

RESISTENCIA COMPRESIVA Y TRACCIONAL EXHIBIDA POR UN POLÍMERO ALTERNATIVO UTILIZADO EN MODELOS ODONTOLÓGICOS

Recibido para arbitraje: 27/05/2006

Aceptado para publicación: 07/06/2006

Sérgio Candido Dias*, Gisseli Bertozzi Ávila*; Marcos Ribeiro Moysés*; José Carlos Rabelo Ribeiro*; Andréa Candido dos Reis*; Heitor Panzeri*

Resumen

Este estudio pretendió evaluar el comportamiento de resistencia a la tensión de modelos odontológicos obtenidos a partir de una resina epóxica de uso industrial modificada con circonita. A la resina Epoxiglass 1504 y el endurecedor Epoxiglass 1603 les fue adicionada circonita en una proporción de 1 para 1 en peso; modificada de esta manera fue manipulada siguiendo las instrucciones del fabricante, el cual establece una proporción de 35% en peso entre la resina y el endurecedor. Fueron realizadas 15 impresiones de un modelo matriz, utilizando silicona de adición, siendo vaciados con Epoxiglass 1504, Epoxiglass 1504 modificada y Yeso Piedra tipo IV, obteniéndose 60 cuerpos de prueba en total. Las características de los mismos fueron: 12 mm. de altura y 6.0 mm. de diámetro. Los cuerpos de prueba fueron divididos en dos grupos de 30 cada uno, de estos uno de ellos fue sometido al ensayo mecánico de compresión y el otro al de tracción por compresión diametral, utilizando una máquina universal de ensayos DL2000 EMIC, con una célula de carga de 2000kgf y velocidad de 0,5mm/min. Los resultados fueron analizados con el análisis estadístico ANOVA y comprobación con el test de Tuckey con grado de exactitud de 5% verificando que: los modelos de resina epóxica Epoxiglass 1504 mostraron resistencia a compresión y resistencia a tracción por compresión diametral superior a los modelos de yeso tipo IV; la circonita aumenta la resistencia a tracción por compresión diametral de la resina Epoxiglass 1504. Frente a estos resultados, se puede concluir que la resina epóxica Epoxiglass 1504 se presenta como un material viable para la obtención de modelos odontológicos, así como también, que la circonita mejoró comportamiento mecánico del material en relación a las propiedades mecánicas estudiadas.

Abstract

This study evaluated the tensile behavior of dental models obtained using an industrial epoxic resin modified with zirconia. The Epoxiglass resin 1504 and the hardener Epoxiglass 1603 were added with zirconia in a ratio of 1/1 in weight. The modified resin was manipulated in accordance with the manufacturer's specifications, which establishes a relation of 35% in weight between the resin and the hardener. Fifteen moldings of a matrix were conducted using addition silicone. Then, they were filled with epoxic resin Epoxiglass 1504, resin Epoxiglass 1504 modified or type IV Durone plaster, which provided 60 test specimens with 12mm of height and 6mm of diameter. Thirty specimens were submitted to the compression assay and thirty to the traction assay by diametrical compression, using the universal machine DL2000 (EMIC), with a load cell of 2000 Kgf and 0,5mm/mim speed. The results were analyzed by Variance analysis followed by Tukey test with significance level set at 5%. It was verified that models made of Epoxiglass 1504 presented superior tensile strength for diametrical compression and also superior compressive strength than models made of plaster type IV. The zirconia increased the tensile strength for diametrical compression of the epoxic resin Epoxiglass 1504. In accordance to the present results, it was verified that the epoxic resin Epoxiglass 1504 is a viable material for dental modeling and that the zirconia provides mechanical benefit for the epoxic resin.

Key Words: epoxic resin, dental plasters, dental models

Resumo

Esse estudo avaliou o comportamento tensil de modelos odontológicos obtidos a partir de uma resina epóxica de uso industrial modificada com circonita. A resina Epoxiglass 1504 e o endurecedor Epoxiglass 1603 foram carregados com circonita numa proporção de 1/1 em peso. 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. Foram realizadas quinze moldagens de uma matriz, os moldes foram obtidos com silicone de adição e preenchidos com resina epóxica Epoxiglass 1504, resina Epoxiglass 1504 modificada e gesso tipo IV Durone, o que proporcionou 60 corpos de prova com 12mm de altura e 6mm de diâmetro. Trinta corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão e trinta ao ensaio de tração por compressão diametral, empregando-se a máquina universal de ensaios DL2000 da EMIC, com célula de carga de 2000Kgf e velocidade de 0,5mm/mim. Os resultados foram analisados com Teste de Variância e Tukey com significância de 5%, e verificou-se que: Modelos obtidos em resina epóxica Epoxiglass 1504 apresentam superior resistência à tração por compressão diametral que modelos obtidos

em gesso tipo IV; Modelos obtidos em resina epóxica Epoxiglass 1504 apresentam superior resistência à compressão que modelos obtidos em gesso tipo IV; A zirconita aumenta a resistência à tração por compressão diametral da resina epóxica Epoxiglass 1504. Diante dos resultados encontrados, verificou-se que a resina epóxica Epoxiglass 1504 apresenta-se como material viável para a modelagem odontológica e que a zirconita proporciona ganho mecânico para a resina epóxica.

Palavras chave: resina epóxica, gessos odontológicos, modelos odontológicos

Introducción

La obtención de modelos odontológicos es un procedimiento necesario en todos aquellos tratamientos que precisan de restauraciones indirectas, por esta razón los materiales utilizados en esta fase clínica deben cumplir ciertos requisitos para conseguir un modelo con fidelidad confiable. Los materiales de impresión mas utilizados en la odontología son los elastómeros, los cuales atienden satisfactoriamente las necesidades clínicas (1), Los modelos obtenidos a partir de una impresión generalmente son a base de yeso odontológico, el cual muestra una gran evolución, mas, a pesar de estas, todavía conserva algunas características negativas como: baja resistencia a la fractura por impacto, baja resistencia al desgaste por abrasión, inestabilidad dimensional debido a sus propiedades de absorción o perdida de agua (2).

Con la intención de superar estas limitaciones presentadas por los yesos odontológicos y poder obtener modelos mas precisos y durables, fueron propuestos algunos sistemas alternativos como: metalización de troqueles, uso de resina epoxica y obtención de modelos en resina de poliuretano (3,4.)

El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a tensión de modelos odontológicos obtenidos a partir de una resina epóxica de uso industrial modificada con silicato de zirconio (circonita).

Material y Método

A la resina epóxica Epoxiglass 1504 y el endurecedor Epoxiglass 1603, (Epoxiglass Ind. E Com. De Productos Químicos Ltda., Diadema-SP, Brasil), les fue adicionado silicato de zirconio en una proporción de 1/1 en peso. El criterio para la selección de la referida cantidad de carga fue definida a partir de que la resina conservara su capacidad de de escurrimiento, permitiendo que este material pudiese ser vaciado sobre una impresión sin la necesidad de vibración mecánica. Una vez manipulada la resina tiene un tiempo de trabajo de 20 minutos y el tiempo de endurecimiento final es de 6 horas.

Para poder hacer la comparación de los resultados mostrados por la Resina epóxica modificada fue seleccionado el yeso piedra micro granulado tipo IV Durone (Dentsply).

La obtención de los cuerpos de prueba fue realizada a partir de la impresión de una matriz metálica de 12mm. de altura y 6mm. de diámetro, especialmente desarrollada para este estudio, a la cual se le tomo una impresión con la silicona de adición Aquasil (Dentsply) por la técnica de impresión única, Fig. 1, fueron tomadas 15 impresiones, utilizando cinco cubetas. De las impresiones obtenidas veinte fueron vaciadas con yeso piedra tipo IV (Durone) que se constituyo en el grupo 1 (G1), manipulado de forma manual con una relación de agua/yeso de 0,21%. En el grupo 2 (G2) con veinte muestras, el vaciado fue realizado con la resina epóxica Epoxiglass pura, manipulada manualmente durante cinco minutos con la proporción resina/endurecedor de 35%. Para el grupo 3 (G3) con veinte muestras, fue utilizada la resina epóxica Epoxiglass modificada con circonita manipulada de la misma forma que en para el grupo 2. Para realizar el vaciado sobre el material de impresión se espero una hora, debido al proceso de polimerización de la misma. También fue utilizada una balanza digital con precisión de 0,5 gramos para obtener proporciones mas precisas. La remoción de los cuerpos de prueba fue una hora después para los modelos de yeso y 24 horas para los modelos de resina epóxica.

Para este estudio fueron confeccionados 60 modelos de los cuales 30 (diez modelos de cada grupo) fueron sometidos al ensayo mecánico de compresión y 30 (diez modelos de cada grupo) al ensayo mecánico de compresión diametral utilizando para este objetivo una maquina Universal de ensayos DL2000 de la EMIC, con una célula de carga de 2000kgf y velocidad de 0,5mm./min.

Los resultados obtenidos medio de estos ensayos mecánicos fueron sometidos a las pruebas estadísticas de Análisis de Variancia con base en un modelo de un factor (material) y cuando hubo diferencia significativa entre los valores mostrados por los materiales se utilizo el test de Tuckey, para detectar entre cuales grupos existían diferencias. Resaltamos que las premisas para la utilización de este análisis estadístico, esto es, normalidad de residuos y variancia constante fueron verificados. Todos los resultados fueron considerados significativos al nivel de validez de 5%, teniendo por tanto un grado de confiabilidad de 95%.

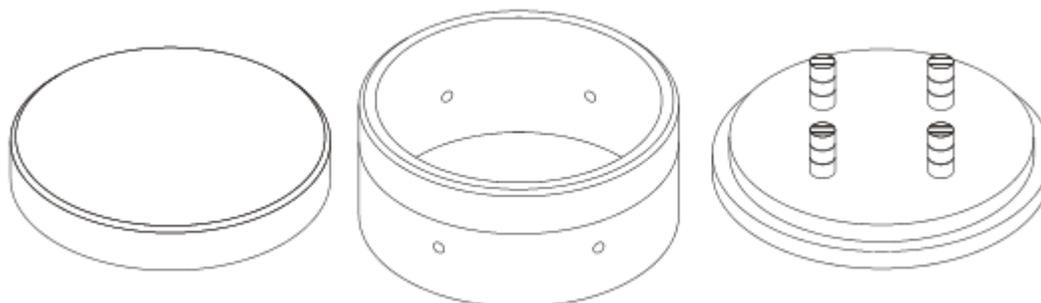


FIGURA 1
Matriz utilizada

Resultados

La tabla (1) presenta los valores originales de resistencia a compresión y resistencia a tracción por compresión diametral. Las tablas (2) y (4) presentan el análisis de variancia con base en un modelo de un factor (material). Las tablas (3) y (5) muestran que el material yeso (G1) tiene menor resistencia compresiva y a tracción por compresión diametral que la resina epóxica pura (G2) o modificada con circonita (G3). Al comparar los valores mostrados por las dos resinas (G2) y (G3) fue verificado que no hay diferencias significativas entre ambos materiales en cuanto a la resistencia a compresión, mas con relación a tracción por compresión diametral los materiales son diferentes entre si, siendo que la mayor resistencia fue encontrada en el grupo (G3) resina epóxica modificada con circonita.

Tabla 1
Evaluación de resistencia a compresión y tracción por compresión diametral de modelos obtenidos en yeso tipo IV , resina epóxica pura (p) y modificada por adición de circonita (m), valores en kgf/cm²

Ensayos	Yeso IV (s)	Resina (p)	Resma (m)
Compresión	478,72	1.503,54	1.535,46
	386,58	1.514,18	1.659,46
	281,20	1.514,18	1.514,68
	319,14	1.609,29	1.606,38
	259,57	1.457,54	1.762,41
	308,51	1.528,36	1.726,95
	379,43	1.549,64	1.553,19
	304,96	1.482,26	1.478,72
	347,51	1.492,90	1.475,17
	379,43	1.521,27	1.528,36
Tracción por compresión diametral	24,95	163,37	200,88
	27,34	144,69	200,88
	25,48	153,98	193,80
	21,63	142,92	207,07
	21,15	150,88	192,92
	27,74	149,11	187,61
	28,58	146,46	196,01
	25,44	142,03	199,55
	27,52	150,88	186,72
	23,18	160,17	183,18

Tabla 2
Análisis de variancia para resistencia a compresión de modelos obtenidos en yeso tipo IV (G1), resina epóxica pura (G2) y resina modificada por adición de circonita (G3)

Causas de variación	G.L.	S.Q.	QM	Valor de F	Prob.>F
Tracción	2	972161342897999992	486080671448999996	9063639	0.00001
Residuo	27	14480031663000000	536297469074074		
Total	29	986641374562999992			

Media General: 1148,63 - Coeficiente de variación: 6.376%

Tabla 3
Test de Tukey para medidas de resistencia a compresión de modelos obtenidos en yeso tipo IV (G1), resina epóxica pura (G2) y resina modificada por adición de circonita (G3), valores en kgf/cm2

Num.orden	Num.trat.	Nombre	Num.Repet.	Medias	Medias originales	P – 5%
1	3	G3	10	1584,07	1584,07	a
2	2	G2	10	1517,31	1517,31	a
3	1	G1	10	344,50	344,50	b

Medias seguidas por letras distintas difieren entre si en un nivel de exactitud de 5%, D.M.S= 8128.49214

Tabla 4
Análisis de variancia para resistencia a tracción por compresión diametral de modelos obtenidos en yeso tipo IV (G1), resina epóxica pura (G2) y resina modificada por adición de circonita (G3)

Causas de variación	G.L.	S.Q.	QM	Valor de F	Prob.>F
Tracción	2	15461823064666670	77309111532333335	2048.6199	0.00001
Residuo	27	10189035400000	3773716814815		
Total	29	1556371341.8666670			

Media General: 123,53 - Coeficiente de variación: 4.973%

Tabla 5
Test de Tukey para medidas de resistencia a tracción por compresión diametral de modelos obtenidos en yeso tipo IV (G1), resina epóxica pura (G2) y resina modificada por adición de circonita (G3), valores en kgf/cm2

Num.orden	Num.trat.	Nombre	Num.Repet.	Medias	Medias originales	P – 5%
1	3	G3	10	194,86	194,86	a
2	2	G2	10	150,44	150,44	b
3	1	G1	10	25,30	25,30	c

Medias seguidas por letras distintas difieren entre si al nivel de exactitud indicado 5%, D.M.S= 681.85459

Discusión

La resina epóxica utilizada en este estudio según datos técnicos del fabricante es un material de baja viscosidad, transparente y sin material de relleno. Es utilizada en la industria en general, en consecuencia no es de uso odontológico, mas, presenta un comportamiento dimensional que le permite ser utilizada para obtención de modelos odontológicos (3).

La resina presenta capacidad de copiar y mantener detalles de forma superior a los yesos odontológicos (2). Un correcto análisis del comportamiento mecánico es necesario para poder viabilizar su utilización de forma rutinaria dentro de la odontología para la confección de troqueles.

Los modelos con yesos odontológicos son intensamente manipulados durante las fases laboratoriales de los procedimientos protéticos, teniendo su inicio en el momento de su separación del material de impresión. Es por esta razón que los modelos

deben ser confeccionados con materiales que sean resistentes a tracción y compresión. Un material ampliamente difundido para ser utilizado con esta finalidad es el yeso odontológico, mas, debido a su baja resistencia mecánica este material presenta fracturas frecuentemente (5).

Impresiones de dientes preparados que se presentan altos y finos al ser vaciados con yeso estos se fracturan con facilidad durante la remoción del modelo (6), creándose de esa manera la necesidad de que los materiales utilizados sean capaces de resistir a esfuerzos de tracción. Considerando los resultados de resistencia a tracción por compresión diametral de este estudio fue constatado que la resina epóxica modificada con circonita presento valores de resistencia superiores al yeso piedra tipo IV, siendo este resultado concordante con Dias (2) que con base en sus investigaciones afirma que la resina epóxica modificada con diatomita tuvo valores de resistencia a tracción por compresión diametral superiores a los valores mostrados por el yeso piedra tipo IV.

Para Vermilyea et al.(7) quienes investigaron tres materiales para confección de modelos a base de resina epóxica, la resistencia a compresión de dichos modelos después de 24 horas era similar a la mostrada por modelos confeccionados en yeso. Por otro lado, estos resultados se contradicen con los obtenidos por Zaniquelli (8), que obtuvo valores de resistencia a compresión de la resina epóxica inferiores a los mostrados por los modelos de yeso tipo IV, esta diferencia entre los resultados encontrados probablemente esta relacionada al trabajo de Zaniquelli (8) que en sus estudios a procura de un material a base de resina epóxica que pudiera ser utilizado para la obtención de modelos odontológicos adiciono a resinas epóxicas de uso industrial una combinación de partículas de carga, como óxido de zinc y óxido aluminio, carbonato de calcio y sílica, teniendo como objetivo la obtención de un compuesto dimensionalmente estable, condición alcanzada, mas, en relación a la mejora mecánica y de resistencia a la compresión, la incorporación de los referidos elementos no fue eficiente para superar la resistencia a compresión mostrada el yeso tipo IV. Cabe resaltar que en el presente estudio la incorporación de circonita proporciona aumento significativo en la resistencia a compresión de la resina epóxica, lo que la torna mas resistente a los esfuerzos compresivos que los modelos a base de yeso tipo IV, estos resultados son coincidentes con los de ROXBY E ANDERSON (9) e SANTOS JR. et al.(10) verificando que la resina epóxica presenta resistencia compresiva superior a los valores mostrados por los yesos odontológicos.

Conclusiones

1. Modelos obtenidos en resina epóxica Epoxiglass 1504 presentaron resistencia a tracción por compresión diametral superior a la mostrada por modelos obtenidos en yeso tipo IV
2. Modelos obtenidos en resina epóxica Epoxiglass 1504 presentaron resistencia a compresión superior a la de modelos obtenidos en yeso tipo IV.
3. La circonita aumento la resistencia a tracción por compresión diametral de la resina epóxica Epoxiglass 1504

Bibliografía

1. GLEN, HJ.; XAVIER, L.; TAR, CW. The effect of surface moisture on detail reproduction of elastomeric impressions. J. Prosthet Dent. 90: p. 354-364, 2003.
2. DIAS, SC. Resina Epóxica Carregada com Diatomita para confecção de modelos odontológicos. 2003. 288 p. Tese (Doutorado em reabilitação oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP USP, Ribeirão Preto - SP, 2003.
3. DIAS, SC. O uso da resina epóxica carregada com zirconita para obtenção de modelos partir de moldes com elastômeros. 2000. 138 p. Dissertação (Mestrado em reabilitação oral). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto Preto - FORP-USP, Ribeirão Preto - SP, 2000.
4. PEREIRA, PH. Avaliação do comportamento mecânico de modelos obtidos em resina de poliuretano e análise de sua compatibilidade com diferentes materiais de moldagem. 2005. 70 p. (Tese - Doutorado em Clínica Odontológica). Universidade Vale do Rio Verde - UNINCOR - Três Corações - MG*
5. AIACH D et al. Dimensional accuracy of epoxy resins and their compatibility with impression materials. J. Prosthet. Dent., v.52, n.4, p.500-4, 1984.
6. BAILEY JH et al. The dimensional accuracy of improved dental stone, silverplated and epoxy

resin die materials. J. Prosthet. Dent., v.59, n.3, p.307-10, 1988.

7. VERMILYEA, SG.; HUGET, EF.; WISKOSKI, J. Evaluation of resin die materials. J. Prosthet. Dent., v.43, n.3, p.304-7, 1979.
8. ZANIQUELLI, O. Formulação e caracterização de misturas de resina epóxica mais material de carga para uso como material para modelos. Tese mestrado 1991, 80p. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1991.
9. ROXBY, J.R.; ANDERSON, J.N. Some uses of polyester resin. Br. Dent. J., v. 133, n. 2, p. 66-68, 1972.
10. SANTOS JR, G.C.; BASTOS, L.G.C.; RUBO, J.H. Avaliação das propriedades mecânicas do gesso tipo IV submetido a métodos de desinfecção. Parte I - Resistência à compressão e à tração diametral. Rev. FOB., v. 9, n. 1/2, p. 87-92, 2001.