

AVALIAÇÃO DO MONÔMERO RESIDUAL DE RESINAS ACRÍLICAS UTILIZADAS PARA PRÓTESE OCULAR, POLIMERIZADAS CONVENCIONALMENTE E POR ENERGIA DE MICROONDAS

EVALUATION OF RESIDUAL MONOMER BETWEEN CONVENTIONAL AND MICROWAVE HEAT-CURED ACRYLIC RESINS USED FOR OCULAR PROSTHESES

Moroni, Pedro Alexandre*
Simião, Bruno Ricardo Huber**
Neisser, Maximiliano Piero***
Rode, Sigmar de Mello***

RESUMO

Este trabalho objetivou comparar a quantidade de monômero residual das resinas acrílicas utilizadas para confecção de prótese ocular, termopolimerizável incolor (grupo controle) e Onda-Cryll incolor após a polimerização convencional (MC) e com energia de microondas (MW) respectivamente. Para o experimento foram confeccionados três corpos-de-prova para cada tipo de resina e período de investigação, num total de 30 corpos-de-prova, os quais foram submetidos a ensaios titulométricos nos períodos de 5, 30, 60, 120 e 1.440 minutos (24 horas) após a demuflagem. A resina acrílica termopolimerizável incolor apresentou índices inferiores de concentração de monômero residual em relação à resina acrílica Onda-Cryll incolor. A resina acrílica polimerizada por microondas apresentou baixos índices de concentração de monômero residual, porém um pouco superiores (até 120 minutos) em relação à resina termopolimerizável incolor. Ambos os materiais apresentaram valores numéricos estatisticamente semelhantes de concentração de monômero residual no período de 1440 minutos (24 horas). Uma técnica de confecção de prótese ocular através de forno de microondas é exequível, pois os acrílicos apresentam concentrações normais de monômero residual após 120 minutos da sua polimerização, em relação ao grupo controle.

UNITERMOS: prótese ocular; resina acrílica; monômero residual.

SUMMARY

The objective of this work is developing an experimental technique to make an ocular prosthesis with many kinds and forms of acrylic resin process. The author made a comparative evaluation with colorless residual monomer thermo polymerizing in the conventional process with acrylic resin microwave oven polymerization. With 15 proof bodies for each one of the three types and forms of resin, the author made, naturally all together, 30 proof bodies. The process follows rigorously the fabrication instructions. All of them, had been submitted a titlometric experiment by periods of 5, 30, 60, 120,1440(24 hours), after unflasked. The thermo polymerizing colorless acrylic resin was the one showing less concentration of residual monomer. The results of experiment show higher concentration of residual monomer, until 120 minutes after the polymerizing process. With 8 hours approximately the technique is executible for ocular prosthesis construction and with normal and stable monomer residual concentration.

UNITERMS: ocular prosthesis; acrylic resin; residual monomer.

* Doutorando em Odontologia, área de concentração em Prótese Buco-Maxilo-Facial, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, SP.

** Mestrando em Odontologia, subárea Prótese Dentária da UNITAU, SP.

*** Professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, subárea Prótese Dentária da UNITAU, SP.

INTRODUÇÃO

A face é sempre alvo de análise cuidadosa, quase sempre consumada, independente da vontade do indivíduo.

Mudanças de grande ou pequena intensidade na configuração da estética e harmonia métrica da face, podem ter conseqüências psicológicas em diversos graus, sendo normais desvios da conduta humana, como conseqüência destas alterações.

Em decorrência da explosão populacional e da velocidade que se vive nesse início de século, vem aumentando consideravelmente o número de indivíduos que necessitam de reabilitação das deformidades faciais, sejam elas de origem congênitas, traumáticas ou patogênicas. Desta forma, uma atuação profissional rápida e adequada é necessária, visando reintegrar o indivíduo à sociedade.

Quando um ser humano perde alguma estrutura facial, essa pode ser reconstruída através de cirurgia plástica ou por meio de prótese¹⁶. A reconstrução cirúrgica é sempre preferível; mas, por falta de anuência do paciente ou limitações da própria lesão, nem sempre é possível. Existem estruturas anatômicas que até hoje não são passíveis de reconstruções cirúrgicas, como o globo ocular eviscerado ou enucleado, é a reconstrução protética.

Segundo Murphey et al.¹⁴ (1945) e Oliveira et al.¹⁶ (1960), o objetivo da prótese ocular é a reconstrução estética, já que a funcional não pode ser conseguida por meios artificiais. Entretanto, uma prótese ocular restaura o contorno facial, embeleza um rosto cuja harmonia está comprometida, promove a sustentação e a tonicidade muscular das pálpebras, dirige o lacrimejamento ao seu conduto fisiológico evitando o empastamento dos cílios, protege a delicada mucosa da cavidade anoftálmica de poeira e outros detritos, evita a secura da conjuntiva, as atresias, as deformações e encurtamentos palpebrais por falta de função.

A resina acrílica passou a ser utilizada para a confecção de próteses oculares individualizadas^{12,13,15,18}, devido às vantagens da mesma sobre o vidro. Essas vantagens, segundo Skinner et al.¹⁹ (1967), dizem respeito ao baixo custo, facilidade de obtenção, manuseio, irrompibilidade e resistência. Além disso, não sofre alteração pela lágrima ou secreções da cavidade anoftálmica, e praticamente inalterável, permitindo ajustes e inúmeros polimentos sempre que haja a necessidade.

Sabe-se que o monômero residual das resinas acrílicas, quando em excesso, pode ser tóxico e irritante às mucosas² e tecidos vizinhos às regiões

que recebem próteses elaboradas com esse material^{4,7,8,10,20,21}. Dessa forma, pesquisar e determinar a quantidade de monômero residual das resinas acrílicas^{3,11,17} após as formas de polimerização convencional e com energia de microondas, é uma colaboração cujos resultados poderiam contribuir para o engrandecimento da ciência.

Como em outras áreas da saúde, também na odontologia, a ciência está sempre em evolução. Novos materiais surgem, novas técnicas são desenvolvidas e as pesquisas progridem buscando a concretização de seus objetivos na reconstrução da estética e da função, em menor tempo de elaboração e maior qualidade e fidelidade das próteses.

MATERIAIS E MÉTODO

Confecção dos corpos-de-prova

Recorremos nesta pesquisa a corpos-de-prova obtidos através da utilização de esferas de vidro, medindo 0,8 centímetros de diâmetro. Com o auxílio de uma mufla metálica nº 06, incluímos dez esferas de vidro, em gesso pedra, até seu equador, aguardando-se a presa. O gesso pedra foi isolado com vaselina, fechou-se a mufla e nova camada de gesso foi vertida, aguardando-se sua presa. Após isto, a mufla foi aberta e as esferas retiradas: obtiveram-se desta forma, os moldes para a utilização na prensagem da resina acrílica.

Obtenção dos corpos-de-prova em resina acrílica termopolimerizável incolor, pelo método convencional

Após muflas e contramuflas serem isoladas com isolante especial para resina, preparou-se a resina termopolimerizável incolor na proporção recomendada pelo fabricante (Clássico Artigos Odontológicos Ltda.), verteu-se na mufla e realizou-se a prensagem.

O método de polimerização de 12 horas a 65°C foi escolhido para o grupo controle, com o intuito de obter-se a mais correta polimerização. Após este procedimento, a mufla permaneceu na água até atingir a temperatura ambiente, sendo aberta e, em 5, 30, 60, 120 e 1.440 minutos da demuflagem, executaram-se os ensaios.

Processo de polimerização da resina acrílica Onda-Cryll realizado através de forno de microondas

Foram executados todos os procedimentos anteriores até o momento da prensagem, colocan-

do-se a mufla plástica com a resina Onda-Cryll, (Clássico Artigos Odontológicos Ltda.), no interior do forno de microondas (BRASTEMP BMC-38, com 800 watts de potência). Utilizou-se o ciclo de polimerização para resinas acrílicas de microondas proposto por Gomes¹ (1999), onde, para próteses com 5 a 10 milímetros de espessura, utiliza-se 10 minutos com 30% de potência, 5 minutos sem potência e 10 minutos com 40% de potência.

Depois de concluído o processo de polimerização as muflas permaneceram no forno até atingirem a temperatura ambiente. A seguir foram abertas, obtendo-se os corpos-de-prova que foram submetidos a ensaios titulométricos após 5, 30, 60, 120 e 1440 minutos da demuflagem.

Titulometria

Para a determinação da quantidade de monômero residual das resinas acrílicas avaliadas, utilizamos o método desenvolvido por Dias⁵ (1986), com pequenas alterações nas concentrações de algumas substâncias químicas em função da diferença das dimensões dos corpos-de-prova que o autor usou em sua pesquisa.

Em um frasco Erlenmeyer de 250 mililitros, colocou-se 100 miligramas de iodato de potássio, 3.0 gramas de iodeto de potássio, 5 mililitros de ácido sulfúrico (H_2SO_4 – 1 molar) e 50 mililitros de água destilada. Utilizou-se uma bureta contendo 50 mililitros de tiosulfato de sódio em solução 0,2 molar gotejando o mesmo no frasco Erlenmeyer até a obtenção de uma coloração amarela claro. Adicionou-se ao frasco, neste momento, 1 mililitro de amido pró-análise (substância indicadora) até conseguir-se coloração azul intensa, voltando então a gotejar o tiosulfato até o incolor (ponto de virada).

Mantendo sempre as mesmas proporções e na ausência dos corpos de prova, constatou-se que o ponto de virada era constante em 13.5 mililitros, podendo ser estabelecido como “ponto de viragem de referência”. Considerou-se relevante ressaltar que, durante todo o decorrer da experiência, tanto o iodeto de potássio quanto o iodato de potássio foram mantidos em um dessecador. Evitando assim, que os mesmos absorvessem a umidade ambiente.

Submeteram-se todos os corpos-de-prova a ensaios titulométricos nos tempos de 5, 30, 60, 120 e 1.440 minutos após a demuflagem. A quantidade de mililitros gasta além do “ponto de viragem de referência”, foi considerada como indicador da presença de monômero residual.

Determinação da concentração de monômero residual por iodometria

De acordo com Vogel²³ (1989), esta determinação é feita através do método de titulação iodométrica. O método consiste em se titular o iodo formado através da reação de iodato/iodeto a iodo, com tiosulfato de sódio. Cada molécula de monômero incorpora dois átomos de iodo; a reação entre iodato e iodeto de potássio em meio ácido, o iodeto de potássio sempre está proporcionalmente em excesso em relação ao iodato de potássio, o qual é oxidado a iodo; este excesso de iodeto de potássio, por sua vez, também é oxidado a iodo pela substância ativadora do processo de polimerização, como a substância ativadora é diretamente proporcional ao monômero, produzindo uma oxidação diretamente ligada a sua concentração.

A quantidade de iodo produzida é diretamente proporcional à quantidade de monômero residual.

Segundo Garllip⁶ (1969), cada mililitro gasto da solução de tiosulfato de sódio é igual a 0,00025 g. de monômero residual, subtraindo-se deste valor a quantidade de solução de tiosulfato de sódio gasto com o ponto de viragem de referência (13.5 ml).

Na reação de polimerização, o monômero gera dois radicais livres, que por sua vez, incorpora dois átomos de halogênio (iodo, bromo, etc.). A substância ativadora oxida iodeto de potássio a iodo, e é diretamente proporcional ao número de monômero, podendo dessa forma, determinar a sua concentração.

RESULTADOS

Os resultados dos ensaios titulométricos aplicados aos corpos-de-prova estão apresentados nas Tabelas 1 e 2 e na Figura 1.

TABELA 1 – Resultados de monômero residual em mililitros (ml) da titulação dos corpos-de-prova de resina acrílica termopolimerizável incolor; método convencional de polimerização.

CP*	Tempo				
	5'	30'	60'	120'	1440'
01	18.1	17.1	16.2	15.2	13.7
02	18.0	17.1	16.1	15.2	13.6
03	18.1	17.0	16.2	15.1	13.7
Média	18.06	17.06	16.14	15.14	13.64

* corpo-de-prova.

TABELA 2 – Resultados de monômero residual em mililitros (ml) da titulação dos corpos-de-prova de resina acrílica Onda-Cryll incolor; método de polimerização em forno de microondas.

CP*	Tempo				
	5'	30'	60'	120'	1440'
01	18.9	17.9	16.8	15.7	14.1
02	18.9	17.8	16.9	15.6	14.0
03	18.8	17.9	16.9	15.6	14.1
Média	18.86	17.86	16.86	15.66	14.06

* corpo-de-prova.

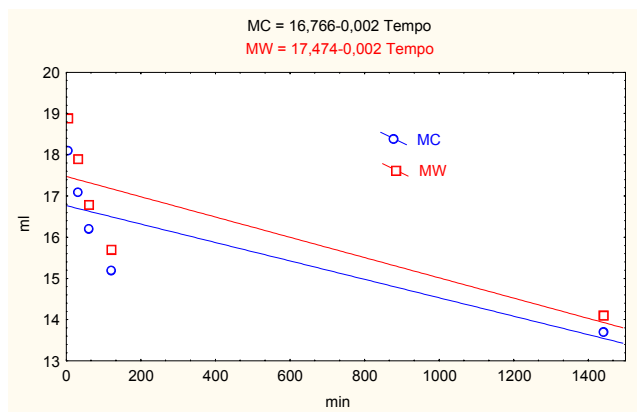


Figura 1 – Diagrama de dispersão e respectiva de reta de regressão referente às variáveis Métodos Convencional e Microondas *versus* Tempo de Evaporação.

Pelos resultados obtidos após análise estatística dos resultados encontrados nas titulações dos corpos-de-prova, observamos que:

- a análise comparativa do teste de homogeneidade dos coeficientes de regressão do método convencional e do método de microondas exibe um valor não significativo (nível de significância igual a 0,05), aceitando por isso a hipótese de nulidade. Pode-se afirmar que a análise comparativa não é significativa.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos e analisados parecem confirmar a importância de se pesquisar cada item do processamento dos materiais odontológicos e principalmente das resinas acrílicas. Concordamos com Jorge et al.⁹ (2003), quanto aos ciclos de polimerização praticados convencionalmente, seja em banho-maria ou por microondas, que se acreditava serem aqueles que melhores resultados apresentavam, parecem merecer ainda alguns cuidados, principalmente, nos dias atuais onde cresce a preocupação com a biocompatibilidade dos materiais.

Skinner & Phillips¹⁹ (1967) e Pfeifer & Resenbauer¹⁷ (2004) enfatizam que, teoricamente, podem ocorrer irritações químicas pelo polímero, monômero residual, peróxido de benzoíla, hidroquinona, pigmento ou um produto de reação entre um componente da prótese e o meio. No entanto é provável que raramente sejam vistas reações alérgicas reais às resinas acrílicas. O monômero residual, cerca de 0,5% em uma prótese bem processada, é o componente comumente indicado como irritante.

De acordo com Tucker²¹ (1981) e Kedjarune et al.¹⁰ (1999), existem pacientes que podem ser alérgicos à resina acrílica e o processo pode ocorrer meses após a instalação da prótese.

Clerck⁴ (1987) estudou a polimerização de resinas acrílicas em microondas, concluindo que esta técnica tem potencial de poupar tempo e dinheiro. As resinas acrílicas polimerizadas por energia de microondas apresentaram uma proporção menor de monômero residual e as propriedades físicas semelhantes ao processo convencional, embora haja a necessidade de muflas especiais e de um forno de microondas programável.

Yunus et al.²⁴ (1994) compararam três formas de polimerização, com vistas ao nível de monômero residual. O primeiro método consistiu em realizar a polimerização ao ar livre sobre a bancada e sob pressão de 20 libras; no segundo a polimerização ocorreu na água à temperatura de 35°C e sob pressão de 2,2 Bar por 20 minutos e o terceiro em microondas por 5 minutos a 50 watts. A determinação do monômero residual foi realizada por cromatografia a gás em intervalos de 20 minutos, 1 hora, uma semana e um mês após o preparo dos corpos de prova. Os resultados apontaram uma maior quantidade de monômero residual na primeira técnica, seguido da segunda técnica, sendo a técnica onde se empregou a energia de microondas a que apresentou os menores valores.

Ao considerar a revisão da literatura percebe-se uma preocupação desde os anos 40 em encontrar um ciclo de polimerização que permita um maior grau de polimerização, o que mostra a importância do controle do tempo e da temperatura para obter o melhor desempenho das resinas acrílicas.

Acreditamos, como Azzarri et al.² (2003), que a importância do controle do tempo e da temperatura é inquestionável e a obtenção de propriedades favoráveis parece estar diretamente relacionada à seleção de um ciclo adequado de polimerização seja em banho-maria ou por energia de

microondas. Isto posto, e pela pequena quantidade de trabalhos científicos encontrados em nossa revisão da literatura, entendemos que as resinas acrílicas polimerizadas por energia de microondas merecem grande atenção por parte dos pesquisadores de materiais odontológicos, uma vez que seu emprego para confecção de próteses dentárias e Buco-Maxilo-Faciais está crescente.

Propondo algumas alterações nas técnicas já existentes e utilizando materiais mais modernos em relação aos que são utilizados convencionalmente, conseguiremos construir próteses oculares de ótima qualidade e com tempo de confecção laboratorial muito menor do que é realizado pela técnica convencional.

CONCLUSÕES

Os dois grupos estudados apresentaram resultados estatisticamente semelhantes, embora o grupo da resina acrílica termicamente ativada tenha apresentado valores numéricos mais baixos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atualização em Prótese Dentária. Congresso Paulista de Técnicos em Prótese Dentária, 1999:6. Apud: Gomes T: Sistema de polimerização de resina acrílica em microondas. São Paulo: Santos; 1999. 250p. il.
2. Azzarri MJ, Cortizo MS, Alessandrini JL. Effect of the curing conditions on the properties of an acrylic denture base resin microwave-polymerised. *J Dent*. 2003;31(7):463-8.
3. Chai XS, Hou QX, Schork FJ. Determination of residual monomer in polymer latex by full evaporation headspace gas chromatography. *J Chromatogr A*. 2004;1040(2):163-7.
4. Clerck JP. Microwave polymerization of acrylic resins used in dental prostheses. *J Prosthet Dent*. 1987;57(5):650-9.
5. Dias RB. Resinas acrílicas utilizadas em prótese ocular, em função do monômero residual: contribuição para o estudo. São Paulo, 1986. [Dissertação de Mestrado em Odontologia – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo].
6. Garllip OA. A influência da N.N. dimetil-p-toluidia sobre: a porcentagem de monômero residual, a massa molecular média do polímero originário do monômero, a temperatura máxima de polimerização e o tempo necessário para sua ocorrência – Araçatuba, 1969. [Tese de Doutorado em Odontologia – Faculdade de Farmácia e Odontologia de Araçatuba].
7. Giunta JL, Graver I, Zablotsky N. Allergic contact stomatitis caused by acrylic resin. *J Prosthet Dent*. 1979;42(2):188-50.
8. Hensten-Pettensen A, Wictorin L. The cytotoxic effect of denture base polymers. – *Acta Odont. Scand*. 1981;39(2):101-6.
9. Jorge JH, Giampaolo ET, Machado AL, Vergani CE. Cytotoxicity of denture base acrylic resins: a literature review. *J Prosthet Dent*. 2003;90(2):190-3.
10. Kedjarune U, Charoenworoluk N, Koontongkaew S. Release of methyl methacrylate from heat-cured and autopolymerized resins: cytotoxicity testing related to residual monomer. *Aus Dent J*. 1999;44(1):25-30.
11. Lassila LV, Vallittu PK. Denture base polymer Alldent Sinomer: mechanical properties, water sorption and release of residual compounds. *J Oral Rehabil*. 2001;28(7):607-13.
12. Meissner E. Propriedades y ventajas de una prótesis ocular de material plástico. *Rev Odontol Concepción*. 1960;7(3):84-7.
13. Moroni PA. Determinação do monômero residual das resinas acrílicas utilizadas para confecção de prótese ocular, após polimerização convencional e hidro-pneumática. São José dos Campos, 1999 [Dissertação de Mestrado em Odontologia – Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, UNESP].
14. Murphey PJ, Schlossberg L. Eye replacement by acrylic maxillofacial prosthesis. *Dent Digest*. 1945;51:72-82.
15. Niranen JV. The plastic ocular prosthesis. *Dent Digest*. 1947;53(9):439-46.
16. Oliveira EK et al. A prótese ocular. *Rev Fac Odont Pelotas*. 1960;3(5):91-118.
17. Pfeiffer P, Resenbauer EU. Residual methyl methacrylate monomer, water sorption, and water solubility of hypoallergenic denture base materials. *J Prosthet Dent*. 2004;92(1):72-8.
18. Rezende JRV. Método rápido para fabricação de prótese ocular. *Rev Assoc Paul Cirurg Dent*. 1978;32(6):452-60.
19. Skinner EW, Phillips RW. The science of dental materials. 6ª ed. Philadelphia: Saunders, 1967.
20. Smith DC, Bains MED. The detection and stimulation of residual monomer in polymethyl methacrylate. *J Dent Res*. 1956;35(1):16-24.
21. Tucker TW. Allergy to acrylic resin denture base. *J Prosthet Dent*. 1981;46(6):602.
22. Vallittu PK, Ruyter IE, Buykuilmaz S. Effect of polymerization temperature and time on the residual monomer content of denture base polymers. *Eur J Oral Sci*. 1998;106(1):558-93.
23. Vogel A. Análise química quantitativa. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1989.
24. Yunus N, Harrison A, Huggett R. Effect of microwave irradiation on the flexural strength and residual monomer levels of acrylic resin repair material. *Oral Rehabil*. 1994;21(6):641-8.

Recebido para publicação em: 27/06/2005; aceito em: 26/09/2005.

Endereço para correspondência:
MAXIMILIANO PIERO NEISSER
Rua São Domingos, 123 – Vista Verde
CEP 12223-800, São José dos Campos, SP
E-mail: neisser@bighost.com.br