

Rugosidade de diferentes tipos de gesso e dois tipos de resina epóxica utilizados como materiais de vazamento e análise da compatibilidade das resinas com materiais de moldagem

Sérgio Candido DIAS^a, Gisseli Bertozzi ÁVILA^b,

Heitor PANZERI^c, Marcos Ribeiro MOYSÉS^a,

Andréa Candido dos REIS^a, José Augusto Marcondes AGNELLI^d

^a*Professor do Curso de Mestrado em Clínica Odontológica, UNINCOR,
37410-000 Três Corações - MG, Brasil*

^b*Doutoranda em Reabilitação Oral, Faculdade de Odontologia, USP,
14040-900 Ribeirão Preto - SP, Brasil*

^c*Professor Titular de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, USP,
14040-900 Ribeirão Preto - SP, Brasil*

^d*Departamento de Engenharia de Materiais, UFSCar,
13565-905 São Carlos - SP, Brasil*

Dias SC, Ávila GB, Panzeri H, Moysés MR, Reis AC, Agnelli JAM. Roughness of dental stones and epoxy resin die materials and compatibility of the epoxy resins with impression materials. Rev Odontol UNESP. 2007; 36(1):1-8.

Resumo: Este estudo avaliou a rugosidade superficial dos gessos Tipo IV e V e de uma resina epóxica pura e uma carregada com zirconita. Para a análise da rugosidade, os polímeros e os gessos foram vertidos em matrizes hexagonais apoiadas em lâmina de vidro, permitindo, após endurecimento dos materiais, três leituras em cada corpo-de-prova. Este estudo também avaliou a compatibilidade do polímero puro e da resina carregada com zirconita quando em contato com materiais elastoméricos utilizando dois critérios: aderência do molde e alteração na coloração do modelo. Para a análise da compatibilidade, os polímeros foram colocados em contato com quatro diferentes elastômeros e, após endurecimento dos materiais, realizou-se a inspeção com lupa de quatro aumentos. A resina foi 100% compatível com os materiais de moldagem. Com análise de variância e teste Tukey com significância 5%, verificou-se que não há diferença entre o gesso IV e o gesso V e que não há diferença entre a resina epóxica pura e a modificada com zirconita. Na comparação entre gessos e resinas, verificou-se que há diferença estatisticamente significativa. Concluiu-se que: a adição de zirconita na proporção de 1/1 em peso na resina epóxica Epoxiglass 1504 e no endurecedor Epoxiglass 1603 proporcionou um material resinoso para obtenção de modelos compatível com os elastômeros mercaptana, poliéter, silicón de condensação e de adição; quando comparada aos gessos tipos IV e V, a resina epóxica Epoxiglass 1504 possibilitou obtenção de modelos com superior lisura superficial; a adição de zirconita na proporção de 1/1 na resina epóxica não comprometeu sua lisura superficial.

Palavras-chave: Modelos dentários; resinas epoxi; sulfato de cálcio; elastômeros.

Abstract: This study evaluated the surface roughness of Type IV and V dental plasters and epoxy resin with and without zirconite filler. To analyze the roughness, the polymers and plasters were poured into hexagonal dies supported on a sheet of glass, allowing, after hardening of the materials, for three readings of each test specimen. An evaluation was also made of the compatibility of this polymer, with and without zirconite filler, when in contact with elastomeric materials, based on two criteria: adherence of the die and alteration in the color of the model. To analyze the compatibility, the polymers were put into contact with four different elastomers and, after the materials hardened, they were examined with a magnifying glass with four times magnification. The resin was found to be 100% compatible with the molding materials. A variance analysis and

Tukey's test with 5% significance indicated that there was no difference between the IV and the V plasters, and that there was no difference between the pure epoxy resin and resin modified with zirconite. A comparison between plasters and resins revealed a statistically significant difference. It was concluded that the addition of zirconite in a 1:1 wt ratio to Epoxyglass 1504 resin and to Epoxyglass 1603 hardener produced a resinous material suitable for producing models compatible with the elastomers mercaptan, polyether, condensation silicone and silicone additive. When compared with the IV and V type plasters, the resinous epoxy Epoxyglass 1504 produced models with superior surface smoothness. The addition of zirconite in a proportion of 1:1 to epoxy resin did not affect the surface smoothness.

Keywords: *Dental models; epoxy resins; calcium sulfate; elastomers.*

Introdução

Segundo Rudd et al.¹⁵, os modelos unem duas importantes etapas do tratamento odontológico, a fase clínica e a laboratorial. Para que ocorra precisão no tratamento restaurador indireto, é necessário, entre outros fatores, que os modelos apresentem qualidade superficial. Para a obtenção de um modelo preciso, tanto o material de moldagem como os de vazamento devem exibir propriedades positivas. O material de modelagem deve ser compatível com o material de moldagem.

Na obtenção de modelos, o gesso odontológico é o material mais utilizado, principalmente por ser bastante estudado. É um material que apresenta grande evolução, mas ainda conserva propriedades negativas como: baixas resistências ao impacto e à abrasão e instabilidade dimensional^{2,4}.

No sentido de superar as propriedades negativas do gesso odontológico, sistemas alternativos para obtenção de modelos odontológicos já foram propostos, entre eles a metalização de troquéis^{7,9}, a utilização de sprays (atomização) de ligas metálicas de baixa fusão⁸ e a resina epóxica^{5,6,11,12,18}.

Em razão da necessidade de se obter modelo preciso e durável, é oportuna a análise do comportamento superficial de modelos obtidos com resina epóxica pura ou carregada com zirconita e dois diferentes tipos de gessos, e, sendo a resina epóxica e a resina epóxica carregada com zirconita materiais alternativos na obtenção de modelos, é necessária a análise de sua compatibilidade com os materiais elásticos de moldagem.

Material e método

Análise da compatibilidade entre os materiais de modelagem e as resinas epóxicas

Para a obtenção da resina epóxica carregada com silicato de zircônio (zirconita), foi utilizada a resina Epoxiglass "1504" e o endurecedor Epoxiglass "1603"*.

*Resina epóxica Epoxiglass 1504, produzida por Epoxiglass Ind. e Com. de Produtos Químicos Ltda, Diadema-SP, Brasil, e Endurecedor 1603 para resina epóxica Epoxiglass 1504, produzida por Epoxiglass Ind. e Com. de Produtos Químicos Ltda, Diadema-SP, Brasil.

resina, quando armazenada a 25 °C, apresenta peso específico de 1,05 g.cm⁻³ - 1,12 g.cm⁻³, com viscosidade de 1500 cp - 2500 cp. Uma vez manipulada com o endurecedor, apresenta tempo de trabalho em torno de 20 minutos e de endurecimento em 6 horas.

O polímero foi adaptado para uso odontológico com o acréscimo de silicato de zircônio (zirconita) no endurecedor e na resina, numa relação de 1/1 em peso. Realizou-se espatulação manual em baixa intensidade, com movimentos circulares durante 5 minutos, de maneira a obter uma mistura homogênea tanto para a resina como para o endurecedor. Uma vez obtida, a mistura permaneceu em repouso, por 30 minutos, para a total incorporação do pó ao líquido⁵.

Para a realização dos vazamentos, a resina foi misturada manualmente com o seu endurecedor na proporção de 35% em peso entre a resina e o endurecedor. A mistura foi realizada durante 3 minutos.

Para a análise da compatibilidade entre as resinas epóxicas e os elastômeros de moldagem, foram utilizadas moldeiras individuais cilíndricas confeccionadas em PVC e perfuradas, moldando-se uma matriz de Teflon de base circular com uma haste central que proporcionou a obtenção de corpos-de-prova com 10 mm de altura e 7 mm de diâmetro (Figura 1). Para a obtenção dos moldes, foram utilizados silicone de adição (President Kit), silicone leve e pesado (Coltène, comercializado por Vigodent S/A Ind. Comércio), silicone de condensação pesado e leve (Speedex, Coltène, comercializado por Vigodent S/A Ind. Comércio), mercaptana (Permlastic, da Kerr, USA) e poliéter (Impregum F - ESPE Dental Medizin, Alemanha), manipulados conforme recomendações dos fabricantes.

Vinte moldes foram obtidos para cada material de moldagem, sendo dez preenchidos com resina epóxica Epoxiglass "1504" pura e dez com resina epóxica Epoxiglass "1504" modificada com zirconita. Os corpos-de-prova permaneceram em temperatura ambiente por 24 horas e, então, foram separados dos moldes para serem analisados quanto à presença ou não de interação com os materiais de moldagem. Foi utilizada uma lupa de quatro aumentos para observar as faces do corpo-de-prova em contato com os elastômeros,

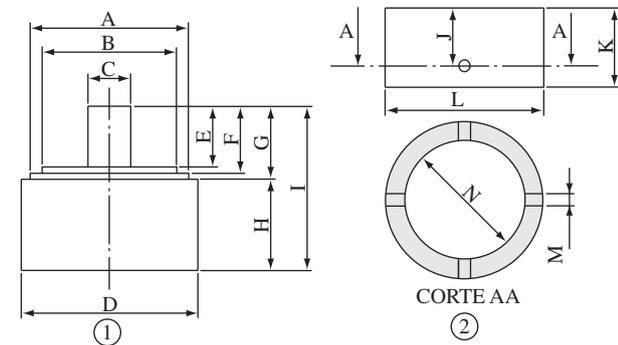
verificando possíveis pontos de aderência do material de moldagem na superfície da resina e possíveis alterações na coloração do corpo-de-prova.

Análise de rugosidade

Para avaliar a rugosidade superficial, foram confeccionados 40 corpos-de-prova, sendo 10 de gesso tipo IV Tuff Rock Fórmula 44 (Talladium, Inc. USA), 10 de gesso tipo V Exadur (Polidental), 10 de resina epóxica Epoxiglass "1504" pura e 10 de resina epóxica Epoxiglass "1504" modificada com zirconita. Os corpos-de-prova foram obtidos utilizando-se como matrizes dez anéis metálicos sextavados, com diâmetro interno de 6 mm e externo de 12 e 6 mm de altura, apoiados em lâmina de vidro com 26 x 76 mm (Figura 2). O preenchimento da matriz foi realizado com vibração mecânica para os gessos e sem vibração para as resinas.

Decorrido o tempo de endurecimento dos materiais, as matrizes foram separadas da lâmina de vidro. A superfície oposta ao contato com a placa de vidro foi preparada removendo-se os excessos das bordas da matriz, com uma lixa d'água de granulação 100, de maneira a ficar totalmente plana quando em contato com a plataforma de análise do rugosímetro Prazis-Rug. A superfície em contato com

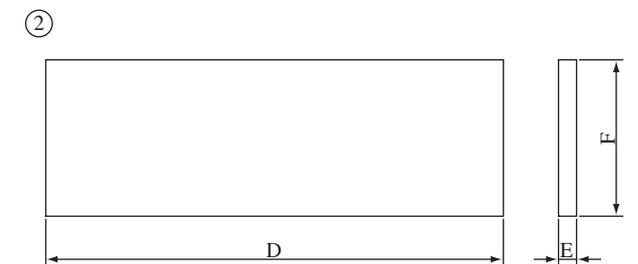
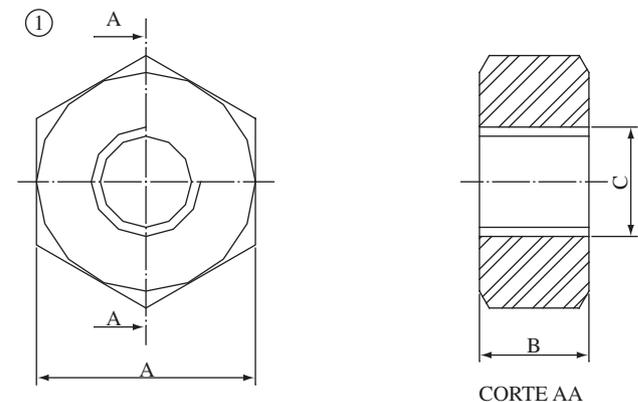
do-se como matrizes dez anéis metálicos sextavados, com diâmetro interno de 6 mm e externo de 12 e 6 mm de altura, apoiados em lâmina de vidro com 26 x 76 mm (Figura 2). O preenchimento da matriz foi realizado com vibração mecânica para os gessos e sem vibração para as resinas.



Item	1	Item	2
Descrição	Corpo	Descrição	Moldeira
Quantidade	1	Quantidade	1
Material	Teflon	Material	PVC
Dimensão	Ø32 x 30 mm	Dimensão	Ø26 x 13 mm

Identificação	Dimensão (mm)
A	Ø26
B	Ø20
C	Ø7
D	Ø29
E	10
F	11
G	12
H	15
I	27
J	9,5
K	13
L	Ø26
M	Ø1,9
N	Ø20

Figura 1. Projeto da matriz (1).



Item	1	Item	2
Descrição	Porca	Descrição	Lâmina
Quantidade	1	Quantidade	1
Material	Inox 304	Material	Vidro
Dimensão	Ø14 x 9 mm	Dimensão	26 x 13 x 3 mm

Identificação	Dimensão
A	12 mm
B	6 mm
C	M6
D	76 mm
E	3 mm
F	26 mm

Figura 2. Projeto da matriz (2).

a lâmina de vidro foi submetida ao ensaio e à leitura da rugosidade superficial (Ra). Três leituras foram realizadas em cada corpo-de-prova, seguindo a orientação das vertentes hexagonais da matriz, totalizando 30 leituras para cada material, sendo considerada a média de cada três leituras para cada corpo-de-prova.

Resultado

Verifica-se na Tabela 1 que a resina, dentro dos critérios adotados, foi 100% compatível com os materiais de moldagem.

A Tabela 2 apresenta valores médios em micrometros para rugosidade superficial de três leituras realizadas em rugosímetro segundo orientação das vertentes hexagonais da matriz metálica. Verifica-se que o gesso tipo IV apresentou os maiores valores para a rugosidade superficial, seguido pelo gesso tipo V e pelas resinas epóxicas pura e modificada com zirconita.

Com o objetivo de comparar quatro materiais de modelagem na variação da média de rugosidade, foi utilizada uma análise de variância baseada num modelo de um fator (material) (Tabela 3). Esse teste paramétrico teve como objetivo comparar mais de dois grupos quanto à medida de uma variável de interesse. E, quando a análise apresentou diferença significativa entre os materiais, utilizou-se o teste de Tukey, com significância de 5%, para detectar realmente entre quais grupos as diferenças ocorriam (Tabela 4). Ressalte-se que os pressupostos para a utilização dessa análise, isto é, normalidade de resíduos e variância constante, foram verificados. Todos os resultados foram considerados significativos ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), havendo, portanto, 95% de confiança de que os resultados estejam corretos.

Analisando a Tabela 4, verificou-se que não há diferença estatisticamente significante entre o gesso IV e o gesso V. Na Tabela 4 também se verificou que não há diferença estatisticamente significante entre a resina epóxica pura e a resina

Tabela 2. Avaliação da textura superficial e da rugosidade (Ra) em μm de modelos obtidos em gessos tipo IV e tipo V, resina epóxica pura (p) e resina epóxica modificada com zirconita (m)

	Gesso IV(s)	Gesso V (v)	Resina (p)	Resina (m)
	0,96	0,77	0,07	0,03
	0,89	0,81	0,07	0,03
	0,98	0,73	0,09	0,02
	0,87	0,81	0,07	0,04
	0,94	0,85	0,09	0,04
	0,88	0,72	0,08	0,02
	0,71	0,95	0,07	0,03
	0,69	0,75	0,08	0,03
	0,91	0,93	0,07	0,02
	0,71	0,83	0,08	0,03
Média	0,854	0,815	0,077	0,029
Desvio Padrão	0,109	0,078	0,082	0,073

Tabela 3. Análise de variância a um critério para comparação dos quatro materiais para obtenção de modelos. Ensaio de rugosidade superficial

Gl	Qm	Gl	Qm	F	p
3	2,042182	36	0,004577	446,1349	0,00000*

* Dif. Estatisticamente significante ($p < 0,05$)

Tabela 1. Compatibilidade entre elastômeros e materiais resinosos para modelagem: resina epóxica pura(p) e resina epóxica modificada com adição de zirconita (m)

Material para Modelo	Material para Molde			
	Mercaptana	Poliéter	Silicona (c)*	Silicona (d)**
Resina (p)	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
Resina (m)	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0
	-0 -0	-0 -0	-0 -0	-0 -0

+ Presença de interação (Aderência); - Ausência de interação (Aderência); * Silicona de Condensação; ⊕ Presença de alteração na coloração; 0 Ausência de alteração na coloração; e ** Silicona de Adição

Tabela 4. Teste de Tukey para comparações múltiplas entre os materiais analisados. Ensaio de rugosidade superficial

Material	Médias	
Gesso IV	0,854	A
Gesso V	0,815	A
Resina pura	0,077	B
Resina modificada	0,029	B

Materiais identificados com a mesma letra não possuem diferenças estatisticamente significantes entre si

epóxica modificada com zirconita. Na comparação entre gessos e resinas, verificou-se na Tabela 4 que há diferença estatisticamente significativa para a rugosidade superficial.

Discussão

A resina epóxica Epoxiglass 1504 é utilizada no acabamento de bijuterias, na confecção de brindes, em sistemas fundíveis e em sistemas de impregnação para a indústria elétrica em geral, sendo uma alternativa para modelagem odontológica. Dias⁵ avaliou a precisão desse material quando empregado na confecção de modelos e o considerou como alternativa viável à modelagem odontológica.

A zirconita foi adicionada na resina epóxica buscando ganhos mecânicos e dimensionais. Vale ressaltar que a presença de carga no polímero pode comprometer seu comportamento superficial. Em alguns casos, as cargas podem melhorar as propriedades da matriz polimérica¹⁹. A zirconita é um mineral e, para ser considerada como carga, deve ser aplicada, segundo Rossi¹⁴, em proporções acima de 5%. No presente estudo, foi utilizada na proporção 1/1 em peso, condição estabelecida após ensaio de várias relações. Iniciadas por adição de 1/10 em peso de zirconita, a relação de 1/1 apresentou condição ideal, pois o material passou a apresentar uma grande quantidade de carga e continuava com escoamento que permitia vazamento de modelos sem uso de vibração mecânica.

A permanência em repouso durante 30 minutos do material acrescido de zirconita possibilitou uma migração das bolhas de ar incorporadas na massa da resina para a superfície e a completa incorporação da zirconita no material resinoso.

O tempo de endurecimento total da resina epóxica que possibilita a separação do modelo obtido da impressão sem que ocorram distorções é de 24 horas, condição que aparentemente coloca o material em desvantagem quando comparado com gessos odontológicos tipo IV, já que estes que apresentam tempo de endurecimento em torno de 50 minutos. Ressalta-se que modelo obtido com produtos de gipsita, quando utilizados nas fases laboratoriais, após 24 horas, apresenta melhor comportamento mecânico, Benfield, Lyons³.

Compatibilidade é uma característica esperada entre materiais para a obtenção de moldes e modelos. Para que o modelo obtido seja uma cópia fiel do padrão moldado, não devem existir interações entre os materiais envolvidos. Uma das razões para a ampla utilização do gesso na obtenção de modelos odontológicos é sua grande compatibilidade com os materiais para obtenção de moldes¹⁶. Muitas resinas epóxicas avaliadas para confecção de modelos apresentaram-se pobres com relação à compatibilidade com os materiais de moldagem, não produzindo uma boa qualidade de superfície em função de aderências e bolhas, no geral alcançando propriedades positivas somente quando utilizadas com silicone e poliéster¹.

Schelb et al.¹⁶ consideraram um material compatível para a obtenção de modelos aquele que fosse capaz de reproduzir, da impressão, uma linha de 20 µm. Segundo Schelb et al.¹⁶, aspectos como coloração e rugosidade do modelo obtido podem ser empregados para avaliar a compatibilidade do material para modelo com materiais utilizados para impressões.

A resina epóxica Epoxiglass 1504 pura e a modificada foram compatíveis com todos os materiais de impressão empregados na pesquisa, não sendo necessário nenhum tipo de isolante para garantir a separação do modelo da impressão. Aiach et al.¹ constataram a necessidade de um isolante para garantir a separação do modelo de resina epóxica da impressão quando esta era obtida com mercaptana. Em seu estudo, utilizaram as resinas epóxicas Rock Model, Coe Die, Pri-Die, Dentsply Epoxy Die. Também foi constatado que a presença do isolante prejudicava a capacidade de reproduzir detalhe apresentado pela resina epóxica. Vermilyea et al.²⁰ observaram que existe uma tendência de a mercaptana aderir-se aos modelos obtidos com resina epóxica. Quando os modelos foram obtidos com as resinas epóxicas Epoxiglass 1504 pura e modificada por adição de zirconita, estes foram separados com facilidade das impressões, o que também foi observado para os modelos obtidos a partir de impressões com poliéster, siliconas de adição e de condensação.

Schwartz et al.¹⁷, analisando o comportamento dimensional de modelos obtidos em resina epóxica Epoxodent, verificaram que, quando o isolante fornecido pelo fabricante não era utilizado na impressão com poliéster, mesmo com a utilização do adesivo para prender o material de impressão na moldeira, ocorria no momento da separação do modelo da impressão o deslocamento do conjunto, impressão e modelo, isto devido à grande aderência do material de impressão na resina epóxica utilizada.

Os modelos obtidos com silicona de adição apresentaram uma superfície mais brilhante, mas, com relação à lisura macroscópica da superfície em contato direto com o material de impressão, não foram observadas diferenças para os modelos a partir de moldes com mercaptana, poliéster, siliconas de adição e de condensação.

Um modelo que apresente uma superfície livre de imperfeições (superfície lisa) proporciona ao técnico de laboratório tranquilidade na execução de trabalhos protéticos. A lisura de superfície do modelo depende não só das características particulares dos materiais de modelagem como também de propriedades que devem ser exibidas por eles. No presente estudo, a avaliação da rugosidade de superfície ocorreu em caráter particular para os materiais de modelagem, uma vez que estes não foram colocados em contato com nenhuma superfície.

Dias⁶, ao analisar a rugosidade superficial de materiais de modelagem, constatou que, entre os gessos analisados, o gesso tipo IV Fuji Rock apresentou a melhor qualidade de superfície, isso provavelmente devido à regularidade de seus cristais. Pela Tabela 4, observa-se que não há diferenças estatisticamente significantes com relação à lisura de superfície para os gessos tipo IV Tuff Rock Fórmula 44 e tipo V Exadur (Polidental).

Ribas, Macchi¹³ realizaram uma pesquisa com a resina epóxica Epoxy Die, cujos resultados foram comparados com os resultados obtidos com um gesso tipo IV para troquel (Vel-mix), e concluíram que a resina epóxica apresenta superior lisura de superfície, condição também verificada por Kozono et al.¹⁰ e Dias⁶ e confirmada no presente estudo (Tabela 4).

Fan et al.⁷ analisaram a rugosidade superficial de modelos obtidos com gessos e resinas epóxicas. Os gessos foram manipulados com endurecedores e água e as resinas epóxicas com e sem partículas metálicas dispersas. O presente estudo, como descrito na metodologia, empregou gessos manipulados somente com água e resina epóxica utilizada com e sem carga. Os resultados de ambos os estudos divergiram com relação ao efeito do carregamento na resina epóxica. A presença da carga na resina epóxica Epoxiglass 1504 não alterou a rugosidade superficial do material, permanecendo valores inferiores aos expressos pelos gessos avaliados, os quais eram, inclusive, menores que os verificados para resina pura.

Os resultados encontrados neste estudo mostraram-se promissores, mas as análises realizadas são insuficientes para habilitar o material resinoso ao uso clínico. Sendo assim, julgamos necessária a realização de estudos para análise do seu comportamento dimensional e mecânico para saber da possibilidade do seu uso na prática clínica diária.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste estudo conclui-se que: a resina epóxica Epoxiglass 1504 apresenta compatibilidade com os elastômeros mercaptana, poliéter, silicona de condensação e silicona de adição de acordo com os critérios adotados neste estudo (aderência e alteração na coloração dos modelos obtidos); quando comparada aos gessos tipos IV e V, a resina epóxica Epoxiglass 1504 possibilita a obtenção de

modelos com superior lisura superficial; a adição de silicato de zircônia na proporção de 1/1 na resina epóxica Epoxiglass 1504 não compromete sua lisura superficial.

Referências

1. Aiach D, Malone WF, Sandrik J. Dimensional accuracy of epoxy resins and their compatibility with impression materials. *Dimensional accuracy of epoxy resins and their compatibility with impression materials*. J Prosthet Dent. 1984; 52:500-4.
2. 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.
3. Benfield JW, Lyons GV. Precision dies from elastic impressions. *J Prosthet Dent*. 1962; 12: 737-52.
4. 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.
5. Dias SC. O uso da resina epóxica carregada com zircônia para obtenção de modelos, a partir de moldes com elastômeros [tese de mestrado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia da USP; 2000.
6. Dias SC. Resina epóxica carregada com diatomita para confecção de modelos odontológicos [tese de doutorado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.
7. Fan PL, Powers JM, Reid BC. Surface mechanical properties of stone, resin and metal dies. *J Am Dent Assoc*. 1981; 103:408-11.
8. Friend LA, Barrett BE. Metal sprayed models from elastic impression materials: Preliminary study. *Br Dent J*. 1965; 118:z29-32.
9. Gettleman L, Ryge G. Accuracy of stone, metal and plastic die materials. *J Calif Dent Assoc*. 1970; 46:28-31.
10. Kozono Y, Kakigawa H, Tajima K, Hayashi I. Surface reproducibility of resin die material with various impression materials. *Dent Mater J*. 1983; 2:169-78.
11. Mackay PG. Physical properties of epoxy die resins [thesis master]. Indiana: Indiana University School of Dentistry; 1986.
12. Nomura GT, Reisbick MH, Preston JD. Na investigation of epoxy resin dies. *J Prosthet Dent*. 1980; 44:45-50.
13. Ribas LMT, Macchi RL. Características y propiedades de una resina epóxica para troqueles. *Rev Asoc Odontol Argent*. 1983; 71:58-60.
14. Rossi RA. O desempenho de espécies minerais em promover características de reforço termoplástico. In: *Anais do I Congresso Brasileiro de Polímeros*; 1991 out. 5-8; São Paulo (SP). São Paulo: CBP; 1991. p. 454-9.
15. Rudd KD, Strunk RR, Morrow RM. Removable dies for crowns, inlays, and fixed partial dentures. *J Prosthet Dent*. 1969; 21:337-45.

16. Schelb E, Mazzocco CV, Jones JD, Prihocla T. Compatibility of type IV dental stones with polyvinyl siloxane impression materials. *J Prosthet Dent.* 1987;58: 19-22.
17. Schawartz HB, Leupold RJ, Thompson VP. inear dimensional accuracy of epoxy resin and stone dies. *J Prosthet Dent.* 1981; 45: 621-5.
18. Stevens L, Spratley MH. Accuracy of stone, epoxy and silver plate-acrylic models. *Dent Mater J.*1987; 3: 52-5.
19. Trotignon JP. Mechanical reinforcing effect of mineral fillers in polymers. In: *Anais do I Congresso Brasileiro de Polímeros*; 1991 out. 5-8; São Paulo (SP). São Paulo: CBP; 1991. p. 391-8.
20. Vermilyea SG, Huget EF, Wiskoski J. Evaluation of resin die materials. *J Prosthet Dent.* 1979; 43: 304-7.

