

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DANTE DEL VALE VALCANAIA
CIRURGIÃO - DENTISTA

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

RESISTÊNCIA À FLEXÃO DO SISTEMA TARGIS/VECTRIS

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas para
obtenção de grau de Mestre em
Materiais Dentários.

PIRACICABA
2000

N.º CHAMADA:			
T/ UNICAMP			
V2322			
V.	Ex.		
TOMBO BC/	44492		
PROC.	16-392701		
C	<input type="checkbox"/>	D	<input checked="" type="checkbox"/>
PRECº	R\$ 41,00		
DATA	18/05/01		
N.º CPD			

CM-00155220-1



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 07 de Dezembro de 2000, considerou o candidato DANTE DEL VALE VALCANAIA aprovado.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

2. Prof. Dr. FABIO MARTINS

3. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

Ficha Catalográfica

V232r	<p>Valcanaia, Dante del Vale. Resistência a flexão do sistema Targis/Vectris. / Dante del Vale Valcanaia. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000. xvi, 101p. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Materiais dentários. 2. Fibras de vidro. 3. Microscopia eletrônica de varredura. 4. Resistência dos materiais. I. Consani, Simonides. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Dedico este trabalho

À mulher do meu melhor amigo, nos braços da qual passei os melhores momentos da minha vida , minha Mãe.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Simonides Consani, meu orientador, pela solicitude ao orientar, paciência ao ensinar, carinho e dedicação ao trabalho e amizade. Sem os quais não seria possível a concretização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum e do Diretor Associado Prof. Dr. Frab Norberto Boscolo.

À Direção do Curso de Odontologia da Universidade do Vale do Itajaí

Ao Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho, coordenador do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas.

Aos Docentes da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti e Dr. Mario Fernando de Goes.

Ao técnico especializado da Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas, engenheiro Marcos Blanco Cangiani e à funcionária Selma A. B. de Souza Segalla, pela atenção e disponibilidade.

À Bibliotecária, Marilene Girello pela orientação nas referencias bibliográficas.

À funcionária do curso de Odontologia da Universidade do Vale do Itajaí, secretária Márcia Reiser Souza Ardigó, pela atenção e disponibilidade.

Aos colegas de curso, companheiros de viagens, pela amizade e bons momentos passados juntos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	03
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	09
3. PROPOSIÇÃO.....	51
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
4.1 Materiais.....	53
4.2 Métodos.....	55
5. RESULTADOS.....	71
6. DISCUSSÃO.....	83
7. CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

RESUMO

O efeito de reforços de fibra de vidro tem sido pesquisado, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas de compostos resinosos. A elaboração de compostos fotopolimerizáveis à base de Bis-GMA, com grandes porcentagens de partículas inorgânicas deu origem aos Cerômeros. Estes materiais podem ser utilizados em restaurações indiretas posteriores, devido às propriedades de resistência à abrasão, assim como, em restaurações estéticas devido à translucidez. Da união destas duas tecnologias surgiram sistemas que aliam as propriedades dos Cerômeros, à alta resistência à flexão dos compósitos reforçados por fibras. Estes novos materiais são utilizados para confeccionar coroas e prótese parciais fixas anteriores e posteriores. O objetivo deste estudo foi verificar a resistência à flexão do sistema Targis/Vectris (Ivoclar, Schaan, FL). Corpos de prova foram construídos em forma de barras híbridas, contendo sub-estrutura de compósito reforçado por fibras Vectris, e revestimento de composto particulado (Cerômero) Targis, com as seguintes dimensões: 6x5x30mm. Um ensaio de três pontos foi conduzido em uma máquina EMIC DL 500 MF e uma carga compressiva foi aplicada no centro das amostras, com espaço de 20mm entre os pontos de apoio. Um computador foi utilizado para calibrar as medições, programado para interromper o carregamento mecânico, quando ocorrer a fratura inicial (colapso de 10%). Após o ensaio, os corpos-de-prova foram cortados, metalizados e examinados com microscopia eletrônica de varredura. Os valores médios obtidos para os resultados das medidas de força de fratura foram de 963N e para medida de força por área de 197 MPa. A microscopia eletrônica de varredura revelou a existência de espaços vazios no interior do compósito reforçado por fibras (Vectris) e do Cerômero (Targis). Fraturas estavam presentes em ambos os compostos.

Palavras-chave: cerômero; fibras; resistência à flexão.

ABSTRACT

The effect of reinforcements of glass fiber has been researched, with the objective of improving the physical properties of composed resinous. The elaboration of light-cured compositions to the base of Bis-GMA, with great percentages of inorganic particles, originates the ceromer. These materials can be used for posterior indirect restorations, due to the resistance properties to the abrasion, as well as for aesthetic restorations due to the translucence. By the union of these two technologies systems that ally the properties of the ceromer to the high flexure strength of the fibers reinforced composites. These new materials are used to make crowns and anterior and posterior fixed bridges. The objective of this study went verify to flexure strength of the system Targis/Vectris (Ivoclar, Schaan, FL). Samples were built in form of hybrid bars, contends sub-structure of fibers reinforced composites Vectris and coating of particulate composite (ceromer) Targis, with the following dimensions: 6x5x30mm. A three-point test was driving by a machine EMIC and a compressive load it was applied in the center of the samples, with span length of 20mm. A computer was used to gauge the mensurations, programmed to interrupt the compression loading, when it happens the initial fracture (collapse of 10%). After the rehearsal, it body-of-proves them they were cut, prepared metallographically and examined with scanning electronic microscopy. The mean values obtained for the results of the measures of fracture force were of 963 N and for measure of force for area of 197 MPa. The scanning electronic microscopy revealed the existence of void spaces inside the composite reinforced by fibers (Vectris) and of the ceromer (Targis). Lines of fractures were present in both composites.

Key-words: ceromer; fibers; flexure strength.

1. INTRODUÇÃO

Há muito tempo já se conhecia a importância da presença de todos os dentes na manutenção do equilíbrio do sistema estomatognático, bem como a necessidade de preservar ao máximo a estrutura dental sadia. Diante disto, os pacientes cada vez mais, têm procurado por restaurações que forneçam naturalidade, biocompatibilidade, durabilidade e custo acessível.

Atualmente, o material mais utilizado para restaurações estéticas indiretas ainda é a porcelana. Para este tipo de material, quando se trata de próteses parciais fixas onde estão envolvidos pânticos, o reforço metálico torna-se necessário, apesar de suas características negativas.

Próteses em metalocerâmica têm longa história de sucesso clínico e funcional, onde o convencional método usado para obtenção de resistência associada à estética, emprega um material de blindagem, para revestir externamente as estruturas metálicas. Entretanto, desta técnica resultam alguns problemas, advindos do fato de metais e materiais de revestimento estético apresentarem diferentes interfaces entre si, e estes são potencialmente pontos fracos das restaurações, podendo ocasionar o insucesso clínico. Assim, materiais diversos demonstram diferentes níveis de deformação quando sujeitos à mesma intensidade de carga. A este respeito, os metais são muito diferentes dos materiais usados para revestimento estético, resultando tensões diferentes nas interfaces, quando as cargas são aplicadas. Como consequência, as tensões

resultantes podem promover o fracasso da ligação entre metal e material de revestimento estético.

Além disso, outros detalhes merecem referência, como: a cerâmica praticamente não permite reparos e sua resistência ao desgaste estabelece-se além do necessário, tornando-se um fator merecedor de atenção quando seus antagonistas forem dentes naturais. Aliado a este fato, a falta de translucidez das estruturas metálicas dificulta a busca pela estética.

Novas propostas, dentre elas a de combinar a versatilidade dos compósitos com a resistência das cerâmicas, buscando uma forma de equilíbrio entre suas propriedades físico-mecânicas, deu origem a um compósito, que ficou conhecido comercialmente como cerômero.

O termo cerômero é na realidade uma adaptação da terminologia Ceromer, (ceramic optimized polymer) ou polímeros otimizados por cerâmica. Estes compostos surgiram em 1995, sendo indicados para restaurações do tipo incrustações, facetas e coroas. O cerômero desenvolvido pela Ivoclar faz parte de um sistema fotoativado, denominado Targis/Vectris. Portanto, Targis é um cerômero empregado para revestimento estético e contato com o dente antagonista, enquanto Vectris é um material para estruturas, reforçado com fibras de vidro, usado na confecção de coroas e próteses parciais fixas, livres de metal. .

Uma vez que o cerômero individualmente não possui resistência para ser utilizado na confecção de coroas e pontes, o compósito reforçado com fibras denominado Vectris, deve ser usado como infra-estrutura nestes casos.

Materiais resinosos reforçados com carbono, grafite, vidro kevlar e outros tipos de fibras, têm sido estudados com o objetivo de determinar sua efetividade em resistir a esforços.

Diversos autores, afirmaram que as propriedades físicas dos compósitos reforçados com fibras dependem do tipo de matriz, tipo e distribuição da fibra, proporção entre fibra e matriz, e diâmetro e comprimento da fibra. Ainda segundo estes autores, os estudos favorecem o uso de fibras longas e contínuas com filamentos posicionados perpendicularmente à direção da força aplicada. (DIXON & BREEDING, 1992; GRAF, 1994; VALITU, 1998; SAMADZADEH *et al.*, 1997).

Segundo FREILICH *et al.* (1997), a partir de 1980 os pesquisadores passaram a reconhecer a importância de uma união efetiva entre as fibras e a matriz, e da completa impregnação das fibras pela resina, e passaram a desenvolver métodos apropriados para o uso odontológico .

Contínuas pesquisas em compostos à base de BIS-GMA (bisphenol glicidil metacrilato) reforçados com fibras de vidro, deram origem a sistemas que incorporam fibras pré impregnadas e compostos particulados, existentes nos dias atuais, como o sistema Targis/Vectris, que utiliza matrizes fabricadas em laboratório e equipamentos especiais para aplicar pressão e fotopolimerizar. O objetivo a ser atingido é fabricar uma estrutura que incorpore uma suficiente quantidade de fibras, minimize o aparecimento de espaços vazios no interior dos compostos e proporcione uma forte união entre as fibras e a matriz, assim como ao material de revestimento (cerômero).

As próteses fixas fabricadas em laboratório com a utilização do sistema Targis-Vectris, contém uma sub-estrutura composta de feixes de fibras pré impregnadas e uma matriz em resina. Para cobrir esta sub-estrutura é usado um composto particulado ou cerômero.

Uma vez que o cerômero Targis e o compósito reforçado por fibras Vectris, foram desenvolvidos para serem utilizados juntos, um como material de blindagem e o outro como estrutura, respectivamente, seria conveniente estudar a resistência à flexão destes materiais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

GRAF *et al.*, em 1983, estudaram a influência da estrutura interfacial na resistência à flexão do Poliester reforçado com fibras de vidro. Os autores consideram os agentes de união, componentes importantes nos compósitos reforçados por fibras. O tratamento de superfície das fibras de vidro com silano para melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos, é atualmente uma prática aceita. Transferir a tensão da matriz de polímero para as fibras de vidro é para os autores, certamente o aspecto mais crítico neste tipo de compósito. Entretanto, a máxima transferência de tensão pode não necessariamente, fornecer as melhores propriedades físicas. Para melhorar certas propriedades mecânicas uma ductilidade na interface pode ser necessária e esta, pode aliviar a tensão interfacial. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos das camadas fisioabsorvidas e quimioabsorvidas, nas propriedades dos compósitos. As propriedades mecânicas de um compósito reforçado por fibras de vidro "E" silanizadas com Y-MPS em uma matriz de Bisfenol-A-Fumarato Poliester, foram estudadas. A quantidade de silano nas fibras foi variada mudando a concentração da solução de Y-MPS. Um teste à flexão de três pontos foi usado para medir as propriedades mecânicas. Este teste é largamente usado na indústria para compósitos reforçados com fibras. Em um dos grupos a estrutura do silano na superfície das fibras foi alterada lavando as fibras com um solvente orgânico (THF), para remover a camada fisioabsorvida. A resina utilizada para as amostras era Atalac

382-05 sendo que trata-se de um composto autopolimerizável. As amostras de poliéster reforçadas por fibras de vidro foram cortadas e ensaiadas em um teste de resistência à flexão. O espaço entre os pilares do teste era de 6.35cm e foi utilizada uma máquina de testes Instron, à velocidade de 0.5 mm/min. A quantidade de agente de união na superfície das fibras foi relacionada com as propriedades mecânicas dos compósitos reforçados por fibras. Os resultados do ensaio de compressão para determinar a força à flexão foi de 312 MPa, para o grupo controle com 0% de silano absorvido, 412 MPa para o grupo com 3.14% de silano absorvido e 405 MPa para o grupo com 45% de silano absorvido. Um dos aspectos observado é que a máxima força à flexão ocorre com baixas concentrações de silano. A redução das propriedades mecânicas na presença de altas concentrações de silano é provavelmente resultado de uma difusão do agente de união no interior da camada de resina que se encontra imediatamente ao redor das fibras. Os resultados indicam que a camada fisioabsorvida reduz as propriedades mecânicas dos compósitos. Se a camada fisioabsorvida é removida da superfície das fibras isto irá resultar num aumento das propriedades mecânicas.

YAZDANIE & MAHOOD, em 1985, investigaram a força transversa de espécimes de resina acrílica, reforçados com várias quantidades de fibras de carbono em duas formas diferentes. Amostras de resina termo-polimerizável foram preparadas, medindo 2,88x10,3x62 mm. Algumas delas tiveram fibras de carbono

incorporadas, sendo que as fibras foram utilizadas em forma de tecido e na forma de feixes unidirecionais. Ambos foram tratados com silano a fim de prover sua adesão à resina. Cinco grupos foram formados com cinco espécimes em cada grupo e as amostras não reforçadas foram preparadas com dimensões similares, para servirem de grupo controle. No grupo 1 os espécimes continham uma camada de fibras entrelaçadas continuando até o grupo 5, com 5 camadas. No grupo 1 de fibras unidirecionais até o grupo 5, as amostras continham uma quantidade de fibras de peso igual às do grupo de fibras entrelaçadas. Uma máquina de testes foi utilizada para um teste de três pontos. A força de fratura para o grupo não reforçado foi de 10 kg/mm². Para o grupo com cinco reforços entrelaçados, a força foi de 16 kg/mm² e para o grupo com fibras unidirecionais a força de fratura foi de 19.0 kgf/mm². Os resultados indicam que os espécimes reforçados com fibras unidirecionais demonstraram uma maior força transversa que os espécimes equivalentes reforçados com fibras entrelaçadas. A força de fratura aumentou de acordo com o aumento da quantidade de fibras. Porém pequenas quantidades de fibras de carbono podem enfraquecer a resina acrílica.

LADIZESKY & CHOW, em 1990 estudaram o efeito de reforços de fibras de polietileno com orientação longitudinal, em resinas dentais. Foram produzidos e ensaiados mecânicamente, corpos-de-prova construídos em resina de uso odontológico, com geometria simples, contendo ou não reforços de fibras. Segundo o autor, a geometria simples, ou seja corpos-de-prova em forma de

barras, possibilita o estudo de várias propriedades desses materiais odontológicos. As dimensões dos corpos-de-prova eram de: 21 mm de comprimento, 11 mm de largura e 2,5 mm de espessura. Os reforços eram sempre de fibra de polietileno (HDLP), tratados ou não com plasma. Quatro resinas foram estudadas, sendo : RM 3 (Ivoclar ,Liechten), Nupol 46 4005 (Bis GMA) (Freeman Chemical Ltd), Crystic 272 E (Scott Bader) e PMMA curado a frio (De Trey RR Dentsplay Ltd). Para o grupo controle foram construídas barras em resina acrílica (Trevalon C Dentsplay), sem reforço de fibras. As barras foram ensaiadas em um teste de três pontos, para a determinação da força à flexão. Para o grupo controle (PMMA não reforçado) a força à flexão foi de 88 MPa. Para o grupo PMMA com 46 % de fibras a força à flexão foi de 156 MPa. Para o grupo Bis-GMA com 40% de fibras, a força à flexão foi de 140 MPa. Para o grupo RM3 com 47% de fibras, a força à flexão foi de 166 MPa e para o grupo Crystic, com 47% de fibras a força à flexão foi de 180 MPa. Os resultados indicam que o aumento na resistência à flexão obtido com os reforços de fibras de vidro, foi significativamente maior do que os resultados obtidos em estudos anteriores. As diferenças podem ser atribuídas às técnicas de preparação dos corpos-de-prova, assim como, ao volume de fibras contidas nas amostras .Não houve diferença significativa na força à flexão entre os grupos que continham fibras tratadas com plasma, e sem tratamento. O tipo de resina utilizado, também não teve efeito significativo nas propriedades mecânicas das amostras ensaiadas. Para porcentagens de fibras entre 40 e 47 % em peso os resultados para fibras tratadas e não tratadas, foi o

seguinte: Para o PMMA não reforçado a força à flexão foi de 88 MPa. A maior força à flexão foi obtida com o Crystic com tratamento das fibras sendo de 183 MPa. Mesmo considerando-se a grande diferença na adesão entre as fibras tratadas e não tratadas, os resultados indicam que este parâmetro não afetou a força à flexão dos corpos de prova. A independência da força dos níveis de adesão pode ser explicada uma vez que neste caso, as deformações envolvidas eram muito pequenas, implicando em pouca ou nenhuma demanda de força nas interfaces. A interpretação de resultados de força à flexão em relação a níveis de adesão é complexa e complicada, requerendo outras mensurações. Os testes mecânicos sob condições laboratoriais controladas evidenciam um maior potencial para as resinas dentais reforçadas com fibras de polieter. Suas propriedades mecânicas exibiram um grande aumento em relação às resinas não reforçadas. Apesar das propriedades mecânicas não sofrerem muita influência em relação aos níveis de adesão, estes últimos certamente influenciam no modo de fratura.

SOLNIT, em 1991, pesquisou o efeito dos reforços de fibras tratadas com Silano e não tratadas, em Metil-metacrilato. A proporção polímero x monômero dos espécimes era de 25 g/15 ml para todos os espécimes. O peso das fibras adicionadas à mistura foi sempre constante, a amostra foi colocada em uma prensa contendo água a 70 °C e 20 PSI por 15 minutos. O grupo I (controle) era constituído por cinco espécimes de PMMA sem fibras. O grupo II continha 15 espécimes: cinco amostras de PMMA incorporavam fibras do tipo A, cinco do tipo

B e cinco tipo C. Todas as fibras no grupo II foram cortadas em vários tamanhos e misturas no momento antes de adicionar o polímero. As fibras eram completamente secas antes de serem aplicadas à mistura. O grupo III também continha 15 espécimes. Todas as amostras neste grupo continham fibras tratadas previamente com Silano antes de serem incorporadas à mistura de PMMA. As fibras eram embebidas em Silano por 5 minutos e completamente secas antes de serem utilizadas. O agente de união Silano foi misturado meia hora antes do uso, com o objetivo de ativar as moléculas. Cinco amostras continham fibras tipo A cinco tipo B e cinco tipo C, sendo que todas as amostras foram ensaiadas em um teste de três pontos para determinar a força transversa, com uma máquina Instron. A força era aplicada até que ocorresse a fratura. Os autores concluíram que as fibras entrelaçadas aumentam a força de fratura do PMMA curada sob pressão. As fibras sem forma definida enfraquecem significativamente o PMMA curado sob pressão. Fibras entrelaçadas tratadas previamente com Silano enfraquecem significativamente o PMMA. Fibras de vidro sem forma definida tratadas previamente com silano aumentam a força de fratura do PMMA. As amostras sem fibras apresentaram as menores variações em testes de força transversa.

DIXON & BREEDING, em 1992, estudaram a resistência à força transversa de 3 resinas para base de dentaduras, reforçadas com fibras de polietileno. As resinas usadas foram: Lucitone 199 (Dentsply) resina de alto impacto; Accelar 20 (Colombus) resina rápida termo-polimerizável e Triad (Desntsply) resina foto

ativada. Dez corpos-de-prova medindo 65x10x3 mm foram pré-impregnados com monômeros correspondentes de cada resina, antes de ser adicionada a resina. Após a polimerização, os espécimes foram ensaiados em máquina de testes Instron Universal. A maior força à flexão foi obtida com o Lucitone sem fibras e foi de 96.9 MPa. Somente a resina fotoativada Triad (Dentsply) obteve incremento na força de fratura, aumentando de 49 MPa, para 73 MPa. A força transversa foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: Força transversa = 3 X Força Aplicada X Comprimento do espaço entre os pilares ÷ 2 X Largura do corpo-de-prova X Quadrado da altura do corpo-de-prova.

GOLDBERG & BURSTONE, em 1992, avaliaram a resistência à flexão de um compósito reforçado com fibras experimental. Foram usados três corpos-de-prova de polietileno tereftalato glicol (PETG) e três de poli (1/4 - ciclo - hexileno dimetileno tereftalato glicol) ou (PCTG). Estes corpos-de-prova apresentavam seções de 0,5 mm de espessura por 0,6 mm de largura aproximadamente e um comprimento de 10 mm em cantiléver e foram reforçados com 60% de seu peso e 44% em volume com fibras de vidro contínuas, as quais possuíam um diâmetro de 10 a 12 micrometros. Amostras seccionadas não ensaiadas foram cortadas, metalograficamente preparadas e examinadas com microscópio eletrônico de varredura. A resistência à flexão para as amostras de P. E. T. G. e P. C. T. G. foram de 550 ± 29 MPa e 579 ± 42 MPa respectivamente. Quanto à microscopia, foi encontrado que a impregnação das fibras com resinas foi satisfatória, mesmo entre as fibras bem espaçadas, e houve mínima evidência de vácuos. Os autores

acreditam que para ser considerada como uma alternativa viável para o uso odontológico, um compósito reforçado por fibras necessita de biocompatibilidade, estética, habilidade de se ligar á estrutura do dente e a outras resinas e facilidade de manipulação na clínica e no laboratório. Além disso, altas propriedades mecânicas e estabilidade no ambiente oral, seriam requisitos indispensáveis. A colocação manual das fibras no interior da resina, apresenta um aspecto clínico desfavorável, pois é demorada e entediante e torna-se impossível assegurar a reprodutibilidade de estrutura e propriedades.

VALLITU & LASSILA, em 1992 , pesquisaram os reforços para a resina acrílica em bases de dentaduras com fibra e metal, sendo que fibras de carbono, vidro e kevlar foram utilizadas em forma de feixes. As fibras de vidro foram também testadas na forma de tecido. As fibras foram divididas em dois grupos: silanizadas e não tratadas e foram construídos dez espécimes para testes em cada grupo. Os testes de resistência à flexão foram conduzidos com uma máquina Shleuniger 2E. As dimensões dos espécimes eram de 50 mm de comprimento, 4,5 mm de largura e 3,0 mm de altura. As fibras elevaram as forças de fratura dos espécimes, exceto nos grupos não silanizados onde ocorreu diminuição na força de fratura. Entre todas as fibras, as fibras de vidro obtiveram os melhores resultados. Estas possuem também uma estética aceitável, ao contrário das fibras de carbono. A silanização não conferiu melhor adesão quando as fibras de Kevlar foram usadas. Devido à sua cor amarela, estas possuem uma estética aceitável.

LADIZESKY *et al.*, em 1993, pesquisaram as propriedades mecânicas de resina acrílica reforçadas com fibra de polietileno lineares trançadas. Fibras lineares de polietileno trançadas foram usadas, tratadas com plasma ou não. Corpos de prova foram construídos com a resina e Trevalon C. Trata-se de resina acrílica transparente de cura térmica. As fibras foram colocadas aproximadamente no meio da espessura da resina, paralela ao longo eixo das barras. A força de fratura foi verificada com teste de três pontos e após o ensaio, secções de bases de dentaduras foram observadas através de microscopia ótica. Os valores da força de fratura foram obtidos entre 82 e 115 MPa. A incorporação das fibras não teve efeito significativo na força de fratura, porém a fratura não ocorreu por completo e as camadas de fibras, embora danificadas, permaneceram juntas. À microscopia foram observados pequenos espaços vazios e finas fraturas que ocorreram ao longo da interface entre resina e fibra.

JANCAR *et al.*, em 1993, pesquisaram a deterioração da matriz e da interface entre matriz e fibra, causada pela umidade e as conseqüências desta deterioração na força à flexão dos compósitos reforçados por fibras unidirecionais. Os autores acreditam que os compósitos reforçados por fibras unidirecionais, quando submetidos à forças flexurais, falham de muitos modos diferentes. A identificação dos possíveis mecanismos de fratura e o efeito da umidade nestas propriedades são de importância crítica. Recentemente foi encontrado que sob

condições clínicas simuladas, a proporção entre comprimento e largura dos espécimes são de crítica importância na determinação das propriedades mecânicas e fraturas dos compósitos reforçados por fibras. Neste estudo, os autores examinaram o efeito da umidade nas propriedades flexurais dos compósitos reforçados por fibras, para uso odontológico. Foram utilizados espécimes grandes, padronizados, em um teste de três pontos, sob condições clínicas simuladas, com o objetivo de fornecer uma referência sobre o potencial de uso dos materiais. Um teste de três pontos é um meio útil para a obtenção de dados e em alguns casos ele pode fornecer as propriedades do compósito estudado. Entretanto o comportamento de um compósito unidirecional, pode limitar o uso de uma simples teoria de barras, podendo-se subestimar a magnitude da força. Matrizes de policarbonato, poli(etilenotereftalato glicol) PETG e nylon, reforçados com fibras de vidro unidirecionais, foram ensaiados em um teste de três pontos, com espaços de 60 e 107 mm, usando uma máquina de testes Instron TTCM. Alguns corpos de prova foram ensaiados como foram fabricados, e outros, após tratamento com água aquecida a 85° C por 100 horas e secos com ar aquecido a 100°C por 100 horas. Espécimes de 10 mm de largura foram cortados de moldes laminados, em direção paralela e perpendicular às fibras. As superfícies das fraturas dos espécimes foram examinados usando um microscópio eletrônico de varredura (Amray, U.S.A). Alguns espécimes foram cortados no comprimento de 60 mm e outros com 107 mm. O modo de fratura de compósitos reforçados por fibras unidirecionais é muito complexo. A força é comumente

relatada como sendo o máximo ponto em uma curva de tensão. No entanto, para interpretar o seu significado, este precisa ser acompanhado pela descrição do modo de fratura. Quando carregado em um ensaio de flexão, um compósito reforçado por fibras unidirecionais pode falhar longitudinalmente ou transversalmente. Pode ocorrer cisalhamento na matriz e na interface com a fibra. As maneiras mais comuns de fratura são lascas transversas, fraturas quebradiças com escape de fibras, cisalhamento interfacial, fraturas compressivas devidas à micro-dobras ou torções localizadas nas fibras e falhas por cisalhamento intralaminar. O processo de fratura é acompanhado por um alívio na tensão local, enquanto a fratura se propaga do lado compressivo, em direção ao lado neutro. Nenhum dos corpos de prova falhou catastróficamente e os valores de força à flexão dos materiais estudados foram: Para o policarbonato sem tratamento em água aquecida, a força à flexão foi de 965 MPa e com tratamento foi de 992 MPa. Para o PETG sem tratamento a força à flexão foi de 750 MPa e com tratamento, foi de 720 MPa. Os autores concluíram que não há efeito significativo na exposição à umidade sobre as propriedades dos materiais. Provavelmente isto ocorre porque as fibras não são deterioradas pela umidade durante uma exposição relativamente curta.

VALLITTU (1993), estabeleceu uma comparação entre os dois diferentes compostos de Silano os quais foram usados para aumentar a adesão entre fibras e acrílico. O objetivo do estudo foi esclarecer o efeito de dois tipos de Silano na

adesão de fibras de vidro, carbono e kevlar com o PMMA. Os espécimes dos testes mediam 3x4,5x50 mm, sendo que, todas as fibras estudadas possuíam a forma de feixes. As fibras de vidro foram utilizadas na proporção de 7,39% em peso; 2,08% para as fibras de carbono e 2,30% para as fibras de Kevlar. As fibras foram colocadas no sentido longitudinal dos espécimes e os compostos silano utilizados foram: AP174 e AP133. Os compostos foram aplicados na superfície dos feixes de fibras, e estes eram secos antes de serem colocados na resina acrílica. As medições de força de fratura foram realizadas em uma máquina de testes Schleuniger. Como as dimensões dos espécimes eram constantes, assim como os métodos de medição, foi possível usar os valores de força de fratura, em Libras. O maior valor para a força de fratura, foi obtido com fibras de vidro, tratadas com o composto AP 174 e foi de 11.0 Libras. As superfícies das fibras depois da realização do ensaio de compressão, foram estudadas com microscópio eletrônico de varredura . As fibras de vidro silanizadas com AP133 (grupo C12) não aumentaram a força de fratura de maneira significativa, porém quando tratadas com um composto AP174 a resistência aumentou significativamente. As fotos do microscópio revelaram algumas partículas de acrilato na superfície das fibras de vidro. As fibras de carbono silanizadas, C21, C22 e C23 não aumentaram a força de fratura em relação às não silanizadas. A quantidade de partículas aderidas reveladas pela microscopia era relativamente pequena. As fibras de Kevlar tratadas com os compostos AP133 ou AP174 (C32 C33) aumentaram a força de fratura dos espécimes e em especial quando o composto AP174 foi

usado. A microscopia mostrou partículas de acrilato aderidas às fibras e mostrou também, que uma boa adesão entre as fibras e a matriz de polímero de acrilato é importante no aumento da resistência fratura. O autor considera o uso de microscopia eletrônica de varredura um método útil para investigar as propriedades de adesão dos materiais de reforço. Os resultados mostraram que as fibras sillanizadas usadas como reforço, aumentaram significativamente a força de fratura dos corpos-de-prova. Isto é devido à boa adesão entre as fibras e a resina acrílica. A localização longitudinal das fibras confere melhores propriedades e resultados. No estudo de SOLINIT (1991), onde foram usadas fibras entrelaçadas ou fibras sem forma definida, a diminuição das propriedades mecânicas de algumas amostras reforçadas, em relação à outras sem reforço, foi causada pelo posicionamento das fibras, as quais não foram colocadas longitudinalmente em relação ao corpo de prova. Os materiais compostos constituídos de fibras e PMMA como matriz, têm melhores propriedades mecânicas em relação ao PMMA puro.

GOLDBERG *et al.*, em 1994, realizaram um estudo com o objetivo de identificar compostos termoplásticos reforçados por fibras com características próprias para uso odontológico. Segundo os autores, os primeiros estudos relacionados ao uso de compósitos reforçados por fibras demonstravam que a incorporação das fibras pela resina era feita manualmente. Estudos posteriores demonstraram que este método resultava em uma baixa porcentagem de fibras e

um pequeno aumento na resistência à flexão das resinas. Uma alternativa para o procedimento manual de colocação de fibras foi uma efetiva pré-impregnação das fibras com a resina em uma primeira fase, seguida então pelo uso das fibras, para aplicações odontológicas. Seis resinas termoplásticas foram estudadas, sendo: Poli(etileno terephthalate glicol) PETG, Policarbonato PC, Nilon 6, Nilon 12, Poliuretano. Foram também estudadas três tipos de fibras, sendo: fibras de vidro E, fibras de vidro S2 e Kevlar 49. As fibras foram utilizadas em porcentagens volumétricas de 25 , 33 e 42% e o método do teste empregou um cantiléver. Segundo o autor, apesar de a maioria das aplicações dentais não empregar cantilêvers , o método é conveniente para avaliar espécimes com dimensões clinicamente relevantes. Espaços entre a extremidade e o ponto de apoio foram determinados em 5, 10 e 30 mm e a largura dos espécimes era de aproximadamente 2 mm. A força à flexão foi definida com o stress resultante no momento da primeira deformação permanente. Nenhuma diferença estatística foi observada entre as fibras “E” e S2. As resinas baseadas em PETG e PC obtiveram os maiores valores de força de flexão com distâncias de 5 e 10 mm, em uma mesma porcentagem entre fibras e matriz. As resinas à base de PETG reforçadas com fibras de vidro obtiveram um valor para a força de fratura de $361 \text{ MPa} \pm 7 \text{ MPa}$. Para resinas à base de PC reforçado com fibras de vidro a força à flexão foi de $296 \text{ MPa} \pm 49 \text{ MPa}$ e em ambos os ensaios ,o comprimento da extremidade livre foi de 10 mm. A proporção volumétrica entre fibras e matriz teve significância estatística no aumento da força de fratura. Aparentemente os valores de força de

fratura encontram-se abaixo do ideal, se considerarmos as propriedades das fibras, sem as matrizes. Os autores consideram muitas possibilidades para explicar tal fato, incluindo uma distribuição irregular das fibras, desalinhamento, falhas na união fibras matriz e algumas variações de amostra para amostra. Com relação ao comprimento do espaço entre os pilares, os autores encontraram que há uma aparente diminuição na força à flexão à medida que o espaço diminui. Uma importante limitação nos compósitos reforçados por fibras, é que elas fraturam de uma maneira quebradiça, e não experimentam deformação plástica. As variações de amostra para amostra foram de 25%. As propriedades flexurais encontradas foram menores do que as divulgadas em estudos anteriores. Policarbonato reforçado por fibras de vidro aparenta ser o mais indicado para aplicações dentais.

VALLITTU & BODONT em 1994, avaliaram o efeito da contração de polimerização do polimetil metacrilato aplicado sobre fibras em teste de resistência à flexão (força transversal) Uma resina termo-polimerizável foi usada para espécimes do teste. Os corpos de prova apresentavam as seguintes medidas: 3.0x4.5x50 mm. Mechas de fibras de vidro foram adicionadas à resina, sendo que o diâmetro de cada fibra era de 10 micrometros. A concentração das fibras era de 6,34 % de peso. As fibras foram silanizadas e foram tratadas de várias maneiras de acordo com cada grupo. No grupo C 1311, as fibras foram imersas em MMA líquido. No grupo C 1316, as fibras foram imersas em uma mistura de PMMA pó e

MMA líquido em uma proporção de 3 para 8 em peso, respectivamente. No grupo C 1317 as fibras foram imersas em uma mistura de PMMA–MMA em 6 para 8 em peso, respectivamente. No grupo C 1318, as fibras foram imersas em uma mistura de PMMA–MMA 10 para 8 em peso, respectivamente. As fibras eram imersas na mistura após dissolução do pó PMMA no MMA líquido. Após serem inseridas na mistura, as mechas de fibras tratadas foram colocadas em um molde juntamente com a resina e, os espécimes foram polimerizados. Um teste de força transversa foi utilizado para medir a resistência á fratura, com uma máquina de testes Schleuniger 2E. Após os espécimes serem fraturados, fibras isoladas de quinze espécimes de cada grupo foram estudadas em microscópio eletrônico de varredura. A espessura da resina acrílica incorporada às fibras foi medida, assim como contração de polimerização das misturas de PMMA-MMA. Os valores de força de fratura e a espessura de PMMA na superfície das fibras foram calculados, assim como as variações percentuais da contração de polimerização. As medidas de resistência á fratura dos espécimes revelaram um aumento de 2,1 a 3,2 libras em força de fratura do grupo C 1311 para os grupos C 1316 até C 1318. Os valores apresentaram diferença significativa ($P < 0,001$). Medições de contração volumétrica das misturas PMMA-MMA mostraram variações de 10% a 24%. A microscopia eletrônica de varredura, estabeleceu que a camada de resina acrílica na superfície das fibras de vidro variou de 3.9 para 6.7 micrometros sendo que os valores apresentaram significância estatística. Os autores concluíram que a diminuição da contração de polimerização do PMMA no interior das mechas de

fibras aumenta a resistência à fratura dos compostos de resina acrílica reforçados com fibra de vidro e que a contração de polimerização da resina acrílica no interior das mechas de fibra pode ser diminuída pela imersão das fibras em uma mistura de PMMA-MMA, antes da polimerização. A imersão na mistura PMMA-MMA confere uma camada mais espessa de resina acrílica na superfície das fibras, comparada com aquela obtida pela imersão em monômero líquido.

VALLITTU, em 1995 pesquisou o efeito do espaço vazio e do tempo de polimerização na força transversa de acrílico reforçado com fibra de vidro. O objetivo da pesquisa foi de estabelecer se um prolongado tempo de polimerização tem efeito sobre as propriedades mecânicas da resina acrílica reforçada com fibras. Um outro objetivo foi o de esclarecer as causas e efeitos dos espaços vazios no interior do material. A resina utilizada foi o polimetic-metacrilato e os espécimes do teste mediam 3x4,5x50 mm. As fibras usadas eram feixes de fibras de 10 micrometros de diâmetro as fibras eram silanizadas por imersão e a concentração de fibras na matriz de resina era de 6,34% por peso. No primeiro estudo as fibras silanizadas eram imersas em monômero líquido de acrílico antes de serem incorporadas à resina acrílica. Uma grande quantidade de monômero líquido foi absorvido no interior dos feixes de fibras, e foram medidas em uma balança de precisão. Quarenta e oito espécimes foram testados. Três secções transversas foram extraídas de cada espécime, e examinados em microscópio eletrônico de varredura sendo que foi usado um programa de computador para

medir a superfície das áreas de espaço vazio entre as fibras. No segundo estudo os espécimes foram submetidos ao processo de polimerização por 45 min., 2 horas e 12 horas à temperatura de 80 °C. As medições das forças de fratura foram realizadas por uma máquina Schleuniger e o espaço entre os pontos de apoio dos corpos-de-prova era de 35 mm. Considerando-se que o tamanho dos corpos-de-prova e o método de medição permaneceram constantes, foi possível medir os valores de força de fratura em libras, para indicar a força transversa. Os resultados dos estudos indicaram uma correlação negativa entre a superfície das áreas de espaços vazios e a quantidade de monômero de líquido absorvido. Uma pobre impregnação das fibras pelo monômero líquido parece ser a explicação mais provável para o aparecimento dos espaços vazios no interior dos compósitos reforçados por fibras. A redução dos espaços vazios quando ocorre o aumento do monômero líquido nas fibras, pode ser explicada por uma redução na fricção entre as fibras, as quais, deslizariam melhor entre si, durante a fase de prensagem da resina, formando uma estrutura mais homogênea. Nenhuma correlação foi encontrada entre a superfície das áreas de espaço vazio e a força de fratura dos espécimes. Para o grupo sem reforço, os valores de força de fratura ficaram entre 8.2 e 8.6 Libras, e para o grupo com reforço de fibras os valores de força de fratura ficaram entre 10.2 e 11.2 Libras.

RAMOS et al. em 1996, afirmou que em situações clínicas uma prótese parcial fixa pode ser submetida a uma grande variedade de forças. Estas forças

incluem uma compressão no ponto de aplicação da força de tensão e cisalhamento nos pontos que resistem à força. O objetivo do estudo foi determinar o efeito na força de fratura do polimetil-metacrilato (PMMA), quando reforçado com fibras de polietileno tratadas com plasma. Um tipo de resina auto-polimerizável foi testada em sua resistência à flexão usando um teste de três pontos. Dezesesseis amostras formaram o grupo controle sem fibras, e outras dezesseis foram reforçadas com fibras de Polietileno. As amostras mediam 5x5x60 mm, e foram posicionadas de modo que as fibras devem estar assim posicionadas para aumentar a força de fratura. Os espécimes foram ensaiados em máquina de testes Instron com uma velocidade de descida de 5 mm por minuto, e as amostras estressadas foram examinadas com a microscopia eletrônica de varredura. A força necessária para produzir fratura nas amostras do grupo controle, sem fibras, foi de 9,81 MPa. Os valores para o grupo reforçado com Ribbond foi de 12,56 MPa sendo que resultado foi estatisticamente significativo. Os autores encontraram também que as barras reforçadas com Ribbond não sofreram fraturas catastróficas. Na verdade a fratura ocorreu no lado de tensão, mas não se propagou através do lado de compressão, devido as fibras. Estas aparentemente mantiveram as duas peças juntas. Os autores concluíram que reforços com fibras de polietileno tratadas com plasma aumentam a força de fratura de próteses parciais fixas provisórias.

KARMAKER *et al.*, em 1997, investigaram as propriedades mecânicas de dois polímeros reforçados por fibras S2, e o efeito do seu armazenamento em água à elevada temperatura. Segundo os autores as propriedades mecânicas de compósitos reforçados por fibras são determinadas por fatores como a porcentagem volumétrica de fibras, tipo de matriz, e interface entre fibras e matriz. Os autores sugerem uma matriz porque o Bis-GMA como alternativa para o polycarbonato, baseados em que o Bis-GMA é usado como componente principal em um grande número de adesivos de uso odontológico. Os corpos-de-prova mediam 0,5 mm de espessura por 4 mm de largura. O espaço entre os pilares era de 30 mm. O teste à flexão foi conduzido utilizando-se um dispositivo desenhado para simular os padrões de força encontrados no uso clínico. O registro da força foi estabelecido quando a primeira deformação permanente foi observada. Para os corpos-de-prova em Bis-GMA, ensaiados secos à força à flexão foi de 9,0 MPa, enquanto que os tratados com água obtiveram 4,9 MPa. Os corpos de prova em polycarbonato reforçados com fibras S2, ensaiados secos obtiveram obtiveram uma força à flexão de 7,1 MPa, enquanto que para os tratados com água a força foi de 5.3 MPa. Ambos os polímeros, polycarbonato e Bis-GMA, aparentemente apresentam suficiente adesão as fibras S2 para que se obtenha um aumento na força à flexão. No caso das matrizes de Bis-GMA, o dano causado pelo tratamento por água é maior do que nas matrizes de polycarbonato.

LEINFELDER, em 1997, discutiu os avanços nos sistemas restauradores baseados em resinas. Segundo o autor, a resina acrílica foi introduzida na profissão odontológica, em 1950. O conceito incluía o uso de finos grãos de polímero que podiam ser unidos a um monômero de composição semelhante. Desde sua introdução, os materiais à base de resinas acrílicas tem sido usados em um grande número de técnicas para restaurações e próteses odontológicas. Inicialmente usadas para construir bases de dentaduras, as resinas passaram a ser usadas para a construção de dentes, restaurações temporárias e revestimentos estéticos para coroas e pontes. Um grande potencial para a aplicação de resinas surgiu com a introdução do Bisfenol-A-Glicedil Metacrilato ou Bis-GMA. Uma vez que esta formulação possui alto peso molecular, melhores propriedades mecânicas e menor contração de polimerização este novo polímero oferecia um potencial para muitas aplicações odontológicas. Polímeros altamente resistentes ao desgaste tem sido preferidos em relação à porcelana para restaurações de coroas ou próteses sobre implantes. As coroas de cerâmica frequentemente causam deterioração mais rápida na interface osso-implante, do que as coroas construídas com polímeros. Com o uso de resinas para as restaurações, a energia gerada pela mastigação é substancialmente absorvida pela resina. Desarmonias oclusais associadas a dentes construídos com resinas, tem um maior potencial de auto-ajuste, do que aqueles construídos com cerâmicas.

SAMADZADEH *et al.*, em 1997, avaliaram o efeito do uso de uma fibra entrelaçada de polietileno tratada com plasma (tratamento eletroquímico), Ribbond na força de fratura de metacrilato-polimetil e de um outro material restaurador provisório baseado em resina (Provipont DC) com duas fases de endurecimento, sendo uma fotoativada. Foram fabricadas próteses parciais fixas provisórias de três unidades, em quatro grupos (N = 10), com dois pilares separados em 22 mm. Os grupos constituíam-se de: Polimetil metacrilato não reforçado, Polimetil metacrilato reforçado; Provipont DC não reforçado e Provipont DC reforçado. Os grupos reforçados foram fabricados afixando pedaços de fibra de 3 mm de largura, tratados com monômero metil-metacrilado ou polisocianato (parte ativadora do Provipont DC). O comprimento das fibras era de 35 mm sendo que foram afixadas aos pilares. Uma carga compressiva foi aplicada nas fossas centrais dos ponticos, usando uma máquina de teste Instron com velocidade de decida de 0,5 mm por minuto. Os dados revelaram as seguintes cargas médias de fraturas em kg: O grupo Provipont DC reforçado obteve 65,59 kg. O grupo Provipont DC não reforçado obteve 46,59 kg. Para o PMMA reforçado, o valor foi de 53,46 kg e para o PMMA não reforçado, 49,86 kg. Os autores concluíram que o reforço de próteses parciais fixas provisórias pelo uso de Ribbond é eficaz no aumento da força de fratura quanto estas são construídas com Provipont DC e que o reforço de Ribbond altera o modo de fratura do material Provipont DC sob uma carga compressiva. Ao invés de uma fratura catastrófica com separação completa das duas partes, ocorre um padrão de fratura parcial onde os pilares e pânticos

permanecem unidos. O reforço de restaurações de PMMA com tiras de Ribbond, não aumenta a força de fratura da prótese, entretanto, o modo como ocorre a fratura é mudado, como descrito no parágrafo anterior. O uso de fibra entrelaçada de polietileno, tratado com plasma, é um método efetivo de reforço para restaurações parciais fixas provisórias.

VALLITTU, em 1997, pesquisou a cura do agente de união silano e o seu efeito na resistência à flexão do composto polimetilmetacrilato reforçado por fibras de vidro. O autor afirma que a adesão entre o silano e as fibras de vidro é baseada em dois tipos de união, sendo um deles a ponte de siloxano formada por uma reação de condensação entre os grupos silano e a superfície da sílica. Simultaneamente à reação de condensação, o grupo carbonil da molécula de silanol forma pontes de hidrogênio, conseqüentemente a condensação do agente de união silano é importante para a adesão entre PMMA e fibra de vidro e, para a resistência à flexão do compósito. O objetivo do estudo foi determinar como a polimerização do Y-Methacryloxypropyltrimethoxysilane (Y-MPS) na superfície da fibra a diferentes temperaturas e variados períodos de tempo afeta a resistência à flexão do compósito autopolimerizável PMMA-GF (Polimetil metacrilato reforçado com fibras de vidro.) A adesão do PMMA à fibra de vidro, foi também examinada. O compósito silano utilizado foi Y-Methacryloxypropyltrimrthoxysilane (Y-MPS). Segmentos contínuos unidirecionais de fibras,(N=10) foram embebidas em uma solução 30% Y-MPS-METANOL e colocadas em um forno elétrico por diferentes

períodos de tempo e temperaturas variadas. O tempo de polimerização variou de 30 a 180 minutos. A temperatura variou de 50 a 150° C. Em um dos grupos não foram colocados reforços e em outro, as fibras não foram tratadas. Após a cura do Y-MPS na superfície das fibras de vidro, as fibras foram imersas em uma mistura autopolimerizável PMMA pó e MMA líquido, com uma proporção 10 para 8 em peso, respectivamente. Os feixes de fibras foram colocados em um molde de silicone para fabricar os espécimes do teste, os quais apresentavam as seguintes dimensões: 3,0x5,0x50,0 mm. O molde foi repletado com resina acrílica, a mesma na qual as fibras foram imersas e a resina acrílica foi polimerizada a 40 °C por 15 minutos. A resistência à flexão dos espécimes foi medida em um teste de três pontos em uma máquina Schleuniger 2E. Os valores para força de fratura dos espécimes, foram registrados entre 101 MPa (grupo controle), e 181.3 MPa. O autor concluiu que a resistência à flexão dos espécimes reforçados com fibras não silanizadas não apresentou diferença significativa do grupo de espécimes não reforçados. O grupo no qual a cura do Y-MPS foi de 120 minutos à temperatura de 100 °C apresentou a maior força de fratura. Por outro lado curando Y-MPS a 150 °C por 120 minutos, forneceu a mais baixa força de fratura. Quando foram comparados as diferentes temperaturas na cura no Y-MPS, os valores para força de fratura foram estatisticamente significantes. As fotos da microscopia eletrônica de varredura não mostraram partículas de PMMA aderidas à superfície das fibras não tratadas. Algumas partículas foram detectadas na superfície das fibras tratadas, porém não houve significância estatística entre os grupos onde as fibras

foram tratadas. Este estudo não respondeu à questão que diz respeito à exata posição da falha na união. A concentração da solução de silano apesar de influir na espessura da camada de silano na superfície das fibras, não é o único fator a determinar esta variável. O método de tratamento e o método de aplicação afetam a quantidade de Y-MPS absorvido. Os espécimes reforçados com fibras de vidro tratados a 100 °C tiveram uma maior força de fratura comparados aos espécimes tratados a 150 °C., no entanto, não houve diferença na adesão entre PMMA e fibras ou na concentração de fibras nos espécimes do teste. A redução na força transversa aparentemente é causada por uma imprópria impregnação do feixe de fibras pelo PMMA e isto é mais importante do que uma inadequada adesão entre PMMA e as fibras de vidro. O autor acredita que novos métodos de impregnação das fibras pelo PMMA, os quais fossem mais fáceis de executar tanto na clínica quanto no laboratório, deveriam ser desenvolvidos.

FREILICH *et al.*, em 1997, descreveram o uso e desenvolvimento de um compósito reforçado com fibras longas e unidirecionais, para aplicações em próteses odontológicas. A resistência à flexão de cinco formulações de compósitos reforçados por fibras foi determinada. Corpos-de-prova em forma de barras retangulares medindo 2x2x25 mm, foram ensaiados usando uma máquina de testes Instron. As características de manuseio dos materiais também foram avaliadas. As amostras foram confeccionadas com os seguintes materiais, e obtiveram os seguintes resultados: Matrizes em policarbonato e fibras de vidro “E”

: Resistência à flexão de 180 a 560 MPa. Matrizes em policarbonato, e fibras de vidro “E” em um molde sob compressão : Resistência à flexão de 965 MPa. Matrizes em policarbonato, com fibras “S2” em um molde sob compressão: Resistência à flexão de 1250 MPa. Matrizes em Bis-GMA /PEGMA com fibras “S2” : Resistência à flexão de 1074 MPa. Matrizes em Bis-GMA fotopolimerizável e fibras “S2” : Resistência à flexão de 651 MPa a 936 MPa, dependendo do volume de fibras utilizado. Os autores concluíram que os compósitos reforçados por fibras , exibiram boas propriedades físicas. As resinas termoplásticas mostraram-se difíceis de manusear, enquanto que as fotopolimerizáveis, exibiram boas características de manuseio, fator que aliado às propriedades físicas, é considerado crítico para o uso bem sucedido dos compósitos reforçados por fibras, em aplicações odontológicas.

Segundo FREILICH *et al.*, em 1997, a substituição de uma prótese parcial fixa com estrutura metálica por próteses que utilizam estruturas em compósitos reforçados por fibras, vem sendo sugerida. O uso de compósitos reforçados por fibras para retentores, é cada vez mais aceito clinicamente, porém alguns materiais não possuem adequadas propriedades mecânicas para as demais aplicações protéticas. Para os autores, a prótese parcial fixa sem estrutura metálica deveria ser composta de um composto de blindagem particulado, sobre uma estrutura de compósito reforçado por fibras. Este estudo avaliou a resistência à flexão de alguns compósitos reforçados por fibras experimentais, com uma

distribuição mais uniforme de fibras “S2” e uma melhor impregnação pela matriz de resina Bis-GMA. Algumas variáveis incluem o volume de fibra (%), método de preparação dos espécimes, e espessura dos espécimes. Um composto particulado (Conquest C+B, Jeneric-Pentron) foi testado com e sem reforço de fibras. Corpos-de-prova foram construídos medindo 2x2x25 mm. Alguns espécimes foram também construídos com 1 mm de espessura. As amostras foram ensaiadas utilizando uma máquina de testes Instron, em um teste de 3 pontos, para determinar a resistência à flexão. As superfícies das fraturas foram examinadas com microscopia eletrônica de varredura. Os valores da resistência à flexão foram de 435 MPa a 936 MPa. Houve significância estatística de acordo com o volume de fibras (%), método de preparação das amostras, e espessura das amostras. A força à flexão das amostras reforçadas com fibras ficou entre 502 MPa e 688 Mpa, apresentando diferença significativa com relação às amostras onde foi usado um composto particulado sem fibras, as quais obtiveram resistência à flexão em torno de 135 MPa. Os autores concluíram que as propriedades mecânicas das próteses parciais fixas construídas com compósitos reforçados com fibras e compósitos particulados, são comparáveis às das próteses construídas com ligas metálicas.

ASMUSSEN & PEUTZFELDT, em 1998, conduziram um estudo com o objetivo de determinar o efeito do UDMA, Bis-GMA e TEGDMA, nas propriedades mecânicas de compósitos experimentais à base de resinas. Trinta misturas de

monômeros de: TEGDMA e Bis-GMA e/ou UDMA, foram produzidas. As resinas foram fotopolimizadas e um teste de três pontos foi conduzido, para determinar a resistência à flexão. Os corpos de prova mediam : 10x2x2 mm. Uma máquina de testes Instron (High Wycombe) foi utilizada para os ensaios. A força à flexão dos corpos de prova ensaiados foi registrada entre 137 MPa e 167 MPa. A análise estatística mostrou que a substituição de Bis-GMA ou TEGDMA por UEDMA resultou em aumento na força à flexão. A substituição do Bis-GMA por TEGDMA, reduz a força à flexão. Dependendo da intenção de uso, compósitos resinosos de diferentes propriedades podem ser desejados. Uma escolha criteriosa dos componentes e proporções entre UEDMA, Bis-GMA e TEGDMA, pode ser designada para suprir as necessidades específicas das indicações de cada uso.

VALLITTU, em 1998, avaliou a carga exigida para fraturar uma prótese parcial fixa provisória de três elementos, a qual foi reforçada com fibra de vidro. Foram fabricadas próteses parciais fixas provisórias (N=5). O material utilizado foi uma resina com pó de polietil-metacrilato e líquido de N- butil-metacrilato. O grupo controle não foi reforçado. Nos outros quatro grupos, cada prótese parcial fixa (N=5) foi reforçada com um (1R), dois (2R) ou três (3R) reforços de fibra de vidro unidirecional e um dos grupos recebeu um reforço entrelaçado, além de três reforços de fibra (3R+W). As próteses parciais fixas foram montadas em modelo de metal que simulava os pilares preparados. A distância entre eles era de 10 mm. Apesar da forma anatômica, o autor fornece as dimensões de uma secção

transversal das próteses parciais fixas, sendo que o valor para H_1 (altura mínima) era de 5,42 mm e W_1 (largura mínima) era de 5,8 mm. Os reforços usados são descritos da seguinte forma: Reforço experimental de fibra de vidro (Stick R) pré-impregnado com resina e, de orientação unidirecional, medindo 23 mm. Reforço multidirecional (Stick W) medindo 18 mm x 18 mm. A seção transversal do reforço unidirecional e, a proporção entre fibra e resina nas próteses parciais fixas, não foi fornecida. Apenas a quantidade de reforços unidirecionais e, o uso do reforço multidirecional é salientado. A carga média exigida para fraturar as próteses parciais fixas no grupo controle, foi 614 N. No grupo com um reforço 659 N, dois reforços 818 N, três reforços 828 N e três reforços mais reforço de fibras entrelaçadas 973 N. A resistência à fratura das próteses parciais fixas provisórias de três unidades, aumentou consideravelmente com o acréscimo do reforço de fibra de vidro. O efeito do reforço multidirecional de malha de fibra de vidro na resistência à fratura, foi considerável. Uma seção longitudinal da prótese parcial fixa revelou que o reforço de fibra de vidro unidirecional estava posicionado próximo à superfície oclusal da prótese parcial fixa provisória. Como a carga foi aplicada na superfície oclusal, este lado foi submetido a um esforço de compressão. A posição ideal para o reforço de fibra seria do lado de tensão da prótese. Desta forma, o efeito de reforço das fibras de vidro unidirecionais (Grupos 1R a 3R) na força de fratura das próteses parciais fixas provisórias, não foi tão alto como seria esperado. A utilização de fibras entrelaçadas na região próxima aos pilares, resultou em melhores aumentos na força de fratura dos

pônticos. A localização das fibras entrelaçadas no lado de tensão dos corpos de prova e o aumento na quantidade de fibras, podem igualmente ter contribuído para o aumento na força de fratura. Da perspectiva clínica, a carga requerida para fraturar as próteses parciais fixas provisórias reforçadas com fibras, foi ligeiramente superior à força média de mastigação na região molar.

ROSSENTRITT *et al.*, em 1998, realizaram estudo para avaliar a influencia de vários pré-tratamentos em compósitos reforçados por fibras, na força de adesão de um compósito utilizado para reparo. Os autores testaram também uma técnica de reparo para uma prótese parcial fixa ,construída com compósitos reforçados por fibras, após a simulação de 2 e 5 anos de uso. O sistema de compósitos reforçados por fibras Targis/Vectris (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein.),é indicado para o uso em coroas unitárias, ou em restaurações múltiplas, inclusive posteriores. Para os testes de resistência à fratura as próteses parciais fixas originais e intactas, foram ensaiadas juntamente com as próteses reparadas. Sete próteses parciais fixas posteriores, de três elementos, foram produzidas com o sistema Targis/Vectris. Neste processo de produção, os retentores foram confeccionados com o componente Vectris Single e conectados entre si, com o componente Vectris Pontic. Esta estrutura foi coberta ainda com o Vectris Frame, e finalmente blindada com o composto particulado para revestimento Targis. As raízes dos pilares (molares extraídos) foram cobertas com uma camada de 1mm de polieter para impressão (Impregum, ESPE, Seefeld, Germany), com o objetivo

de simular a função do periodonto. As próteses foram cimentadas com o cimento dual Variolink, de acordo com o protocolo do fabricante. Após a termociclagem uma força foi aplicada no centro de cada pântico, em um teste de três pontos (Universal Test Machine, Zwick com velocidade de 1mm/min). Como antagonista foi utilizada uma bola de aço com diâmetro de 12,5 mm, até ocorrer a fratura. Para equilibrar a força e minimizar picos localizados originados pela bola de aço em relação às cúspides, uma folha de latão com espessura de 0,5 mm foi colocada entre a bola de aço e os pânticos. As facetas fraturadas foram tratadas com jateamento de micropartículas. Após a termociclagem de 2.400 ciclos térmicos (5 C°/ 55° C) e 480.000 ciclos mastigatórios (50 N), as amostras foram novamente carregadas, até ocorrer a fratura. As facetas foram reparadas novamente após a terceira termociclagem (6.000 termo-ciclos a 5° C/ 55° C e $1,2 \times 10^6$ ciclos mastigatórios de 50 N). Novamente as amostras foram carregadas até ocorrer a fratura. As próteses parciais fixas originais e intactas, apresentaram uma média de força de fratura de 1.450 N após termociclagem de 6.000 ciclos 5 °C / 55° C e $1,2 \times 10^6$ ciclos mastigatórios 50N. Após o primeiro reparo e a termociclagem (2.400 X 5c/55 , 480.000 X 50 N) a força de fratura diminuiu de maneira significativa. Após o segundo reparo e termociclagem (6.000X 5° C / 55° C, $1,2 \times 10^6$ X 50 N) quatro próteses fraturaram durante a termociclagem. Outras três próteses exibiram forças de fratura entre 1.290 N e 1.000 N. Após cada teste de fratura, uma separação da matriz das camadas de fibras foi observada (Delaminação). Ao exame final, nenhum dano foi constatado na estrutura de fibra

de vidro. O tipo e a estrutura química do reparo, não tiveram influência significativa na força de fratura. Os testes de fratura demonstraram que as próteses ensaiadas sem reparos, obtiveram valores significativamente mais altos, que as próteses reparadas. As facetas reparadas exibiram força de fratura suficiente, de modo que no caso de avaria, a substituição de toda a prótese poderia ser evitada.

HARLOW *et al.*, em 1998, realizaram um estudo para comparar a resistência à flexão do compósito reforçado por fibras Vectris, com dois sistemas totalmente cerâmicos. Dez corpos-de-prova em forma de barras, confeccionados com o compósito reforçado por fibras Vectris foram fabricados, medindo 2x2x25 mm. Os corpos-de-prova foram ensaiados utilizando uma máquina de testes Instron, com velocidade de 0,2 mm por minuto. A resistência à flexão do compósito reforçado por fibras Vectris foi registrada em 365 MPa \pm 26.5 MPa. A fratura dos espécimes de Vectris ocorreu em fases múltiplas, ao contrário dos espécimes cerâmicos que sofreram fraturas catastróficas. Os resultados para força de fratura do Vectris foram determinados a partir da fratura inicial.

VALLITTU *et al.*, em 1998, realizaram um estudo com o objetivo de determinar o efeito do armazenamento em água, nas propriedades flexurais dos polímeros reforçados por fibras. Segundo os autores, as fibras de vidro são as mais utilizadas para reforçar polímeros em próteses odontológicas, devido às

boas qualidades estéticas e à boa união das fibras aos polímeros, por intermédio dos silanos como agentes de união. O tipo mais comum de vidro usado na produção de fibras é o chamado E-Glass (electrical glass). Este tipo é também o mais utilizado em compósitos reforçados por fibras, de uso odontológico. Um ambiente aquoso pode induzir a efeitos corrosivos na superfície das fibras, resultantes da água que se difunde através da matriz de polímero. Fibras contínuas silanizadas (E-Glass) e fibras de sílica foram utilizadas para reforçar polímeros auto e termo polimerizáveis. O grupo controle não foi reforçado. Todos os espécimes mediam 3,3x10x64 mm. Um teste de três pontos foi conduzido. Alguns espécimes foram ensaiados secos e outros, após armazenamento em água por 48 semanas. A força de fratura para os espécimes secos, ficou entre 196 MPa mais ou menos 26.2 MPa, e diminuiu para 150 MPa mais ou menos 11.7 MPa após o armazenamento em água por 48 semanas. A microscopia eletrônica não revelou diferenças na adesão das fibras de vidro à matriz de polímero quando estes foram ensaiados secos, ou armazenados em água por 48 semanas. Os autores concluíram que a força transversa dos compósitos reforçados por fibras diminuiu 14% após a armazenagem em água por 48 semanas.

LIZAK et al., em 1998, compararam a resistência à flexão da resina direta Herculite com os compostos particulados Artglass e Targis. Dez corpos-de-prova medindo 2 mm, por 2 mm, por 25 mm foram construídos para cada tipo de

material pesquisado. Um molde estandarizado foi utilizado para produzir as amostras e foram seguidas as recomendações do fabricante.

Todos os espécimes foram ensaiados secos e foi utilizada uma máquina de testes Instron, modelo 1125. As medidas de força de fratura obtidas no ensaio de compressão foram as seguintes: Para o Herculite 67,2 MPa, para Artglass 71,0 MPa e para o Targis 76,0 MPa. Os autores concluíram que a resistência à flexão dos compósitos particulados não tem diferença significativa em relação à resina híbrida de uso direto.

CATTANI-LORENTE *et al.*, em 1998, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a resistência à flexão de três polímeros indicados na confecção de coroas e próteses parciais fixas: Columbus, Artglass e Targis. Corpos de prova na forma de barras com dimensões de 2x2x25 mm, foram construídos. Os espécimes foram preparados e polimerizados de acordo com as instruções do fabricante. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C, e ensaiados após os períodos de 24 horas e um ano. Um teste de três pontos foi conduzido à uma velocidade de 5 mm/min para determinar a força à flexão, com uma máquina Instron-1114. Os resultados obtidos no ensaio de compressão foram os seguintes: Para o Targis 108 MPa em 24 horas e 99 MPa em 1 ano. Para o Artglass 74 MPa em 24 horas e 89 MPa em 1 ano, e para o Columbus 59 MPa em 24 horas e 81 MPa em 1 ano. Não houve diferença significativa na resistência à flexão dos três

materiais. A ação do armazenamento por períodos de tempo variados não teve influência significativa nas propriedades mecânicas dos materiais ensaiados.

KURETZKY *et al.*, em 1998, afirmaram que recentemente uma nova geração de coroas e próteses parciais fixas estéticas, á base de resinas contendo granulações sub-micrométricas, foi introduzida. Estes compósitos híbridos á base de partículas ultra finas, distingue-se das resinas convencionais Microfil, através das propriedades mecânicas melhoradas. Estes compósitos podem ser empregados para coroas livres de metal e também para pontes, quando utilizados reforços de fibras. Para determinar a performance destes novos compósitos, coroas padronizadas foram preparadas e armazenadas por um dia, em água a 36°C. A força de fratura foi determinada antes (N=5) e depois da termociclagem (tc =10000 ciclos entre 5° C e 55°C) (N=7). As coroas foram fixadas em um aparato e carregadas em um ângulo de 45° ,até a fratura. Os seguintes grupos foram testados: Sinfony (Espe) reforçada com Fibrekor (Jeneric/Pentron) (S/F), Sinfony reforçada com Vectris Single (S/V), Targis (Ivoclar) reforçado com Vectris Single. (T/V). Os resultados obtidos para a força de fratura foram os seguintes: Para o grupo S/F 726 N inicial e 889 N após termociclagem. Para o grupo S/V 823 N inicial e 970 N após termociclagem. Para o grupo T/V 1.135 N e 1.058 N após termociclagem. O grupo Targis/Vectris não teve diferença estatística do grupo controle. Os outros grupos exibiram valores de força de fratura mais baixa do que o grupo controle .Após a termociclagem, somente o grupo Sinfony/Vectris não

apresentou diferença significativamente estatística com relação ao grupo controle. A termociclagem não causou diminuição estatisticamente significativa na força de fratura dos grupos S/F, S/V e S/D. No grupo Targis/Vectris uma diminuição estatisticamente significativa foi observada após a termociclagem. Os dados indicam que os novos compósitos reforçados com fibras podem ser utilizados para a fabricação de coroas e pontes, livres de metal.

KERBI *et al.*, em 1998, pesquisaram a resistência à flexão de quatro compósitos resinosos de uso indireto processados em laboratório (Belleglass, Concept, Targis e Artglass). Além destes foram pesquisados : um compósito híbrido de uso direto (Herculite) e um compósito microfil de uso direto (Heliomar). As resinas indiretas foram polimerizadas de acordo com as especificações dos fabricantes. As resinas diretas foram expostas á luz visível por 100s. Os espécimes em forma de barras mediam: 2x2x25 mm (N=8) e foram armazenados em água destilada a 37° C por 7 dias. Os corpos-de-prova foram ensaiados em um teste de três pontos, utilizando-se uma máquina de testes Instron, com velocidade de 0.5 mm/min. Os valores de força à flexão estão relatados abaixo. Para o Herculite 173 MPa, para o Belleglass 144.8 MPa, para o Concept 135.2 MPa e para o Artglass 121 MPa. Herculite, Belleglass e Concept, tem resistência à flexão significativamente maior que Targis e Heliomar.

VALLITTU, em 1999, pesquisou um novo sistema de reforços de fibras pré-impregnadas utilizadas para reforçar compósitos. O sistema utiliza dois tipos de fibras, sendo um composto por fibras unidirecionais denominado Stick, e um outro composto por fibras entrelaçadas denominado Stick Net. Próteses parciais fixas provisórias, foram fabricadas com resina autopolimerizável á base de PMMA. Três grupos foram fabricados (N=5), sendo um o grupo controle, sem reforços. O segundo grupo foi fabricado com reforços Stick, unidirecionais e o terceiro recebeu reforços Stick Net, entrelaçados. Um teste de três pontos foi conduzido, para determinar a força à flexão dos corpos de prova. Foi utilizada uma máquina de testes Lloyds LRX (Lloyds Instruments Ltd., Hants.), com velocidade de 5 mm/min. Os corpos de prova mediam: 2x2x25 mm e a força transversa foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $\text{Força transversa} = 3 \times \text{força aplicada} \times \text{comprimento do espaço entre os pilares} \div 2 \times \text{base} \times \text{o quadrado da altura}$. Para os corpos de prova não reforçados, a força transversa foi de 76 MPa. Os reforços Stick, unidirecionais elevaram a força para 341 MPa e os reforços entrelaçados Stick Net, elevaram a força para 99 MPa. Quando o polímero da resina acrílica e o monômero líquido são misturados, pequenas quantidades de monômeros livres são liberadas para penetrar e dissolver o polímero dos reforços pré-impregnados Stick e Stick Net. Após a polimerização da resina, o reforço formou uma densa estrutura entre resina e fibras. Alguns produtos comerciais baseados em pré-impregnação por monômeros, foram introduzidos: Vectris, (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein) e Fibrekor (Jeneric/Pentron, Wallingford, Conn.). Estes produtos

utilizam fibras pré-impregnadas para estruturas de próteses parciais fixas. O uso de sistemas de monômeros dimetacrilatos fotopolimerizáveis na pré-impregnação das fibras, torna possível o uso destes materiais com resinas dimetacrilato. Eles não podem ser usados para reforçar resinas acrílicas multifásicas. Os sistemas Stick e Stick Net, podem ser utilizados com sistemas dimetacrilato, como o Bis-GMA, ou com resinas multifásicas. As propriedades dos compósitos reforçados por fibras, dependem da direção das fibras na matriz de polímero. Fibras contínuas unidirecionais, proporcionam a mais alta força e rigidez ao compósito, porém em uma única direção. Se as fibras forem em forma de tecido, reforçam os compósitos em duas direções. No caso da orientação das fibras ocorrer ao acaso, as propriedades serão as mesmas em todas as direções. Este estudo revelou que as propriedades mecânicas dos reforços Stick e Stick Net, são diferentes. O reforço Stick unidirecional aumenta consideravelmente a força transversa e a rigidez dos polímeros. O reforço do Stick Net neste caso foi muito pequeno. O Stick Net melhora a tenacidade dos polímeros. Os autores consideram este achado de grande importância clínica, porque em algumas estruturas de próteses, a tenacidade do material pode ser a propriedade desejada, para por exemplo, impedir uma perfuração em regiões muito finas da prótese. Também nas margens de coroas construídas com compósitos indiretos, a tenacidade do material poderia eliminar defeitos durante os procedimentos clínicos e laboratoriais. Os reforços Stick aumentam consideravelmente a resistência à flexão dos polímeros. Os

reforços Stick Net aumentaram a tenacidade dos polímeros. Os dois tipos de reforços apresentavam uma boa impregnação com a resina da matriz de polímero.

BEHR *et al.*, em 1999, realizaram estudo para verificar força de fratura e grau de adaptação marginal de próteses parciais fixas adesivas reforçado com fibras. Os autores utilizaram o sistema Targis-Vectris (Ivoclar, Schaan FL) para construir próteses parciais adesiva com dois tipos de preparação nos pilares: foram selecionados terceiros molares humanos extraídos e suas raízes foram cobertas com uma camada de 1 mm de espessura de material de moldagem poliéter Impregum (Espe-Alemanha), para simular função do periodonto. Os retentores foram fixados em resina PMMA, com uma distância de separação de 10 mm, para representar o espaço protético de um molar. Um grupo (N=8) foi preparado com caixas e o outro (N=8) foi preparado pelo em forma de túnel. As linhas de término situavam-se em esmalte. Dezesesseis próteses de três elementos foram construídas com sistema Targis-Vectris. Os dentes pilares foram condicionados por 60 segundos com ácido fosfórico. A superfície interna dos retentores foi silanizadas e foi feito o processo de cimentação adesiva, de acordo com o protocolo do fabricante. Vinte quatro horas depois da cimentação, os corpos de prova foram colocados em um ambiente oral artificial. Foi realizada termociclagem para simular cinco anos de uso, e carregamento mecânico. Após isso, os corpos de prova foram ensaiados em um teste de três pontos, usando uma máquina Zwick 1445, com velocidade de 1 mm por minuto. Foi utilizada uma

esfera de aço contra os corpos de prova e interposta uma lâmina metálica maleável entre ambos para melhor distribuir os picos de força. As estruturas Vectris apresentavam as seguintes dimensões: altura 4 mm, largura 3 mm a 4 mm e comprimento aproximadamente 20 mm. Estas foram construídas com fibras unidirecionais do Vectris Pontic. Para blindagem e obtenção da forma anatômica as armações foram cobertas com o cerômero Targis. O cerômero tem também como propósito reduzir a abrasão e melhorar a estética, devido a sua translucidez. Para os preparos em forma de caixa os autores encontraram a força de fratura média de 696 N (531-958). Para os preparos em túnel a força média de fratura foi de 722 N (665-818). Esses valores segundo os autores, são maiores que a força máxima de mastigação 300 N achada em pacientes com bruxismo e notadamente maior que as forças de mastigação comuns, 37 N a 70N. O ligeiro aumento na força de fratura para os preparos em túnel, pode ser atribuído às superfícies côncavas, onde nenhuma aresta é tencionada.

FREILICH *et al.*, em 2000, afirmaram que as pesquisas na área de compósitos à base de Bis-GMA, combinadas com a pré impregnação das fibras e o desenvolvimento sistemas de acondicionamento, tornaram viável o uso de sistemas de compósitos reforçados por fibras. Dois sistemas estão disponíveis atualmente: Sculpture/FibreKor (Jeneric/Pentron) e Targis/Vectris (Ivoclar). Nos dois sistemas os feixes de fibras medem alguns milímetros em secções transversais e vários centímetros em comprimento e são acondicionados em

envelopes lacrados e protegidos da luz. Comparados aos materiais de uso odontológico, as propriedades mecânicas dos compósitos reforçados por fibras são complexas. Enquanto as ligas metálicas são homogêneas e uniformes, ou seja, elas têm as mesmas propriedades, qualquer que seja a direção em que foram ensaiadas, os compósitos reforçados por fibras são heterogêneos. Isto significa que as propriedades dependem da direção em que elas foram ensaiadas, em relação à orientação das fibras. Em um compósito reforçado por fibras, considerado ideal, a força à flexão é proporcional ao volume de fibras e propriedades individuais da matriz e das fibras. Devido à necessidade de que todas as fibras sejam totalmente impregnadas pela resina, o volume de fibras normalmente não ultrapassa 50%. Os autores atribuem valores para a resistência à flexão de típicos compósitos reforçados por fibras processados em laboratório, de 300 MPa a 1000 MPa. Quando a direção da força não é paralela à das fibras, as propriedades dos compósitos reforçados por fibras, diminuem e se tornam mais dependentes da matriz de resina. Importante notar que os métodos do teste, os procedimentos para preparação dos corpos-de-prova, e especialmente, a geometria destes, afetam o cálculo da força à flexão. As proporções entre comprimento e altura dos corpos-de-prova, podem afetar as mensurações das propriedades flexurais em até 80%.

3. PROPOSIÇÃO

Pesquisas mostram que reforços de fibras de vidro podem ser utilizados em materiais resinosos com o objetivo de aumentar a resistência à flexão.

O propósito deste estudo foi investigar a resistência à flexão por meio do teste de três pontos, de corpos-de-prova confeccionados em forma de barras híbridas, constituídas de cerômero (Targis) aplicado sobre compósito reforçado com fibras (Vectris) assim como observar em microscopia eletrônica de varredura as estruturas híbridas e fraturadas.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1 MATERIAIS

Segundo o fabricante, Ivoclar, o Cerômero Targis Dentina constitui-se aproximadamente da seguinte forma: 77% em peso e 56% em volume, de carga inorgânica, e 23% em peso e 44% em volume, de matriz orgânica.

A carga inorgânica é formada por partículas de cerâmica medindo de 0,03 a 1 micrômetro, sendo composta de vidro de Bário silanizado, óxidos mistos silanizados e dióxido de silício dispersos.

A matriz orgânica é composta por monômeros, como por exemplo, dimetacrilato de uretano, decanodiol metacrilato e Bis-GMA e os componentes estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1- Dispersão dos componentes do Targis Dentina na composição.

Composição	Peso %
BIS-GMA	9,0
Decanodiolmetacrilato	4,8
Dimetacrilato de Uretano	9,3
Vidro de Bário Silanizado	46,2
Óxido Misti Silanizado	18,2
Dióxido de Silício Altamente Disperso	11,8
Catalizadores e Estabilizadores	0,6
Pigmentos	≤ 0,1

O Vectris Pontic é um material composto, reforçado com fibras de vidro, condicionadas com silano, unidos por uma matriz orgânica, composta por dimetacrilato de uretano e trietileno glicol dimetacrilato. Os componentes estão listados da seguinte forma, de acordo com o Quadro II

Quadro II – Dispersão dos componentes na composição.

Composição	Peso %
BIS-GMA	24,5
Trietilenoglicoldimetacrilato	6,2
Decanodioldimetacrilato	0,3
Dimetacrilato de Uretano	0,1
Dióxido de Silício Altamente Disperso	3,5
Catalizadores e Estabilizadores	< 0,3
Pigmentos	< 0,1
Fibra de Vidro	65,0

O Targis Base serve de base para todas as restaurações realizadas com o Cerômero Targis. Este composto contém menos carga inorgânica que o Targis Dentina, e portanto, contém maior volume de monômeros capazes de se polimerizar, proporcionando melhor união com o Vectris.

O Targis/Wetting Agent é um composto de silano em solução com água/álcool.

Silicona sem óleo e com éter (fornecida pelo fabricante)

4.2 – MÉTODO

4.2.1 OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Foram confeccionados corpos-de-prova com formato de barras híbridas, constituídos por uma estrutura de compósito reforçado por fibras Vectris e de uma blindagem aplicada sobre este, de composto particulado, o cerômero Targis Dentina. Inicialmente foram confeccionadas as estruturas, com formato de barras, utilizando-se o compósito reforçado por fibras Vectris. Vários autores afirmaram que a utilização de corpos-de-prova com geometria simples, possibilita o estudo de muitas propriedades dos materiais resinosos (LADIZESK & CHOW, 1990; ASMUSSEM & PEUTZFELD, 1998).

Uma matriz de alumínio (Figura 1) foi confeccionada, com as seguintes características: Formato de barra, com 35 mm de comprimento, 5 mm de altura e 6 mm de largura. No centro da base, no sentido longitudinal, a matriz apresentava uma canaleta em forma de "U" que percorria toda a extensão. A canaleta media 3,3 mm de base, sendo que as paredes laterais eram perpendiculares à base, até a altura de 1,7mm. A partir deste ponto, as paredes passavam a descrever uma curva, formando uma meia circunferência com um raio de 1,3 mm (Figuras 1 e 2).

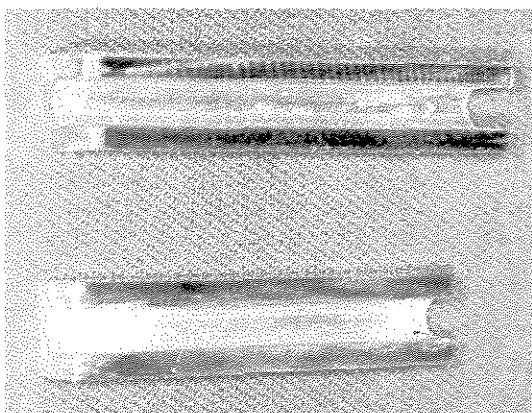


Figura 1 – Matrizes de alumínio 1 e 2.

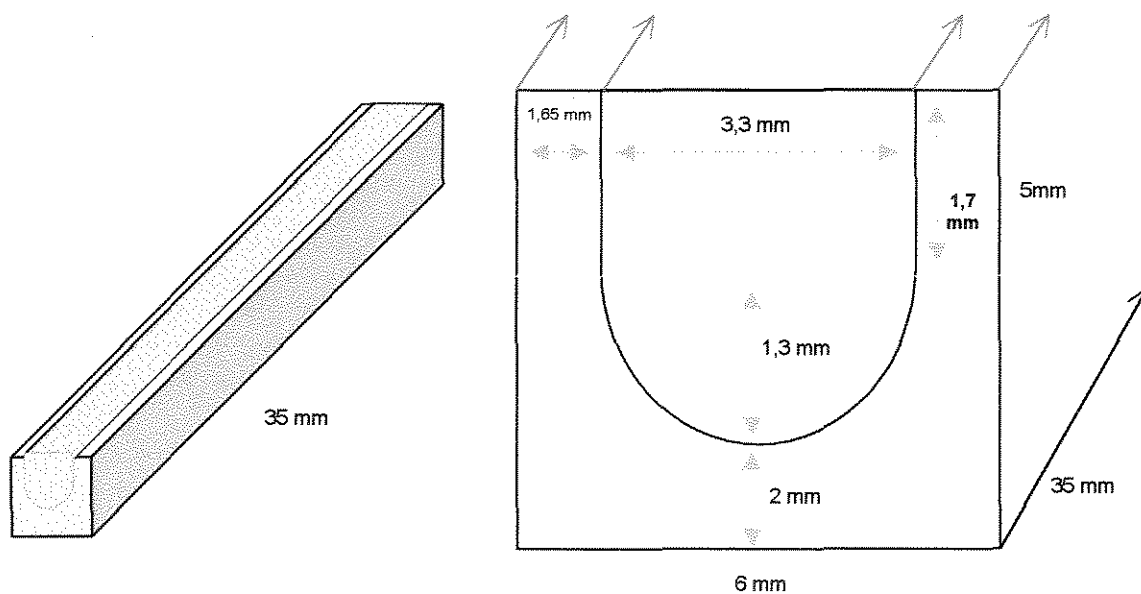


Figura 2 – Desenho esquemático com as dimensões da matriz 1.

Um suporte foi construído para a matriz, com uma silicona fornecida pelo fabricante, com o objetivo de facilitar o manuseio e os procedimentos de fotopolimerização. A canaleta foi usada como molde, para acomodar duas camadas de feixes de fibras Vectris Pontic.

Os feixes foram retirados dos invólucros (Figura 3) e cortados no comprimento desejado. Foram então, colocados um sobre o outro no interior da canaleta de modo a ocuparem todo o comprimento da mesma (Figura 4).

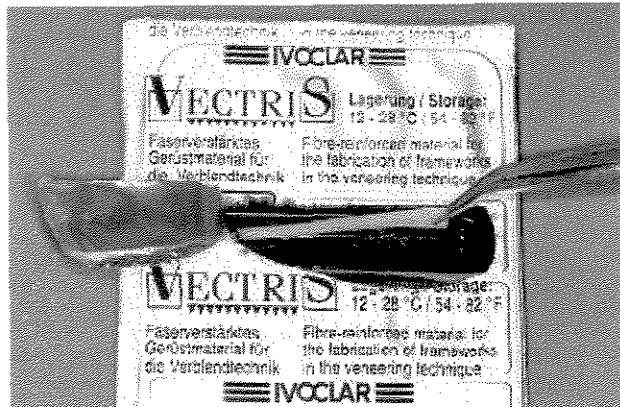


Figura 3 – Ilustração dos feixes de Vectris sendo retirados da embalagem.

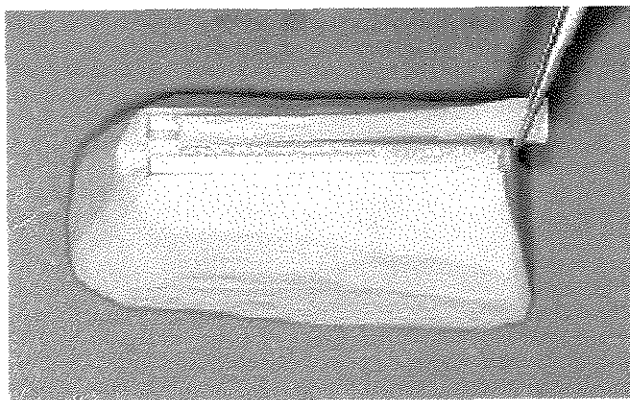


Figura 4 – Ilustração dos feixes de Vectris na matriz 1

A profundidade da canaleta havia sido calculada previamente, de maneira que esta fosse completamente preenchida pelas duas camadas de Vectris, sem

que restassem excessos. Optou-se pela utilização de duas camadas devido às recomendações do fabricante (Figura 5).

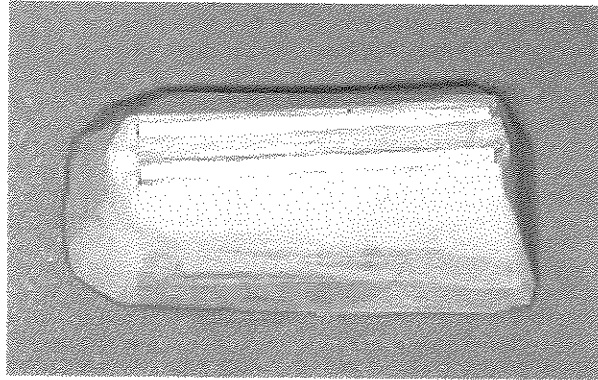


Figura 5 – Ilustração da matriz preenchida com Vectris

Uma vez que os feixes de fibras são silanizados e pré-impregnados com a matriz de resina fotopolimerizável, estes formam uma estrutura única, quando utilizados juntos (VALLITTU et al. 1992; VALLITTU, 1997)

Após preenchida com o compósito reforçado por fibras Vectris Pontic, a matriz, juntamente com o suporte de silicona, foi levada ao aparelho de fotopolimerização a vácuo Vectris VS1, para a polimerização (Figuras 6 e 7).

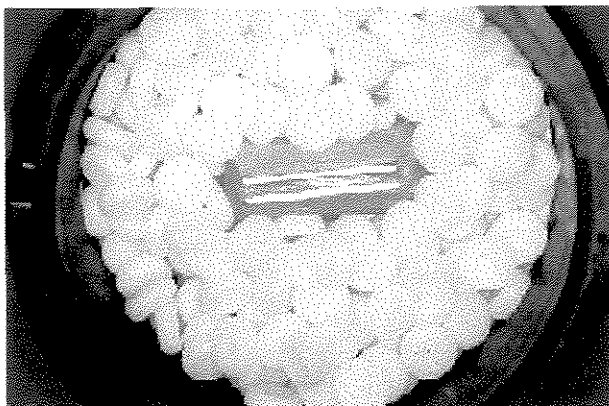


Figura 6 – Matriz no interior do aparelho Vectris VS1



Figura 7- Ilustração do Aparelho Vectris VS1

A unidade do VS1 foi fechada e foi iniciada a fotopolimerização de acordo com o programa automático do aparelho, que leva aproximadamente 10 minutos.

Após polimerização, a estrutura foi removida do interior da matriz, os excessos foram removidos com brocas de carboreto de tungstênio, a estrutura

recolocada na matriz e a adaptação e dimensões verificadas. As barras de compósito reforçado por fibras Vectris, apresentavam as seguintes características: a parte inferior ou base, era reta e plana, medindo 3,3 mm de largura, por 35 mm de comprimento. As paredes laterais eram perpendiculares à base, até atingirem a altura de 1,7 mm. A partir desta altura, estas paredes descrevem uma curva em direção à linha mediana, formando uma meia circunferência com um raio de 1,3 mm. Este arredondamento da parte superior das barras confere a estas, uma secção transversal com o formato de um “U” invertido. A linha central da secção transversal das barras exibia uma altura de 3 mm. (Figura 8) .

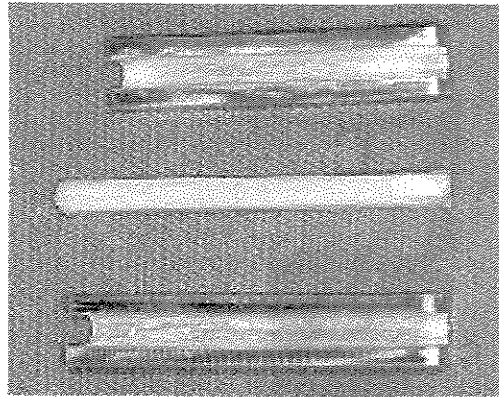


Figura 8 – Ilustração da estrutura de Vectris após a polimerização e as matrizes.

As estruturas foram jateadas com óxido de alumínio de granulação entre 50 e 100 micrometros e 1 atmosfera de pressão, de acordo com as especificações do fabricante.

Completada a confecção das estruturas, passou-se a realizar a blindagem das mesmas, com a aplicação do cerômero Targis Dentina, com o objetivo de conseguir-se o formato final dos corpos-de-prova. Para este procedimento, utilizamos a matriz 2, a qual possuía características idênticas à matriz 1, descrita anteriormente e mostrada nas Figuras 1 e 2, exceto pelo comprimento, que na matriz 2, era de 30mm. (Figuras 1 e 9).

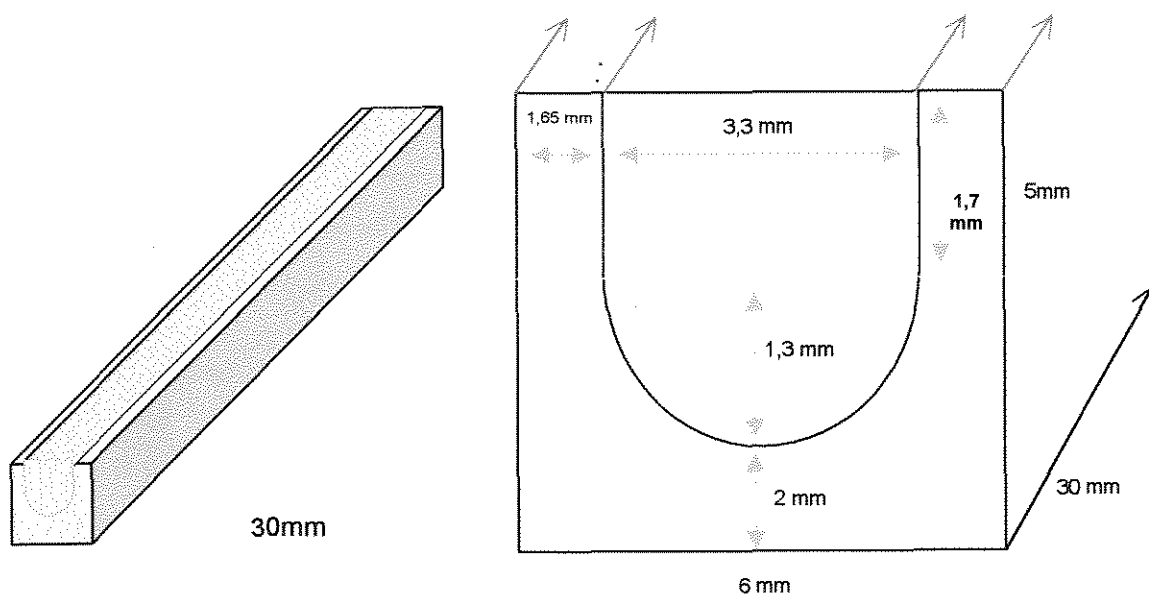


Figura 9 - Desenho esquemático com as dimensões da matriz 2.

A estrutura de Vectris foi colocada na canaleta da matriz 2, sendo que adaptou-se perfeitamente devido às características semelhantes das duas matrizes. Devido ao comprimento menor da matriz 2, a estrutura de Vectris ultrapassava o comprimento desta, ficando uma sobra de 2,5 mm para cada extremidade (Figura 10).

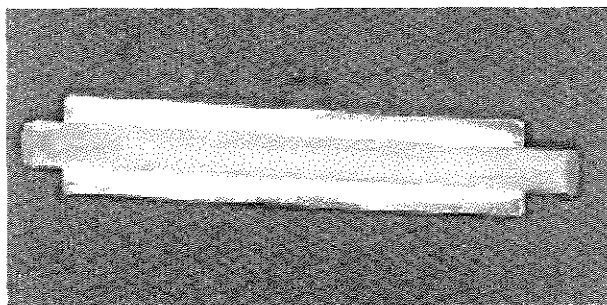


Figura 10 – Estrutura de Vectris adaptada à canaleta da matriz 2

A matriz 2, com a estrutura de Vectris, foi colocada sobre uma placa de vidro, com a base voltada para a placa. Foi preparada uma porção da silicona fornecida pelo fabricante. A silicona foi colocada em uma caixa de plástico transparente, medindo 60 mm de comprimento, por 30 mm de largura e 20 mm de altura. Em seguida, a caixa com a silicona foi vertida sobre a matriz, de modo a incluí-la no interior da silicona, deixando livre somente a face da matriz que estava em contato com a placa de vidro (Figura 11).

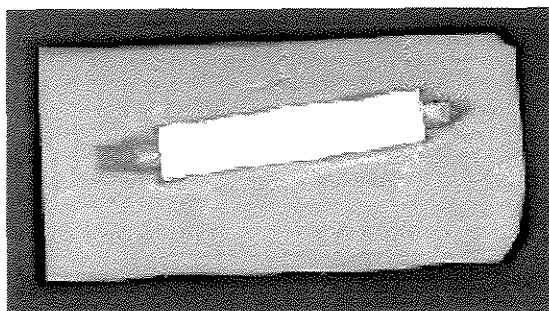


Figura 11 – Matriz 2 e estrutura de Vectris no interior da silicona.

Após a reação de presa da silicona, a matriz de alumínio foi cuidadosamente removida, sendo que a estrutura de Vectris permaneceu presa pelas extremidades no interior da silicona. Em volta da estrutura, ficou registrada a impressão da matriz (Figura 12).

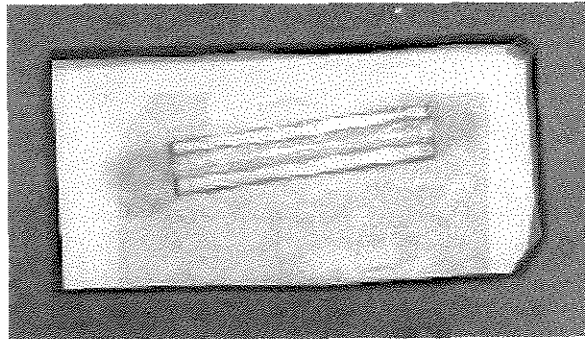


Figura 12 – Estrutura de Vectris e a impressão da matriz 2 no interior da silicona.

Antes da aplicação do cerômero, a superfície da estrutura de Vectris foi condicionada com o agente umidificador Targis/Vectris Wetting Agent, deixando-o reagir por 60s. O excesso foi removido com ar comprimido isento de óleo. Foi então, aplicada a base Targis Base sobre toda a superfície visível do Vectris e esta foi pré-polimerizada no aparelho Targis quick, por 20 segundos (Figuras 13 e 14).

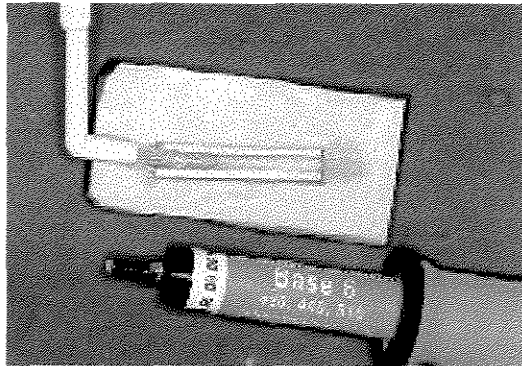


Figura 13 - Aplicação do Targis Base.

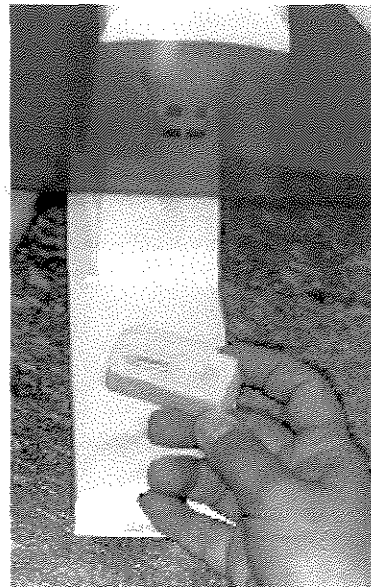


Figura 14 – Aparelho Targis-Quick

Após a remoção parcial da camada inibida com esponja descartável, Targis Dentina foi aplicado em camadas, por toda a cavidade deixada pela impressão da matriz, de maneira que a estrutura de Vectris foi envolvida pelo cerômero Targis, exceto pela base e as extremidades, pois estas estavam em contato com a silicona (Figura 15).

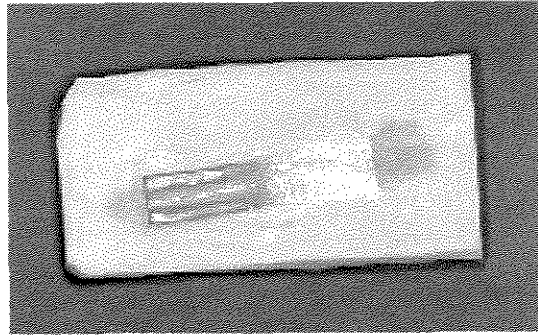


Figura 15 – Cerômero Targis sobre a estrutura de Vectris e preenchendo a impressão da matriz.

Foi realizada uma pré-polimerização no aparelho Targis Quick (Figura 14), por 10 segundos para cada camada.

Terminada a aplicação do cerômero Targis Dentina, a matriz de silicona contendo os compósitos foi levada ao aparelho Targis Power (Figura 16).

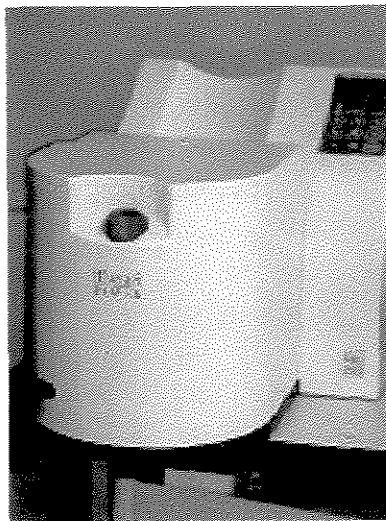


Figura 16 – Aparelho Targis Power.

Foi iniciado o programa automático de polimerização, o qual tem duração aproximada de 25 minutos. Completada a polimerização, foi removido o corpo-de-prova do interior da silicona e recortados os excessos de estrutura das extremidades para que esta tivesse os mesmos 30mm do restante do corpo-de-prova (Figura 17).

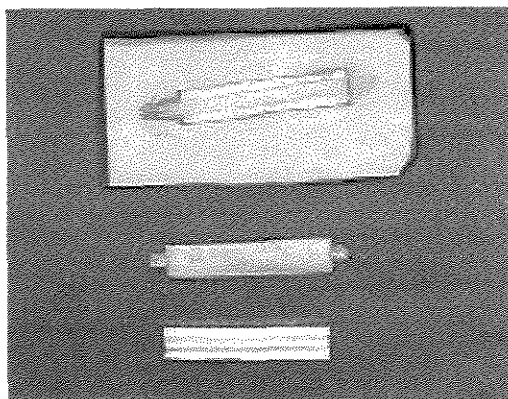


Figura 17 – Corpo-de-prova polimerizado (ainda com excessos), o padrão de silicona e a matriz de alumínio.

O corpo-de-prova em forma de barra híbrida constituído pela estrutura de Vectris e pela blindagem de Targis Dentina recebeu acabamento com lixas. Após concluídos, os corpos-de-prova apresentavam as seguintes dimensões: 6 mm de largura X 5 mm de altura X 30 mm de comprimento. (Figura 18)