D) resina acrílica Clássico® em banho de água quente a 74°C por 09 horas. A porosidade foi avaliada pelo peso de cada amostra em ar e água, em balança de precisão de 0,001g antes e após a imersão em água. Os dados de porosidade foram submetidos ao teste de *Kruskal-Wallis* para comparação entre os grupos. As combinações dos diferentes ciclos de polimerização e espessuras apresentaram diferenças significativas, sendo que na espessura de 2mm a média de porosidade apresentou maior diferença nos cp polimerizados por energia de micro-ondas: ciclo A = 53,55, ciclo B = 40,80, e ciclo C = 90,70). A espessura não apresentou

diferenças estatísticas para o ciclo D (I = 96,15; II = 70,20 e III = 82,70). Concluíram que as hipóteses 1 e 2 foram descartadas tendo em vista que os ciclos de polimerização por energia de micro-ondas e a espessura dos cp de resina acrílica influenciou na porosidade e que não foram observadas diferenças na porosidade no ciclo em banho de água aquecida em qualquer espessura.

Rossato et al. (2008) avaliaram se a imersão em água poderia alterar o grau de porosidade interna da resina acrílica processada por energia de micro-ondas, uma vez que alguns técnicos em prótese dentária têm utilizado a polimerização de resinas acrílicas em forno de micro-ondas sob imersão em água, à semelhança da técnica de polimerização convencional. Entretanto, não há dados científicos que comprovem tal prática. Utilizaram as resinas acrílicas incolores Vipi Criil[®] e Vipi Wave[®] que foram distribuídas em quatro grupos experimentais e um grupo controle. Foram confeccionados 50 cp sendo 10 cp para cada grupo nas dimensões de 20 X 20mm de lado e 5mm de espessura. Os modelos de silicone foram incluídos e após a cristalização do gesso, removidos, dando origem, aos moldes para a confecção dos cp. As resinas acrílicas foram preparadas conforme as instruções do fabricante. Após o fechamento as muflas foram levadas a uma prensa hidráulica com carga de 01 tonelada por 30 minutos. Os cp do grupo controle G1 foram polimerizados pelo método convencional em banho de água quente durante 12 horas a uma temperatura de 74°C. Os cp dos grupos G2, G3, G4 e G5 foram polimerizadas em muflas de fibra de vidro própria para micro-ondas em ciclo de 20 minutos com potência 180W + 05 minutos com potência de 540W. As muflas de G2 e G4 foram posicionadas uma a uma, na horizontal, dentro de um recipiente com água, sobre um prato giratório do forno de micro-ondas. Nos grupos G2 e G3 utilizaram a resina acrílica Vipi Wave[®] enquanto nos G4 e G5 usaram resina acrílica Vipi Wave[®] (pó) + Vipi Criil[®] (líquido). As muflas dos grupos G3 e G5 foram também posicionadas uma a uma sobre o prato giratório do forno de micro-ondas em posição horizontal, porém sem imersão em água. O grupo G3 utilizou a resina acrílica Vipi Wave[®] enquanto o grupo G5 a resina acrílica Vipi Wave[®] (pó) + Vipi Criil[®] (líquido). Após polimento os cp foram avaliados visualmente quanto à porosidade por um observador calibrado de acordo com um sistema de escores, onde “0” correspondia a ausência total de bolhas e o valor “3”, presença de bolhas em grau máximo. Os valores “1” e “2” representariam graus de intensidade intermediária da presença de poros dos cp. Pela observação visual, foi atribuído “0” a todos os cp, pois não

ocorreram poros visíveis na superfície ou interior das resinas acrílicas. Este resultado sugere que a imersão das muflas em água durante a polimerização por energia de micro-ondas não influenciou na porosidade, uma vez que proporcionou cp semelhantes aos do grupo controle G1 e dos grupos G3 e G5, nos quais a resina acrílica foi polimerizada sem a imersão em água. Entretanto, a ausência de poros nos grupos G4 e G5 foi inesperada já que estes cp foram fabricados com uma mistura do polímero da resina para forno de micro-ondas com o monômero da resina acrílica de termopolimerização convencional. Frente aos dados obtidos concluíram que a polimerização em forno de micro-ondas pode ser utilizada imergindo-se ou não a mufla em recipiente com água e que a mistura de polímero da resina acrílica para forno de micro-ondas com o monômero da resina de termopolimerização convencional pode ser processada por energia de micro-ondas no ciclo proposto, sem alteração da porosidade da resina acrílica.

Kimpara et al. (2009) descreveram que, dentre os problemas encontrados com frequência como resultado do processamento das RAT estão o excesso da quantidade de monômero residual, a presença de porosidade e a alteração dimensional. Em razão da hipótese de que a alteração do tempo e da temperatura durante a polimerização pode levar à eliminação de porosidades, avaliaram o efeito de quatro diferentes ciclos de polimerização pelo método convencional quanto à presença de porosidade da resina acrílica incolor Clássico[®] obedecendo as orientações do fabricante na proporção de 3:1 (pó/líquido) e prensada em fase plástica. Para análise da presença de porosidade foi utilizado um padrão metálico em alumínio com formato tronco-cônico com diâmetro de 30mm ± 1mm; na base menor, de 20mm ± 1mm, e altura de 20mm ± 1mm, portanto, com um volume de 9,93mL, aproximadamente. Os cp obtidos em RAT com base nesses padrões serviram para a análise da presença de porosidade. Os ciclos de polimerização que serviram como variáveis do experimento foram: 1) ciclo I – as muflas foram colocadas em água a 65°C por 30 minutos; em seguida, a temperatura foi baixada para 50°C, deixada por 23 horas e 30 minutos em água a 50°C e, finalmente, a água foi levada à fervura e mantida nesta temperatura por 01 hora; 2) ciclo II – as muflas foram colocadas em água a 50°C por 24 horas; em seguida, foi aplicado o ciclo com a água a 65°C por 01 hora; depois, esperou-se 30 minutos para atingir a fervura e a água foi mantida nesta temperatura por 01 hora; 3) ciclo III – as muflas foram

colocadas em água a 72°C por 09 horas e; 4) ciclo IV – as muflas foram colocadas em água a 65°C por 01 hora e 30 minutos para atingir a fervura e mantidas nessa temperatura por 01 hora. Os cp, ao final de uma semana de armazenagem em água destilada, foram submetidos a um cuidadoso polimento a fim de serem avaliados quanto à presença de porosidades. Os resultados foram obtidos por meio da avaliação visual por três observadores devidamente treinados, que fizeram um ranqueamento e atribuíram notas baseando-se nos seguintes critérios: “0” – sem porosidade; “1” – mínima quantidade de porosidade; “2” – quantidade apreciável de porosidade e; “3” – grande quantidade de porosidade. Após compilação das notas foram obtidos os seguintes resultados: ausência de porosidade nos ciclos I e II; mínima quantidade no ciclo III; quantidade apreciável no ciclo IV. Concluíram que os ciclos I e II mostraram bons resultados quanto à ausência de porosidade, o que credencia o uso destes como uma alternativa para se obter melhores resultados no que se refere à presença de porosidade. No entanto, entenderam que são ciclos muito longos e que, talvez, o tempo despendido não tenha que ser o que foi gasto, podendo haver uma redução em razão da quantidade do material a ser polimerizado.

3 PROPOSIÇÃO

Verificar visualmente a existência de porosidade interna de duas resinas acrílicas termoativadas utilizando-se diferentes volumes e métodos de polimerização.

4 METODOLOGIA

Para melhor entendimento este capítulo foi dividido em três tópicos: material, método e procedimentos estatísticos.

4.1 MATERIAL

Os materiais e equipamentos que foram utilizados nesta pesquisa encontram-se listados na Figura 1.

MATERIAIS
<ul style="list-style-type: none"> • Silicona de condensação Speedex (Vigodent S. A. Indústria e Comércio, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) • Potes plásticos medindo 6 X 4,5cm (base para modelos) • Porta filme Kodak (molde de maior volume) • Tampas plásticas (moldes de médio e pequeno volumes) • Cêra 7 NewWax (TechNew®) • Gesso Pedra tipo III (Asfer Ind. Química Ltda. São Caetano do Sul, SP, Brasil) • Gesso Paris ou Gesso Comum (Max Gesso, Max Polo Gesso Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil) • Mufas metálicas (Urabi®) • Mufas de Policarbonato (Dental Vipi®) • Forno de Micro-ondas Eletrolux® 1500W • Termopolimerizadora sem pressão Termotron P100 (Termotron Equipamentos, Piracicaba, São Paulo, Brasil). • Termopolimerizadora (Rui e Oliva Produtos para Prótese Dentária Ltda. São Paulo, SP, Brasil) • Prensa Hidráulica (V. H. Equipamentos Ltda. Midas Dental Products) • Resina Acrílica Termopolimerizável Clássico (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP, Brasil) • Resina Acrílica Termopolimerizável Onda-Cryl (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP, Brasil) • Ultrasson (Vitasonic – VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) • Torno de bancada (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) • Lixas d'água nºs. 120, 150 e 180 (polimento) • Roda de feltro (polimento) • Roda de flanela (polimento) • Escova branca (polimento) • Pedra-pomes (polimento) • Branco de espanha (polimento) • Pasta Universal (Kota Import's, São Paulo, SP, Brasil) (polimento final)

Figura 1 – Quadro demonstrativo da lista de material utilizado na pesquisa.

4.2 MÉTODO

Foram confeccionados três moldes em silicona de condensação (Speedex[®]) (Figuras 2 e 3), que a partir dos quais foi realizado o vazamento com cêra 7 (Newwax[®]) aquecida obtendo-se 45 modelos em cêra (15 pequenos, 15 médios e 15 grandes) (Figura 4), e com recorte na lâmina de cera 7 (Newwax[®]) foram obtidos mais 15 modelos laminares (Figura 5), totalizando 60 modelos.



Figura 2 – Fotografia da silicona de condensação (Speedex[®]) e seus respectivos moldes (1 X 2cm).



Figura 3 – Fotografia dos moldes médio e grande (3 X 2cm e 4 X 3cm, respectivamente).



Figura 4 – Fotografia dos modelos pequeno, médio e grande confeccionados a partir dos moldes em silicone.

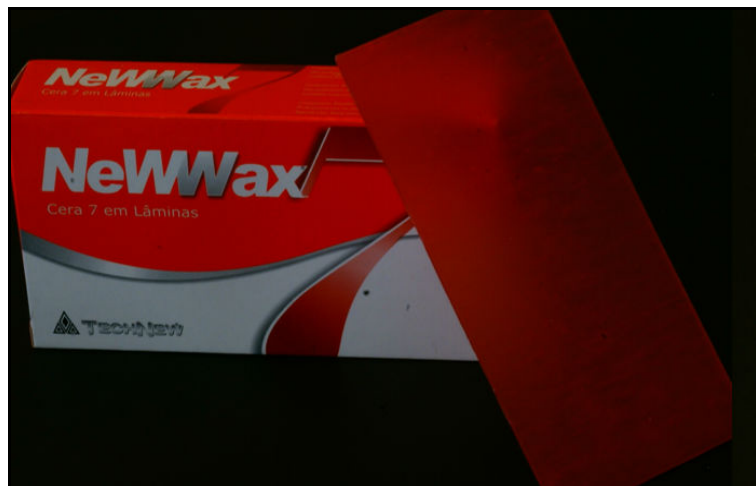


Figura 5 – Fotografia da cêra 7 utilizada para confecção dos 15 modelos laminares (3cm X 1,5cm X 0,3cm).

Para a confecção dos 60 cp (15 de cada tamanho) utilizou-se duas resinas acrílicas, sendo 40 cp com uma termopolimerizável (Clássico[®]) e 20 cp com uma resina acrílica polimerizável em forno de micro-ondas (Clássico Onda Cryl[®]) (Figura 6).



Figura 6 – Fotografia das resinas acrílica Clássico® utilizadas no experimento na proporção pó/líquido 3:1 em volume.

Os materiais utilizados para a inclusão em mufla e subsequente polimerização seguiram as orientações do fabricante na proporção pó/líquido 3:1 em volume. Os modelos para confecção dos cp foram incluídos em muflas metálicas da Urabi® (termopneumohidráulico e convencional) (Figura 7) e, muflas de policarbonato da Dental Vipi® (forno de micro-ondas) (Figura 8). Para revestimento dos modelos foi utilizado o gesso pedra tipo III (Asfer®), sendo o restante do interior das muflas preenchido com gesso Paris (Max Gesso®). Após a cristalização dos gessos na inclusão final, seguiu-se à eliminação da cêra em água fervente.

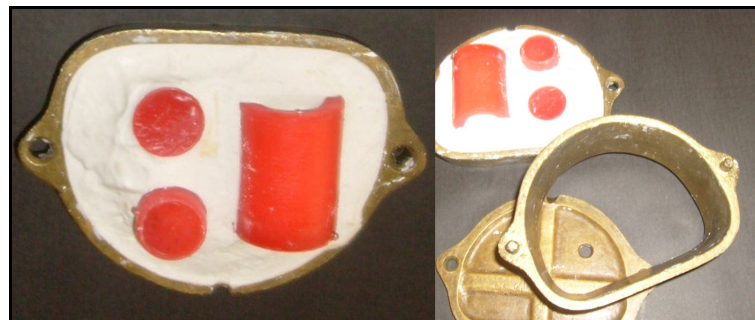


Figura 7 – Fotografia das muflas metálicas da Urabi® com modelos em cêra (termopneumohidráulico e convencional).

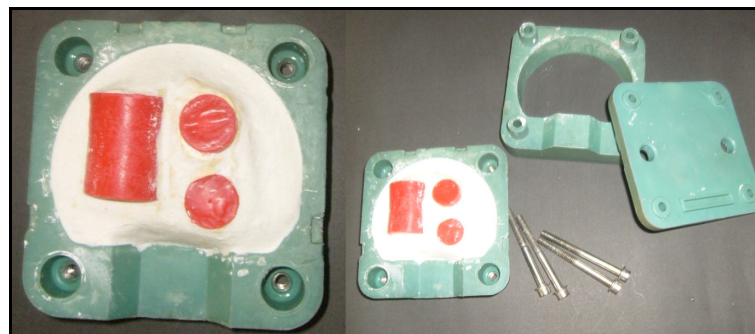


Figura 8 – Fotografia das muflas de policarbonato da Dental Vipi® com modelos em cêra (forno de micro-ondas).

As resinas acrílicas foram manipuladas seguindo as recomendações do fabricante e pressionadas de forma manual nas muflas em sua fase plástica. A seguir as muflas foram levadas à prensa hidráulica com 1.250Kgf por um período de 08 horas (Figura 9). As muflas foram acondicionadas em um umidificador a 37°C por 12 horas.



Figura 9 – Fotografia da prensa hidráulica (FO/UFJF).

As muflas de policarbonato foram colocadas em forno de micro-ondas Eletrolux® 1500W (Figura 10), com 40% da potência por 03 minutos, seguidas de 03 minutos de descanso e novamente irradiadas com 60% da potência por 10 minutos. As muflas foram mantidas em temperatura ambiente até o completo resfriamento.



Figura 10 – Fotografia do forno de micro-ondas Eletrolux®.

As muflas metálicas para o ciclo convencional foram imersas em água com temperatura ambiente em uma termopolimerizadora com termostato regulado por 30 minutos sendo elevada até 74°C e mantidas por um período de 09 horas. A fonte de calor foi desligada e as muflas permaneceram em temperatura ambiente até o completo resfriamento. Para o método termopneumohidráulico, as muflas foram colocadas em uma termopolimerizadora (Figura 11) à pressão de 20 libras até atingir a temperatura de 120°C. Após atingir essa temperatura, houve um resfriamento até 90°C. Novamente, a temperatura foi elevada até 120°C por 40 minutos. Em seguida as muflas foram mantidas em temperatura ambiente até o completo resfriamento.



Figura 11 – Fotografia das termopolimerizadoras utilizadas para o processamento pelo método termopneumohidráulico.

Após a polimerização e a demuflagem pelo processo laboratorial, os cp foram submetidos ao acabamento e polimento com pontas abrasivas e lixas d'água n°s. 120, 150 e 180. O polimento foi realizado em um torno de bancada (Nevoni[®]) (Figura 12), com escova branca e roda de flanela com pastas de pedra-pomes/água e branco de espanha/água, respectivamente. O polimento foi finalizado com roda de flanela e pasta Universal (Kota[®]). A cada mudança de procedimento, os cp foram lavados em água corrente e submetidos a uma limpeza ultrassônica (Vitasonic II[®]) (Figura 13) por 02 minutos para retirada de resíduos provenientes das etapas anteriores.



Figura 12 – Fotografia do torno da bancada (Nevoni[®]).



Figura 13 – Fotografia do aparelho de ultrasson Vitasonic II[®].

Os cp foram divididos em três grupos (n = 20) de acordo com o método de processamento utilizado. Para os G1 e G3 foi utilizada a RAT Clássico® e para o G2, a RAT Onda-Cryl Clássico®. Cada grupo foi subdividido em quatro subgrupos com cinco cp nos volumes: grandes, médios, pequenos e laminares (Figuras 14, 15 e 16).

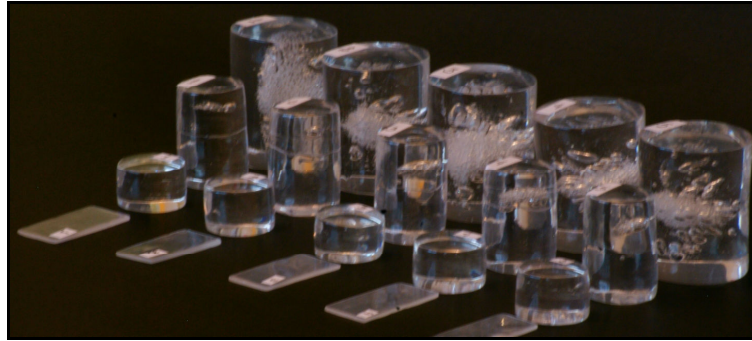


Figura 14 – Fotografia dos cp do G1.

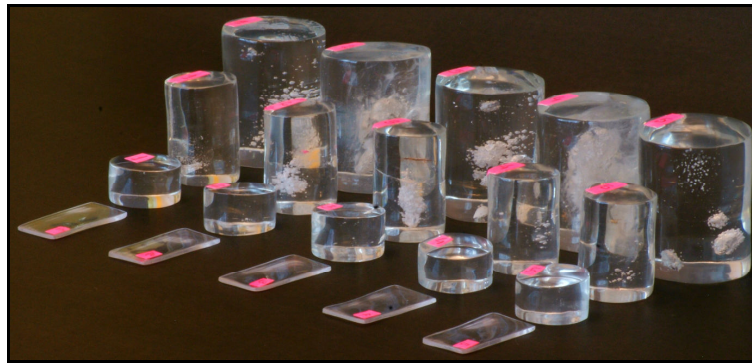


Figura 15 – Fotografia dos cp do G2.

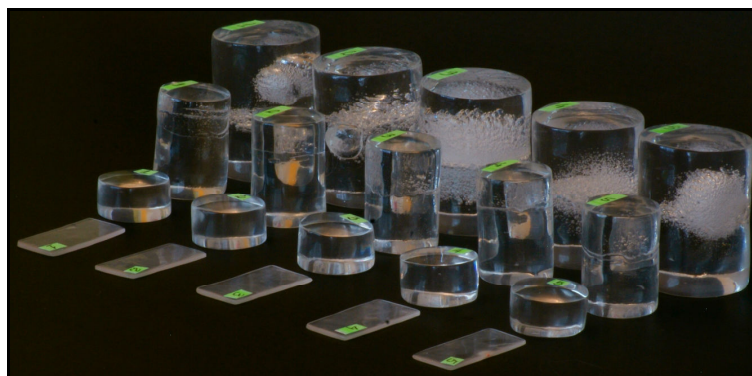


Figura 16 – Fotografia dos cp do G3.

Para a avaliação visual da porosidade interna determinou-se três cores para os diferentes grupos, onde G1 (branca); G2 (rosa) e G3 (verde) (Anexo A), sendo esta realizada por três observadores, alunos do décimo período, do curso de graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, de acordo com o sistema de escores modificado de Kimpara et al. (2009), previamente estabelecido, onde: “0” – ausência de poros; “1” – poros em quantidade mínima; “2” – poros em maior quantidade; “3” – poros ocupando grande parte do volume total e; “4” – poros na totalidade do volume (Anexo B).

Cada observador efetuou uma avaliação visual por toda dimensão de cada cp dos grupos G1 (método convencional), G2 (energia por micro-ondas) e G3 (termopneumohidráulico), atribuindo o escore para a análise da porosidade interna dos mesmos (Anexo C).

4.3 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Partindo do pressuposto que os observadores avaliaram basicamente a mesma dimensão, foi aplicado o teste *W* de *Kendall* para análise do coeficiente de concordância.

Os dados obtidos foram submetidos aos métodos estatísticos não paramétricos, tendo em vista que a variável “escore” foi mensurada em uma escala ordinal. Portanto, foram utilizados os testes *Kruskal-Wallis* e *Mann-Whitney* com nível de significância de 5%, sendo $p \leq 5$.

5 RESULTADOS

Analisando-se a distribuição de todos os cp para os três observadores nos escores atribuídos a estes foi possível perceber que o escore “0” foi mais frequente com 37,8% (n = 68) seguido de escore “1” com 31,1% (n = 56). O escore “4” foi o menos frequente com 1,7% (n = 03) obtendo-se uma média acumulada de 37,8% (Tabela 1, Figura 17).

Tabela 1 – Distribuição geral dos escores atribuídos aos cp.

Escore	Frequência	%	% acumulado
0	68	37,8	37,8
1	56	31,1	68,9
2	40	22,2	91,1
3	13	7,2	98,3
4	3	1,7	100,0
Total	180	100,0	

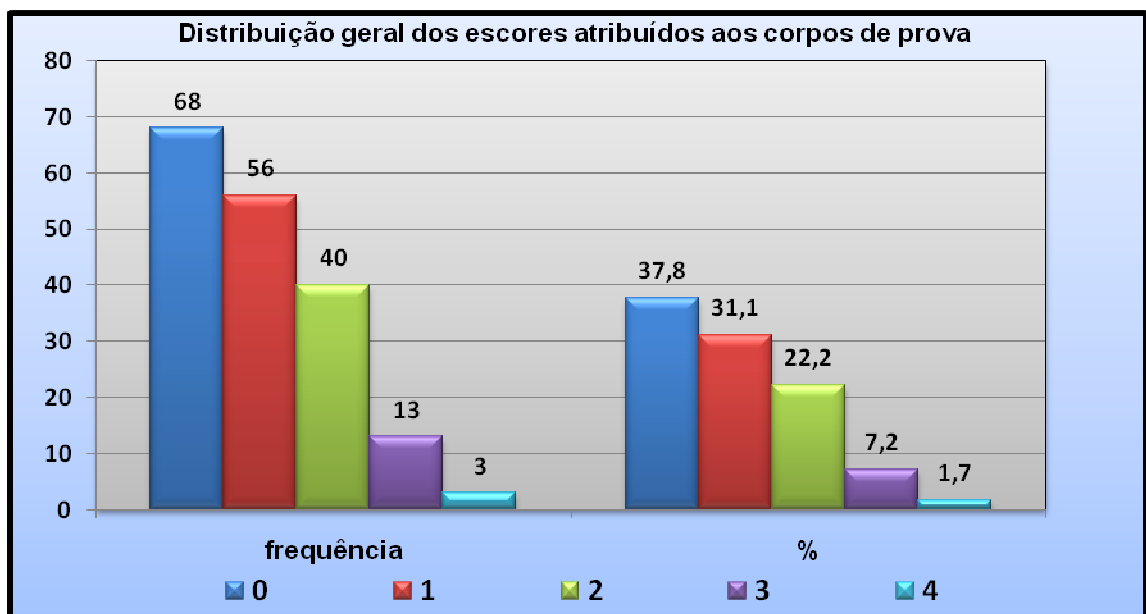


Figura 17 – Gráfico da distribuição dos escores atribuídos aos cp.

Foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre os escores e os tamanhos dos cp ($p = 0,023$), sendo que os grandes tenderam para um valor maior que os médios, e esses aos pequenos (Tabela 2, Figura 18). Os cp pequenos tiveram uma equivalência às lâminas.

Tabela 2 – Distribuição dos escores atribuídos ao volume dos cp.

Escore	Volume cp (%)				Média (%)
	Grande	Médio	Pequeno	Lâmina	
0	0,0	0,0	77,8	73,3	37,8
1	15,6	60,0	22,2	26,7	31,1
2	53,3	35,6	0,0	0,0	22,2
3	24,4	4,4	0,0	0,0	7,2
4	6,7	0,0	0,0	0,0	1,7
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	-

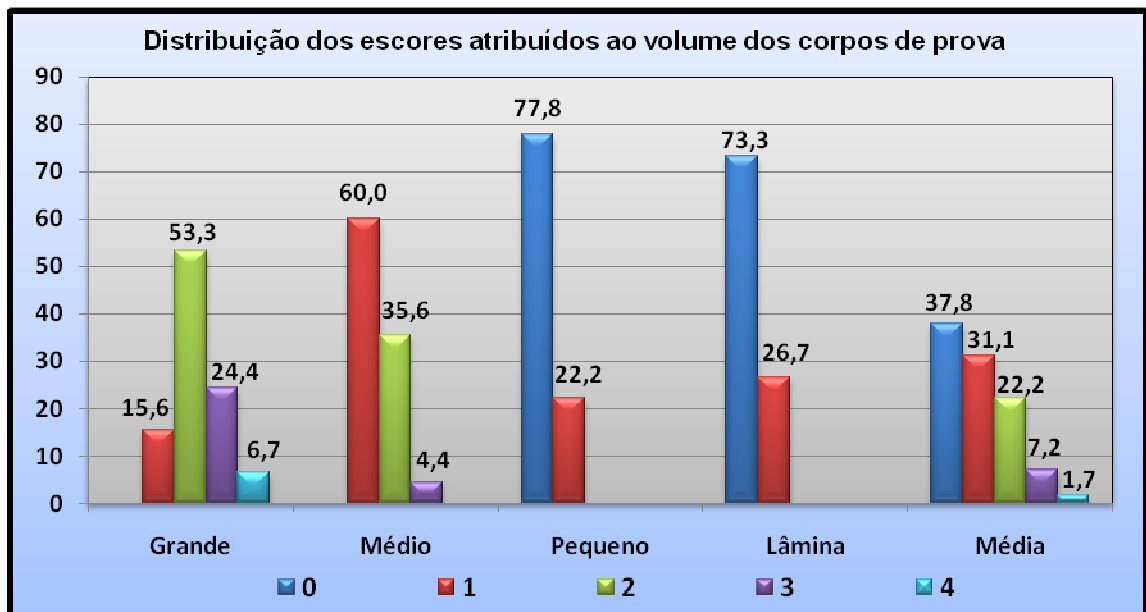


Figura 18 – Gráfico da distribuição dos escores atribuídos ao volume dos cp.

Com relação aos métodos de processamento não houve diferença estatisticamente significativa, onde o escore “0” atingiu maior percentual (40,0% com $n = 24$) nos métodos de processamento por energia de micro-ondas e termopneumohidráulico, respectivamente ($n = 24$), seguido do escore “1” com 36,7% ($n = 22$) para o processamento por energia de micro-ondas. Os escores “0” e “1” foram coincidentes para o método convencional com 33,3% ($n = 20$),

respectivamente. O escore “4” não foi observado no método termopneumohidráulico. A média percentual dos escores atribuídos aos cp de acordo com o método de polimerização atingiu 37,8% (Tabela 3, Figura 19).

Tabela 3 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o método de polimerização.

Escore	Método (%)			Média (%)
	Convencional	Micro-ondas	Termopneumohidráulico	
0	33,3	40,0	40,0	37,8
1	33,3	36,7	23,3	31,1
2	21,7	13,3	31,7	22,2
3	10,0	6,7	5,0	7,2
4	1,7	3,3	0,0	1,7
Total	100,0	100,0	100,0	-

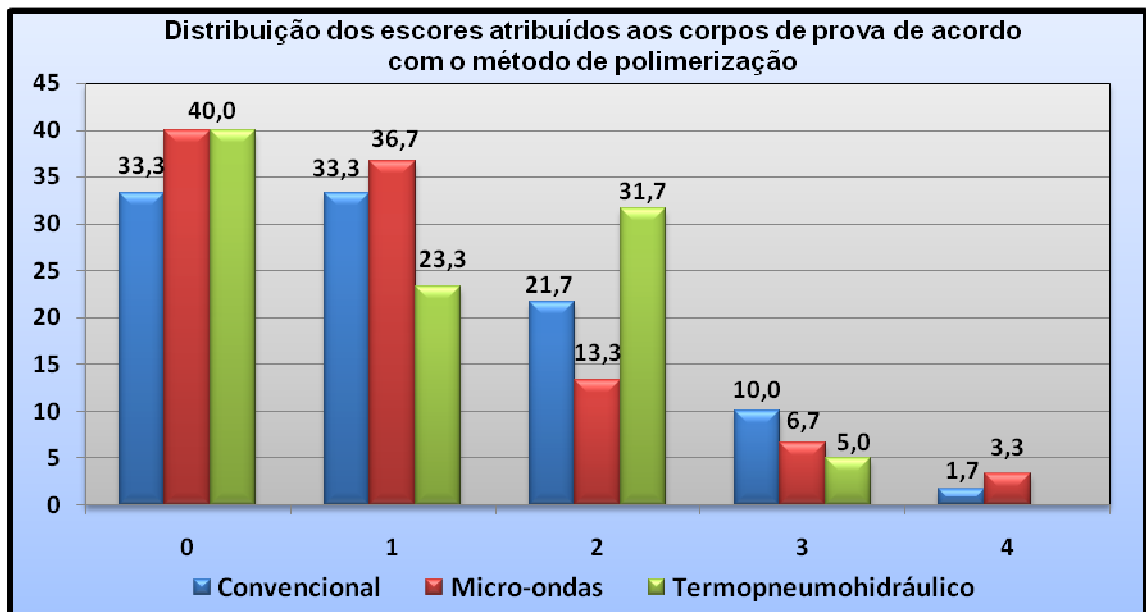


Figura 19 – Gráfico da distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o método de polimerização.

No método convencional houve uma prevalência para os cp laminares com o escore “0” (73,3%; n = 11), seguido pelos cp médios com o escore “1” (66,7%; n = 10). Os cp pequenos atingiram 60,0% (n = 09) com o escore “0”. O escore “2” foi atribuído aos cp grandes com 53,3% (n = 08) e aos médios com 33,3% (n = 05). Os escores “3” e “4” somente foram atribuídos aos cp grandes com 40,0% (n = 06) e 6,7% (n = 01), respectivamente. A média percentual dos escores atribuídos aos cp

de acordo com o volume e pelo método convencional de polimerização foi igual para os escores “0” e “1” com 33,3% (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e o método de polimerização convencional.

Método	Escore	cp (%)				Média (%)
		Grande	Médio	Pequeno	Lâmina	
Convencional	0	0,0	0,0	60,0	73,3	33,3
	1	0,0	66,7	40,0	26,7	33,3
	2	53,3	33,3	0,0	0,0	21,7
	3	40,0	0,0	0,0	0,0	10,0
	4	6,7	0,0	0,0	0,0	1,7
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0	-

Para o processamento por energia de micro-ondas, a prevalência também, foi para os cp laminares com o escore “0” com 88,7% (n = 13), seguido pelos cp pequenos, também com o escore “0” (73,3%, n = 11). Os cp médios atingiram 66,7% (n = 10) com o escore “1”. Também com o escore “1”, os cp grandes obtiveram 40,0% (n = 06). Com o escore “1”, os cp médios, pequenos e laminares ficaram com 26,7% (n = 04) e 13,3% (n = 02), respectivamente. Com o escore “2”, os cp grandes e médios ficaram com 33,3% (n = 05) e 20,0% (n = 03), respectivamente. O escore “3” para os cp grandes e médios foi igual com 13,3% (n = 02). Apenas com o escore “4”, os cp grandes ficaram com 13,3% (n = 02). A média percentual dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e pelo método de polimerização por energia de micro-ondas para os escores “0” ficou com 40,0% e escore “1” com 36,7%, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e o método de polimerização por energia de micro-ondas.

Método	Escore	cp (%)				Média (%)
		Grande	Médio	Pequeno	Lâmina	
Micro-ondas	0	0,0	0,0	73,3	88,7	40,0
	1	40,0	66,7	26,7	13,3	36,7
	2	33,3	20,0	0,0	0,0	13,3
	3	13,3	13,3	0,0	0,0	6,7
	4	13,3	0,0	0,0	0,0	3,3
	Total		100,0	100,0	100,0	100,0

A polimerização termopneumohidráulica obteve prevalência para os cp pequenos com 100% (n = 15) com o escore “0”, seguidos dos cp grandes com 73,3% (n = 11) com o escore “2”. Os cp laminares com o escore “0” atingiram 60,0% (n = 09). Os cp médios com escore “2” ficaram com 53,3% (n = 08), seguido do escore “1” com 46,7% (n = 7). Os cp laminares com escore “1” ficaram com 40,0% (n = 06). O escore “3” foi atribuído somente aos cp grandes com 20,0% (n = 03). A média percentual dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e pelo método de polimerização termopneumohidráulico para os escores “0”, também ficou com 40,0% e escore “2” com 31,7%, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Distribuição dos escores atribuídos aos cp de acordo com o volume e o método de polimerização termopneumohidráulico.

Método	Escore	cp (%)				Média (%)
		Grande	Médio	Pequeno	Lâmina	
Termopneumohidráulico	0	0,0	0,0	100,0	60,0	40,0
	1	6,7	46,7	0,0	40,0	23,3
	2	73,3	53,3	0,0	0,0	31,7
	3	20,0	0,0	0,0	0,0	5,0
	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total		100,0	100,0	100,0	100,0

No geral não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os métodos de processamento ($p = 0,593$). Também foi observado que não houve diferenças estatisticamente significantes quando se cruzou os pares: método convencional *versus* método por energia de micro-ondas ($p = 0,307$); método convencional *versus* método termopneumohidráulico ($p = 0,626$) e; método de energia por micro-ondas *versus* método termopneumohidráulico ($p = 0,595$) (Tabela 7, Figuras 20, 21 e 22).

Tabela 7 – Cruzamento dos pares dos métodos de polimerização.

Método de Polimerização	Valor de p
Convencional <i>versus</i> Energia de micro-ondas	0,307
Convencional <i>versus</i> Termopneumohidráulico	0,626
Energia de micro-ondas <i>versus</i> Termopneumohidráulico	0,595

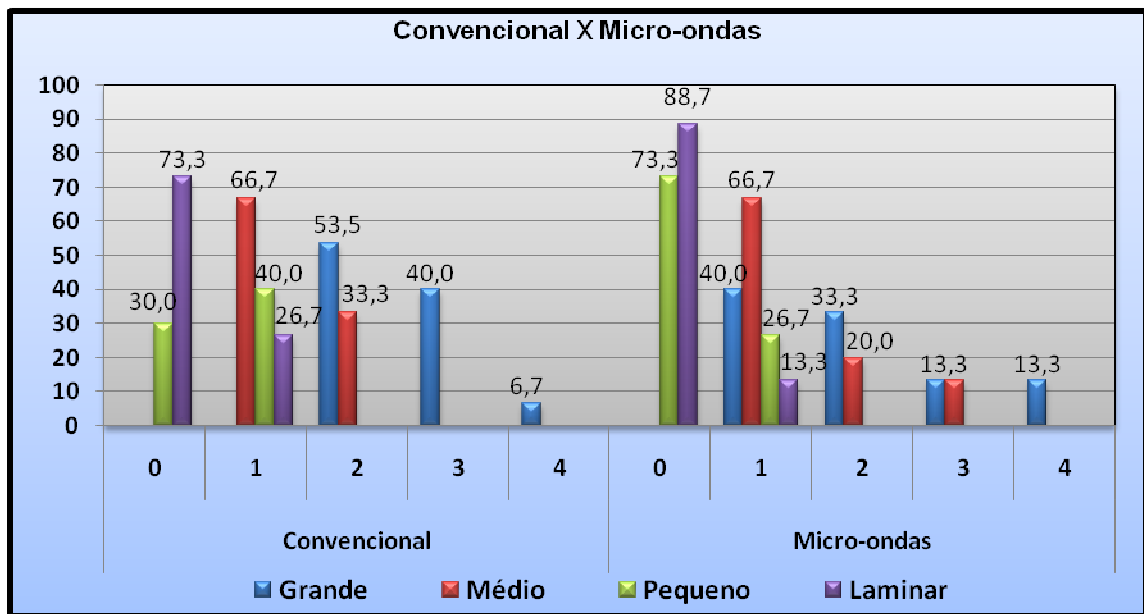


Figura 20 – Gráfico do cruzamento dos métodos de polimerização convencional e por energia de micro-ondas de acordo com os escores atribuídos aos cp quanto ao volume.

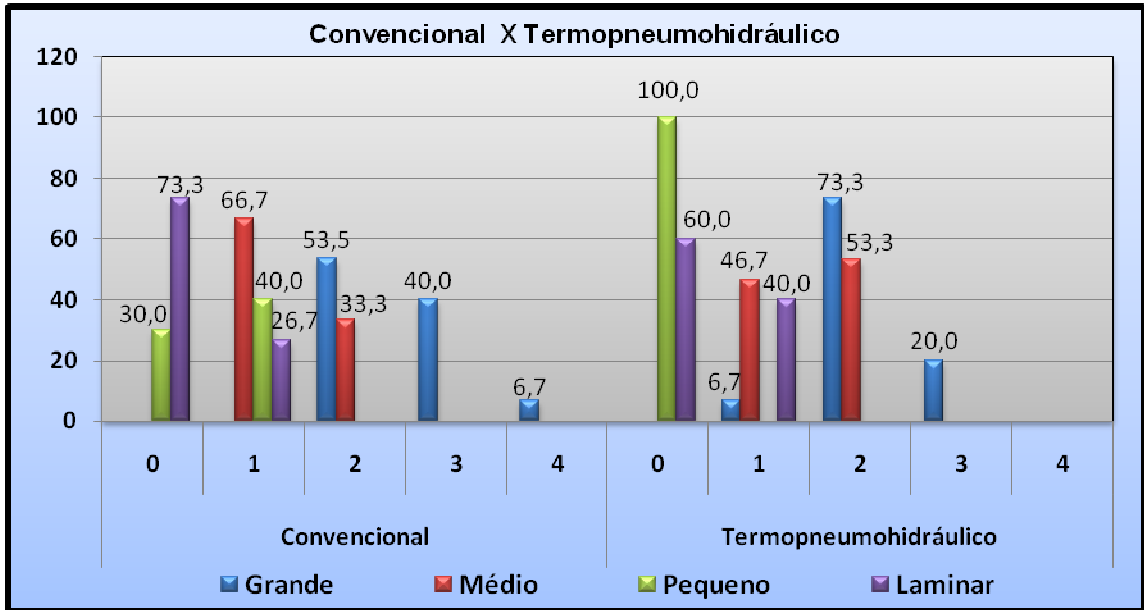


Figura 21 – Gráfico do cruzamento dos métodos de polimerização convencional e termopneumohidráulico de acordo com os escores atribuídos aos cp quanto ao volume.

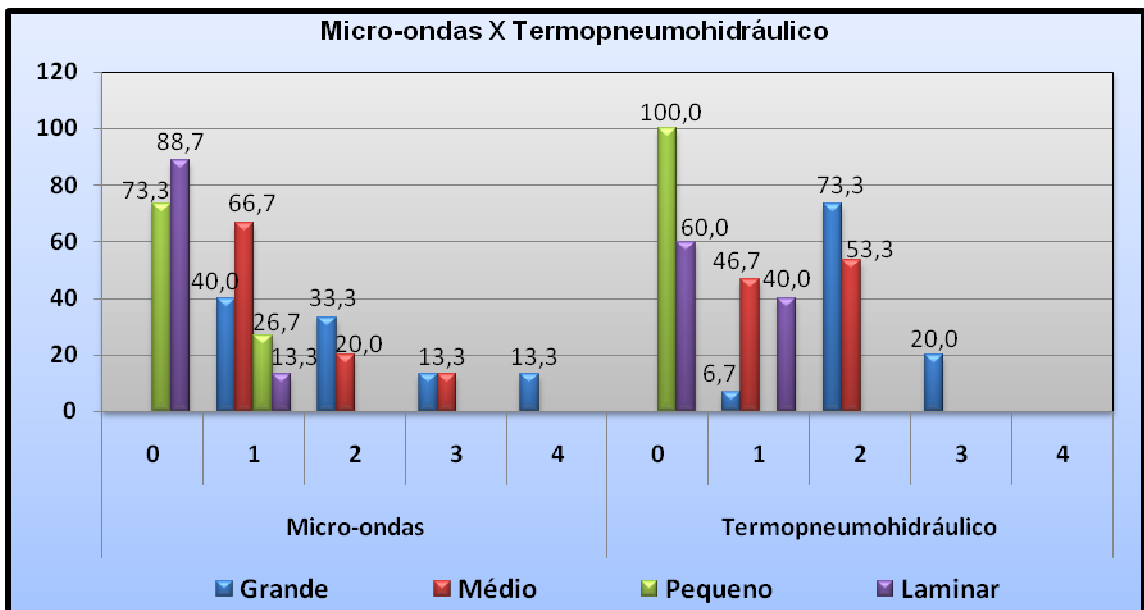


Figura 22 – Gráfico do cruzamento dos métodos de polimerização por energia de micro-ondas e termopneumohidráulico de acordo com os escores atribuídos aos cp quanto ao volume.

No cruzamento dos métodos de processamento convencional *versus* energia por micro-ondas, houve prevalência para o escore “1” (66,7% *versus* 66,7%) para os cp médios. Já no cruzamento dos métodos de processamento convencional *versus* termopneumohidráulico, o escore “2” foi prevalente com 53,3% *versus* 73,3% para os cp grandes. Quando se cruzou os métodos de processamento por energia

de micro-ondas *versus* termopneumohidráulico, o escore “2” também foi prevalente com 73,3% *versus* 33,3%, seguido do escore “1” com 66,7% para os cp grandes e médios, respectivamente (Figura 23).

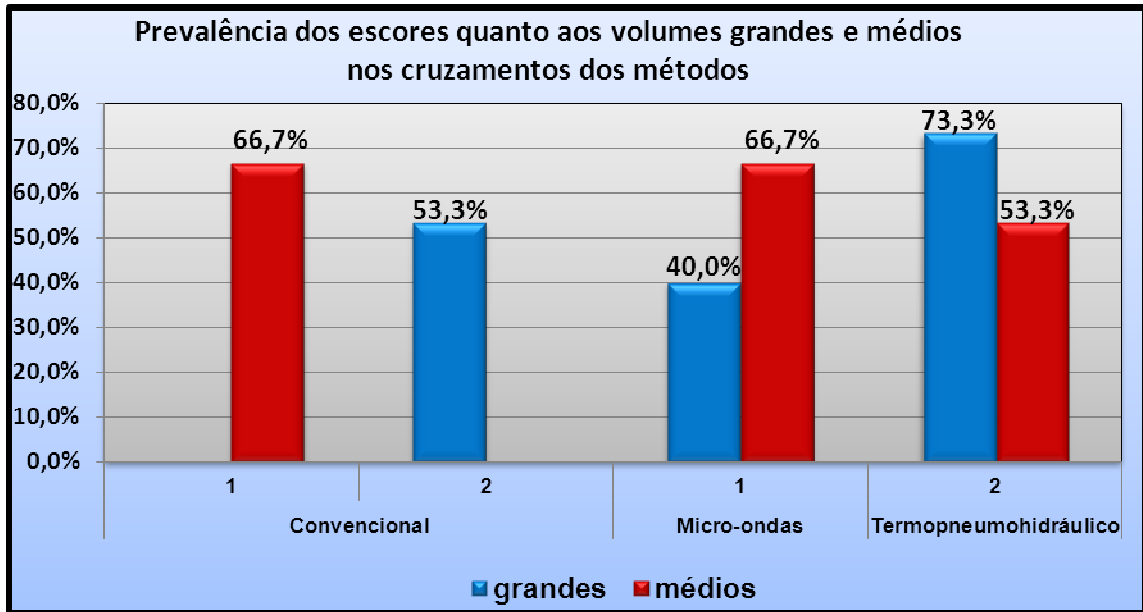


Figura 23 – Gráfico da prevalência dos escores atribuídos aos cp grandes e médios nos cruzamentos dos métodos de polimerização.

Para os cp de menores volumes, no cruzamento dos métodos de processamento convencional *versus* energia por micro-ondas, houve prevalência para o escore “0” (73,3% *versus* 88,7%), para os cp laminares; o mesmo ocorrendo para os cp pequenos (60,0% *versus* 73,35%), seguido do escore “1” para os cp pequenos com 40,0% *versus* 26,7% e 26,7% *versus* 13,3% para os cp laminares. No cruzamento dos métodos de processamento por energia de micro-ondas *versus* termopneumohidráulico, o escore “0” prevaleceu com 73,3% *versus* 100,0%, para os cp pequenos. O escore “0” também foi prevalente para os cp laminares com 88,7% *versus* 60,0% no mesmo cruzamento, seguido do escore “1” com 13,3% *versus* 40,0%. Neste cruzamento, o escore “1” apresentou-se com 26,7% no método de processamento de energia por micro-ondas para os cp pequenos. Já no cruzamento dos métodos convencional *versus* termopneumohidráulico, o escore “0” também foi prevalente nos cp pequenos com 60,0% *versus* 100,0%, seguido pelos cp laminares com 73,3% *versus* 60,0%. No mesmo cruzamento, o escore “1” foi prevalente com

26,7% versus 13,3% para os cp laminares que se apresentou com 40,0% no método de processamento convencional (Figura 24).

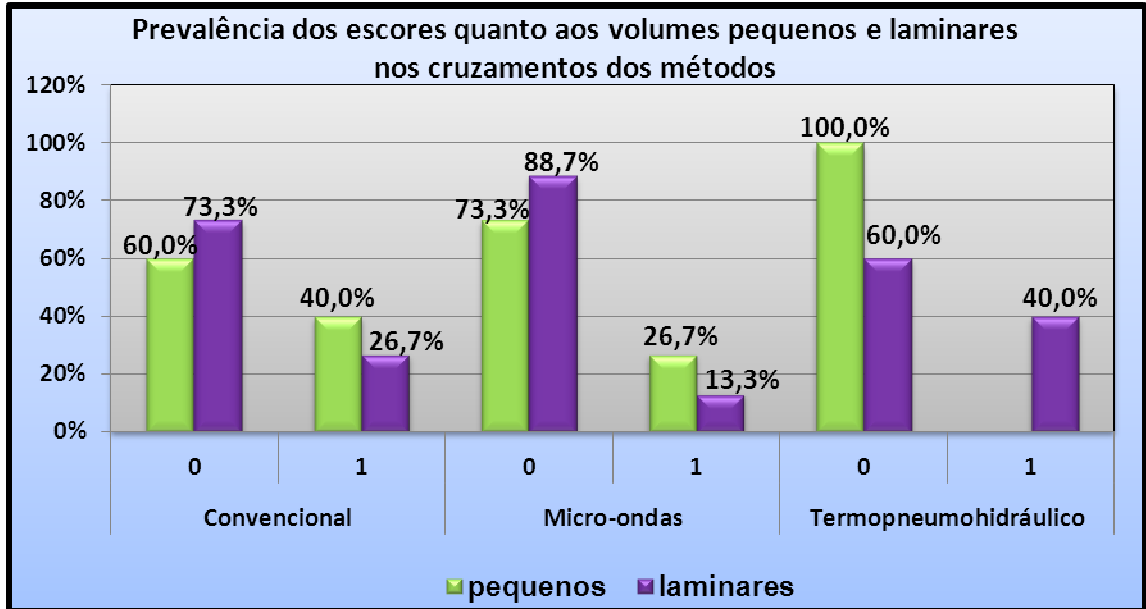


Figura 24 – Gráfico da prevalência dos escores atribuídos aos cp pequenos e laminares nos cruzamentos dos métodos de polimerização.

6 DISCUSSÃO

A polimerização das resinas acrílicas pode ser influenciada por diversos fatores: a reação de polimerização (ANUSAVICE, 2005; ARAÚJO, 1973; COMPAGNONI et al., 2004; DE CLERCK, 1987; JEROLIMOV et al., 1989; KELLER; LAUTENSCHAGER, 1985), o ciclo de polimerização (ANUSAVICE, 2005; BORGES, 2001; CANADAS et al., 2006; KIMPARA et al., 1999, PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPARA, 1999; PERO et al., 2008; SAMUEL; GONZATO; SUZUKI, 1996; YANNIKAKIS et al., 2002), a proporção pó/líquido (ANUSAVICE, 2005; BORGES, 2001; KELLER; LAUTENSCHAGER, 1985; KIMPARA et al., 2009; KIMURA et al., 1983; TANJI, 2000), a temperatura de polimerização (ANUSAVICE, 2005; ARAÚJO, 1973; BAFILE et al., 1991; BERG; GJERDT, 1985; CARVALHAL et al., 2002; COMPAGNONI et al., 2004; DE CLERCK, 1987; DUARTE, 2006; GARCIA, 1995; GAY; KING, 1979; GOMES et al., 2006; JEROLIMOV et al., 1989; KIMPARA et al., 1999, 2009; KIMURA et al., 1983; KIMURA; TERAOKA; SAITO, 1984; LAI et al., 2004; LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989; NISHII, 1968; PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPARA, 1999; ROSSATO et al., 2008; TANJI et al., 2001; TAUBERT; NOWLIN, 1992; UNURWADE; SIDHAYE, 1989), o tempo de polimerização pós-prensagem (ALMEIDA, 2001; BORGES, 2001; TANJI, 2000), o tipo de resina acrílica (COMPAGNONI et al., 2004; JEROLIMOV et al., 1989), a fase da prensagem da resina acrílica (DE CLERCK, 1987; GARCIA, 1995; KIMPARA et al., 1999, 2009; KIMPARA; MUENCH, 1996; KIMURA et al., 1983; PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPARA, 1999), o volume e a geometria dos cp (AL DORI; HUGGETT; BATTES; 1988; BAFILE et al., 1991; BERG; GJERDT, 1985; BORGES, 2001; BORGES; DOMITTI; CONSANI, 2000; BOTEAGA et al., 2004; BRAUN; DEL BEL CURY; CURY, 1998; CANADAS et al., 2006; CARVALHAL et al., 2002; COMPAGNONI et al., 2004; DUARTE, 2006; FIRTELL; HARMAN, 1983; GANZAROLLI, 2001; GARCIA, 1995; GAY; KING, 1979; GOIATO et al., 2004; ILBAY; GÜVENER; ALKUMRU, 1994; JEROLIMOV et al., 1989; KIMPARA et al., 1999, 2009; KIMURA et al., 1983; MING; CHANGXI; WEIZHOU, 1996; NISHII, 1968; NOWLIN; TAUBERT; BOESEL, 1991; OLIVEIRA et al., 2003; PERO et al., 2006, 2008; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; ROSSATO et al., 2008; SHLOSBERG et al., 1989; TANJI, 2000; TANJI et al., 2001;

TRUONG; TOMASZ, 1988; TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003; YANNIKAKIS et al., 2002). Os fatores capazes de influenciar a cura das resinas acrílicas considerados neste estudo foram o tipo de resina acrílica, os métodos de processamento e os volumes dos cp.

Na polimerização da resina acrílica, o PMMA, requer a ativação de um iniciador, o peróxido de benzoíla, que forma os primeiros radicais livres que iniciam a polimerização em cadeia, em temperaturas acima de 60°C. Resinas acrílicas polimerizadas em temperaturas próximas à da ebulição do monômero (100,8°C) apresentam altos níveis de porosidade, sendo que essa temperatura é facilmente atingida quando o calor interno gerado pela reação exotérmica da resina acrílica não é eliminado eficazmente (ANUSAVICE, 2005; DE CLERCK, 1987).

A polimerização das resinas acrílicas pode ser pelo método convencional em água quente (AL DORI; HUGGETT; BATTES; 1988; BAFILE et al., 1991; BERG; GJERDT, 1985; BORGES, 2001; BORGES; DOMITTI; CONSANI, 2000; BRAUN; DEL BEL CURY; CURY, 1998; CANADAS et al., 2006; CARVALHAL et al., 2002; COMPAGNONI et al., 2004; DE CLERCK, 1987; DUARTE, 2006; GANZAROLLI, 2001; GARCIA, 1995; GAY; KING, 1979; KIMPARA et al., 1999, 2009; KIMPARA; MUENCH, 1996; KIMURA et al., 1983; KIMURA; TERAOKA; SAITO, 1984; JEROLIMOV et al., 1989; LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989; MING; CHANGXI; WEIZHOU, 1996; PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPARA, 1999; PERO et al., 2006, 2008; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; SAMUEL; GONZATO; SUZUKI, 1996; SANDERS; LEVIN; REITZ, 1987; SHLOSBERG et al., 1989; TANJI, 2000; TANJI et al., 2001; TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003; TRUON; TOMASZ, 1988; UNDURWADE; SIDHAYE, 1989; WOFAARDT; CLEATON-JONES; FATT, 1986; YANNIKAKIS et al. 2002), em forno de micro-ondas (AL DORI; HUGGETT; BATTES; 1988; ALMEIDA, 2001; BAFILE et al., 1991; BORGES, 2001; BORGES; DOMITTI; CONSANI, 2000; BOTEAGA et al., 2004; BRAUN; DEL BEL CURY; CURY, 1998; COMPAGNONI et al., 2004; DE CLERCK, 1987; DUARTE, 2006; GANZAROLLI, 2001; GARCIA, 1995; GOIATO et al., 2004; ILBAY; GÜVENER; ALKUMRU, 1994; KIMURA et al., 1983; KIMURA; TERAOKA; SAITO, 1984; KIMPARA; MUENCH, 1996; LAI et al., 2004; LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989; NOWLIN; TAUBERT; BOESEL, 1991; OLIVEIRA et al., 2003; PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPARA, 1999; PERO et al., 2006, 2008; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; ROSSATO et al., 2008; SANDERS; LEVIN; REITZ, 1987; SHLOSBERG et al., 1989; TANJI, 2000;

TANJI et al., 2001; TAUBERT; NOWLIN, 1992; TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003; YANNIKAKIS et al., 2002) e em água quente sob pressão (BERG; GJERDT, 1985; CARVALHAL et al., 2002; GAY; KING, 1979; KELLER; LAUTENSCHLAGER, 1985; MING; CHANGXI; WEIZHOU, 1996; TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003). Sendo assim, esta pesquisa utilizou-se dos três métodos de polimerização para verificar a presença de porosidade interna das resinas acrílicas da marca Clássico®.

A porosidade das resinas acrílicas tem sido atribuída a uma variedade de fatores que incluem incorporação de ar durante a mistura, contração de polimerização e evaporação do monômero associada com a reação exotérmica, (COMPAGNONI et al., 2004; KELLER; LAUTENSCHLAGER, 1985), a polimerização incompleta da resina acrílica, ao excesso de aquecimento durante a sua polimerização (PERO et al., 2006), a presença de monômero residual, a incorporação insuficiente de monômero ao polímero e inadequada compressão de prensagem com temperatura acima de 74°C (COMPAGNONI et al., 2004). No entanto, para Wolfaardt, Cleaton-Jones e Fatti (1986) é praticamente impossível isolar um único fator que cause a formação de poros em uma resina acrílica, fato este também observado neste estudo.

Para evitar porosidade, De Clerck (1987) utilizou-se de ciclos com temperaturas mais baixas por períodos prolongados, evitando que o meio externo ficasse mais quente que o interior da mufla, possibilitando assim, a eliminação do calor. Porém, se o calor necessário à quebra do peróxido de benzoíla em radicais livres (60°C) pudesse ser gerado dentro da própria resina acrílica, a temperatura no exterior da mufla se manteria baixa. Dessa forma, o calor da reação de polimerização seria eliminado com maior eficiência, minimizando-se os riscos de porosidade na resina acrílica. Para Firtell e Harman (1983) e Wolfaardt, Cleaton-Jones e Fatti (1986), as porosidades das resinas acrílicas processadas pelo método convencional aumentam proporcionalmente com o aumento da espessura da resina acrílica, corroborando com os resultados desta pesquisa.

Neste estudo para avaliação da porosidade foi utilizado um sistema de escores modificado de Anusavice (2005) e que foi utilizado por Kimpara et al. (2009) onde três observadores atribuíram os seguintes escores: “0” – sem porosidade; “1” – mínima quantidade de porosidade; “2” – quantidade apreciável de porosidade e; “3” – grande quantidade de porosidade; entretanto, esta pesquisa atribuiu os escores: “0” – ausência de poros; “1” – poros em quantidade mínima; “2” poros em maior

quantidade; “3” – poros ocupando grande parte do volume total do cp e; “4” – poros na totalidade do volume do cp. Esta modificação se deu tendo em vista a necessidade de um escore que atendesse, de maneira clara, as quantificações de porosidades observadas visualmente. Botega et al. (2004), Braun, Del Bel Cury e Cury (1998), Duarte (2006), Goiato et al. (2004) e Reitz, Sanders e Levin (1985), também utilizaram escores intermediários, entretanto quantificaram as porosidades existentes por microscopia sendo que, cada trabalho utilizou um sistema de escore próprio. Gay e King (1979) utilizaram o escore “0” para porosidades não perceptíveis; “1” para porosidade difusa e; “2” para porosidades grosseiras. Ao contrário de Kimpara e Muench (1996), que também utilizaram três observadores, atribuindo escores de “0” a “5”, onde “0” – ausência de poros; “1”, “2”, “3” e “4” – graus intermediários de poros, dificultando o entendimento da quantificação de porosidades, ficando o escore “5” para grande quantidade de poros. Rossato et al. (2008), observaram a porosidade utilizando apenas um observador com os seguintes escores: “0” para ausência de poros e “1” e “2” para graus intermediários de poros.

O primeiro estudo utilizando energia de micro-ondas foi publicado por Nishii (1968) quando descreveu que este método é capaz de diminuir o tempo de polimerização das resinas acrílicas convencionais, prevenindo a formação de porosidade interna, principal evento que repercute na alteração de suas demais características físico-químicas e mecânicas. Observou que, com a redução da energia de alta frequência, e, conseqüentemente da potência, foi possível obter uma resina acrílica livre de porosidades e com propriedades físicas tão satisfatórias quanto aquelas polimerizadas em banho de água quente, desde que a irradiação fosse de 11 minutos. Entretanto, somente na década de 80 a resina acrílica polimerizada por energia de micro-ondas foi desenvolvida pelos japoneses Ilbay, Güvener e Alkumru (1994) e Kimura, Teraoka e Saito (1984) elaboraram uma mufla própria de fibra de vidro, que não refletia a radiação das micro-ondas. Neste estudo, no processamento por energia de micro-ondas utilizou-se muflas específicas para a devida polimerização.

Para polimerização em forno de micro-ondas pode ser utilizada a imersão ou não da mufla em recipiente com água, e, a mistura de polímero da resina acrílica para forno de micro-ondas com o monômero da resina de termopolimerização convencional pode ser processada por energia de micro-ondas, sem alteração da

porosidade da resina acrílica nos cp com dimensões de 20 X 20 X 5mm (ROSSATO et al., 2008).

Resinas acrílicas convencionais, quando polimerizadas por energia de micro-ondas, podem apresentar maior porosidade (BRAUN; DEL BEL CURY; CURY, 1998; RIZZATI-BABOSA et al., 1998), enquanto que, as resinas designadas para esse processo de polimerização, apresentam menor incidência de porosidade (RIZZATI-BABOSA et al., 1998). Para este estudo utilizou-se a resina acrílica Onda Cryl[®] da marca Clássico, própria para o método de polimerização por energia de micro-ondas seguindo as especificações do fabricante.

Anusavice (2005) e De Clerck (1987) explicaram que as energias das micro-ondas geradas no magnetron a uma frequência de 2.450MHz fazem com que as moléculas de MMA mudem de direção cerca de cinco bilhões de vezes por segundo. Consequentemente, ocorrem várias colisões intermoleculares, causando rápido aquecimento da resina acrílica. Já no método convencional em banho de água, o aquecimento da resina acrílica ocorre passivamente porque o calor é gerado externamente e as moléculas de monômero se chocam em consequência desse aquecimento.

Objetivando a redução da concentração do monômero na mistura, Keller e Lautenschlager (1985), alteraram a proporção pó/líquido para 2.0:1, 2.2:1 e 1,3:1 e observaram uma redução na porosidade. Entretanto, para Anusavice (2005), a proporção ideal entre pó/líquido é 3:1 que assegura as propriedades ideais na estrutura final das resinas acrílicas. A polimerização da resina acrílica ocorre em função de uma reação de adição, onde as moléculas de peróxido de benzoíla presentes no pó (polímero) se decompõem, formando radicais livres que reagem com uma molécula de monômero presente no líquido para iniciar o crescimento da cadeia polimérica. Essa reação exotérmica ocorre a partir de 60°C, podendo ser ativada pelo calor. A proporção de 3:1 é recomendada pelo fabricante e observada por Borges (2001), Tanji (2000) e Kimpara et al., (2009), o que também foi utilizado neste estudo.

A formação da mistura pó/líquido de resina acrílica com três pesos diferentes, oito tempos de polimerização para que atingisse a fase plástica e a polimerização completa pelos métodos de processamento convencional e por energia de micro-ondas foi analisada por Kimura et al. (1983) quando observaram a ocorrência de uniformidade na formação dos poros dos cp medindo 4,3 X 1,0 X

1,0cm para as resinas acrílicas Caulk Lucitone[®], Urban Denture Acrylic[®], Justi Denture Base[®] e Teets Denture Material[®] polimerizadas por energia de micro-ondas (resfriadas subitamente e resfriadas lentamente sobre a bancada até a temperatura ambiente) e no método convencional (banho em água quente 74°C por 09 horas e resfriada subitamente por 20 minutos em água corrente). Neste estudo, utilizou o mesmo método, porém o resfriamento foi realizado em temperatura ambiente. A resina acrílica Justi Type B Denture Base Microwave Oven Cure[®], especialmente formulada para uso em forno de micro-ondas exibiu menor quantidade de porosidade, fato este que pode ser atribuído à diferença de composição das resinas acrílicas que apresentam na sua fórmula monômeros de MMA (SANDERS; LEVIN; REITZ, 1987). Para Ganzarolli (2001), a porosidade foi avaliada pelo peso de cada amostra em ar e água, em balança cuja precisão é de 0,001g em cp medindo 65,0 X 65,0 X 5,0mm manipulados e polimerizados pelos seguintes métodos: 1) prensagem convencional e polimerização em banho de água; 2) prensagem convencional, curada por energia de micro-ondas e; 3) método de resina injetada, polimerizada em banho de água. Observou que a resina acrílica Clássico[®] apresentou menos poros quando comparada com a resina acrílica Onda Cryl[®] e esta, menos que a resina acrílica Palaxpress[®]. Nesta pesquisa a verificação da existência da porosidade interna foi realizada visualmente.

Os problemas de porosidade relacionados com o rápido aquecimento da massa de resina acrílica puderam ser controlados com o ciclo de 24 minutos a 70W, porém, em volumes superiores a 3mm de espessura, a porosidade não pôde ser evitada (AL DOORI; HUGGETT; BATTES, 1988). A redução da potência do forno de micro-ondas de 400W para 90W e o aumento do tempo de 05 para 13 minutos, reduziu o percentual de porosidades na amostra de 70% para 30%, otimizando o processo de energia por micro-ondas (LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989). Esta pesquisa utilizou apenas um ciclo de polimerização por energia de micro-ondas, aquela recomendada pelo fabricante, onde a mufla é irradiada a 40% da potência por 03 minutos, seguida de 03 minutos de descanso e novamente irradiada a 60% da potência por 10 minutos.

Quanto ao volume dos cp pelo método de processamento convencional, Jerolimov et al. (1989) afirmaram que polimerizações em cp de espessuras diferentes medindo 3mm, 6mm e 9mm, realizadas a 70°C produziram resinas

acrílicas livres de poros, mesmo quando a reação exotérmica final atingiu 137°C na região central da resina acrílica, permitindo suficiente conversão e dissipação de calor. Entretanto, Paes Júnior, Marchini e Kimpára (1999) avaliaram a formação de poros em cubos medindo 2cm de aresta confeccionados em resinas acrílicas Clássico® e Onda-Cryl®, nos métodos de polimerização convencional e por energia de micro-ondas, e prensadas nas fases pegajosa, plástica e borrachóide, sendo que os polimerizados convencionalmente e prensados na fase pegajosa e borrachóide com período de descanso de 24 horas apresentaram os melhores resultados; as recomendações estabelecidas pelo fabricante para a espessura dos cp, não impediram a ocorrência de porosidade. Fato este observado nesta pesquisa que também utilizou um cp com dimensões similares e as resinas acrílicas foram prensadas na fase plástica, fase esta também utilizada por alguns autores pesquisados (DE CLERCK, 1987; GARCIA, 1995; KIMPÁRA et al., 2009; KIMURA et al., 1983; PAES JÚNIOR; MARCHINI; KIMPÁRA, 1999).

A polimerização sob pressão de resinas acrílicas é um método rápido e fácil na produção de próteses, causam menos porosidade e pode ser usado com segurança (CARVALHAL et al., 2002). De acordo com os resultados de Keller e Lautenschlager (1985), um pequeno aumento da pressão de polimerização, obtido por uma modificação do aparelho, foi possível obter a redução da porosidade e melhorar a resistência à tração.

Utilizando diferentes processos de polimerização com e sem pressão, Gay e King (1979) verificaram visualmente que os cp de 10mm e 5mm de espessura apresentaram porosidades grosseiras e difusas, respectivamente, nos diferentes processos de polimerização sob pressão com exceção da polimerização sem pressão por 09 horas a 75°C. Os cp de 3mm e com espessuras graduais de 0,5 a 2mm não apresentaram porosidades visíveis nestes métodos de processamento. Também Ilbay, Güvener e Alkumru (1994), utilizando cp com dimensões de 20,0 X 1,0mm e Canadas et al. (2006), com os cp medindo 15 X 5mm preparados com resina acrílica convencional e polimerizados por energia de micro-ondas observaram que não houve porosidade estatisticamente significativa, corroborando com os achados deste estudo.

Para avaliar a porosidade das resinas acrílicas, a base de MMA, termopolimerizadas em uma panela de pressão automaticamente controlada, Ming, Changxi e Weizhou (1996) ressaltaram que o método apresentou eficiência na

polimerização em menor tempo não apresentando porosidades. No estudo de Turano, Ferreira e Turano (2003) foi possível observar que a polimerização termopneumohidráulica mostrou-se superior ao ciclo convencional, sendo, portanto, a mais indicada para evitar porosidades. No entanto, neste estudo, o método de polimerização termopneumohidráulico não diferiu estatisticamente dos métodos por energia de micro-ondas e convencional.

Berg e Gjerdet (1985) afirmaram que o processamento sob pressão “é o único método prático”, tendo em vista que, quantidades inaceitáveis de porosidade podem ser evitadas independentemente da resina acrílica utilizada. Também Ming, Changxi e Weizhou (1996) utilizando cp medindo 60 X 50 X 6mm e Turano, Ferreira e Turano (2003), com dimensões 04 X 2,7cm, 03 X 1,5 X 0,3cm e 3,2 X 1,0 X 1,8cm, comungam que a polimerização termopneumohidráulica mostrou-se superior ao ciclo convencional quando utilizaram cp confeccionados em RAT (Clássico®). Porém, nesta pesquisa, o processamento termopneumohidráulico não diferiu dos métodos convencional e por energia de micro-ondas quanto à presença de porosidade, no entanto foi observado que este método foi o que obteve menor número de poros nos cp de menores volumes, não diferindo portanto, dos métodos convencional e do de energia por micro-ondas.

Um maior intervalo de tempo entre a prensagem e a polimerização reduz o número de poros; a fase borrachóide tende a diminuir as porosidades e que na polimerização imediata, pode haver isenção de poros em até 1,0cm de espessura e naquela, após 24 horas, em cp de até 2,0cm (KIMPARA; MUENCH, 1996). Para Samuel, Gonzato e Suzuki (1996), o aumento do tempo decorrido entre a prensagem e a polimerização não foi um fator determinante na formação de porosidade e sugeriram que após a prensagem a polimerização pode ser executada após um intervalo de até duas semanas sem riscos de causar porosidade na peça protética, desde que sejam observadas as recomendações do fabricante e mantidos os cuidados requeridos para uma técnica correta de manipulação das resinas acrílicas termopolimerizáveis. Nesta pesquisa, foram seguidos os passos recomendados pelos fabricantes.

No que diz respeito à influência do tempo pós-prensagem imediato e 24 horas sobre as RAT Clássico® (métodos convencional), QC-20® (ciclo rápido) e Onda-Cryl® (energia de micro-ondas) em cp medindo 65mm X 10mm X 3,0mm e

64mm X 9mm X 3,0mm, Tanji (2000) observou que existe maior porosidade na resina acrílica Onda-Cryl[®] no tempo imediato e na resina acrílica QC-20[®], após 24 horas. Quando o tempo pós-prensagem foi comparado por Almeida (2001), todas as resinas acrílicas mostraram diferenças estatísticas significantes. Nas resinas acrílicas ativada termicamente em forno de micro-ondas modelo AW42 (Continental[®]) com potência de saída de 900W e frequência de trabalho de 2.450MHz, em diferentes tempos pós-prensagem (1/2, 02, 06, 12 e 24 horas), com caracterização intrínseca, verificou a quantidade de poros com uma lupa estereoscópica em aumentos de 40 e 63X, não havendo influência do tempo pós-prensagem sobre a porosidade das resinas acrílicas estudadas, a ocorrência de porosidade foi desprezível. Borges (2001) avaliou o efeito do tempo pós-prensagem 30 minutos, 12 e 24 horas sobre porosidade em 81 cp medindo 30 X 5mm confeccionados em resina acrílica QC-20[®] em diferentes ciclos de polimerização convencional e por energia de micro-ondas. Constatou que, embora estatisticamente iguais, as médias obtidas por energia de micro-ondas foram superiores e que a porosidade teve uma tendência a ser elevada aos 30 minutos de espera, chegar a um mínimo em 12 horas de espera e aumentar novamente em 24 horas de espera, independente do ciclo de polimerização. Fundamentado no estudo de Borges (2001), este estudo utilizou o tempo pós-prensagem de 12 horas.

Nos métodos de polimerização convencional e de energia por micro-ondas, Borges, Domitti e Consani (2000), Compagnoni et al. (2004) e Tanji et al. (2001) observaram que não houve diferença estatisticamente significativa de porosidade, embora a maior média numérica tenha ocorrido para a polimerização por energia de micro-ondas. Neste sistema de polimerização, pode ter ocorrido um aumento excessivo da temperatura exotérmica, o que levaria à evaporação do monômero, resultando em formação de poros. Estes dados corroboraram com os achados desta pesquisa.

Pero et al. (2008) investigaram a porosidade nas duas resinas acrílicas Clássico[®] e Onda Cryl[®] em base de prótese total superior com diferentes espessuras (2,0mm, 3,5mm e 5,0mm) polimerizados por energia de micro-ondas variando o tempo e a potência e pelo método convencional em banho de água quente a 74° por 09 horas, foram observadas porosidade proporcionais ao volume do cp. A porosidade de uma resina acrílica depende do ciclo de polimerização e da espessura da resina acrílica independentemente do método de polimerização.

Resultados semelhantes também foram encontrados nesta pesquisa nos cp de diferentes volumes nos três métodos de polimerização utilizados.

A presença de poros em diferentes regiões de bases de prótese total superior, com espessura de 3,5mm, polimerizadas por energia de micro-ondas e por banho de água quente por 09 horas a 74°C foi observada por Pero et al. (2006). A quantidade de poros nas bases protéticas polimerizadas por energia de micro-ondas foi semelhante para as polimerizadas pelo método convencional, independente da região analisada e que os diferentes ciclos de polimerização produziram efeitos semelhantes sobre a presença de poros na resina acrílica, independente da região da base protética, corroborando com os achados deste estudo.

Kimpara et al. (1999) utilizando cp de 1,8, 3,6 e 5,4cm³ processados a temperatura acima de 60°C levou à ocorrência de porosidade; os processos de longa duração utilizados não formaram porosidade nos volumes analisados quando polimerizados a 65°C após 30 minutos e a manutenção da temperatura em 50°C por 23 horas e 30 minutos seguida da elevação da temperatura até a fervura por 01 hora. Kimpara et al. (2009) afirmaram que no método de polimerização convencional mantendo a água em fervura por 01 hora pode-se obter bons resultados quanto à ausência de porosidade. Nesta pesquisa, no método de polimerização convencional foi utilizado um período de 09 horas a 74°C.

A polimerização da resina acrílica por energia de micro-ondas não perde a sua viabilidade, pois a partir do momento em que se acertarem seus componentes com ciclos mais longos e potências mais baixas, pode-se obter o produto final de maior compatibilidade (TURANO; FERREIRA; TURANO, 2003); esta resina acrílica tem menores níveis de monômero residual e propriedades físicas semelhantes às do método convencional, além de favorecer a diminuição do número de poros das resinas acrílicas, uma vez que o calor da reação de polimerização pode ser dissipado com maior eficiência, pois o material de revestimento encontra-se em uma temperatura mais baixa (DE CLERCK, 1987), fornece menor tempo de polimerização (DE CLERCK, 1987; KIMURA; TERAOKA; SAITO, 1984; LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989; MOREIRA-DA-SILVA; BINDO; LEÃO, 2006; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; RIZZATI-BARBOSA et al., 1998; SANDERS, LEVIN; REITZ, 1987), e é um procedimento laboratorial limpo (LEVIN; SANDERS; REITZ, 1989; MOREIRA-DA-SILVA; BINDO; LEÃO, 2006; REITZ; SANDERS; LEVIN, 1985; RIZZATI-BARBOSA et al., 1998; SANDERS, LEVIN; REITZ, 1987). No entanto é importante que se

utilizem tempos e potências adequados para que não ocorra prejuízo às propriedades físicas e mecânicas da resina acrílica (PERO et al., 2006). Botega et al. (2004) ressaltaram que a polimerização da resina acrílica em forno de micro-ondas, utilizando mais de uma mufla é um procedimento viável, desde que os tempos de polimerização sejam ajustados. Pelo fato de neste estudo ter sido utilizado apenas um ciclo de polimerização, as muflas foram polimerizadas individualmente.

A quantidade de monômero residual foi menor com a polimerização por energia de micro-ondas quando comparada com o método convencional (DE CLERCK, 1987). Portanto, o menor tempo e a menor quantidade de monômero residual são algumas das vantagens da polimerização por energia de micro-ondas (RIZZATI-BARBOSA, 1998), sendo possível obter trabalhos com qualidade equivalente àqueles obtidos pelo método convencional. No entanto, para Al Doori, Huggett e Battes (1988), este método não oferece vantagens em relação ao método convencional em água aquecida, pois em volumes mais espessos, também podem causar porosidades; e para Compagnoni et al. (2004), Levin, Sanders e Reitz (1989) e Rizzati-Barbosa (1998), não apresenta diferenças significantes, quando comparado com o método em água aquecida, tanto na adaptação das bases de próteses totais quanto nas propriedades físicas da resina acrílica, corroborando com esta pesquisa no que diz respeito aos resultados obtidos, quando observou-se que os métodos de processamento não mostraram diferenças estatísticas significantes no que tange a presença de porosidade.

Com relação ao volume dos cp, este estudo observou que a porosidade foi proporcional em todos os métodos de polimerização. Esta observação também foi comprovada no estudo de Bafile et al. (1991) reportando que o processamento por energia de micro-ondas não diminuiu significativamente a quantidade de porosidade em cp com dimensões de 11 X 11 X 12mm quando comparados com o método convencional de banho em água aquecida a 74°C por 09 horas. Os resultados de Reitz, Sanders e Levin (1985) demonstraram que não houve diferenças na porosidade entre os métodos de processamento convencional em banho de água aquecida por um período de 08 horas a 74°C e por energia de micro-ondas a 400W por 2 minutos e 30 segundos de cada lado nos cp medindo 25,0 X 12,0 X 2,5mm. Os resultados do estudo de Nowlin, Taubert e Boeselt (1991) demonstraram que cp medindo 5,0 X 10,0 X 30,0mm confeccionados com resinas

acrílicas polimerizadas por energia de micro-ondas apresentaram o maior número de poros quando comparados com o método convencional. Entretanto, Shlosberg et al. (1989) ressaltaram que não foram encontradas porosidades pelo método de polimerização convencional. No entanto, encontraram porosidades de grande volume pelo método de polimerização por energia de micro-ondas, o que foi corroborado por Duarte (2006).

Diante da diversificação dos ciclos de polimerização e da utilização das resinas acrílicas nos diferentes métodos de processamentos, torna-se difícil comparar os estudos analisados quanto à porosidade interna das resinas acrílicas, uma vez que ainda não existe um protocolo para obtenção de um produto final com propriedades físicas e mecânicas ideais.

7 CONCLUSÕES

Os três métodos de polimerização utilizados foram equivalentes, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles no que diz respeito à porosidade interna nas duas resinas acrílicas testadas.

Foi possível observar que, independente do método de processamento, a porosidade interna foi diretamente proporcional ao volume dos corpos de prova.

REFERÊNCIAS¹

ACADEMY OF DENTURE PROSTHETICS. Final report of the workshop on the clinical requirements of ideal denture base materials. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 20, n.2, p. 101-105, Aug. 1968.

AL DOORI, D.; HUGGETT, R.; BATES, J. F. A comparison of denture base acrylic resins polymerized by microwave irradiation and by conventional water bath curing systems. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 4, n. 1, p. 25-32, Feb. 1988.

ALMEIDA, M. A. B. **Influência da técnica de caracterização intrínseca sobre a dureza, rugosidade superficial e porosidade de uma resina acrílica em diferentes tempos pós-prensagem**. 2001. 128p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia, Piracicaba, 2001.

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION - ADA. **Revised American National Standard/American Dental Association (ADA) specification nº. 12 denture base polymers**. Chicago, v. 90, n. 2, p. 451-458, Feb. 1975.

ANUSAVICE, K. J. **Phillips Materiais Dentários**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 764p.

ARAÚJO, P. A. et al. Resinas sintéticas. In: _____. **Instruções aos Alunos**. Faculdade de Odontologia. Universidade de São Paulo. Departamento de Materiais Dentários, Bauru, 1973. cap. 8. p. 82-92.

BAFILE, M. et al. Porosity of denture resin cured by microwave energy. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 66, n. 2, p. 269-274, Aug. 1991.

BARBOSA, D. B. et al. Resistência à flexão de resina acrílica polimerizada pela energia de microondas. **Cienc Odontol. Bras**, São José dos Campos, v. 6, n. 2, p. 72-79, abr. / jun. 2003.

BERG, E.; GJERDET, N. R. The effect of pressure and curing temperature on porosity of two chemically activated acrylics. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 1, n. 6, p. 205-208, Dec. 1985.

¹ De acordo com NRB-6023, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, agosto de 2002.

BORGES, L. H. **Efeito do tempo pós-prensagem sobre a rugosidade, dureza e porosidade superficial da resina acrílica QC 20, em diferentes ciclos de polimerização**. 2001. 145 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia da Piracicaba, 2001.

BORGES, L. H.; DOMITTI, S. S.; CONSANI, S. Influência de ciclos de polimerização sobre polimento, rugosidade, porosidade e dureza superficial da resina acrílica QC-20. **Rev Cons Reg Odontol MG**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 68-77, maio/ ago. 2000.

BOTEGA, D. M. et al. Polymerization time for a microwave-cured acrylic resin with multiple flasks. **Braz Oral Res**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 23-28, Jan./Mar. 2004.

BRAUN, K. O.; DEL BEY CURY, A. A.; CURY, J. A. Avaliação *in vitro* da efetividade de polimerização da resina acrílica dental ativada através de energia de microondas, quando em contato com metal. **Rev Odontol Uni São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 173-180, abr./jun.1998.

CANADAS, M. D. B. et al. Resinas para esclerótica: estabilidade de cor, rugosidade superficial e porosidade após diferentes ciclos de calor. In: **Anais do VIII Congresso Interno de Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo**, 2006. v. 12. p. 36-36. Disponível em: <<http://www.usp.br/siicusp/Resumos/14Siicusp/472.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

CARVALHAL, C. I. O. et al. **A liberação de monômero residual na água de uma resina termopolimerizada sob pressão**. 2002. Disponível em: http://www.sbpqo.org.br/resumos/2002_i.html. Acesso em: 21 fev. 2010.

COMPAGNONI, M. A. et al. Efeito do ciclo de polimerização sobre a rugosidade superficial de resina acrílica polimerizada por microondas. **Rev Odontol Univ Est São Paulo**, Marília, v. 34, n. 2, p. 101-106, abr./jun. 2005.

COMPAGNONI, M. A. et al. The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resin. **Prosthet Dent**, St Louis, v. 91, n. 3, p. 281-285, June 2004.

COSTA, S. C. et al. Comparação no posicionamento dentário, observado em próteses totais, utilizando-se três técnicas de prensagem. **Arq Odontol**, Belo Horizonte, v. 1, n. 34, p. 61-68, jan./jul. 2001.

DAVENPORT, J. C. The denture surface. **Br Dent J**, London, v. 133, n. 3, p. 101-105, Aug. 1972 .

DE CLERCK, J. D. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prosthesis. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 57, n. 5, p. 650-658, May. 1987.

DUARTE, S. M. O. **Estudo da termogravimetria e avaliação da porosidade de resinas acrílicas utilizadas em prótese total**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Potiguar, Natal, 2006.

FIRTELL, D. N.; HARMAN, L. L. Porosity in boilable acrylic resin. **J Prosthet Dent**, St Louis, v. 49, n. 1, p.133-134, Jan. 1983.

GANZAROLLI, S. M. **Avaliação da adaptação, porosidade, resistência à flexão e ao impacto de resinas acrílicas**. 2001. 81 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, 2001.

GANZAROLLI, S. M. et al. Resistência de união entre dentes artificiais e bases de próteses polimerizadas com microondas. **Rev Pós-Grad Fac Odontol**, São José dos Campos, v. 2, n. 2, p. 79-86, jul./dez. 1999.

GARCIA, R. C. M. R. **Estudo da adaptação e porosidade de bases de prótese confeccionadas com resina acrílica dental submetida a dois ciclos de polimerização**. 1995. 106 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia, Piracicaba, 1995.

GAY, W. D.; KING, G. E. An evaluation of the cure of resin by three methods. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 42, n. 4, p. 437-440, Oct. 1979.

GOIATO, M. C. et al. Avaliação da alteração dimensional e porosidade em próteses oculares polimerizadas por energia de microondas. **Cien Odontol Bras**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 22-29, jul./set. 2004.

GOMES, T. et al. Técnicas da clonagem em prótese total. **J Vipi News**, São Paulo, v. 4, n. 17, p. 4, jul./ago. 2006.

ILBAY, S. G.; GÜVENER, S.; ALKUMRU, H. N. Processing dentures using a microwave technique. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 103-109, Jan. 1994.

INTERNATIONAL STANDARTIZATION FOR ORGANIZATION – ISO. **Specification 1567: Dentistry – Denture Base Polymers**. 3rd. ed. Switzerland, 1999. 32p.

JEROLIMOV, V. et al. Rapid curing of acrylic denture-base materials. **Dent Mater**, Washington, v. 5, n. 1, p. 18-22, Jan. 1989.

KELLER, J. C.; LAUTENSCHLAGER, E. P. Porosity reduction and its associated effect on the diametral tensile strength of activated resins. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 53, n. 3, p. 374-379, Mar. 1985.

KIMPARA, E. T. et al. Processamento alternativo para eliminar porosidades em resinas acrílicas para bases de próteses totais. **Rev Bras Prot Clín Laboratorial**, Curitiba, v. 1, n. 4, p. 325-329, abr. 1999.

_____. Resinas acrílicas para prótese total: efeito de ciclos de polimerização sobre a quantidade de monômero residual e porosidades. **Rev Fac Odontol**, Passo Fundo, v. 14, n. 1, p. 37-41, jan./abr. 2009.

KIMPARA, E. T.; MUENCH, A. Porosidade em decorrência do processamento e volume de resina acrílica. **Rev Odontol Univ São Paulo**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 3, p. 237-239, jul./set. 1996.

KIMURA, H.; TERAOKA, F.; SAITO, T. Applications of microwave for dental technique (Part 2). Adaptability of cured acrylic resins. **J Osaka Univ Dent Sch**, Osaka, v. 24, p. 21-29, Dec. 1984.

KIMURA, H. et al. Applications of microwave for dental technique (Part 1). Dough-forming and curing of acrylic resins. **J Osaka Univ Dent Sch**, Osaka, v. 23, p. 43-49, Dec. 1983.

LAI, C. P. et al. Morphology and properties of denture acrylic resins cured by microwave energy and conventional water bath. **Dent Mater**, Copenhagen, v. 20, n. 2, p. 133-141. Feb. 2004.

LEVIN, R.; SANDERS, J. L.; REITZ, P V. The use of microwave energy for processing acrylic resins. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 61, n. 3, p. 381-383, Mar. 1989.

MING, X. C.; CHANGXI, S.; WEIZHOU, H. Rapid – processing procedure for heat polymerization of polymethyl methacrylate in a pressure cooker with automatic controls. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 76, n. 4, p. 445-447, Out. 1996.

MOREIRA-DA-SILVA, S. M. L.; BINDO, M. J. F.; LEÃO, M. P. O uso de energia de micro-ondas para polimerização de resinas acrílicas. **Rev Dens**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 11-21, maio/out. 2006.

NEVES, A. C. C.; VILLELA, L. C. **Avaliação da rugosidade da superfície da resina acrílica termopolimerizável incolor após acabamento e polimento convencionais e após a aplicação de um verniz específico para acabamento de resina acrílica.** 1999. Disponível em:

<http://www.fosjc.unesp.br/cob/artigos/v2n2_02.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2009.

NISHII, M. Studies on the curing of dentures base resins with microwave irradiation: with particular reference to heat-curing resins. **J Osaka Dent Univ**, Osaka, v. 2, n. 1, p. 23-40, Feb. 1968.

NOWLIN, T. P.; TAUBERT, T.; BOESEL, B. J. Tensile strength and porosity in two microwave acrylics. **J Dent Res**, Washington, v. 70, suppl. sp. Abr. 1991.

OLIVEIRA, V. M. B. et al. Influence of number and position of flasks in the monomer release, Knoop hardness and porosity of a microwave-cured acrylic resin. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 3, n. 11, p. 1104-1108, Nov. 2003.

PAES JÚNIOR, T. J.; MARCHINI, L. KIMPARA, E. T. Estudo in vitro da porosidade da resina acrílica ativada termicamente através de ciclo longo e por energia de microondas. **Pós-Grad Rev Fac Odontol**, São José dos Campos, v. 2, n. 2, p. 36-42, jul./dez. 1999.

PERO, A. C. et al. Influence of microwave polymerization method and thickness on porosity of acrylic resin. **J Prosthodont**, Philadelphia, v. 17, n. 2, p. 125-129, Feb. 2008.

PERO, A. C. et al. Influência da polimerização por meio da energia de microondas sobre a porosidade interna de base de resina acrílica de prótese total superior. **Cien Odontol Bras**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 76-83, out./dez. 2006.

REITZ, P. V.; SANDERS, J. L.; LEVIN, B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. **Quintessence Int**, Berlin, v. 16, n. 8, p. 547-551, Aug. 1985.

RIZZATI-BARBOSA, C. M. et al. Uso de la energía de microondas en el procesamiento de prótesis odontológicas. **Rev Assoc Odontol Argent**, Buenos Aires, v. 86, n. 2, p.105-108, Mar./Abr. 1998.

ROSSATO, M. B. et al. Influência da imersão em água na porosidade de resina acrílica polimerizada por energia de microondas. **Rev Odonto Ciênc**, Porto Alegre, v. 23, n. 4, p. 342-345, 2008.

SAMUEL, S. M. W.; GONZATO, D.; SUZUKI, R. M. Avaliação da porosidade de resinas acrílicas de termo-polimerização. **Rev Fac Odontol**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 18-20, Jul. 1996.

SANDERS, J. L.; LEVIN, B.; REITZ, P. V. Porosity in denture acrylic resins cured by microwave energy. **Quint Int**, Berlin, v. 18, n. 7, p. 453-456, July 1987.

SHLOSBERG, S. R. et al. Microwave energy polymerization of poly(methyl methacrylate) denture base resin. **Int J Prosthodont**, Lombard, v. 5, n. 5, p. 453-458, Sep./Oct. 1989.

TANJI, M. **Estudo comparativo entre tipos de resinas acrílicas sobre as variáveis resistência ao impacto, dureza e superfície, rugosidade e porosidade**. 2000. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia, Piracicaba, 2000.

TANJI, M. et al. Porosidade e rugosidade de superfície em função de diferentes tipos de resina acrílica. **Rev Paul Odontol**, São Paulo, v. 23, n. 5, p. 25-28, set./out. 2001.

TAKAMATA, T.; STECOS, J. C. Resin dentures bases: review of accuracy and methods of polymerization. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 2, n. 6, p. 555-562, Nov./Dec. 1989.

TAUBERT, T. R.; NOWLIN, T. P. Controlling porosity in microwave processed acrylic. **Trends Tech Contemp Dent Lab**, McLean, v. 9, n. 3, p. 45-48, Apr. 1992.

TURANO, L. M.; FERREIRA, F. F.; TURANO, V-B. G. Análise da porosidade da resina acrílica Clássico[®] quando submetida a três ciclos diferentes de polimerização. **Rev Bras Prót Clín Lab**, Curitiba, v. 5, n. 23, p. 59-64, jan./fev. 2003.

TURANO, J. C.; TURANO, L. M. **Fundamentos de Prótese Total**. 6. ed. São Paulo: Santos, 2002. 568p.

TROUNG, V. T.; THOMASZ, F. G. V. Comparison of denture acrylic resins cured by boiling water and microwave energy. **Aust Dent J**, Sydney, v. 33, n. 3, p. 201-204, June, 1988.

ULOSOY, M.; ULOSOY, N.; AYDIN, A. K. An evaluation of polishing techniques on surface roughness of acrylic resins. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 56, n. 1, p. 107-112, July 1986.

UNDURWADE, J. H.; SIDHAYE, A. B. Curing acrylic resin in a domestic pressure cooker: a study of residual monomer content. **Quint Int**, Berlin, v. 20, n. 2, p. 123-129, Feb. 1989.


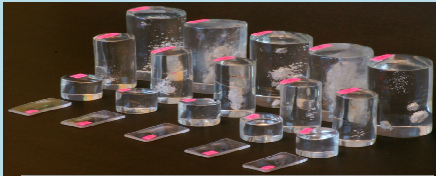
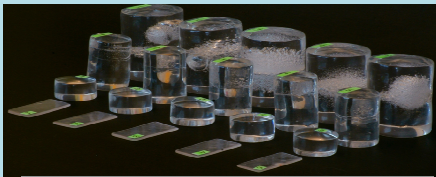
UNITED STATES PATENT. Patent n°. US 6.7637.619 B2. Microwave polymerization system for dentistry. May 2004.

YANNIKAKIS, S. et al. Evaluation of porosity in microwave-processed acrylic resin using a photographic method. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 87, n. 6. P. 613-619, June 2002.




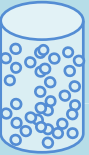
WOLFAARDT, J. F.; CLEATON-JONES, P.; FATTI, P. The occurrence of porosity in a heat-cured poly (methyl methacrylate) denture base resin. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 55, n. 3, p. 393-400, Mar. 1986.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – FOTOGRAFIAS DOS CORPOS DE PROVA DOS TRÊS
DIFERENTES MÉTODOS DE POLIMERIZAÇÃO PARA ANÁLISE VISUAL**

MÉTODO DE POLIMERIZAÇÃO	
G1 	Convencional
G2 	Energia por micro-ondas
G3 	Termopneumohidráulico

**APÊNDICE B – QUADRO DO SISTEMA DE ESCORES PARA ANÁLISE VISUAL
MODIFICADO DE KIMPARA et al. (2009)**

ESCORES	
	“0” – ausência de porosidade
	“1” – porosidade em quantidade mínima
	“2” – porosidade em maior quantidade
	“3” – porosidade ocupando grande parte do volume total
	“4” – porosidade na totalidade do volume

**APÊNDICE C – QUADRO DOS MÉTODOS DE POLIMERIZAÇÃO PARA
ANOTAÇÕES DOS OBSERVADORES – ANÁLISE VISUAL**

MÉTODO CONVENCIONAL			
CORPO DE PROVA	ESCORE	CORPO DE PROVA	ESCORE
g1		p1	
g2		p2	
g3		p3	
g4		p4	
g5		p5	
CORPO DE PROVA	ESCORE	CORPO DE PROVA	ESCORE
m1		lam1	
m2		lam2	
m3		lam3	
m4		lam4	
m5		lam5	

MÉTODO ENERGIA POR MICRO-ONDAS			
CORPO DE PROVA	ESCORE	CORPO DE PROVA	ESCORE
g1		p1	
g2		p2	
g3		p3	
g4		p4	
g5		p5	
CORPO DE PROVA	ESCORE	CORPO DE PROVA	ESCORE
m1		lam1	
m2		lam2	
m3		lam3	
m4		lam4	
m5		lam5	

MÉTODO TERMOPNEUMOHIDRÁULICO			
CORPO DE PROVA	ESCORE	CORPO DE PROVA	ESCORE
g1		p1	
g2		p2	
g3		p3	
g4		p4	
g5		p5	
CORPO DE PROVA	ESCORE	CORPO DE PROVA	ESCORE
m1		lam1	
m2		lam2	
m3		lam3	
m4		lam4	
m5		lam5	