



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA INTEGRADA

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE POLIMERIZAÇÃO DA RESINA
ACRÍLICA EM SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ADESÃO DE
MICROORGANISMOS

MARINGÁ
- 2010 -

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

WELLINGTON MENDES CARVALHO

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE POLIMERIZAÇÃO DA RESINA ACRÍLICA EM
SUAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ADESÃO DE MICROORGANISMOS**

Dissertação apresentada ao Departamento de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá como requisito para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação *Strictu sensu* em Odontologia Integrada.

Orientador: Prof. Dr. André Gasparetto.

MARINGÁ
- 2010 -



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA INTEGRADA

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 19 de março de 2010, considerou o candidato *Wellington Mendes Carvalho* aprovado.

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor André Gasparetto
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Professora Doutora Terezinha Inez Estivalet Svidzinski
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Professor Doutor Rinaldo Ferreira Gandra
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

*À minha mãe,
por tudo, sempre!*

Agradecimentos Especiais

À minha mãe, **Helena**, que, por tudo que fez até hoje, tornou essa minha conquista sua também. Ao meu pai, **Odílio**, por todo apoio, carinho e compreensão. À minha irmã, **Mariana**, por ser tão maravilhosa e inteligente e, apesar de mais nova, ensinar-me inúmeras lições. E a minha irmã **Amanda**, uma feliz descoberta a cada dia.

Ao meu tio **Ermínio** (*in memoriam*) por ser o exemplo de homem que tento seguir todos os dias. À minha tia **Elvira**, por ser a mulher mais batalhadora que eu conheço. Aos meus primos **Wilma**, **Meire** e **Felipe**, que representam o significado de família.

Aos meus grandes amigos do “G8”: **Ariane**, **Luciana**, **Natália**, **Patrícia**, **Sabrina**, **Vitor** e **Vivian**. Não tenho palavras para dizer o quanto vocês significam na minha vida. Aos amigos **Francielly**, **Fernanda** e **Mozar**, que sempre estiveram comigo. Estas pessoas estão no meu coração para o resto da vida!

Aos colegas de trabalho da Coordenação Nacional de Saúde Bucal: **Patrícia**, **Alejandra**, **Renato**, **Fernanda**, **Edson**, **Vécia**, **Moacir** e **Camila**, minha família em Brasília.

Agradecimentos Especiais

Ao meu orientador, Professor **André Gasparetto**, pela oportunidade.

À Professora **Mitsue Fujimaki Hayacibara** pelo carinho, apoio, compreensão e, principalmente, por ser o exemplo profissional que pretendo seguir.

Ao Coordenador Nacional de Saúde Bucal, **Gilberto Alfredo Pucca Júnior**, pela amizade, confiança, oportunidade profissional e pela imensa contribuição para a saúde bucal da população brasileira.

Aos Professores **Eduardo Radovanovic**, **Terezinha Inez Estivalet Svidzinski** e **Daiane Camacho**, imprescindíveis colaboradores deste trabalho.

Aos Professores **Adilson Luís Ramos** e **Raquel Sano Suga Terada**, pelo apoio durante estes dois anos de jornada.

Agradecimentos

À **Universidade Estadual de Maringá**, na pessoa do seu Magnífico Reitor Prof. Dr. Décio Sperandio.

Ao **Departamento de Odontologia**, na pessoa da sua chefe, Prof. Dra. Mirian Marubayashi Hidalgo.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia Integrada**, na pessoa de seu coordenador, Prof. Dr. Adilson Luiz Ramos.

Aos demais **docentes** Departamento de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá a aos **professores colaboradores** do programa.

Às **funcionários** do Departamento de Odontologia e da Pós-graduação, especialmente a **Sônia** e a **Ana**, pela dedicação e apoio.

Aos colegas da **Primeira Turma de Mestrado** em Odontologia Integrada da UEM, pelo agradável companhia durante o curso.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** – CNPq – pelo apoio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

“Quando a gente acha que tem todas as respostas, vem a vida e muda todas as perguntas.”

Luís Fernando Veríssimo

RESUMO

As resinas acrílicas de uso odontológico vêm sofrendo grandes mudanças, principalmente com o advento da polimerização por energia de microondas. Logo, torna-se necessário avaliar as propriedades destas novas resinas. O objetivo deste estudo foi avaliar comparativamente a resina acrílica convencional e a resina acrílica polimerizada por energia de microondas, com três diferentes protocolos de polimerização, quanto à: absorção de água, solubilidade, rugosidade superficial e adesão da levedura *Candida albicans*. Para isso, corpos de prova medindo 0,7cm x 0,7cm x 1mm foram confeccionados e divididos em 4 grupos: polimerizados por energia de microondas com 3 diferentes protocolos, sendo Grupo A o ciclo do fabricante, B um ciclo curto e C um ciclo longo. E o Grupo D para a resina de polimerização convencional (imersão em água quente). Para o cálculo da absorção de água e solubilidade os corpos de prova (desidratados) foram pesados em balança analítica e imersos em água destilada, sendo que novas pesagens foram feitas a cada 24 horas, por 11 dias. A análise da rugosidade superficial foi feita através de escaneamento em Microscópio de Força Atômica (AFM). Para o ensaio de adesão, os corpos de prova foram expostos à uma concentração de *Candida albicans* (ATCC 90028) por uma hora e então a adesão foi quantificada utilizando a técnica de contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para absorção de água ($A \neq B$, $B \neq D$ e $C \neq D$), solubilidade (A , B e $C \neq D$) e rugosidade (entre todos os grupos testados), porém não houve diferença estatisticamente significativa na adesão de microrganismos. Sendo assim concluiu-se que o tipo e o ciclo de polimerização causam alterações nas propriedades físicas da resina acrílica, porém não foi capaz de alterar o padrão de adesão da levedura *Candida albicans*.

Palavras-chave: resina acrílica, rugosidade superficial, absorção de água, solubilidade, adesão microbiana.

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
1. INTRODUÇÃO	10
2. CONCEITUAÇÃO DA LINHA DE PESQUISA	13
3. OBJETIVO GERAL	14
4. APRESENTAÇÃO	14
5. ARTIGO	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
BIBLIOGRAFIA	39

1. INTRODUÇÃO

A exigência da sociedade é cada vez maior por um profissional capacitado, dinâmico, com uma sólida base de conhecimentos, mas também com flexibilidade para continuar aprendendo ao longo de sua vida profissional, de modo a não se desatualizar ante os novos conhecimentos, e ao mesmo tempo, não ficar alheio às transformações sociais. Diante de exigências tão complexas das demandas sociais, bem como do crescimento acelerado do volume de conhecimento, exige-se que o profissional de saúde tenha uma formação sólida que contemple tanto o conhecimento em sua área de especialização, como as habilidades e atitudes (BATISTA, 2003).

O distanciamento entre os mundos acadêmico e o da prestação real dos serviços de saúde vem sendo apontado em todo mundo como um dos responsáveis pela crise do setor da saúde. No momento em que a comunidade global toma consciência da importância dos trabalhadores de saúde e se prepara para uma década em que os recursos humanos serão valorizados, a formação de profissionais mais capazes de desenvolverem uma assistência humanizada e de alta qualidade e resolutividade torna-se evidente, tanto no atendimento particular como na atuação destes profissionais no Sistema Único de Saúde (SUS).

A excessiva especialização observada em alguns cursos da área da Saúde tem sido apontada, entre outros fatores, como uma das responsáveis pela elevação dos custos assistenciais. Em função disso, várias tentativas vêm sendo feitas para corrigir a relação especialistas/generalistas, sem prejuízo da qualidade. Essa especialização, que antes predominava na medicina, começa a ser

observada também nas demais carreiras da saúde, como a Odontologia (ALMEIDA, 2005).

Neste assunto, o Curso de Odontologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) sempre foi inovador. Já em 1992, implementou mudanças no projeto pedagógico baseada em um currículo integrado. Estas mudanças foram consideradas inovadoras e já se encontravam em consonância com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de graduação em saúde, que só entraram em vigor a partir de 2002 (TERADA, 2004). No ano de 2006, o curso foi selecionado para o Programa Nacional de Reorientação da Formação Profissional em Saúde (Pró-Saúde), que visa ajustar a formação profissional para as reais necessidades do mercado brasileiro, valorizando a formação generalista e voltada para atuação no SUS (ALMEIDA, 2005).

Em 2008, teve início o Programa de Mestrado em Odontologia Integrada da UEM. Seguindo a mesma linha da graduação, o curso tem como proposta a capacitação de profissionais para atuação na formação de cirurgiões-dentistas em consonância com as DCN, que preconizam o perfil do profissional de odontologia com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, para atuar em todos os níveis de atenção à saúde, com base no rigor técnico e científico. Além disso, o profissional deve estar capacitado ao exercício de atividades referentes à saúde bucal da população, pautado em princípios éticos, legais e na compreensão da realidade social, cultural e econômica do seu meio, dirigindo sua atuação para a transformação da realidade em benefício da sociedade (BRASIL, 2005).

Assim, o ensino odontológico da UEM sempre fugiu ao padrão da maioria das escolas, que ainda é baseado no conceito tecnicista de Charles Godon e

aperfeiçoado por Flexner e Gies no início do século XX, de aulas expositivas, com o conhecimento sendo explorado de forma compartimentalizada, centrado na figura do professor (ZILBOVICIUS, 2007). Essa mesma postura foi adotada na pós-graduação, onde se buscou os padrões de integralidade da atenção, interdisciplinaridade e trabalho em equipe, que são peças-chave para a obtenção de recursos humanos com capacidade para atender às necessidades do trabalho no campo odontológico de hoje.

2. CONCEITUAÇÃO DA LINHA DE PESQUISA

Seguindo a conceituação do Programa de Mestrado em Odontologia Integrada da UEM, buscou-se uma proposta de pesquisa que, embora laboratorial, estivesse em consonância com as necessidades e produzisse conhecimento para o sistema de saúde vigente.

Desde 2003, com o lançamento pelo Ministério da Política Nacional de Saúde Bucal - Programa Brasil Sorridente, foi incentivado a produção de próteses odontológicas utilizando como material base resina acrílica polimerizada por energia de microondas. Embora esta tecnologia tenha mais de trinta anos, ela nunca foi utilizada em larga escala, como agora. Entre 2004 e 2010 foram criados 323 Laboratórios Regionais de Prótese Dentária em todo o país, que produziram, apenas em 2009, 146.387 próteses odontológicas*.

Assim, embora existam muitos estudos comparando propriedades mecânicas e características superficiais entre diferentes tipos de resinas acrílicas, pouco se sabe sobre a influência destas diferenças na adesão e colonização do material por microorganismos patogênicos como *Candida albicans*, que podem causar inúmeros problemas aos usuários de próteses. Logo esta pesquisa laboratorial se integra à necessidade de conhecimento gerada pelo Sistema Único de Saúde.

* Dado coletado da base de dados do Sistema de Informação Ambulatorial do Sistema Único de Saúde (SIA/SUS), em 19/01/2010.

3. OBJETIVO GERAL

Avaliar as propriedades de absorção de água, solubilidade, rugosidade superficial e adesão de *Candida albicans* em resina acrílica convencional e polimerizada por energia de microondas, com três protocolos de polimerização.

4. APRESENTAÇÃO

O trabalho, na forma do artigo “*Influence of polymerization method on acrylic resin physical properties and microorganism adhesion*”, está escrito e formatado de acordo com as normas de publicação da revista “*Journal of Prosthetic Dentistry*”.

**INFLUENCE OF POLYMERIZATION METHOD ON ACRYLIC RESIN
PHYSICAL PROPERTIES AND MICROORGANIM ADHESION**

- Wellington Mendes Carvalho – Post-graduate student, Department of Dentistry.
- Terezinha Inez Estivalet Svidzinski – Associate Professor, Division of Medical Mycology – Teaching and Research in Clinical Analysis Laboratory.
- Eduardo Radovanovic – Associate Professor, Department of Chemistry.
- André Gasparetto – Associate Professor, Department of Dentistry.

Institution: Health Science Center of State University of Maringá, Maringá, Paraná, Brazil.

This study was partially supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brazil.

Corresponding author:

André Gasparetto

Av. Mandacaru, 1550. Bloco S08

Maringá – PR

Brazil – 87083-170

Phone: 55-44-33119051

Fax: 55-44-33119052

e-mail: agaspare@uol.com.br

Statement of problem. The acrylic resin for Dentistry use has been suffering considerable changes, mainly with the advent of microwave energy polymerization. Thus, evaluate the new acrylic resin properties is necessary.

Purpose of study. To evaluate the properties of water sorption, solution, surface roughness, and *Candida albicans* adhesion in heat- and microwave-polymerized acrylic resin, with three different protocols.

Material and methods. Specimens measuring 7 x 7 x 1mm were produced and divided in 4 groups. For microwave energy polymerization: A (3 minutes at 360W + 4 minutes at 0W + 3 minutes at 810W), B (3 minutes at 540W), C (13 minutes a 90W with the flask in vertical position + 90 seconds at 540W with the flask in horizontal position), and D for heat cured acrylic resin (9 hours of hot water bath at 74°C). Specimens were tested for water sorption, solubility, surface roughness, and *Candida albicans* adhesion.

Results. The results showed significant differences in water sorption, solubility and surface roughness in the groups tested ($P < 0.05$). However, no significant differences have been showed in *Candida albicans* adhesion.

Conclusion. The results suggest that acrylic resin with different polymerization protocols has differences in physical properties, but these differences did not cause alterations in *Candida albicans* adhesion.

Clinical Implications

*The study suggests that the type and polymerization method of acrylic resin can influence the physical properties but does not have effect in **Candida albicans** adhesion.*

Polymethyl methacrylate (PMMA) is the most commonly material used in denture fabrication. Also named acrylic resin, this material was created in 1936 and since that time researchers have been studied for produce a PMMA with better polymerization method, physical and mechanical properties. The main studied characteristics are: hardness, flexural strength, residual monomer, dimensional alterations, porosity and surface roughness. Porosity and surface roughness are extremely connected with microorganism adhesion because these characteristics may help microorganism colonization and difficult both chemical than mechanical cleansing.¹

For many years the PMMA polymerization was made by hot water bath. With the advances of science, new polymerization techniques were introduced and better polymers were developed. These advances created a new PMMA, microwave energy activated.² This polymerization method has been studied for more than thirty years. Microwave energy irradiation has the advantages of reducing processing time, decreasing cost, a cleaner method of processing, and a denture base with superior adaptation to the dental cast.³

Although the majority of physical characteristics of microwave-polymerized acrylic resins are similarly to hot water bath acrylic resins, some differences have been related. The differences in polymerization time and temperature can modify the chemical reactions and residual monomer release, consequently causing differences on porosity.^{1,4,5} More porosity may cause higher water sorption and solubility levels of acrylic resin, reducing mechanical properties like hardness, resistance and dimensional stability.⁶ Therefore, hydrophobic superficies like PMMA have exposed monomer units that interact with hydrophobic domains of proteins in the cell wall of microorganisms, establishing hydrophobic linkages and contributing to the adhesion of pathogenic microorganisms like *Candida albicans*.^{7,8}

Surface roughness also can facilitate microorganism adhesion, considering because it produces areas with re-entrances that may help microorganism colonization.

Candida albicans is a fungal pathogen present in 30 – 60% of normal persons. Recently, this yeast has been studied with fresh interest, considering it becomes an important opportunistic pathogen in HIV infected patients.⁹ The relationship between oral candidosis and denture use is well known. This pathology named denture-induced stomatitis is a common finding and studies showed epidemiologic rates varying among 11 to 67%.^{10,11} The levels of *Candida* in saliva is higher in denture users than no denture users. Mainly in immunocompromised individuals, *Candida albicans* also can cause invasive candidosis, a disease with mortality level higher than 40%.^{11,12,13}

Thus, the aim of this study was to evaluate the properties of water sorption, solution, surface roughness and *Candida albicans* adhesion in heat- and microwave-polymerized acrylic resins, with three different protocols.

MATERIAL AND METHODS

Preparation of specimens

Sixty specimens, 7 x 7 x 1mm, were manufactured using a sheet of wax (Epoxiglass; Ind Com Prod Quimicos Ltd, São Paulo, Brazil). The sheets were flaked in type III dental stone (Herodent Soli-Rock; Vigodent, Rio de Janeiro, Brazil) using a standard metal dental flask (Uraby; DLC, Sao Paulo, Brazil) for heat polymerization or plastic flask (Artigos Odontológicos Clássico Ltd, Sao Paulo, Brazil) for microwave polymerization. After the gypsum had set completely, the flasks were boiled for 5 minutes to soften and eliminate the wax. The acrylic resin was then packed, and divided in four groups, following the polymerization protocols described in Table 1. The Group A follows manufacture's

recommendations for microwave polymerization. Group B uses the shortest microwave polymerization protocol found in literature and Group C uses the longest one.⁴ The Group D follows the manufacturer's recommendations for hot water bath polymerization.

After polymerization cycle, all specimens received the same treatment of finishing and polishing. They were ground using aluminum oxide papers (220-, 320- and 400-grit, sequentially). For mechanical polishing, a brush wheel (TMP-200; Equilam, Diadema, Brazil) with pumice slurry and a felt cone with chalk powder (Branco-Rio, OAB-ME, São Paulo, Brazil) were used. All of the specimens were polished by the same operator and exposed to the same procedures, as each mechanical polishing step was performed for 1 minute on each surface. All specimens were immersed in distilled water at 37°C for 12 hours for residual monomer release.

Water sorption and solubility

Four specimens of each group were maintained in constant temperature of 37°C for seven days and they weighted then in an analytical scale (Model Ax-204; Mettler-Toledo, Barueri, Brazil) with an accuracy of 0,0001g. This weight value is considered the inicial weight of the specimen (W_1) and after that the specimens were immersed in distilled water and maintained at 25°C. So, once time for day the specimens were removed from water, dried in absorbent paper and weighted. After ten days, the last weight obtained was considered W_2 . Then, the specimens were removed from water, dried in absorbent paper and maintained in constant temperature of 37°C for seven days again. After that, the specimens were weighted again (W_3). The percentage of water sorption and solubility were determinate by the following formulas described by Kazanji and Watkinson and El-Hadary and Drummond, cited by León, Cury, and Garcia¹⁴:

$$\text{Percent water sorption} - \%_{\text{sorp}} = \frac{(W_2 - W_3)}{W_1} \times 100$$

$$\text{Percent solubility} - \%_{\text{sol}} = \frac{(W_1 - W_3)}{W_1} \times 100$$

Where:

W₁: initial weight of specimen

W₂: weight of specimen 10 days after immersion on water

W₃: final weight of specimen

Surface roughness

Surface roughness (Ra) of the specimens was measured using Atomic Force Microscopy – AFM (Model SPM-950033; Shimadzu, Tokyo, Japan) with frequency of 1Hz and definition of 256 x 256 points. Two specimens of each group were used where three random areas of 10 μm² were scanned from each specimen.

Microorganism and growth conditions

A reference strain of *Candida albicans* (ATCC 90028) originating from the mycology collection of the Laboratory of Mycology, Institute of Biomedical Sciences, University of São Paulo, were used in this study. The yeast was maintained in Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (Difco; Lawrence, USA) at 25° C. The culture was reactivated by cultivation in SDA at 37° C before each experiment. Individual colonies isolated from pre-culture incubated by 18–24 h of the yeast strain was suspended in sterilized saline (SSS) and adjusted to a cell concentration of approximately 1.0 – 2.0 x 10⁶ cells/ml, calibrated by Neubauer's Chamber (Preciss; São Paulo, Brazil).

Adherence assay

Using aseptic technique, three acrylic specimens from each group were placed in 12 x 80 mm sterile tubes containing 2 ml of previously standardized yeast suspension. They were then incubated for 1 h at 37° C in a shaker incubator (NT712; Nova Técnica, São Paulo, Brazil) with continuous shaking at 120 rpm. After incubation, specimens were washed with 2 ml of SSS. This process was repeated three times in order to remove weakly adhered microorganisms. After washing, each specimen was transferred to 12 x 145 mm tubes containing 2 ml of SSS and approximately 5 g of glass pearls (1–2 mm diameter). The tubes were submitted to shaking in a Vortex (AP56; Phoenix, São Paulo, Brazil) for 40 seconds and 20 µl were seed, in triplicate, in plates containing SDA. The plates were incubated at 37° C for 24 h. The colonies were counted and their number expressed in colony forming units per mm² of the specimen's surface area (CFU/ mm²). There were realized three adherence assays in non-consecutive days.^{15,16}

Statistical analysis

The arithmetic means results of water sorption, solubility, surface roughness and *Candida albicans* adherence were statistically analyzed using the program BioEstat® (version 4.0; UFPA, Belém, Brazil), using 1-way analysis of variance (ANOVA) for comparison, and the means were compared using the Tukey test. The adopted level of significance was $P < 0.05$ and maximum error permitted was 3%.

RESULTS

The 1-way ANOVA results for water sorption, solubility, surface roughness and *Candida albicans* adherence are expressed in Table II. The results showed significant

differences between the groups A and B; B and D; C and D to water sorption, where Group D showed the highest values, followed by Group A. (Table III and Graph 1). The solubility results showed the Group D has statistically significant higher percentage than the other groups (Table III and Graph 2).

For surface free roughness, the results showed differences in all groups tested (Table III and Graph 3). The Figure 1 illustrates the scanned images obtained of each group tested and Figure 2 shows the 3D reconstructions.

The *Candida albicans* adhesion results did not show statistically significant differences between all groups tested (Table III and Graph 4).

DISCUSSION

Polymethyl metacrylate is characterized for be resistant and to have good optical properties and dimensional stability.⁶ However, this material also has undesirable properties and porosity is the most. Porosity is attributed to various factors, including: air entrapped during mixing, monomer contraction during polymerization, monomer vaporization associated with the exothermic reaction, and the presence of residual monomer.⁵ The major consequences of porosity are water sorption and solubility that may cause prejudicial defects in structure and functions of acrylic resins.¹⁷

The results showed that water sorption happens principally in the first 24 hours, tending to stabilize and remain constant until the 8th day (Graph 5). The heat-cured acrylic resin (Group D) has a higher water sorption percentage in comparison to the other groups. The solubility results also showed higher values of percentage to Group D. This may be justified by the differences between heat- and microwave-polymerized resin. Heat-cured acrylic resin is formed through the interaction of methyl methacrylate molecules that form a

structure with simple polymeric chains of linear configuration, with a larger volume of interstitial matrix, the area of water molecule penetration. The fact of having simpler structure of polymeric chains, joined by more fragile unions, increases the susceptibility of breaking these unions, with fluids entering and releasing non-reacted substances.^{5,6} High water sorption index of this resin in the first storage period corroborates this fact, which coincides with the residual monomer releasing apex. However, microwave-polymerized acrylic resin possesses crosslink agents in its composition that changes its reaction, formatting more tight, complex and interlaced chains, and also longer polymeric chains by the presence of co-polymers, leading to a less voluminous interstitial matrix. It does not give the opportunity for water molecules to enter in quantity and velocity as great as heat-polymerized resin. Crosslink agents also exert influence on these results.^{5,6} Heat-polymerized resin does not have these agents and their presence in the acrylic resin composition leads to decreasing solubility, with this tendency becoming higher with the increase of its concentrations.¹⁸

Despite of that, only comparing the microwave-polymerized groups, the Group A has higher water sorption percentage than Groups B and C, showing the polymerization protocol also can influence this characteristic. Studies have related that polymerization cycles with lower voltages produce less porosity than higher voltages cycles.¹⁹

The results of atomic force microscopy showed an influence of the type and the polymerization protocol in the surface roughness of acrylic resin. The Group D obtained statistically minor Ra values in comparison with the other groups. In despite, just considering the microwave-polymerized resin groups, the results showed the polymerization protocol has influence in surface roughness. The Group B (shorter polymerization protocol) has lesser Ra values than the Groups A and C. The similar studies

found in literature had not found significant differences in surface roughness of acrylic resins with different polymerization protocols, but these studies used other methodologies to measure surface roughness, like the use of a perfirometer.^{3,20} While the perfirometer has a 0,01 μ m resolution, the atomic force microscopy used in this study can make measurements in nanometer scale.

However, the differences in water sorption, solubility and surface roughness did not cause statistically significant differences in *Candida albicans* adhesion. This result is in agreement with the results found by Moura in similar study¹. However, there is not a standardized method to polymer microorganism adhesion assays. The most widely applied techniques are by optical count of the microorganisms per field, or via labeling with radioactive elements such as methionine or uridine, for subsequent count by scintillation camera. Other less widely used systems are counts under electronic microscope, or assessment of the growth capacity of colonies after serial dilutions, by Colony Forming Units (CFU) count. Even if the same system were used, the absence of an established protocol means that research groups use different *C albicans* strains, yeast concentrations, time and temperature conditions, procedures for removal of unattached yeast, and staining methods.^{15,16,21} The CFU counting used in this study has the advantage about the other systems to allow only the count of live yeasts.

CONCLUSION

Within the limitations of this study the following conclusion were drawn:

1. Heat- and microwave-polymerized acrylic resins have differences in their physical properties of water sorption, solubility and surface roughness.

2. The microwave-polymerization protocol also can influence the water sorption and surface roughness properties of microwave-polymerized acrylic resin.
3. The differences found have no influence in *Candida albicans* adhesion to all the acrylic resins tested.

REFERENCES

1. Moura JS, da Silva WJ, Pereira T, Del Bel Cury AA, Garcia RCMR. Influence of acrylic resin polymerization methods and saliva on the adherence of four *Candida* species. *J Prosthet Dent* 2006;96:205-11.
2. Phoenix RD, Mansueto MA, Ackerman NA, Jones RE. Evaluation of Mechanical and Thermal Properties of Commonly Used Denture Base Resins. *J Prosthodontics* 2004;13:17-27.
3. De Clerk JP *et al.* Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent* 1987;57:650-8.
4. Compagnoni MA, Barbosa DB, De Souza RF, Pero AC. The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resin. *J Prosthetic Dent* 2004;91:281-5.
5. Pero AC, Barbosa DB, Marra J, Ruvolo-Filho AC, Compagnoni MA. Influence of Microwave Polymerization Method and Thickness on Porosity of Acrylic Resin. *Journal of Prosthodontics* 17 (2008) 125–129.
6. Rahal JS, Mesquita MF, Henriques GEP, Nóbilo MA. Influence of Chemical and Mechanical Polishing on Water Sorption and Solubility of Denture Base Acrylic Resins. *Braz Dent J* (2004) 15(3): 225-230.
7. Park SE, Periathamby AR, Loza JC. Effect of Surface-Charged Poly(methyl Methacrylate) on the Adhesion of *Candida albicans*. *J Prosthodont* 2003;12:249-54.
8. Maza JL, Elguezabal N, Prado C, Ellacuría J, Sloer I, Pontón J. *Candida albicans* adherence to resin-restorative dental material: Influence of whole human saliva. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:589-92.
9. Radford DR, Challacombe SJ, Walter JD. Denture Plaque and Adherence of

- Candida albicans* to Denture-base Materials *in vivo* and *in vitro*. Crit Rev Oral Biol Med 1999;10(1):99-116.
10. Radford DR, Sweet SP, Challacombe SJ, Walter JD. Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. Journal of Dentistry 1998;26:577-83.
 11. Ellepola ANB, Samaranayake LP. Adhesion of oral *Candida albicans* isolates to denture acrylic following limited exposure to antifungal agents. Archives of Oral Biology 1998;43:999-1007.
 12. Chandra J, Kuhn DM, Mukherjeel PK, Hoyer LL, McCormick T, Ghannoum MA. Biofilm Formation by the Fungal Pathogen *Candida albicans*: Development, Architecture, and Drug Resistance. Journal of Bacteriology 2001;183:5385-94.
 13. Dar-Odeh NS, Shehabi AA. Oral Candidosis in patients with removable dentures. Mycoses 2003;46:187-91.
 14. Leon BL, Cury AADB, Garcia RCMR. Water sorption, solubility, and tensile bond strength of resilient denture lining materials polymerized by different methods after thermal cycling. J Prosthetic Dentistry 2005;93:282-7.
 15. Camacho DP, Gasparetto A, Svidzinski TIE. The effect of chlorhexidine and gentian violet on the adherence of *Candida* spp. to urinary catheters. Mycopathologia 2007;163:261-6.
 16. Polaquini SRB, Svidzinski TIE, Kimmelmeier C, Gasparetto A. Effect of aqueous extract from Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on hydrophobicity, biofilm formation and adhesion in composite resin by *Candida albicans*. Archives of Oral Biology 2006;51:482-90.
 17. Tuna SK, Key F, Gumus HO, Uzun C. The Evaluation of Water Sorption/ Solubility on Various Acrylic Resins. European Journal of Dentistry 2008;2:191-7.
 18. Miettinen VM, Vallittu PK. Water sorption and solubility of glass fiber-reinforced denture polymethyl methacrylate resin. J Prosthet Dent 1996;76:531-4.
 19. Blagojevic V, Murphy VM. Microwave polymerization of denture base materials. A comparative study. Journal of Oral Rehabilitation 1999;26:804-8.
 20. Rizzatti-Barbosa CM, Ribeiro-Dasilva MC. Influence of Double Flask Investing and Microwave Heating on the Superficial Porosity, Surface Roughness, and Knoop

Hardness of Acrylic Resin. *Journal of Prosthodontics* 18 (2009) 503–506.

21. Serrano-Granger C, Cerero-Lapiedra R, Campo-Trapero J, Río- Highsmith JD. In Vitro Study of the Adherence of *Candida Albicans* to Acrylic Resins: Relationship to Surface Energy. *Int J Prosthodont* 2005;18:392–398.

Table I – Materials used for acrylic resin specimens fabrication.

<i>Group</i>	<i>Material (manufacturer)</i>		<i>Composition</i>	<i>Polymerization Protocol</i>
A	Onda	Cryl (Artigos Odontológicos Ltda; São Paulo, Brazil)	Powder: methyl methacrylate copolymer, ethacrylate, dibutyl paleoteodine, benzoyl peroxide. Liquid: methyl methacrylate, topanol, dimethyl methacrylate ethylenic glycol (EGDMA).	Microwave: 3 minutes at 360W + 4 minutes at 0W + 3 minutes at 810W
B	Onda	Cryl (Artigos Odontológicos Ltda; São Paulo, Brazil)	Powder: methyl methacrylate copolymer, ethacrylate, dibutyl paleoteodine, benzoyl peroxide. Liquid: methyl methacrylate, topanol, dimethyl methacrylate ethylenic glycol (EGDMA).	Microwave: 3 minutes at 540W
C	Onda	Cryl (Artigos Odontológicos Ltda; São Paulo, Brazil)	Powder: methyl methacrylate copolymer, ethacrylate, dibutyl paleoteodine, benzoyl peroxide. Liquid: methyl methacrylate, topanol, dimethyl methacrylate ethylenic glycol (EGDMA).	Microwave: 13 minutes at 90W (flask in vertical position) + 90 seconds at 540W (flask in horizontal position)
D	Clássico	(Artigos Odontológicos Ltda; São Paulo, Brazil)	Powder: poly methyl methacrylate, dibutyl paleoteodine, ethacrylate. Liquid: methyl metacrylate.	Hot water bath: 9 hours at 74°C

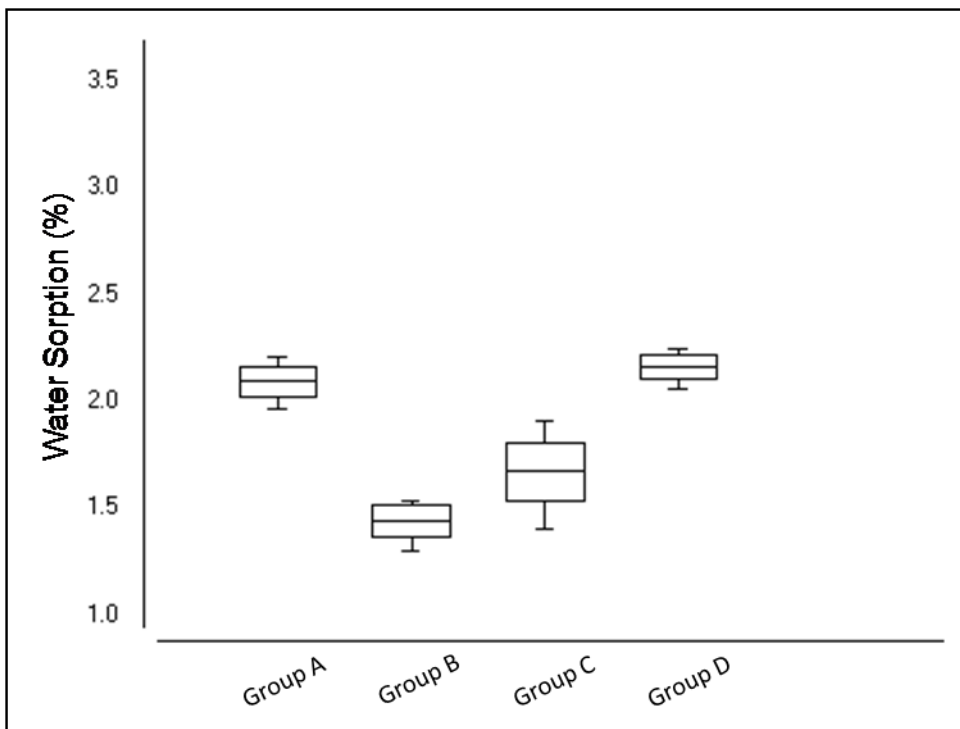
Table II – 1-way ANOVA for water sorption, solubility, surface roughness and *Candida albicans* adherence.

<i>Variables</i>	<i>Treatments</i>	<i>Sum of square</i>	<i>Mean square</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>
Water sorption	3	1.749	0.583	141.363	0.0005
Solubility	3	0.406	0.135	69.408	0.0061
Surface roughness	3	86.253	28.706	218.811	< 0.0001
C. albicans adhesion	3	69.199	23.066	34.093	0.0003

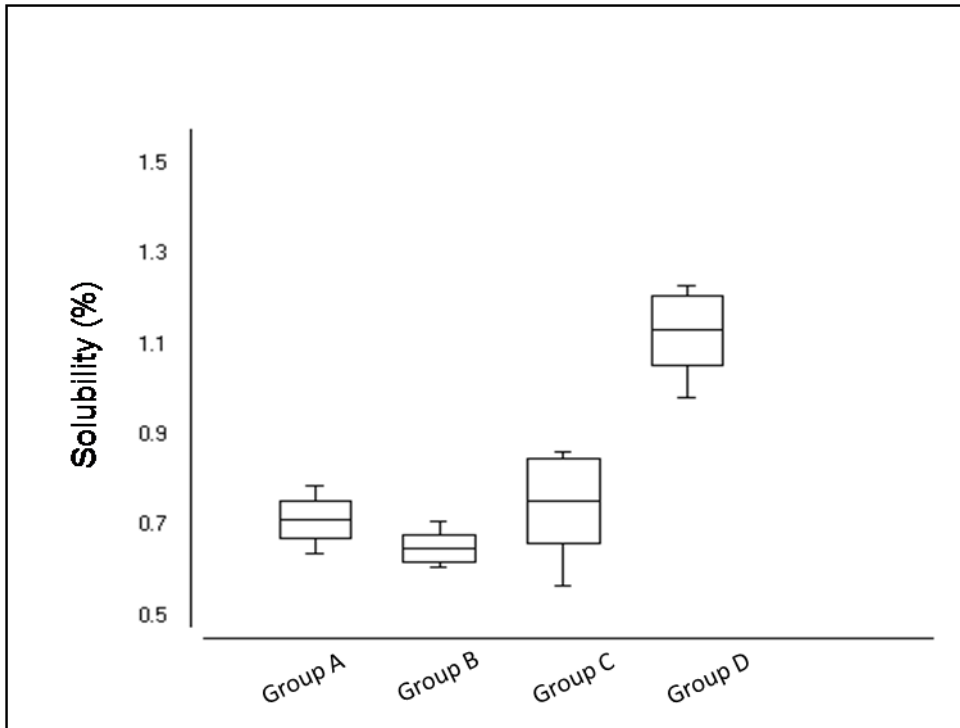
Table III – Mean and standard deviation for water sorption, solubility, surface roughness and *Candida albicans* adherence of the groups tested.

Group	Water sorption (%)	Solubility (%)	Surface roughness – Ra (ηm)	<i>C. albicans</i> adhesion (CFU/mm ³)
A	1.95 (\pm 0.14) a	0.71 (\pm 0.07) a	37.057 (\pm 20,145) a	12.31 (\pm 8.37) a
B	1.35 (\pm 0.16) b	0.65 (\pm 0.05) a	28.705 (\pm 6.363) b	6.66 (\pm 4.51) a
C	1.59 (\pm 0.09) ab	0.63 (\pm 0.16) a	46.620 (\pm 16.900) a	6.52 (\pm 2.35) a
D	2.16 (\pm 0.09) a	1.02 (\pm 0.14) b	8.636 (\pm 2.066) c	5.49 (\pm 5.38) a

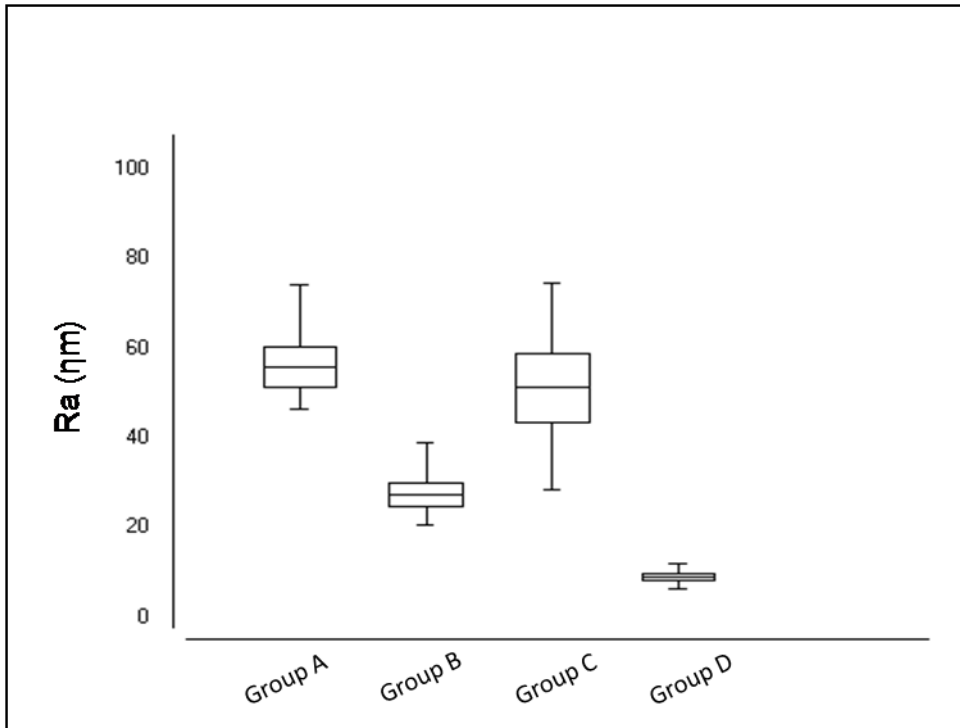
Mean values followed by separate letters are statistically different ($P < 0.05$).



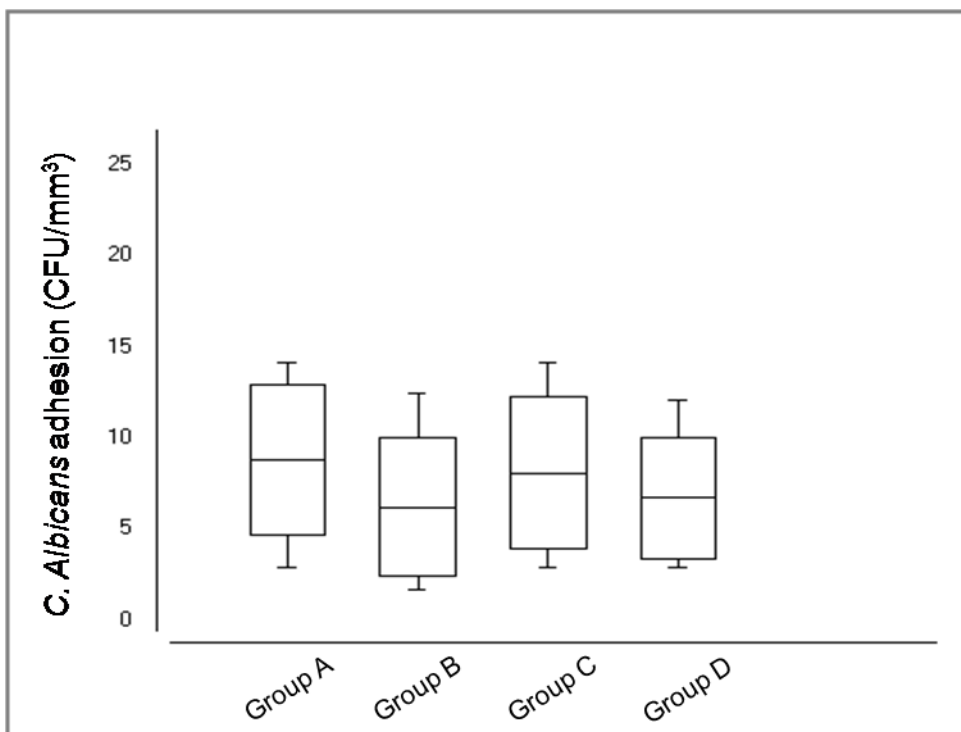
Graph 1 – Box-plot is illustrating the water sorption percentage values of acrylic specimens (n=4 per group). For all groups tested, the horizontal bar into the box indicates the mean value. The box indicates +1 and -1 standard deviation and the vertical lines indicate the minimum and the maximum values.



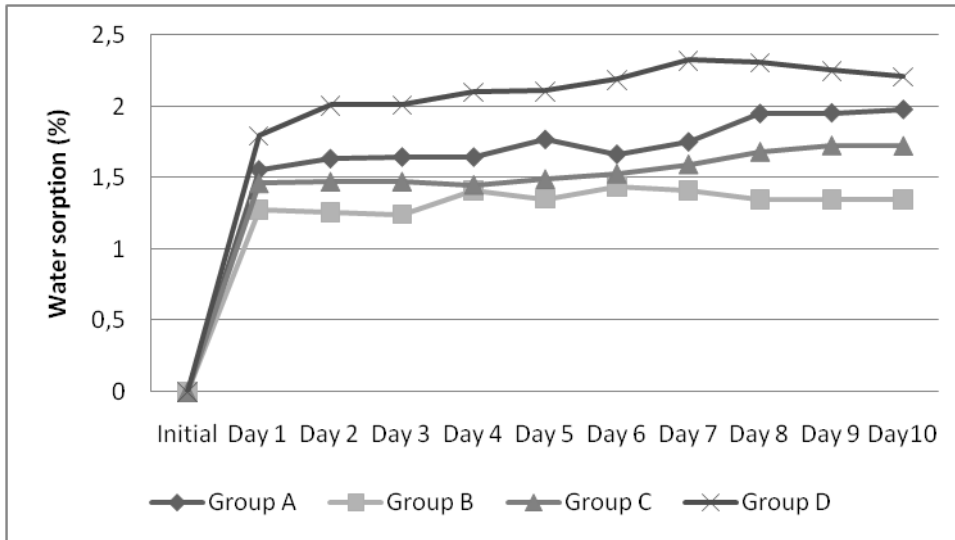
Graph 2 – Box-plot is illustrating the solubility percentage values of acrylic specimens (n=4 per group). For all groups tested, the horizontal bar into the box indicates the mean value. The box indicates +1 and -1 standard deviation and the vertical lines indicate the minimum and the maximum values.



Graph 3 – Box-plot is illustrating the surface roughness – Ra measured in nanometer of acrylic specimen (n=6 areas per group). For all groups tested, the horizontal bar into the box indicates the mean value. The box indicates the +1 and -1 standard deviation and the vertical lines indicate the minimum and the maximum values.



Graph 4 – Box-plot is illustrating the *Candida albicans* adherence results, expressed in Colony Forming Unit (CFU) per cubic millimeter of acrylic specimen (n=9 per group). For all groups tested, the horizontal bar into the box indicates the mean value. The box indicates +1 and -1 standard deviation and the vertical lines indicate the minimum and the maximum values.



Graph 5 – The graph shows the daily evolution of water sorption percentages of acrylic specimen (n=4 per group).

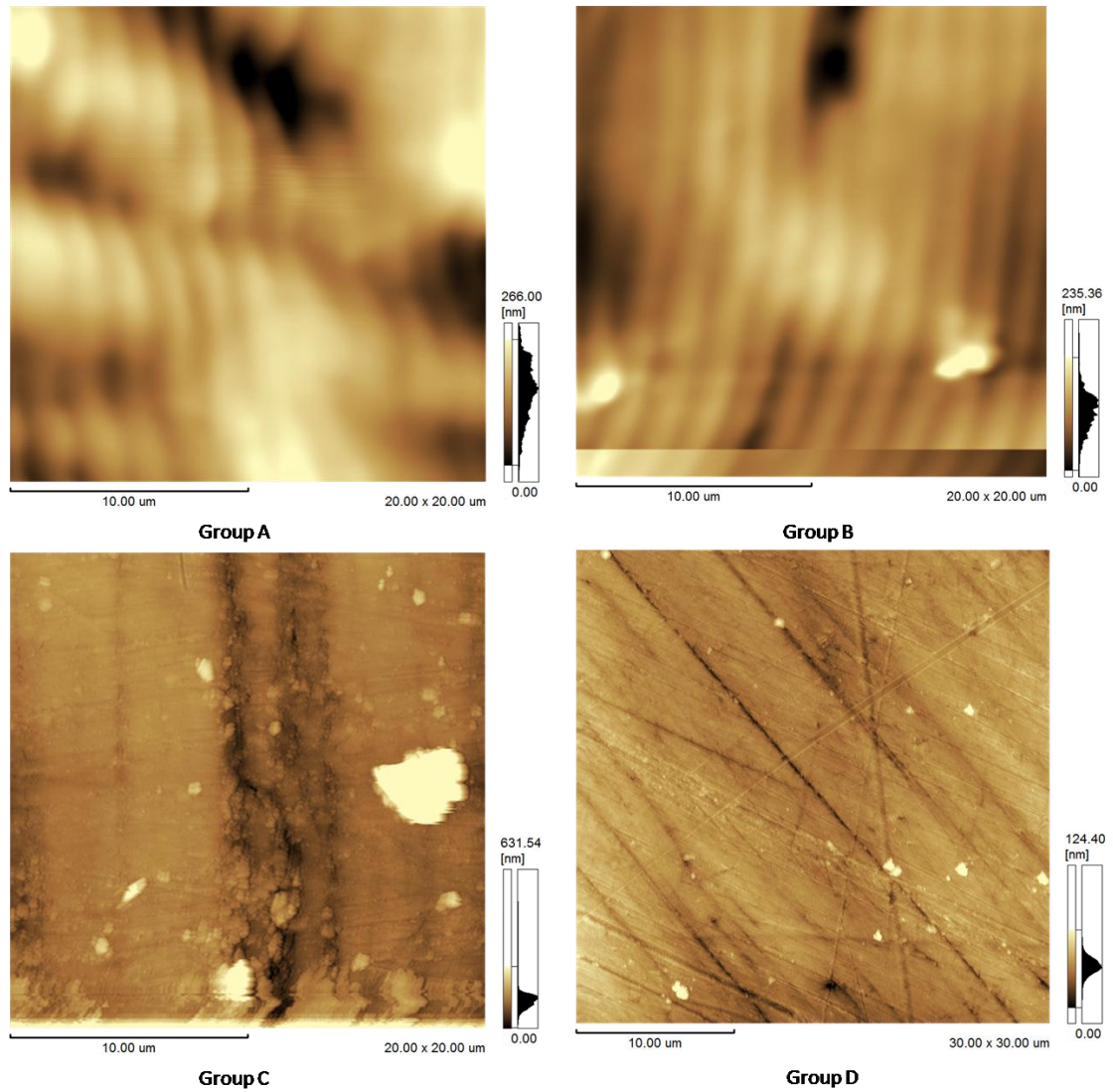


Image 1 – 20.00 x 20.00 μm images illustrating the AFM scanning of the acrylic resin specimens. For measurement, three sub-areas with 10 x 10 μm were used of 2 specimen of each group studied.

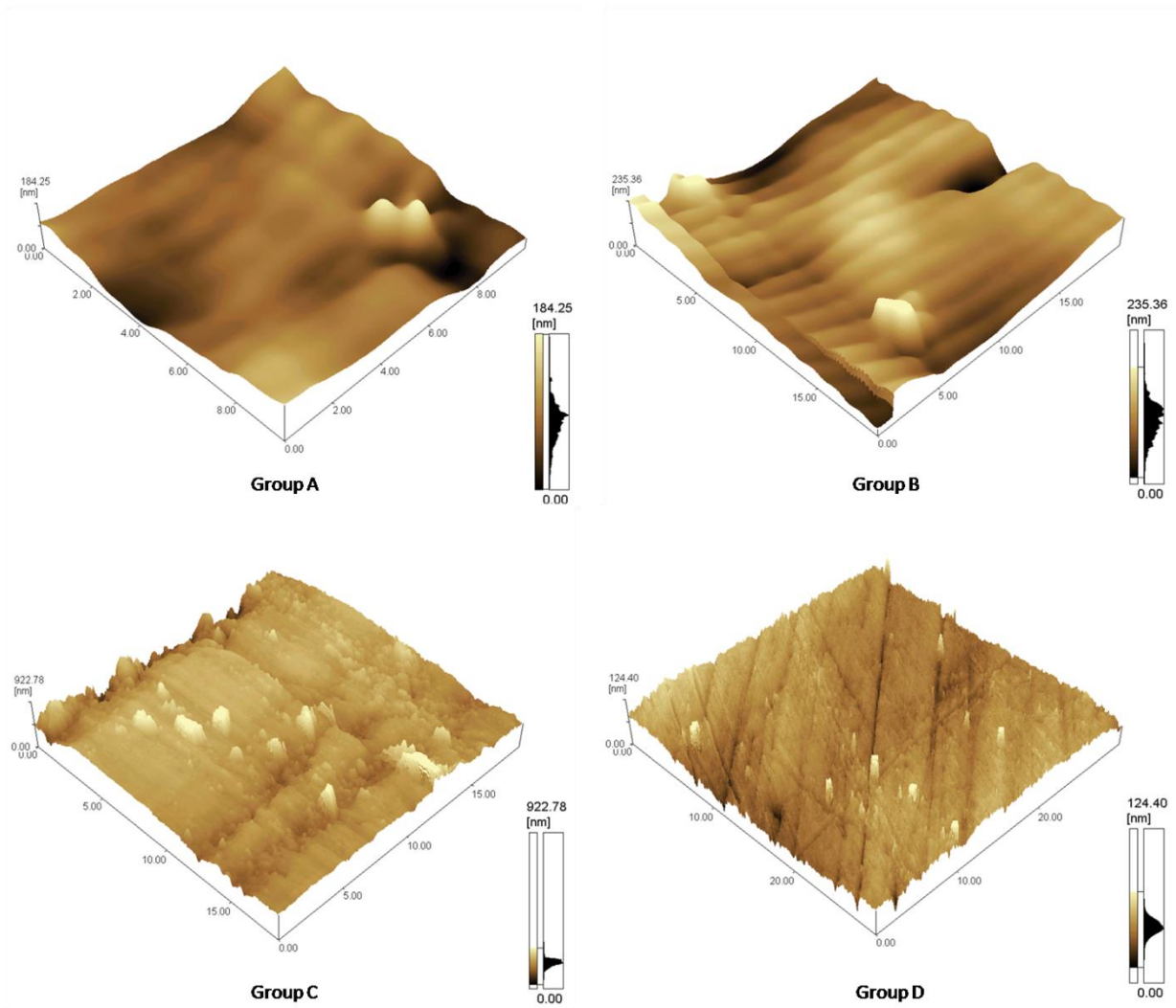


Image 2 – 3D illustrative reconstructions of AFM scanning acrylic resin specimens. For measurement, three sub-areas with 10 x 10 μ m were used of 2 specimen of each group studied.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o método de polimerização das resinas acrílicas influi nas suas propriedades físicas. O PMMA polimerizado por energia de microondas possui diferenças em relação ao PMMA tradicional quando se comparam absorção de água, solubilidade e rugosidade superficial. Além disso, diferentes ciclos de polimerização por microondas causaram alterações na rugosidade superficial das resinas. Entretanto as diferenças encontradas não influenciaram a adesão de *Candida albicans*.

REFERÊNCIAS

1. Batista AB, Batista SH. Docência em saúde: temas e experiências. São Paulo: Senac, 2003;153-66.
2. Almeida M (Org). Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos Universitários da Área de Saúde. 2 ed. Londrina: Rede Unida, 2005.
3. TERADA RSS (Org.), NAKAMA, L (Org.). A implantação das diretrizes curriculares nacionais de odontologia: a experiência de Maringá. São Paulo/Londrina/Brasília: HUCITEC/Rede Unida/Abeno, 2004.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Pró-saúde: programa nacional de reorientação da formação profissional em saúde / Ministério da Saúde, Ministério da Educação. – Brasília : Ministério da Saúde, 2005.
5. Zilbovicius C, Araújo ME. Diretrizes Curriculares Nacionais: elementos e dados para uma reflexão crítica. In: Morita MC, Kriger L, Carvalho ACP, Haddad AE. (Org.). Implantação das Diretrizes Curriculares Nacionais em Odontologia. Maringá: Dental Press Editora 2007;61-81.
6. Moura JS, da Silva WJ, Pereira T, Del Bel Cury AA, Garcia RCMR. Influence of acrylic resin polymerization methods and saliva on the adherence of four Candida species. J Prosthet Dent 2006;96:205-11.
7. Phoenix RD, Mansueto MA, Ackerman NA, Jones RE. Evaluation of Mechanical and Thermal Properties of Commonly Used Denture Base Resins. J Prosthodontics 2004;13:17-27.
8. De Clerk JP et al. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. J Prosthet Dent 1987;57:650-8.

9. Compagnoni MA, Barbosa DB, De Souza RF, Pero AC. The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resin. *J Prosthetic Dent* 2004;91:281-5.
10. Pero AC, Barbosa DB, Marra J, Ruvolo-Filho AC, Compagnoni MA. Influence of Microwave Polymerization Method and Thickness on Porosity of Acrylic Resin. *Journal of Prosthodontics* 17 (2008) 125–129.
11. Rahal JS, Mesquita MF, Henriques GEP, Nóbilo MA. Influence of Chemical and Mechanical Polishing on Water Sorption and Solubility of Denture Base Acrylic Resins. *Braz Dent J* (2004) 15(3): 225-230.
12. Park SE, Periathamby AR, Loza JC. Effect of Surface-Charged Poly(methyl Methacrylate) on the Adhesion of *Candida albicans*. *J Prosthodont* 2003;12:249-54.
13. Maza JL, Elguezabal N, Prado C, Ellacuría J, Sloer I, Pontón J. *Candida albicans* adherence to resin-restorative dental material: Influence of whole human saliva. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:589-92.
14. Radford DR, Challacombe SJ, Walter JD. Denture Plaque and Adherence of *Candida albicans* to Denture-base Materials in vivo and in vitro. *Crit Rev Oral Biol Med* 1999;10(1):99-116.
15. Radford DR, Sweet SP, Challacombe SJ, Walter JD. Adherence of *Candida albicans* to denture-base materials with different surface finishes. *Journal of Dentistry* 1998;26:577-83.

16. Ellepola ANB, Samaranayake LP. Adhesion of oral *Candida albicans* isolates to denture acrylic following limited exposure to antifungal agents. *Archives of Oral Biology* 1998;43:999-1007.
17. Chandra J, Kuhn DM, Mukherjeel PK, Hoyer LL, McCormick T, Ghannoum MA. Biofilm Formation by the Fungal Pathogen *Candida albicans*: Development, Architecture, and Drug Resistance. *Journal of Bacteriology* 2001;183:5385-94.
18. Dar-Odeh NS, Shehabi AA. Oral Candidosis in patients with removable dentures. *Mycoses* 2003;46:187-91.
19. Leon BL, Cury AADB, Garcia RCMR. Water sorption, solubility, and tensile bond strength of resilient denture lining materials polymerized by different methods after thermal cycling. *J Prosthetic Dentistry* 2005;93:282-7.
20. Camacho DP, Gasparetto A, Svidzinski TIE. The effect of chlorhexidine and gentian violet on the adherence of *Candida* spp. to urinary catheters. *Mycopathologia* 2007;163:261-6.
21. Polaquini SRB, Svidzinski TIE, Kemmelmeier C, Gasparetto A. Effect of aqueous extract from Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) on hydrophobicity, biofilm formation and adhesion in composite resin by *Candida albicans*. *Archives of Oral Biology* 2006;51:482-90.
22. Tuna SK, Key F, Gumus HO, Uzun C. The Evaluation of Water Sorption/ Solubility on Various Acrylic Resins. *European Journal of Dentistry* 2008;2:191-7.

23. Miettinen VM, Vallittu PK. Water sorption and solubility of glass fiber-reinforced denture polymethyl methacrylate resin. *J Prosthet Dent* 1996;76:531-4.
24. Blagojevic V, Murphy VM. Microwave polymerization of denture base materials. A comparative study. *Journal of Oral Rehabilitation* 1999;26:804-8.
25. Rizzatti-Barbosa CM, Ribeiro-Dasilva MC. Influence of Double Flask Investing and Microwave Heating on the Superficial Porosity, Surface Roughness, and Knoop Hardness of Acrylic Resin. *Journal of Prosthodontics* 18 (2009) 503–506.
26. Serrano-Granger C, Cerero-Lapiedra R, Campo-Trapero J, Río-Highsmith JD. In Vitro Study of the Adherence of *Candida Albicans* to Acrylic Resins: Relationship to Surface Energy. *Int J Prosthodont* 2005;18:392–398.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)