

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DA CERÂMICA SINTÉTICA REFORÇADA COM FIBRA DE VIDRO

Alan Paranhos de Souza e Silva, alanparanhos@hotmail.com¹

Igor kengi kamiya, ikenji7@hotmail.com¹

Celso Carlino Maria Fornari Junior²

1 Universidade Estadual de Santa Cruz, Engenharia de Produção e Sistemas

2 LAPOS Laboratório de Polímeros e Sistemas, Universidade Estadual de Santa Cruz

Resumo: *Compósitos de resina poliéster insaturada são comumente encontrados no cotidiano popular. A resina é formada por um polímero que misturado com um iniciador passa pelo processo de reticulação no qual o polímero passa do estado líquido para o estado sólido.*

No processo de reticulação as duplas ligações entre os carbonos das moléculas do polímero se rompem e se ligam novamente em outras posições, possibilitando a mudança de estado físico da resina. É geralmente utilizado junto com a resina aditivo minerais ou fibras, para melhorar suas propriedades mecânicas.

Nesse trabalho, utilizou-se calcita, areia e fibra de vidro, variando a quantidade de calcita e areia, analisando seus comportamentos em ensaios de flexão. Também foi utilizada fibra de vidro junto ao composto de resina, areia e calcita e feita e analisada as propriedades mecânicas.

Palavras-chave: *Resina, cerâmica sintética e fibra de vidro.*

1. INTRODUÇÃO

Compósitos poliméricos de resina poliéster são amplamente utilizados no cotidiano popular, por conseguirem se moldar a diversas matrizes com facilidade, possuir um baixo peso e por ser produzida com facilidade.

Os compósitos poliméricos são formados por uma matriz polimérica misturados com um ou mais materiais diferentes onde estes podem variar suas propriedades de acordo com as aplicações desejadas. As propriedades mecânicas do compósito poderão variar de acordo com a quantidade de cada elemento adicionado ao compósito. Os elementos adicionados a matriz polimérica em quantidades significativas são denominados de carga ou aditivo. [1]

É utilizado aditivo em conjunto com a resina para se obter uma característica de outro material, variando de acordo com o tipo de utilização. Segundo Barra, a Lei das Misturas está baseada no princípio que estabelece que as propriedades dos compósitos sejam intermediárias entre as propriedades dos componentes constituintes. [2] Nesse trabalho foi utilizado: calcita, areia de construção e fibras de vidro adicionado ao poliéster para a confecção do compósito. Variou-se a quantidade de areia e calcita e avaliado as propriedades de flexão dos compósitos. Nestes compósitos foram adicionadas fibras de vidro e avaliado as propriedades de flexão.

As propriedades mecânicas compreendem a resposta dos materiais às influências mecânicas externas, manifestadas pela capacidade de desenvolverem deformações reversíveis e irreversíveis, e resistirem à fratura. Essas características dos materiais são geralmente avaliadas por meio de ensaios, que indicam dependências tensão-deformação que, todavia são insuficientes para descrever os materiais poliméricos, também a nível molecular. Assim, as características dos polímeros, que se refletem nas suas propriedades mecânicas, podem ser quantificadas através de métodos cujo empirismo é contrabalançando pelo rigor das condições, estabelecidas nas normas técnicas. [3]

Os compósitos deste trabalho foram avaliados por meio de corpos de prova feitos e ensaiados segundo a normatização brasileira NBR 7447- Plásticos rígidos - Determinação das propriedades de flexão. Norma que prescreve um método para determinação das propriedades de flexão de materiais plásticos rígidos na forma de barras de seção retangular, de dimensões padronizadas ou não, moldadas diretamente ou extraídas de chapas ou outras formas. [4]

A calcita é um mineral de fórmula molecular CaCO_3 , oriunda das rochas calcárias que se formam por processos orgânicos e inorgânicos. No primeiro caso resulta da deposição em fundo marinho, de grandes camadas de material calcário, sob a forma de carapaças e esqueletos de animais marinhos. Em uma proporção menor dessas rochas formam-se inorganicamente pela precipitação direta de carbonato de cálcio em soluções aquosas.

Da mesma forma a areia é um mineral dividido em grânulos, composto basicamente de dióxido de silício, formado pela erosão de rochas e acumuladas na superfície terrestre através do processo de sedimentação.

A fibra de vidro é produzida através do vidro líquido que ao ser processado em alta velocidade resulta em diversos filamentos com diâmetros variados. Posteriormente são tratados quimicamente para aumentar sua adesão à matriz polimérica, elevando dessa forma suas propriedades mecânicas quando presente no compósito.

Esse trabalho busca avaliar as propriedades mecânicas do compósito polimérico, quando variada a quantidade de calcita e de areia no compósito e se há melhoria no material quando a fibra de vidro é acrescentada na mistura.

2. METODOLOGIA

Como material de trabalho utilizou-se resina poliéster insaturada, peróxido de metil etil cetona (MEKP) como iniciador, peneira, serra, calcita, fibras de vidro, forma a base de silicone, balanças de duas e cinco casas decimais da marca Bioprecisa, estufa, seringas e máquina de ensaio de flexão marca EMIC devidamente calibrada pelo fabricante.

Para a utilização da calcita foi necessário a sua secagem antes de incorporar à resina poliéster. A secagem da calcita foi realizada com o auxílio de um forno microondas. A calcita foi colocada em um recipiente, previamente tarado, pesada em uma quantidade maior que a necessária para a confecção dos corpos de prova, após a pesagem foi levado ao forno microondas por dois minutos e pesado para averiguar se houve redução no peso pelo fato da umidade ter sido retirada da calcita. Este procedimento foi repetido até que o peso da calcita estabilizasse, com isenção total da umidade. Este procedimento foi adotado afim de que a umidade não tivesse interferência nas propriedades mecânicas dos corpos de prova.

Pode-se notar que a amostra de areia tem uma deformação menor que as amostras com calcita e diferentemente da calcita notou-se um aumento da dispersão dos resultados com o aumento da quantidade de areia. Verificou-se também uma dificuldade de processamento com o aumento da carga mineral em ambos os processos.

Com a areia foi utilizado o mesmo processo de secagem da calcita para que se reduzissem as interferências no processo de confecção e que os efeitos nos resultados dos ensaios fossem mínimos, além do processo de secagem a areia foi peneirada para que fossem retirados os grãos maiores.

O ensaio de flexão foi realizado na máquina de ensaio universal como pode ser visto da Fig. (1), os corpos de prova que possuíam dimensões de 5 x 20 x 95 mm (norma NBR 4772), são colocados sobre duas barras paralelas fixas, e aplicada uma tensão próxima ao meio das amostras.

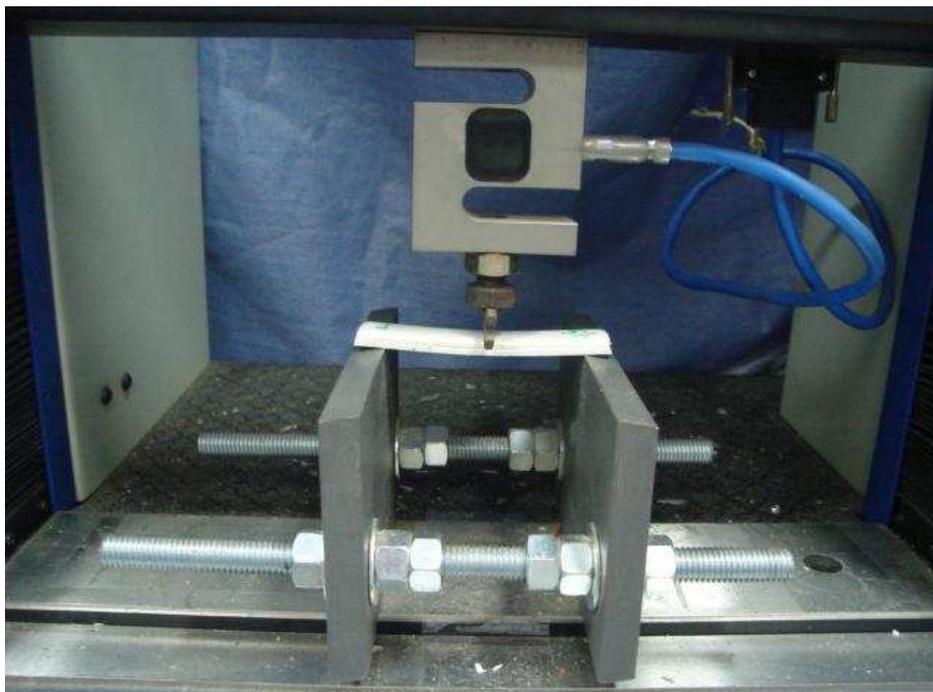


Figura 1. Ensaio de flexão no compósito com calcita segundo a norma NBR 7447.

Para os ensaios foi preparada 892, 1507g de resina, que é composta de 85,01% de resina (759,22g), 2,01% de álcool (18, 7047g), 12,75% de estireno (113, 743g) e 0,23% de cobalto (0, 483g), afim de que todos os testes realizados tivessem a mesma composição de resina, para que a variação de um desses elementos não interferisse na avaliação dos ensaios.

Para a confecção dos corpos de prova foi pesada a resina e o iniciador, que foi gotejado na resina e misturado. Depois de feita a mistura do iniciador acrescentou-se a calcita para os corpos de prova onde se continha somente a variação de calcita e areia nos corpos de prova.

Inicialmente os trabalhos investigaram as propriedades mecânicas dos compósitos quando ao teor de cargas (calcita e areia) e após essa fase comparou-se o desempenho da massa com resina e 160% de calcita em relação à resina utilizada pura e com o reforço de fibra de vidro.

Variou-se a calcita de 20 em 20% a partir de 60 até 100 % do peso da massa original. A massa original é composta de poliéster e 160% de calcita em peso.

Da mesma forma foram ensaiados os corpos de prova com variação da areia de construção, com uma diferença de 20% entre as amostras a partir de 120 até 160% sobre a massa original.

As tabelas 1 e 2 apresentam as composições dos compósitos de resina poliéster insaturada aditivada de calcita e/ou areia.

Para os testes com os corpos de prova onde havia fibras, utilizou-se somente calcita em quantidade de 160% sobre a quantidade de resina utilizada, mais 65 % de calcita sobre a massa original. Para a introdução da fibra colocou-se 10 gramas da mistura na cavidade de cada matriz e adicionou-se as fibras completando posteriormente com a resina. Desta forma a disposição das fibras ficaram distribuídas em alturas iguais corpo de prova. Após a confecção dos corpos de prova foram realizados os testes de flexão nas amostras com fibra e em uma amostra sem a presença de fibra para que fosse realizada uma comparação dos resultados.

Tabela 1. Dados da composição dos corpos de prova feitos com calcita.

Corpos de Prova	Resina (g)	Calcita (g)	MEK (g)
60%	60	93,6	0,42
80%	60	124,8	0,42
100%	60	156	0,42

Tabela 2. Dados da composição dos corpos de prova feitos com calcita e areia.

Corpos de Prova	Resina (g)	Calcita (g)	Areia (g)	MEK (g)
120%	60	96	72	0,42
140%	60	96	84	0,42
160%	60	96	96	0,42

As tabelas 1 e 2 apresentam a composição dos corpos de prova confeccionados com a adição de calcita e areia além do iniciador e resina poliéster.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira observação foi com resultado à dificuldade de confecção da mistura da massa polimérica. Quando a carga mineral foi misturada ocorreu uma dificuldade de agregação dos componentes. Após a mistura estar completa a maior dificuldade foi à transferência da massa polimérica para as cavidades da matriz. Isto dificultou o preenchimento das cavidades formando corpos de prova com espessuras diferentes. Ocorreu a dificuldade do processamento dos corpos de prova de acordo com o aumento da quantidade da carga mineral nos compósitos. Foi observado que a dificuldade de misturar os componentes usados aumentava de acordo com a quantidade de calcita ou areia presente na mistura.

Como tratado na lei das misturas, o compósito possui uma mistura das propriedades mecânicas de seus componentes possuindo mais ou menos características de um dos elementos dependendo da porcentagem desse elemento na mistura. Baseando-se nessa lei pode se concluir que como o compósito possui uma grande quantidade de carga mineral tendo um comportamento cerâmico maior que as características plásticas do polímero, possuindo dessa forma baixa deformação dificultando o seu processamento.

Como pode se notar nas Fig. (2) e (3) a uma redução significativa na força, na energia, na tensão e na deformação dos corpos de prova com calcita de 60% para as amostras de 80% e 100%, as quais não mostraram significativa diferença nas análises de resultados. Isso indica que após 80% de calcita o comportamento mecânico do compósito não irá alterar significativamente devido à quantidade de calcita presente no compósito. Com adição de 100% de calcita na mistura o processamento do compósito se torna muito difícil.

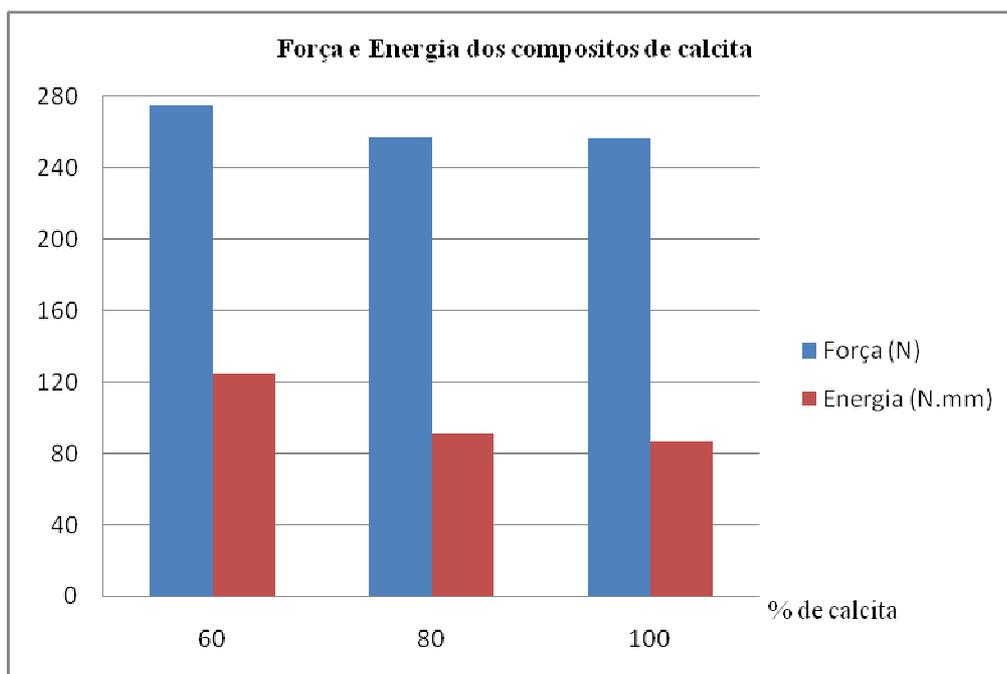


Figura 2. Força e energia dos corpos de prova com calcita, de 60, 80 e 100%.

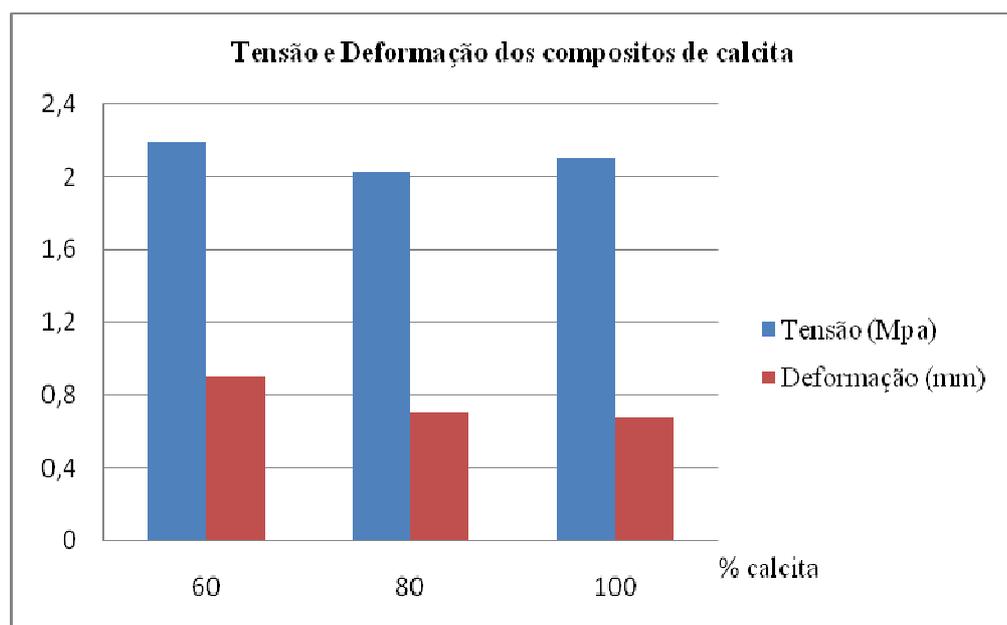


Figura 3. Tensão e deformação dos corpos de prova de calcita sofridos no ensaio de flexão.

Os corpos de prova com areia tiveram uma resistência à fratura menor que as apresentadas nos corpos de prova com calcita. Como pode se notar nas Fig. (4) e (5). Pode se relacionar isso ao tamanho dos grãos da calcita e da areia. A areia apresenta um grão muito maior que os grãos da calcita os compostos com areia tem menor resistência a fratura e por esse fato também faz com que ocorra uma pequena variação nos módulos elásticos das amostras com mesma porcentagem da carga mineral.

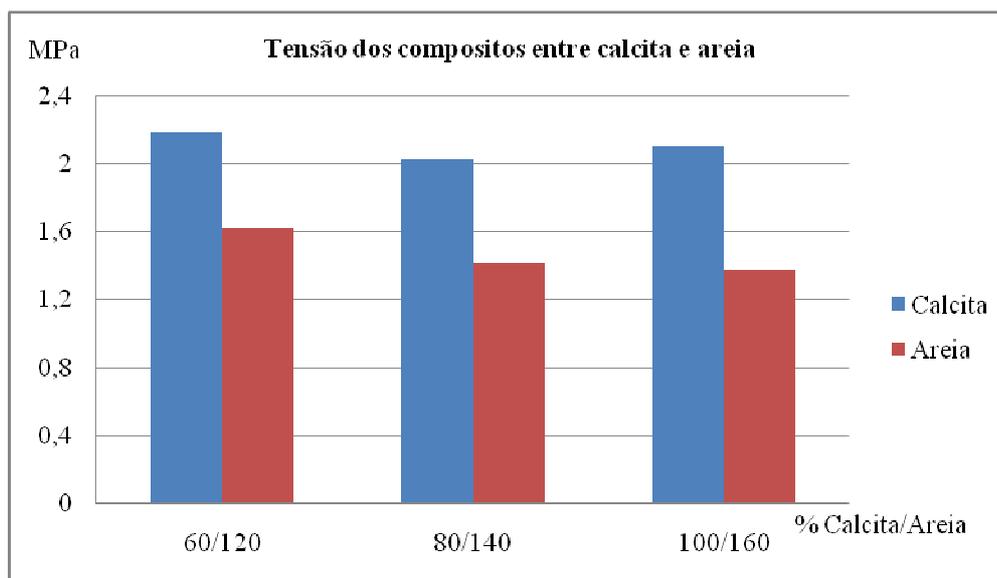


Figura 4. Tensão média dos corpos de prova feitos com calcita e areia.

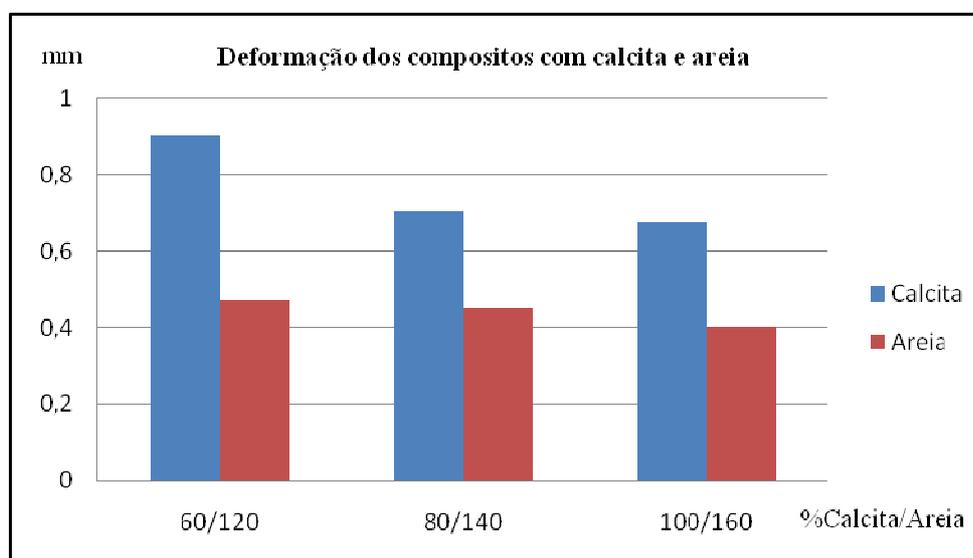


Figura 5. Deformação média dos compósitos feitos com de calcita e areia.

Após análise dos resultados nos compósitos de calcita e areia, se realizou testes de flexão nos corpos de prova com a massa original acrescida com 65% em peso de calcita pura e reforçada com de fibra de vidro. E seu resultado foi comparado com a da amostra sem fibra. Esperava-se um aumento significativo na resistência do compósito, porém o compósito não teve o comportamento esperado e não alterou as propriedades mecânicas do compósito. Como se pode observar na Tab.(3).

Tabela 3. Propriedades dos corpos de prova confeccionados sem fibra de vidro e reforçados com fibra de vidro

Corpos de Prova	Deformação (mm)	Força (N)	Energia (N.M)	Tensão (MPa)
S/ fibra de vidro	0, 529	121, 4202	44, 6406	1, 3668
C/ fibra de vidro	0, 5282	166, 0024	43, 3964	1, 3506

Após os ensaios do compósito reforçado com fibra de vidro, realizou-se ensaios de tração para observar a resistência da fibra de vidro isolada do compósito. Neste ensaio foram encontrados uma tensão de aproximadamente 520 MPa, cujo valor está baixo do encontrado na literatura, o qual se situa entre 2000 – 3500 MPa [5].



Figura 6. Fotografia das fibras de vidro após ensaio de tração.

4. CONCLUSÃO

Após análise dos resultados obtidos pelos corpos de prova ensaiados, observou-se que o aumento da quantidade de calcita na mistura não altera significativamente as propriedades do compósito, para as proporções ensaiadas. Os compósitos contendo areia apresentaram uma redução bastante acentuada na resistência à fratura com o aumento da areia, para as proporções ensaiadas. A fibra de vidro adicionada ao compósito não melhorou a resistência a flexão do material, para as condições ensaiadas neste trabalho.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- CALLISTER, William D. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2002. 589 p. ISBN 8521612885 (broch.)
- BARRA, G., Compósitos Poliméricos, Apostila Curso EMC 5706 (EMC-UFSC), 2004
- MARANGON, A.A.S., 2008, "Compósitos De Pva/Caulinita E Pva/Caulinita Funcionalizada", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- BLEDZKI A.K. e GASSAN. J., 1999, "Composites reinforced with cellulose based fibers", Prog. Polym. Sci. 24 (1999) 221-274.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7447 –Plásticos Rígidos. Determinação das propriedades de flexão. Rio de Janeiro, 1982.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

COMPARASION OF STRENGTH OF CERAMIC SYNTHETIC REINFORCED FIBERGLASS

Abstract: *Composites of unsaturated polyester resin are commonly found in everyday popular. The resin is composed of a polymer mixed with an initiator through the process of linking in which the polymer changes from liquid to solid. In the process of crosslinking the double bonds between carbon atoms of the polymer molecules break apart and bind again elsewhere, allowing the change of physical state of the resin. It is generally used along with the resin additive or mineral fibers, to improve its mechanical properties. In this study, we used calcite, sand and glass fiber, varying the amount of calcite and sand, analyzing their behavior in flexure tests. It was also used fiberglass with the composite resin, sand and calcite and made and tested the mechanical properties*

Keywords: *Resin, synthetic ceramic and fiberglass.*