

# COMPORTAMENTO DIMENSIONAL DE RESINA EPÓXICA INDUSTRIAL CARREGADA COM DIATOMITA PARA SER EMPREGADA NA MODELAGEM ODONTOLÓGICA

*DIMENSIONAL BEHAVIOR OF INDUSTRIAL EPOXY RESIN LOADED WITH DIATOMITE USED FOR DENTAL MODELING*

Sérgio Cândido Dias<sup>1</sup>  
Gisseli Bertozzi Avila<sup>2</sup>  
Heitor Panzeri<sup>3</sup>  
Marcos Ribeiro Moisés<sup>1</sup>  
José Carlos Rabelo Ribeiro<sup>1</sup>  
José Augusto M. Agnelli<sup>4</sup>

## RESUMO

*A proposta desse estudo foi avaliar o comportamento dimensional de uma resina epóxica industrial carregada com diatomita para ser empregada na modelagem odontológica. Modificou-se a resina epóxica Epoxiglass 1504 e o seu endurecedor (Epoxiglass Ind. e Com. de Produtos Químicos Ltda., Diadema - Brasil) com adição de 30% em peso de diatomita pura e silanizada com Silano Silquest A187 (Crompton S/A, Itatiba - Brasil). Empregou-se matriz com marcações no sentido vertical distantes em 4.000µm e no sentido horizontal em 1.328µm. Os modelos produzidos em resina epóxica pura, modificada com diatomita, modificada com diatomita silanizada foram analisados em microscópio Nikon (Japão). Os resultados foram comparados a obtidos com modelos em Gesso tipo IV Durone micro granulado, (Dentsply - USA); Gesso tipo IV, Fuji Rock EP, (GC América Inc-USA); Gesso tipo IV Resinado, Rock Plus, (Polidental - Brasil); Gesso pedra tipo V, micro granulado Durone, (Dentsply - USA). Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA, teste de Tukey e concluiu-se que: a resina epóxica industrial Epoxiglass 1504 apresenta reduzida contração de polimerização e diante das modificações propostas para o material, em relação ao comportamento dimensional apresenta-se viável para obtenção de modelos odontológicos; a diatomita apresentou-se como carga viável na modificação da resina epóxica.*

**Descritores:** Resina epóxica, gessos odontológicos, modelos

## INTRODUÇÃO

*O material mais utilizado na modelagem odontológica é o gesso odontológico, este apresenta grande evolução, mas ainda conserva propriedades negativas como: baixa resistência à fratura por impacto, baixa resistência ao desgaste por abrasão, instabilidade dimensional, baixas resistências à tração e à compressão<sup>3,5</sup>.*

<sup>1</sup> Professor do Curso de Mestrado em Clínica Odontológica da Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR)

<sup>2</sup> Professora do Curso de Especialização em Implantodontia (UNINCOR)

<sup>3</sup> Professor Titular de Materiais Dentários (FORP-USP)

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Engenharia e Materiais (UFSCar).

No sentido de superar as propriedades negativas do gesso odontológico e obter modelos mais precisos e duráveis, sistemas alternativos para obtenção de modelos odontológicos já foram propostos, dentre eles a metalização de troquéis,<sup>10,8</sup>, utilização de sprays (atomização) de ligas metálicas de baixa fusão,<sup>9,17</sup>, resina epóxica,<sup>15,14,25,19,21,6</sup>.

As resinas epóxicas são utilizadas com sucesso na modelagem odontológica,<sup>18,6</sup>. Essas resinas sofrem carregamento para proporcionarem ao modelo obtido maior resistência mecânica e também, redução na contração de polimerização em percentuais clinicamente não significantes, possibilitando modelos precisos e duráveis. O carregamento de polímeros pode ser realizado por vários tipos de carga. Optou-se para o desenvolvimento desse estudo pelo carregamento da resina epóxica com diatomita, que é um material pulverulento, muito leve, formado pelo acúmulo de frústulas silicosas de algas diatomáceas mortas. A diatomita apresenta em suas partículas perfurações que permitem a penetração da resina epóxica, formando uma malha que reforça o material,<sup>7</sup>.

Várias resinas epóxicas podem ser empregadas na confecção de modelos odontológicos<sup>6</sup>, optou-se nesse estudo avaliar o comportamento dimensional da resina epóxica industrial Epoxiglass 1504 quando carregada com diatomita silanizada ou não, em comparação com gessos odontológicos tipo IV e V, essa resina segundo parecer técnico do fabricante apresenta baixa viscosidade, é transparente e sem material de enchimento. Essa resina epóxica é utilizada no acabamento de bijuterias, na confecção de brindes, em sistemas fundíveis e em sistemas de impregnação para a indústria elétrica em geral.

## MATERIAL E MÉTODO

Para confecção dos corpos de prova em resina epóxica pura e modificada a serem analisados quanto ao comportamento dimensional inicialmente realizou-se o preparo da resina Epoxiglass 1504, lote 00181-05 e o endurecedor Epoxiglass 1603, lote 12-0006 (Epoxiglass Ind. e Com. de Produtos Químicos Ltda., Diadema - SP, Brasil), quando manipulada, apresenta tempo de trabalho em torno de 20 minutos e tempo de endurecimento mínimo

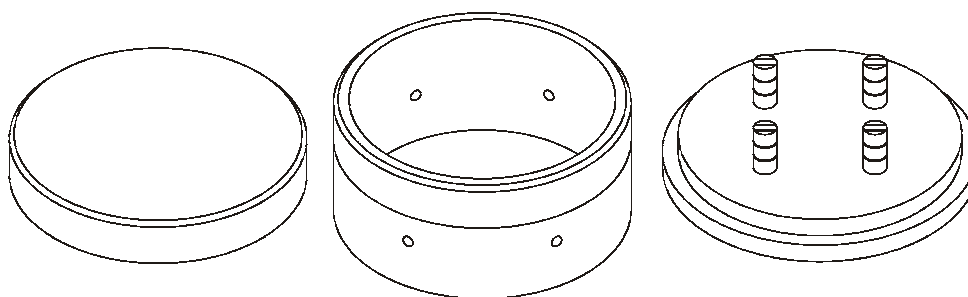
de 6 horas. A resina e o endurecedor foram carregados com diatomita numa relação de 30% em volume, condição definida a partir de ensaios piloto onde várias percentagens de carga foram avaliadas. O critério para seleção da referida quantidade percentual de carga foi definido a partir da manutenção da capacidade de escoamento da resina e do endurecedor, possibilitando que a resina carregada permitisse vazamento sem necessidade de vibração mecânica. A carga empregada, diatomita foi tratada superficialmente com Silano Silquest A187, lote 20020002719 (Crompton S/A, Itatiba-SP, Brasil). A silanização ocorreu através de contato entre carga e silano por um período de 24 horas. A resina modificada foi manipulada de acordo com as especificações do fabricante, que estabelece uma relação de 35% em peso entre a resina e o endurecedor, sendo a manipulação realizada manualmente durante 5 minutos. A resina pós-manipulada repousou por cinco minutos sob baixa vibração mecânica, o que proporcionou uma massa livre de bolhas. Após preparo da resina epóxica foram selecionados outros quatro materiais de modelagem para serem utilizados no estudo: Gesso 1 - Gesso pedra tipo IV, Durone micro granulado, lote 637/2 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.); Gesso 2 - Gesso pedra tipo IV, Fuji Rock EP, lote 19990823-1-2-3 (GC América Inc-USA); Gesso 3 - Gesso pedra tipo IV Resinado, Rock Plus, lote em cb 7892985001454 (Polidental Ind. e Com. Ltda.); Gesso 4 - Gesso pedra tipo V, micro granulado Durone, lote 221/2 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda.), que foram manipulados conforme recomendações dos fabricantes. As resinas foram definidas como: Rp - Resina Epóxica Epoxiglass 1504 pura; Rm - Resina Epóxica Epoxiglass 1504 modificada com diatomita; Ms - Resina Epóxica Epoxiglass 1504 modificada com diatomita silanizada.

Realizaram-se três moldagens de uma matriz desenvolvida para obtenção dos corpos de prova Figura 1. Os moldes foram obtidos pela técnica de dupla mistura e única impressão, empregando-se silicona de polimerização por adição President (Kit de silicona leve e pesada, Ib40-062004, produzido por Coltène e comercializado por Vigodent S/A Ind. Comércio).

O vazamento dos corpos de prova (modelos) foi realizado decorrido uma hora da manipulação da silicona de adição. Os modelos de gesso foram separados da

*impressão 1 hora após o vazamento, as resinas após 24 horas.*

*A matriz empregada no estudo proporcionou corpos de prova que apresentavam dois sulcos no seu longo eixo, sendo a distância entre eles de (4.000 $\mu$ m), referência adotada para análise do comportamento dimensional no sentido vertical. Para análise do comportamento dimensional horizontal foi utilizado como referência à distância entre as margens dos dois sulcos presentes na superfície horizontal (1.328 $\mu$ m). Para determinação do comportamento dimensional nove espécimes de cada material foram mensurados com microscópio comparador Meassurescope (Nikon - Japão). As mensurações realizadas no sentido vertical e no sentido horizontal foram comparadas as dimensões fixas da matriz.*



*Figura 1. Visão geral da matriz*

## RESULTADOS

*Os dados obtidos das mensurações foram submetidos preliminarmente a testes de normalidade. Quando os pressupostos foram preenchidos, a comparação entre os grupos foi feita por ANOVA e teste de Tukey. Os valores obtidos na mensuração das duas distâncias foram comparados a matriz. A Tabela 1 mostra a análise de variância para distância vertical. Após detectado diferenças significantes empregou o teste de Tukey para identificar as diferenças, Tabela 2. Verificou-se para a distância vertical que entre os materiais analisados, apenas o gesso tipo IV Fuji Rock (gesso 2) e as resinas modificadas com diatomita (Rm) e modificada com*

diatomita silanizada (MS) não apresentaram diferenças com relação as dimensões da matriz. O mesmo procedimento foi repetido para a distância horizontal, Tabelas 3 e 4, e verificou-se que não há diferenças entre os materiais analisados.

**Tabela 1.** Análise de variância para o ensaio de comportamento dimensional na distancia vertical, comparação com a matriz.

Causas de variação	DF	SS	MS	Valor F	P
Fidelidade	7	2403.500	343.357	23.333	<0.001
Resíduo	64	941.778	14.715		
Total	71	3345.278			

**Tabela 2.** Análise pelo teste de Tukey para o de ensaio de comportamento dimensional na distancia vertical, comparação com a matriz

Comparações	Diferenças entre médias	P	q`	P<0.05
Matriz x Gesso 4	9.111	8.000	7.125	Sim
Matriz x Gesso 3	7.556	8.000	5.909	Sim
Matriz x Gesso 1	7.556	8.000	5.909	Sim
Matriz x Gesso 2	4.000	8.000	3.128	Não
Matriz x Resina Ms	-3.556	8.000	2.781	Não
Matriz x Resina M	-4.444	8.000	3.476	Não
Matriz x Resina P	-6.667	8.000	5.214	Sim

**Tabela 3.** Análise de variância para o ensaio de comportamento dimensional na distancia horizontal, comparação com a matriz

Causas de variação	DF	SS	MS	Valor F	P
Fidelidade	7	443.556	63.365	4.625	<0.001
Resíduo	64	876.889	13.701		
Total	71	1320.444			

**Tabela 4.** Análise pelo teste de Tukey para o de ensaio de comportamento dimensional na distancia horizontal, comparação com a matriz

Comparações	Diferenças entre médias	P	q`	P<0.05
Matriz x Gesso 4	4.222	8.000	3.422	Não
Matriz x Gesso 1	3.111	8.000	2.521	Não
Matriz x Gesso 2	2.667	8.000	2.161	Não
Matriz x Gesso 3	2.333	8.000	1.891	Não
Matriz x Resina Ms	-1.222	8.000	0.991	Não
Matriz x Resina M	-1.889	8.000	1.531	Não
Matriz x Resina P	-3.000	8.000	2.431	Não

## DISCUSSÃO

As moldagens foram realizadas com silicone de polimerização por adição, devido à vasta literatura reportando-o como um material de moldagem que exhibe excelente estabilidade dimensional e, dentre os elastômeros, o que apresenta a maior capacidade em reproduzir detalhes<sup>13</sup>. Quando se realiza moldagem com elastômero existe uma grande preocupação com relação a sua estabilidade na moldeira, sendo assim, preconiza-se o uso de adesivo, pois a literatura mostra que ausência do adesivo pode comprometer a qualidade do molde<sup>12</sup>. A espessura do material ao redor da área a ser moldada também deve ser suficiente para suportar o tracionamento de separação do conjunto molde/modelo sem que ocorra ruptura do material<sup>12</sup>, ambas as condições foram respeitadas durante a obtenção dos moldes.

A literatura sobre a precisão dimensional dos vários materiais para obtenção de modelos é divergente. Resultados diferentes são encontrados, provavelmente devido à diversidade de metodologias empregadas nos estudos. Ressalta-se que modelos precisos são necessários nos procedimentos odontológicos<sup>3</sup>.

Analisando os resultados expressos pelas resinas epóxicas estudadas verifica-se que apresentam contração, porém em nível que não compromete os trabalhos clínicos. Outros autores também verificaram

contração da resina epóxica quando empregada para confecção de modelos<sup>16,17,22,24,20,14,3</sup>.

Com relação ao comportamento dimensional do gesso existe divergência entre resultados, pois neste estudo os gessos IV e V avaliados apresentaram expansão<sup>11,26,3,2</sup>, Em outros<sup>6,25</sup> verificou-se contração para gessos tipo IV e V, condição verificada principalmente para região cervical e em altura, o que corresponde na metodologia empregada à distância B(1328µm) e A (4000µm).

O maior problema com troquéis epóxicos está relacionado com a sua perda de dimensão na oclusal, cervical e de forma mais severa na altura<sup>14</sup>. Os modelos obtidos com a resina Epoxiglass 1504 apresentaram contração em altura, e os com gessos tipo IV e V apresentaram expansão. Um estudo<sup>23</sup> constatou existir diferenças estatisticamente significantes no comportamento dimensional de modelos obtidos em gesso e resina epóxica quando analisados no sentido incisogengival "altura" o que corresponde neste estudo à distância A(4000µm).

A contração de polimerização da resina epóxica segundo pesquisadores<sup>28,27</sup>, acontece em percentuais que tornam esses materiais clinicamente satisfatórios se utilizados com vazamento imediato; contudo, quando o material para modelo necessita de um longo tempo de endurecimento, pode ser que a imprecisão do material de moldagem afete a fidelidade do modelo. Condição que deve ser considerada quando materiais para modelo tipo resina epóxica estão sendo utilizados.

Fabricantes de resinas epóxicas de nova geração para confecção de modelos afirmam terem minimizado a condição de contração expressa pela resina; a precisão dimensional pode ser obtida utilizando corretamente as proporções base e catalisador; ciclos térmicos podem ser utilizados para controle da contração. Alguns pesquisadores<sup>4,3,18</sup>, concluíram que: o retardo da reação de cura da resina epóxica melhora o seu comportamento dimensional; as resinas exibem reduzida contração e os gessos reduzida expansão. Com relação à resina Epoxiglass 1504, utilizada nesse estudo não há informações sobre o seu comportamento dimensional quando submetida a tratamento térmico, porém a relação base/catalisador foi rigorosamente seguida.

Os resultados para distância "A" demonstrados pelas resinas evidenciaram que a contração diminui

quando a carga diatomita é empregada, condição atribuída a distribuição da carga pela massa do material, permitindo a formação de uma infra-estrutura interna na resina, o que já foi demonstrado em um estudo<sup>7</sup> através de microscopia eletrônica de varredura. A análise estatística para a distância "B" demonstrou não haver diferenças estatisticamente significantes entre os gessos e resinas quando comparados com as dimensões da matriz, condição semelhante foi verificada em um estudo<sup>6</sup>, que comparou o comportamento dimensional de resina epóxica carregada com zirconita com gessos odontológicos.

## CONCLUSÕES

Com a realização desse estudo concluiu-se que: a resina epóxica industrial Epoxiglass 1504 apresenta reduzida contração de polimerização e diante das modificações propostas para o material, em relação ao comportamento dimensional apresenta-se viável para obtenção de modelos odontológicos; a diatomita apresentou-se como carga viável na modificação da resina epóxica.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the dimensional behavior of an industrial epoxy resin loaded with diatomite used for dental modeling. Epoxiglass 1504 (Epoxiglass Ind. E Com. de Produtos Químicos Ltda, Diadema, Brazil) was modified with 30% of pure diatomite and Silquest 187 (Crompton S/A, Itatiba, Brazil) silane. A matrix was used with vertical and with horizontal marks, 4.000µm and 1.328 µm distant from each other, respectively. The models produced in pure epoxy resin, modified with diatomite, and the ones that silanized diatomite was added were analyzed using a microscope (Nikon-Japan). The results were compared to those obtained with microgranulated type IV Durone Plaster models (Dentsply-USA); Plaster type IV, Fuji Rock EP, (GC America Inc-USA); Resin Plaster type IV, Rock Plus (Polidental-Brazil); Durone microgranulated stone plaster type V, (Dentsply-USA). ANOVA and Tukey tests analyzed the data. It was concluded that the industrial epoxy resin Epoxiglass 1504 presented reduced polymerization shrinkage. According to the proposed modifications for the material and its dimensional behavior, the diatomite proved to be an adequate load for modifying epoxy resin.

**Key words:** Epoxy resin, dental stone, models



## REFERÊNCIAS

1. Aiach D, Malone WF, Sandrik J. Dimensional accuracy of epoxy resins and their compatibility with impression materials. *J. Prosthet. Dent.* 1984;52:500-4.
2. Atiz PH, Lorencki SF. Comparative accuracy of commonly used dental die materials. *J. Can. Dent. Assoc.* 1969;35:302-3.
3. Bailey JH, Donovan TE, Preston JD. The dimensional accuracy of improved dental stone, silverplated and epoxy resin die materials. *J. Prosthet. Dent.* 1988;59: 307-10.
4. Campbell SD, Riley EJ, Sozio RB. Evaluation of a new epoxy resin die material. *J. Prosthet. Dent.* 1985;54:136-40.
5. Chaffee NR, Bailey JH, Sherrard DJ. Dimensional accuracy of improved dental stone and epoxy resin die materials. Part I: Single die. *J. Prosthet. Dent.* 1997;77:131-5.
6. Dias SC. O uso da resina epóxica carregada com zirconita para obtenção de modelos, a partir de moldes com elastômeros (Dissertação). Ribeirão Preto, São Paulo: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2000.
7. Dias SC. Resina epóxica carregada com diatomita para confecção de modelos odontológicos (Tese de Doutorado). Ribeirão Preto, São Paulo: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2003.
8. Fan PL, Powers JM, Reid BC. Surface mechanical properties of stone, resin and metal dies. *J. Am. Dent. Assoc.* 1981;103:408-11.
9. Friend LA, Barrett BE. Metal sprayed models from elastic impression materials: Preliminary study. *Br. Dent. J.* 1965;118:329-32.
10. Gettleman L, Ryge G. Accuracy of stone, metal and plastic die materials. *J. Calif. Dent. Assoc.* 1970;46:28-31.
11. Hollenback GM, Smith DD. A further investigation of the physical properties of hard gypsums. *J. Calif. Dent. Assoc.* 1967;43:221-7.
12. Hondrum SO. Tear and energy properties of three impression materials. *Int. J. Prosthodont.* 1994;7:517-21.
13. Kempler D, Paredes NJ, Martin DW, Soelberg KB. Clinical manipulative properties of silicone impression materials. *Quintessence Int. Dent. Dig.* 1983;14:893-7.
14. Mackay PG. Physical properties of epoxy die resins. (Thesis Master). Indiana: Indiana University School of Dentistry. 1986.
15. Nomura GT, Reisbick MH, Preston JD. An investigation of epoxy resin dies. *J. Prosthet. Dent.* 1980;44:45-50.
16. Östlund SG, Akesson NA. Epoxy resins as die material. *Odont. Rev.* 1960;11:225-34.
17. Palmqvist S. Metal sprayed dies: I dimensional accuracy. Comparative study. *J. Dent. Res.* 1970;49:475-9.
18. Paquette JM, Taniguchi T, White SN. Dimensional accuracy of an epoxy resin die material using two setting methods. *J. Prosthet. Dent.* 2000;83:301-5.
19. Phillips RW. Skinner's Science of Dental Materials. 9ed. Philadelphia, Saunders, 1991: 597.
20. Price RB, Gerrow JD, Sutow EJ, MacSween R. The dimensional accuracy of 12 impression material and die stone combinations. *Int. J. Prosthodont.* 1991;4:169-74.
21. Rodrigues DM, Ribeiro RF, Rodrigues RCS, Frizzas DG. Acuidade dimensional de modelos obtidos em resina epóxica e gesso. 16<sup>a</sup>. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica SBPqO. Águas de São Pedro, (SP). 1999, B-305: 177, I Abstract 1.
22. Roxby JR, Anderson JN. Some uses of polyester resin. *Br. Dent. J.* 1972;133:66-8.
23. Schawartz HB, Leupold RJ, Thompson VP. Linear dimensional accuracy of epoxy resin and stone dies. *J. Prosthet. Dent.* 1981;45:621-5.
24. Spratley MH, Combe EC. A comparison of some polymer containing die materials. *J. Dent.* 1973;1:158-62.

25. Stevens L, Spratley MH. Accuracy of stone, epoxy and silver plate-acrylic models. *Dent. Mat.* 1987;3:52-5.
26. Toreskog S, Phillips RW, Schnell RS. Properties of die materials: A comparative study. *J. Prosthet. Dent.* 1966;16:119-31.
27. Wasser VE. A new die material for master casts. *Dent. Dig.* 1962;68:76-7.
28. Wasser VE, Spring S. A new die material for master casts. *J. Prosthet. Dent.* 1961;11:122-3.