

Determinação dos períodos de secagem e sorção de água em resina acrílica para base protética: aplicabilidade de um método de análise da porosidade

*Ana Carolina PERO^a, Juliê MARRA^b, André Gustavo PALEARI^c,
Larissa Santana RODRIGUEZ^d, Keren Cristina Fagundes JORDÃO^e,
Marco Antonio COMPAGNONI^a*

^a*Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil*

^b*Pós-graduando em Reabilitação Oral, Nível de Doutorado em Prótese, Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil*

^c*Pós-graduando em Reabilitação Oral, Nível de Mestrado em Prótese, Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil*

^d*Aluna de Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil*

^e*Cirurgiã-dentista, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil*

Pero AC, Marra J, Paleari AG, Rodriguez LS, Jordão KCF, Compagnoni MA. Determination of the drying and water sorption periods of denture base resins in order to apply a method for analyzing porosity. Rev Odontol UNESP. 2009; 38(2): 85-91.

Resumo: O estudo da porosidade em resina acrílica para base protética tem sido realizado por meio de diversos métodos, entre os quais o método que associa a porosidade com a sorção de água pela resina acrílica, tendo como base o Princípio de Arquimedes. A determinação do momento exato da pesagem do espécime para a avaliação da porosidade é necessária na aplicabilidade desta metodologia. O objetivo do presente estudo consiste em determinar o tempo mínimo necessário para que ocorra a estabilização da massa do espécime de resina acrílica durante os períodos de secagem e sorção de água, em função do tipo de resina (Acron MC e Clássico), da solução de armazenamento (soluções de cloreto de cálcio anidro a 25, 50, 75% e água destilada pura) e do formato do espécime (retangular e base protética maxilar). Os espécimes foram submetidos às etapas de secagem e sorção nas diferentes soluções e pesados a cada 24 horas. A partir do momento em que a estabilização das massas foi alcançada, um período três vezes maior foi aguardado, seguindo-se as pesagens, para confirmação desse período de estabilidade. Os dados foram descritos por meio de curvas temporais de secagem e sorção de água dos espécimes. Os resultados sugerem que os períodos de secagem e sorção de água não sofreram influência do tipo de resina acrílica e da solução de armazenamento. Apenas o formato do espécime interferiu na determinação desses períodos: para o formato retangular, o período de secagem foi de 20 dias e o período de sorção de água, 30 dias; para a base protética maxilar, esses períodos foram de 30 e 40 dias, respectivamente.

Palavras-chave: Porosidade; resinas acrílicas; prótese total.

Abstract: Various methods have been used to study the porosity of denture base resin, among them the method that associates porosity with water sorption by the acrylic resin, based on the Archimedes Principle. When applying this method for evaluating porosity, it is necessary to determine the exact moment of weighing the specimen. The aim of this study was to determine the minimum time necessary for stabilization of the acrylic resin mass of the specimen to occur, during the periods of drying and water sorption, as a function of the type of acrylic resin (Acron MC and

Clássico), the storage solution (25, 50, 75% anhydrous calcium chloride solutions and pure distilled water) and specimen shape (rectangular and maxillary denture base). The specimens were submitted to the drying and sorption stages in the different solutions, and weighed every 24 hours. From the time when stabilization of the masses was reached, a three times longer period was waited, during which weighing continued, to confirm this period of stability. The data were described by means of temporal drying and water sorption curves of the specimens. The results suggested that the period of drying and water sorption were not influenced by the type of acrylic resin and storage solution. Only the shape of specimens interfered in the determination of these periods. For the rectangular shape, the drying period was 20, and 30 days for water sorption. For the maxillary denture base these periods were 30 and 40 days respectively.

Keywords: *Porosity; acrylic resins; complete denture.*

Introdução

A porosidade na resina acrílica é um problema persistente. Além de favorecer o manchamento e o acúmulo de microorganismos nas bases protéticas, a presença de poros também reduz sua resistência¹. A formação de poros pode ser causada por diversos fatores, que podem estar relacionados com o tipo de resina acrílica^{2,3}, sua manipulação e o ciclo de polimerização³⁻⁸, além da própria espessura da base da prótese^{9,10}.

Por ser uma característica indesejável, a presença de poros na resina acrílica tem sido avaliada por diversos autores por meio de vários métodos. Dentre estes, é possível citar a análise visual, com ou sem a utilização de microscopia^{11,12}, e o método que associa a porosidade com o volume de água absorvida pela resina acrílica, que tem como base o Princípio de Arquimedes¹³⁻¹⁵.

Ao se utilizarem métodos que avaliam a presença de poros por meio da sorção de água, deve-se levar em conta que a resina acrílica à base de poli (metil metacrilato) absorve água quando colocada em um meio aquoso por um mecanismo primário de difusão^{16,17}. Outro aspecto importante: a introdução de moléculas de água dentro da massa polimerizada interfere no entrelaçamento da cadeia polimérica e, portanto, pode atuar como um plastificante, alterando as características do polímero resultante¹⁶. A ocorrência de tal efeito é caracterizada por uma maior mobilidade entre as cadeias do polímero, fazendo com que a água absorvida ocupe espaços entre essas cadeias e não somente no interior dos poros. Dessa forma, deve ser considerado que o método de análise da porosidade por meio de sorção de água pode gerar resultados imprecisos.

No entanto, segundo Smith, Schmitz¹⁸, empregando-se soluções de armazenamento com diferentes índices de atividade de água (aw), é possível estimar uma solução na qual esse efeito não seja atuante, possibilitando de uma forma mais adequada a avaliação da presença de poros no interior da resina acrílica.

Na aplicação desse método de análise da porosidade, os espécimes são submetidos a duas etapas de armazenamento: a primeira, que corresponde ao período de secagem dos espécimes de resina acrílica por meio de um dessecador contendo sílica gel; e a segunda etapa, quando os espécimes são armazenados em água destilada. Para ambas as etapas, os espécimes devem permanecer armazenados até que se atinja uma massa estável, controlada por meio de pesagens diárias. Além disso, estudos prévios que utilizaram o método de análise da porosidade por meio de sorção, utilizando água destilada pura, apresentaram variados períodos de estabilização das massas dos espécimes de resina acrílica¹³⁻¹⁵, o que representa, de certa forma, uma limitação do método.

Em relação à etapa de armazenamento em que ocorre a sorção de água, deve ser considerada a solução na qual o espécime é armazenado para que se faça esse tipo de avaliação da porosidade, pois a sua concentração pode influenciar na determinação do momento de estabilização da massa dos espécimes¹⁹⁻²². As diferentes concentrações das soluções de imersão são obtidas variando-se a sua atividade de água, que representa a pressão de vapor à qual o espécime é submetido quando imerso.

A geometria dos espécimes, representada pelo seu formato¹⁵, deve ser considerada em estudos que avaliam a porosidade em resinas acrílicas por meio de sorção de água. Portanto, também deve ser considerado que o formato do espécime pode influenciar na determinação dos períodos de secagem e sorção.

Frente a estes aspectos, a determinação dos períodos de secagem e sorção de água para espécimes de resina acrílica é um parâmetro importante que auxilia na aplicabilidade do método de análise da porosidade por meio de sorção de água. Assim, este estudo tem como objetivos: a) determinar o tempo de estabilização da massa do espécime de resina acrílica durante os períodos de secagem e sorção de água; b) avaliar se as soluções de armazenamento do espécime em que ocorre a sorção de água interferem nesse período; e c) avaliar se o formato do espécime tem influência nos períodos de estabilização de sua massa.

Material e método

Os espécimes foram confeccionados em dois formatos (base protética e retangular), utilizando-se dois tipos de resina acrílica: Acron MC, GC Lab Technologies, Inc. – Alsip, Illinois, EUA, e Clássico, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, SP, Brasil. Para a determinação do período de sorção de água, os espécimes foram colocados em soluções de cloreto de cálcio anidro a 25, 50, 75% e em água destilada pura, representadas, respectivamente, pelas atividades de água (aw) 0,25, 0,50, 0,75 e 1. Totalizaram-se, assim, 16 grupos experimentais, segundo o formato, o tipo de resina e a solução de armazenamento.

Confecção dos espécimes no formato base protética

Foram obtidas bases protéticas maxilares sem os dentes artificiais, na espessura de 3,5 mm, utilizando-se modelos de gesso padrão sem retenções. Para a padronização e a uniformização da espessura dos espécimes, a partir do conjunto modelo mais base protética encerada – a qual teve sua espessura controlada com auxílio de uma sonda periodontal – foi obtida uma matriz confeccionada em silicone industrial (RTV-3120, Reforplás Ind. Com. Ltda., Cubatão, SP, Brasil). Duas lâminas de cera rosa nº 7 (Polidental Ind. E Com. Ltda., Cotia, SP, Brasil) liquefeitas num recipiente metálico em estufa a 60 °C foram vertidas dentro da matriz de silicone e, em seguida, o modelo de gesso foi imediatamente alojado sobre a cera na matriz. Com o resfriamento da cera, 30 minutos depois, o conjunto modelo mais base da prótese em cera foi removido da matriz, obtendo-se assim a base protética encerada na espessura desejada. Esse procedimento foi repetido para a obtenção de todos os espécimes referentes aos Grupos 1 a 8.

Cada base protética encerada foi incluída em mufla específica para cada ciclo de polimerização, em três camadas, utilizando-se gesso pedra tipo III (Herodent; Vigodent S/A Ind. Com., Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Após a presa da última camada de gesso, a cera foi eliminada com água fervente e o gesso foi limpo com detergente. O isolamento do gesso da mufla e contramufla foi realizado com isolante para resina acrílica e, em seguida, as resinas acrílicas foram manipuladas, de acordo com as especificações dos respectivos fabricantes. A prensagem da resina acrílica para obtenção dos espécimes foi realizada em uma prensa hidráulica (Delta; Delta Máquinas Especiais, Vinhedo, SP, Brasil), de maneira lenta e gradual, em duas etapas¹⁵. Um período de 30 minutos foi aguardado – correspondente à prensagem final – e, então, as muflas foram fechadas com parafusos próprios. Para a polimerização da resina específica para micro-ondas, foi utilizado um forno de micro-ondas (Continental AW-30; Bosh Eletrodomésticos, Manaus, AM, Brasil); para a resina termopolimerizável em banho de água, foi utilizada uma termopolimerizadora automática (Solab Equipamentos para

laboratórios Ltda; Piracicaba, SP, Brasil). Após a desinclusão, em cada base protética, foi dado acabamento inicialmente com uma ponta do tipo Maxicut (Microdont Micro Usinagem de Precisão Ltda., São Paulo, SP, Brasil), para remoção dos excessos mais grosseiros. Em seguida, foram utilizadas tiras de lixa fixadas a um mandril em baixa rotação e, ainda, um acabamento mais refinado foi realizado na superfície externa da base em torno de polimento.

Confecção dos espécimes no formato retangular

Os espécimes dos Grupos 9 a 16 foram obtidos a partir de um padrão metálico com as dimensões 67 × 12 × 5,3 mm. Para facilitar a remoção do padrão metálico após a inclusão em mufla, o mesmo foi envolvido individualmente em silicone (Zetalabor, Zhermack S.p.A., Badia Polesine, Rovigo, Itália). O conjunto padrão metálico/silicone foi incluído individualmente em mufla específica para cada ciclo de polimerização, em três camadas, utilizando-se gesso pedra tipo III. Após a presa da última camada de gesso, a mufla foi aberta e o padrão metálico foi removido do molde de silicone. A resina acrílica foi manipulada de acordo com as especificações dos respectivos fabricantes e condensada no interior do molde para posterior prensagem e polimerização. O acabamento dos espécimes foi realizado em uma politriz (Metaserv 2000, Böehler, UK, Ltd, Conventry, Inglaterra), com o auxílio de matrizes metálicas e lixas de diferentes granulacões (Norton, Saint-Gobain Abrasivos Ltda, Vinhedo, SP, Brasil), para que os espécimes atingissem as dimensões recomendadas pela ISO/ FDIS 1567 (65 × 10 × 3,3 mm)²³. Essas dimensões foram controladas com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo, Japan)²⁴.

Determinação do tempo para secagem e sorção de água

As pesagens para determinação do momento de estabilização das massas dos espécimes em ambos os formatos foram realizadas em duas etapas experimentais (secagem e sorção de água), utilizando-se uma balança analítica (modelo AB204-S, Mettler-Toledo Ind. e Com. Ltda., Barueri, SP, Brasil), com resolução de 0,0001 g. Todas as pesagens foram realizadas de maneira controlada, em temperatura ambiente (± 25 °C)²⁵.

Após o acabamento e o polimento, os espécimes foram mantidos em um recipiente a vácuo hermeticamente fechado contendo sílica gel. A cada 24 horas, os espécimes foram pesados até que ocorresse a estabilização das massas. O registro dessas pesagens possibilitou a obtenção, para cada grupo, das respectivas curvas temporais relacionadas com o período de secagem dos espécimes, caracterizadas pela diminuição temporal das massas dos espécimes referente à eliminação dos líquidos presentes no interior dos mesmos^{14,15}. Quando a variação em massa dos espécimes foi menor que 0,0002 g entre as sucessivas pesagens^{18,20}, considerou-se que a mesma tornou-se estável (equilíbrio aparente). Então, um período

adicional três vezes maior que o período aparente de equilíbrio foi aguardado, seguindo-se as pesagens. Se durante esse período, a massa dos espécimes permanecesse estável, o período de equilíbrio aparente seria de fato igual ao tempo mínimo para a estabilização das massas. Caso ocorresse uma variação durante esse período, teria de ser estabelecido um novo período e, a partir desse novo período, esperar novamente um período adicional três vezes maior que o período aparente de equilíbrio²⁶.

Após a determinação do período de secagem, os espécimes foram armazenados em diferentes soluções sob diferentes aw em uma estufa a 37 ± 1 °C²³ e foram pesados a cada 24 horas, até que ocorresse a estabilização para cada solução. As soluções de armazenamento utilizadas no experimento foram as soluções de cloreto de cálcio anidro a 25% (aw 0,25), 50% (aw 0,50), 75% (aw 0,75) e a água destilada pura (aw 1). Para cada pesagem, o espécime era removido da solução de armazenamento e cuidadosamente seco com filtro de papel até que não houvesse umidade visível na superfície⁶. A partir do registro diário das massas dos espécimes em cada aw, as pesagens foram realizadas até se obter o equilíbrio aparente. O procedimento realizado para a confirmação do período de estabilização das massas foi feito como aquele descrito na etapa de secagem. Com o registro diário das massas dos espécimes em cada aw, foram obtidas as respectivas curvas temporais de sorção de água.

Resultado

A partir das pesagens realizadas nas etapas de secagem e sorção de água, um valor médio foi obtido para cada grupo, determinando-se o tempo mínimo de estabilização das massas dos espécimes durante os períodos de secagem e sorção de água.

As Figuras 1 e 2 ilustram, respectivamente, as curvas temporais de secagem para os Grupos 1 a 8 (formato base protética) e para os Grupos 9 a 16 (formato retangular). A partir dessas curvas, ficou estabelecido um período de 20 dias para a secagem dos espécimes formato retangular e 30 dias para a secagem dos espécimes no formato base protética. Para a sorção de água, o presente estudo estabeleceu um período de 30 dias para os espécimes em formato retangular e 40 dias para os espécimes formato base protética. Para o mesmo formato (retangular ou base protética), os resultados demonstraram que a solução de armazenamento não influenciou nos períodos de estabilização das massas dos espécimes para a etapa de sorção. As curvas temporais de sorção estão representadas nas Figuras 3 (formato base protética) e 4 (formato retangular). Todos os gráficos foram obtidos a partir do programa *Origin* versão 6.1.

Discussão

No presente estudo, os resultados indicaram que o tipo de processamento da resina acrílica e a solução de armazenamento não influenciaram nos períodos de secagem e sorção de água, sendo que apenas o formato do espécime interferiu na determinação desses períodos. Para os espécimes em formato retangular, foram necessários 20 dias para secagem e 30 para sorção até o equilíbrio; para os espécimes no formato de base protética, foram precisos 30 e 40 dias, respectivamente.

Os resultados do presente estudo contrariam outros autores¹⁹⁻²², que afirmaram que a solução de armazenamento poderia influenciar nos períodos de estabilização das massas dos espécimes submetidos à sorção. Essa diferença de resultados pode ser justificada pelos parâmetros empregados em cada investigação. Neste estudo, o período de estabilização das massas dos espécimes foi avaliado somente em relação ao valor de água absorvida no equilíbrio. Em outros estudos, a cinética de sorção e desorção de água em resinas acrílicas são descritas por dois parâmetros distintos, pois além da absorção de água no equilíbrio, leva-se em conta o coeficiente de difusão²⁷.

Neste estudo, para a determinação do período de sorção de água, foi observado que as curvas temporais de sorção obtidas para todos os grupos apresentaram comportamento crescente até o equilíbrio e que, a partir desse momento, a massa permaneceu estável por um período três vezes maior. Esse comportamento indica que a secagem dos espécimes ocorreu de forma efetiva, já que, segundo Kalachandra, Turner²⁸, em períodos prolongados de sorção, frequentemente pode ser notada uma diminuição das massas dos espécimes. Essa redução das massas dos espécimes está relacionada com a liberação de líquidos – tais como água ou monômero residual do interior da massa polimerizada – que não foram eliminados durante a secagem e podem ser liberados na solução de armazenamento em imersão, durante a sorção.

Na medida em que, durante o período de sorção, não foi observada redução das massas dos espécimes (Figuras 3 e 4), pode-se afirmar que o método de secagem foi bem conduzido e que a secagem dos espécimes ocorreu de maneira efetiva. Esse fato indica que os períodos de secagem e sorção determinados neste estudo contribuem seguramente para a utilização do método de análise da porosidade por meio da sorção de água. Reforça-se, assim, a metodologia do estudo realizado, evidenciando-se que deve ser aguardado o período necessário para a estabilização das massas dos espécimes, para garantir que os mesmos estejam completamente secos. Dessa forma, na avaliação da porosidade, resultados mais seguros poderão ser apresentados.

Skinner²⁹ observou que a entrada de água entre as moléculas de metil metacrilato ocorre em grande parte durante

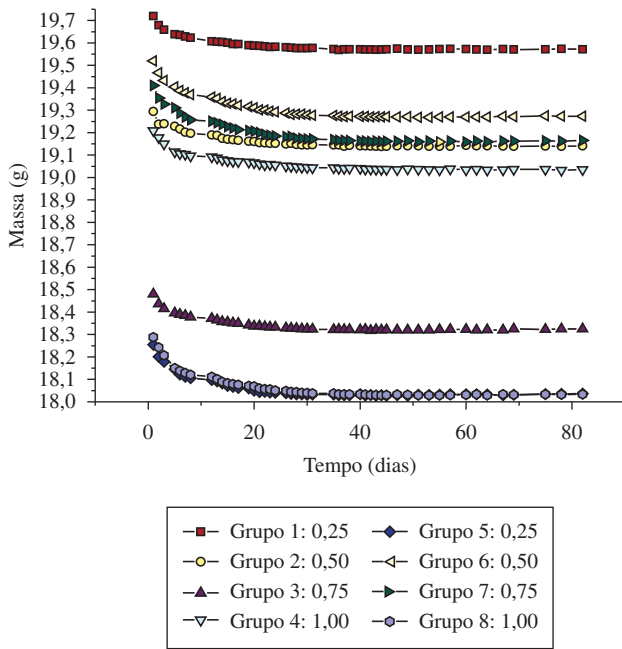


Figura 1. Curva temporal de secagem correspondente aos Grupos 1 a 8 (formato base protética), para as resinas Acron MC (Grupos 1 a 4) e Clássico (Grupos 5 a 8).

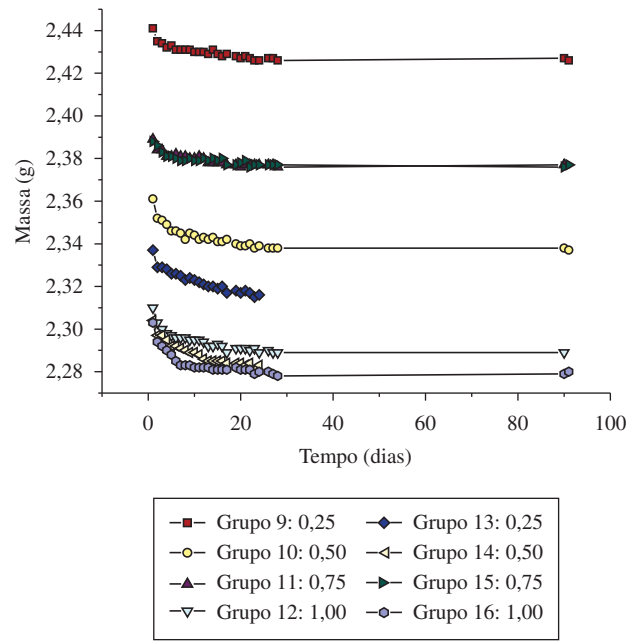


Figura 2. Curva temporal de secagem correspondente aos Grupos 9 a 16 (formato retangular), para as resinas Acron MC (Grupos 9 a 12) e Clássico (Grupos 13 a 16).

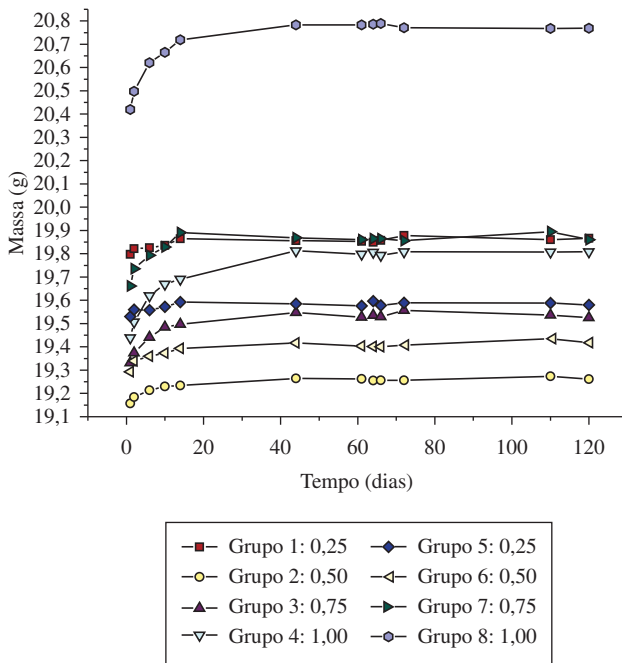


Figura 3. Curva temporal de sorção correspondente aos Grupos 1 a 8 (formato base protética), para as resinas Acron MC (Grupos 1 a 4) e Clássico (Grupos 5 a 8).

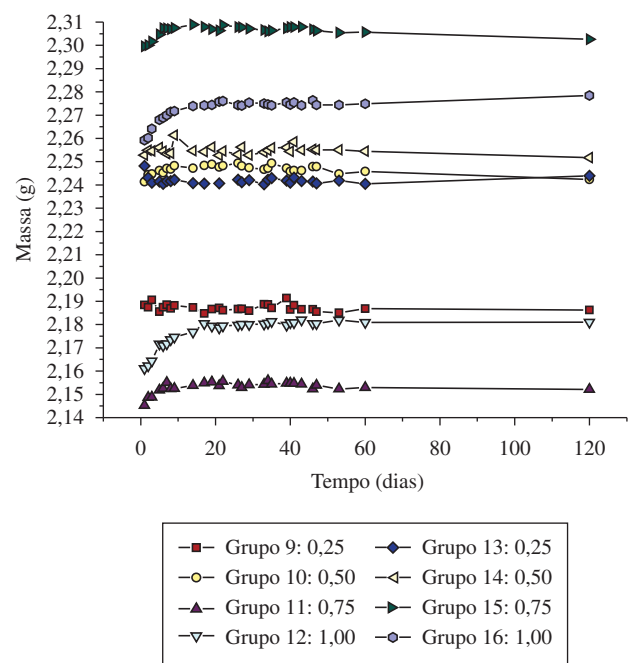


Figura 4. Curva temporal de sorção correspondente aos Grupos 9 a 16 (formato retangular), para as resinas Acron MC (Grupos 9 a 12) e Clássico (Grupos 13 a 16).

a imersão da resina em água a 37 °C pelo período de uma semana e que, depois disso, aumentos perceptíveis ocorrem ainda por 42 dias ou mais. Pero et al.¹⁵ determinaram períodos de 20 e 35 dias para secagem e sorção em água destilada pura, respectivamente, em bases protéticas de uma resina termopolimerizável convencional e outra polimerizada em microondas com 3,5 mm de espessura.

No presente estudo, os períodos de secagem e sorção relativamente longos observados para o formato base protética poderiam ser explicados em função de sua espessura e conformação complexa. Nesse caso, após a polimerização, o monômero residual não está localizado somente na superfície do espécime, mas também nas regiões mais centrais da resina acrílica¹². Talvez por esse motivo, nos espécimes no formato base protética avaliados nesse trabalho, a liberação de monômero residual, água e outras substâncias bem como a sorção de água demandaram períodos de tempo considerados mais longos, em comparação com os períodos determinados para os espécimes em formato retangular. Esse fato já foi observado por Pero et al.¹⁵, em cujo estudo fez-se armazenamento de espécimes em formato base protética em água destilada pura.

A determinação dos períodos de estabilização das massas dos espécimes nas etapas de secagem e sorção torna segura a aplicação desse método de análise da porosidade, já que reforça que essa metodologia possibilita que os períodos de estabilização determinados mostrem resultados de porosidade precisos.

Deve ser salientado que o presente estudo apresenta limitações, uma vez que apenas dois tipos de resina acrílica foram utilizados. Tendo em vista que tanto o formato do espécime como o tipo de processamento da resina podem influenciar os resultados, mais estudos são sugeridos para que os períodos de estabilização das massas dos espécimes para avaliação da porosidade sejam determinados utilizando-se outras resinas. Contudo, este estudo deixa evidente que a avaliação da porosidade em resinas acrílicas para base protética, utilizando-se o método de sorção de água, deve seguir os critérios apresentados para estabilização das massas dos espécimes durante os períodos de secagem e sorção.

Conclusão

Este estudo, apesar de algumas limitações, possibilitou concluir que:

- Os períodos de secagem e sorção de água dos espécimes em formato retangular foram de 20 e 30 dias, respectivamente, e os mesmos processos, na ordem referida, demandaram 30 e 40 dias, para os espécimes em formato base protética; esses períodos deram-se independentemente da resina acrílica utilizada e da solução de armazenamento dos espécimes;
- As soluções de armazenamento não influenciaram nos períodos de sorção de água para ambos os formatos; e

- O formato do espécime foi um fator de influência na determinação dos períodos de secagem e sorção de água dos espécimes de resina acrílica.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (processo FAPESP nº 05/02964-0) e ao programa PIBIC/CNPq, pelo apoio financeiro, e a João Monti Junior, auxiliar de laboratório da disciplina de Prótese Total da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, pelo auxílio na fase laboratorial de confecção dos espécimes.

Referências

1. Gettleman L, Nathanson D, Myerson RL. Effect of rapid curing procedures on polymer implant materials. *J Prosthet Dent.* 1977;37:74-82.
2. Alkhatib MB, Goodacre CJ, Swartz ML, Munoz-Viveros CA, Andres CJ. Comparison of microwave-polymerized denture base resins. *Int J Prosthodont.* 1990;3:249-55.
3. Levin B, Sanders JL, Reitz PV. The use of microwave energy for processing acrylic resins. *J Prosthet Dent.* 1989;61:381-3.
4. Keller JC, Lautenschlager EP. Porosity reduction and its associated effect on the diametral tensile strength of activated resins. *J Prosthet Dent.* 1985;53:374-9.
5. Kimpara ET, Muench A. Porosidade em decorrência do processamento e volume de resina acrílica. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1996;10:237-9.
6. Jagger RG. Effect of the curing cycle on some properties of a polymethylmethacrylate denture base material. *J Oral Rehabil.* 1978;5:151-7.
7. Nowlin TP, Taubert R, Boeselt J. Tensile strength and porosity in two new acrylic products manufactured for microwave processing. *Compend Contin Educ Dent.* 1993;4:413-5.
8. Ohashi M. Observations on the generating mechanism of internal porosity in polymerization of methyl methacrylic resin for dental use. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1961 Sept:1-13.
9. Firtell DN, Harman LL. Porosity in boilable acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 1983;49:133-4.
10. Gay WD, King GE. An evaluation of the cure of acrylic resin by three methods. *J Prosthet Dent.* 1979;42:437-40.
11. Reitz PV, Sanders JL, Levin B. The curing of denture acrylic resins by microwave energy. Physical properties. *Quintessence Int.* 1985;16:547-51.
12. Wolfaardt JF, Cleaton-Jones P, Fatti P. The occurrence of porosity in a heat-cured poly (methyl methacrylate) denture base resin. *J Prosthet Dent.* 1986;55:393-400.
13. Bafle M, Graser GN, Myers ML, Li EKH. Porosity of denture resin cured by microwave energy. *J Prosthet Dent.* 1991;66:269-74.

14. Compagnoni MA, Barbosa DB, Souza RF, Pero AC. The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resin. *J Prosthet Dent.* 2004;91:281-5.
15. Pero AC, Barbosa DB, Marra J, Ruvolo-Filho AC, Compagnoni MA. Influence of microwave polymerization method and thickness on porosity of acrylic resin. *J Prosthodont.* 2008;17:125-9.
16. Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. 10th ed. Pennsylvania: WB Saunders; 1996.
17. Tsuboi A, Ozawa K, Watanabe M. Water absorption characteristics of two types of acrylic resin obturators. *J Prosthet Dent.* 2005;94:382-8.
18. Smith LSA, Schmitz V. The effect of water sorption on the glass transition temperature of poly(methyl methacrylate). *Polymer.* 1988;29:1871-8.
19. Arikan A, Ozkan YK, Arda T, Akalin B. An in vitro investigation of water sorption and solubility of two acetal denture base materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2005;13:119-22.
20. Arima T, Murata H, Hamada T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. *J Oral Rehabil.* 1996;23:476-80.
21. Meloto CB, Silva-Concílio LR, Machado C, Ribeiro MC, Joia FA, Rizzatti-Barbosa CM. Water sorption of heat-polymerized acrylic resins processed in mono and bimaxillary flasks. *Braz Dent J.* 2006;17:122-5.
22. Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M. Effect of water sorption on the resistance to plastic deformation of a denture base material relined with four different denture relining materials. *Int J Prosthodont.* 1998;11:49-54.
23. International Organization for Standardization. Dentistry: denture base polymers. ISO 1567: 2001 (E). Switzerland; 2001.
24. Barbosa DB, Souza RF, Pero AC, Marra J, Compagnoni MA. Flexural strength of acrylic resins polymerized by different cycles. *J Appl Oral Sci.* 2007;15:424-8.
25. Duymus ZY, Yanikoglu ND. The investigation of solubility values, water sorption and bond strength of auto-polymerizing and heat-polymerizing acrylic resin materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2006;14:116-20.
26. Crank J. The mathematics of diffusion. Oxford: Clarendon Press; 1975.
27. Braden M. The absorption of water by acrylic resins and other materials. *J Prosthet Dent.* 1964;14:307.
28. Kalachandra S, Turner DT. Water sorption of poly (methyl methacrylate): 3. Effects of plasticizers. *Polymer.* 1987;28:1749-52.
29. Skinner EW, Chung P. Effect of surface contact in the retention of a denture. *J Prosthet Dent.* 1951;1:229-35.

Autor para correspondência:

*Prof. Dr. Marco Antonio Compagnoni
compagno@foar.unesp.br*

Recebido: 27/08/2008

Aceito: 24/03/2009

