

## **CONCEPÇÃO E MONTAGEM DE UM SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE COMPÓSITOS POR Prensagem UNIAXIAL A QUENTE**

**Luiz Fernando Alves Rodrigues, luizalvescg@yahoo.com.br<sup>1</sup>**  
**Antônio Aristófanes da Cruz Gomes, antonioaristofanes@yahoo.com.br<sup>2</sup>**  
**Wanderley Ferreira de Amorim Júnior, engenheiromec@yahoo.com.br<sup>1</sup>**  
**Carlos José de Araújo, carlos@dem.ufcg.edu.br<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Departamento de Engenharia Mecânica, Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, CEP: 58429-140, Campina Grande – PB, Brasil.

<sup>2</sup>Chemtech, A Siemens Company. Rua da Quitanda, 50 - 21º andar, CEP: 20011-030 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

**Resumo:** Para dar suporte aos estudos de desenvolvimento e avaliação de materiais compósitos, principalmente, os laminados de fibra de carbono (CFRP) com atuadores de ligas com memória de forma embebidos, realizados pelo Laboratório Multidisciplinar de Materiais e Estruturas Ativas (LaMMEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), é necessária a concepção de métodos de fabricação simples e eficazes para a obtenção de amostras desses materiais com qualidade e rapidez. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi o projeto e a construção de um equipamento para moldagem a quente de placas de compósitos a partir de adaptações eletro-mecânicas realizadas em uma prensa de capacidade 10 toneladas. Essas adaptações consistiram da introdução de uma célula de carga de capacidade compatível com a prensa, placas metálicas e aquecedores flexíveis. O teste de fabricação de placas de CFRP comprovou o bom desempenho do equipamento proposto, sendo possível a obtenção de compósitos com qualidade dimensional satisfatória.

**Palavras-chave:** Compósitos, ligas com memória de forma, CFRP, processamento de compósitos

### **1. INTRODUÇÃO**

Os materiais inteligentes tem sido alvo de inúmeras pesquisas visando o desenvolvimento de aplicações em várias áreas do conhecimento humano. Esses materiais possuem a importante propriedade de reagirem a impulsos do ambiente externo, provenientes de campos elétricos e magnéticos, variação de temperatura, intensidade de luz, entre outros (Steffen Jr e Rade, 2004). Nesse contexto, as Ligas com Memória de Forma (LMF) são consideradas materiais inteligentes que possuem a surpreendente capacidade de retornar a uma forma original anterior a uma deformação plástica introduzida. A recuperação de forma associada a uma deformação plástica destes materiais está intrinsecamente ligada a aplicação de um campo de temperatura (Otsuka e Wayman, 1998).

As LMF produzidas na forma de fios são consideradas atuadores lineares por natureza e apresentam grande potencial de aplicação na robótica, na odontologia e na produção de atuadores miniaturizados em geral a sua grande capacidade de geração de força e deslocamento quando confrontados com as suas dimensões. Esses fios de LMF são também muito interessantes para a fabricação de compósitos ativos em função das forças de recuperação que podem desenvolver no interior da estrutura quando do seu aquecimento (Paine e Rogers, 1991; Jang e Kishi, 2005).

Como consequência, compósitos formados com a introdução de fibras de LMF, especialmente aqueles de matriz polimérica, tem recebido um interesse especial devido às possibilidades de aplicação e ao alto desempenho associado a propriedades notáveis quando se toma por base o seu comportamento termomecânico (Tsoi et al, 2005). Dentre os materiais compósitos de matriz polimérica, destacam-se os Plásticos Reforçados com Fibras de Carbono (CFRP – Carbon Fiber Reinforced Plastics) que são especialmente importantes devido ao grande potencial de aplicação em tecnologias aeroespaciais, conforme ilustra a Fig. (1) para o caso do AIRBUS A380.

Devido a sua elevada resistência mecânica e rigidez intrínsecas, o uso de compósitos laminados de CFRP tem aumentado no projeto de componentes estruturais de paredes mais finas para veículos espaciais, como as aeronaves de alta velocidade, foguetes e naves espaciais. Estas estruturas estão freqüentemente sujeitas a cargas térmicas devido ao aquecimento aerodinâmico e/ou radiação térmica. Estas estruturas de parede fina em CFRP podem se tornar instáveis com mudanças de temperatura relativamente pequenas e assim causar a formação de ondulações na região elástica (Lee e Choi, 1999; Choi et al, 2000), correspondendo a um fenômeno de flambagem térmica do compósito.

Esperam-se dos compósitos contendo fibras de LMF embebidas, estruturas que se adaptem funcionalmente as necessidades de projeto (Zheng et al, 2005). A incorporação desses materiais para formar estruturas funcionais é uma linha de pesquisa que promete revolucionar o campo da ciência dos materiais e engenharias em geral (Tsoi et al, 2005).



Figura 1. Uso de CFRP em componentes do avião Airbus A380 (Carbonfiber, 2007).

Assim, quando se combina o CFRP com as fibras de LMF são desenvolvidos compósitos híbridos e ativos com objetivo de melhorar propriedades de fluência, de fadiga ou simplesmente fortalecer o compósito, melhorar a capacidade de amortecimento, proporcionar controle da forma ou de vibração do compósito (Xu et al, 2003). Entretanto, existem poucos estudos na literatura sobre a flambagem térmica e a pós-flambagem de estruturas laminadas de compósito com fios de LMF embebidos. Dois métodos foram propostos na literatura para integrar o atuador de LMF no compósito: colando o atuador na matriz do compósito como um constituinte e embutindo os atuadores através do laminado. O trabalho apresentado por Turner et al (2001) é focado no primeiro método, onde os atuadores pré-tensionados são colados dentro da matriz do compósito e as extremidades da estrutura servem também de restrições mecânicas para os atuadores. Assim, um ambiente térmico elevado servirá para ativar os atuadores que agem contra as restrições para se ter uma rigidez adaptável da estrutura sem controles eletrônicos ou fonte de corrente auxiliar.

## 2. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

No Laboratório Multidisciplinar de Materiais e Estruturas Ativas (LaMMEA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica da UFCG, algumas pesquisas envolvendo pré-impregnados de CFRP com fios de LMF NiTi embebidos já foram realizadas (De Araújo et al, 2008). Nessas pesquisas, amostras de CFRP contendo fios finos de NiTi foram obtidas a partir da moldagem por compressão no interior da câmara de aquecimento de uma máquina de ensaios mecânicos Instron 5582. Para isso, como descrito em De Araújo et al, (2008), foi desenvolvido um molde adaptativo para a máquina de ensaios, conforme mostra a Fig. (2), permitindo a obtenção dos compósitos nas dimensões de 24x125mm. No entanto, esse método de fabricação limita o uso da máquina de ensaios, o que não é desejável já que o processo de moldagem dos compósitos é bastante demorado. Além disso, esse procedimento limita relativamente às dimensões das amostras obtidas, devido à fabricação ser realizada dentro da câmara térmica da máquina, conforme mostra a Fig. (2b), reduzindo as aplicações das mesmas.

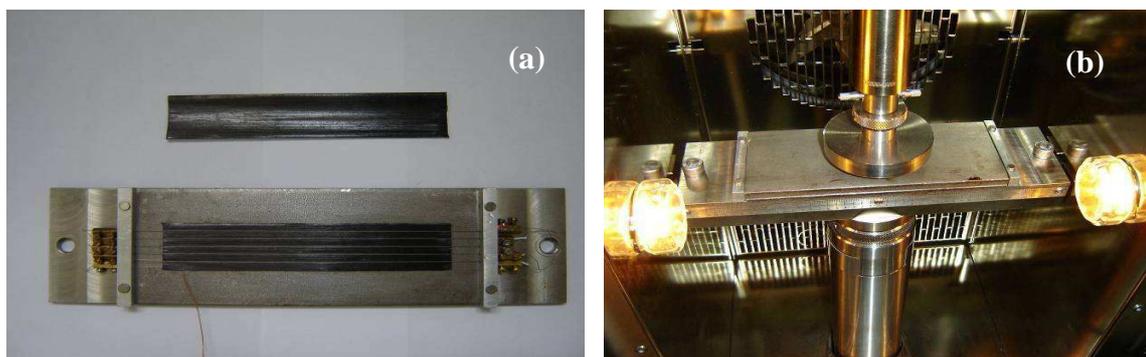
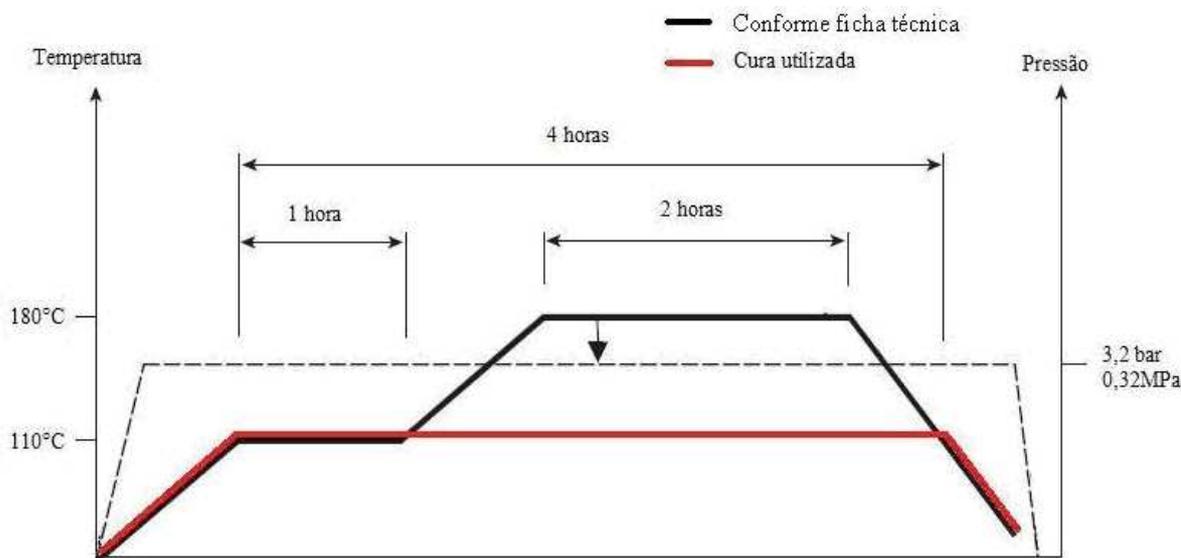


Figura 2. Fabricação de compósitos de CFRP/NiTi. (a) Preparação do molde para fabricação de CFRP/NiTi e (b) instalação do molde na câmara térmica da máquina de ensaios Instron 5582 (De Araújo et al, 2008).

Outro fator importante é que durante o processo de fabricação dos compósitos na máquina Instron 5582, problemas no controle da carga de moldagem foram verificados para o segundo patamar de temperatura necessário para a moldagem, conforme instruções do fabricante adaptadas na Fig. (3). O fabricante do pré-impregnado de CFRP indica dois patamares de temperatura, um a 110 °C e outro a 180 °C. A dificuldade de controle de carga na máquina Instron para o segundo patamar de temperatura, implicou na fabricação do CFRP/NiTi utilizando apenas o primeiro patamar.



**Figura 3. Curva de temperatura e carga para moldagem de CFRP comparando a recomendação do fornecedor (em preto) com aquela obtida usando a máquina Instron (em vermelho).**

Neste sentido, esse trabalho foi realizado com a finalidade de se desenvolver um equipamento específico com o objetivo geral de intensificar as atividades de pesquisa e desenvolvimento de compósitos ativos a base de resinas poliméricas. Principalmente, a base de pré-impregnados de fibras de carbono (CFRP) por prensagem uniaxial a quente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material

Durante o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado um pré-impregnado de fibra de carbono (CFRP) HexPly<sup>®</sup> 8552, fornecido pela empresa Hexcel Composites e uma prensa com capacidade de 10 toneladas, modelo MPH-10, fornecida pela empresa Marcon.

#### 3.2. Concepção do sistema

Utilizando-se a ferramenta computacional CATIA V5 (versão demo) foi concebido, por Gomes (2008), um protótipo virtual preliminar do sistema de moldagem a ser construído. Após alterações conceituais no projeto citado, foi obtido o conjunto apresentado na Fig. (4). Este é composto de uma prensa de bancada de 10 toneladas (1), uma célula de carga para 5 toneladas (2), dois aquecedores flexíveis (3), duas placas receptoras dos aquecedores (4), chapas de contato (5), parafusos de união das interfaces com a célula de carga (6) e disco de elevação (7).

A carga de moldagem foi calculada a partir da pressão de moldagem de 0,32 MPa (3,2 bar), indicada pelo fabricante dos pré-impregnados de CFRP, que implica para uma área de moldagem máxima (300 x 300 mm, área útil do aquecedor flexível) uma carga de 27 kN.

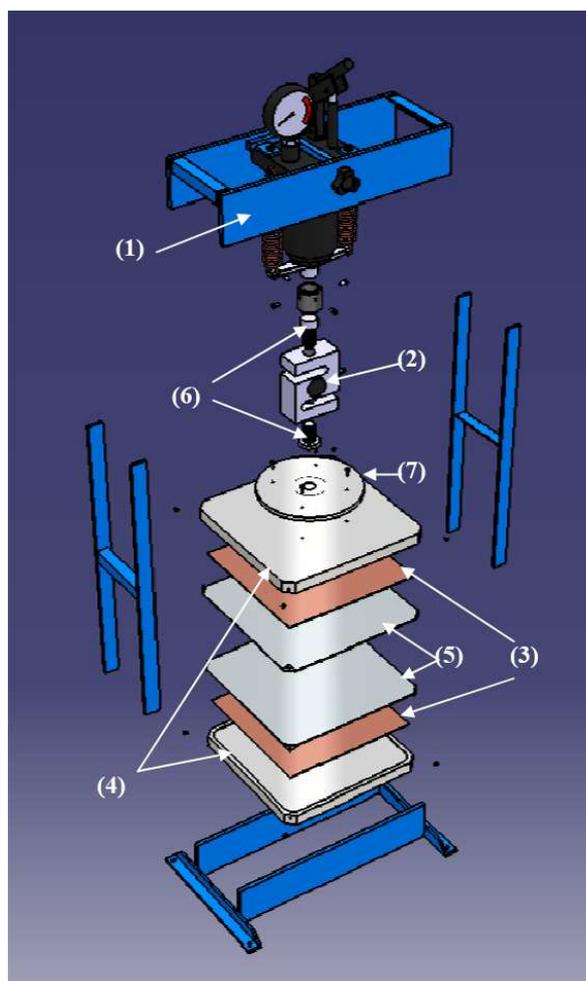


Figura 4. Apresentação explodida do sistema para fabricação de placas de compósitos.

### 3.3. Descrição das adaptações na prensa de bancada

#### 3.3.1. Incorporação de aquecedores flexíveis

A Figura (5) mostra os aquecedores flexíveis que foram incorporados às placas receptoras (4) da Fig. (4) devido à necessidade de moldagem a quente dos pré-impregnados de CFRP. Trata-se do modelo HC120120E52, fornecido pela empresa Heatcon Inc., que possui potência elétrica da ordem de 720 W.

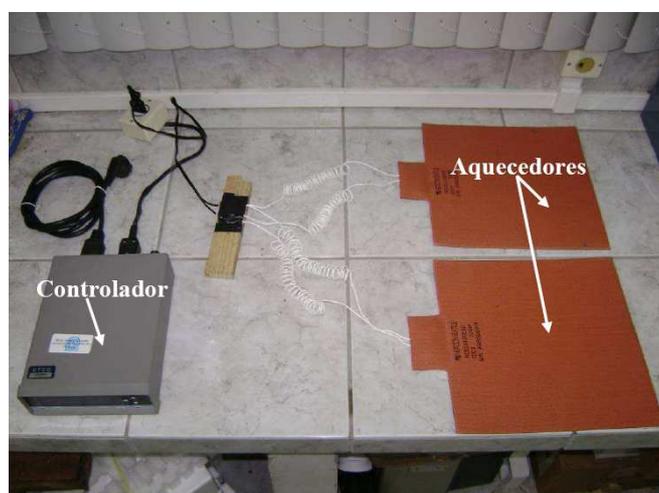


Figura 5. Montagem dos aquecedores para teste de funcionamento e para introdução nas placas receptoras.

Os testes de funcionamento dos aquecedores flexíveis, conforme mostra a Fig. (5), foram realizados utilizando-se um controlador de temperatura da Cole-Parmer, como forma de se verificar se os mesmos atendiam a necessidade dos dois patamares de temperatura necessários a moldagem das placas de CFRP.

A Figura (6) mostra os componentes do sistema em acordo com a concepção ilustrada na Fig. (4).

### 3.3.2. Desenvolvimento das placas receptoras

As placas receptoras (1), mostradas na Fig. (6b), foram dimensionadas a partir das medidas dos aquecedores se observando a capacidade de carga necessária para a moldagem da maior área útil possível, como descrito no item 3.2. Nesse projeto, a placa de aço 1020 utilizada para a recepção dos aquecedores flexíveis se encontra com a espessura maior do que a necessária, do ponto de vista da resistência mecânica. Entretanto, esta foi selecionada pela disponibilidade de uso.

### 3.3.3. Chapas de contato

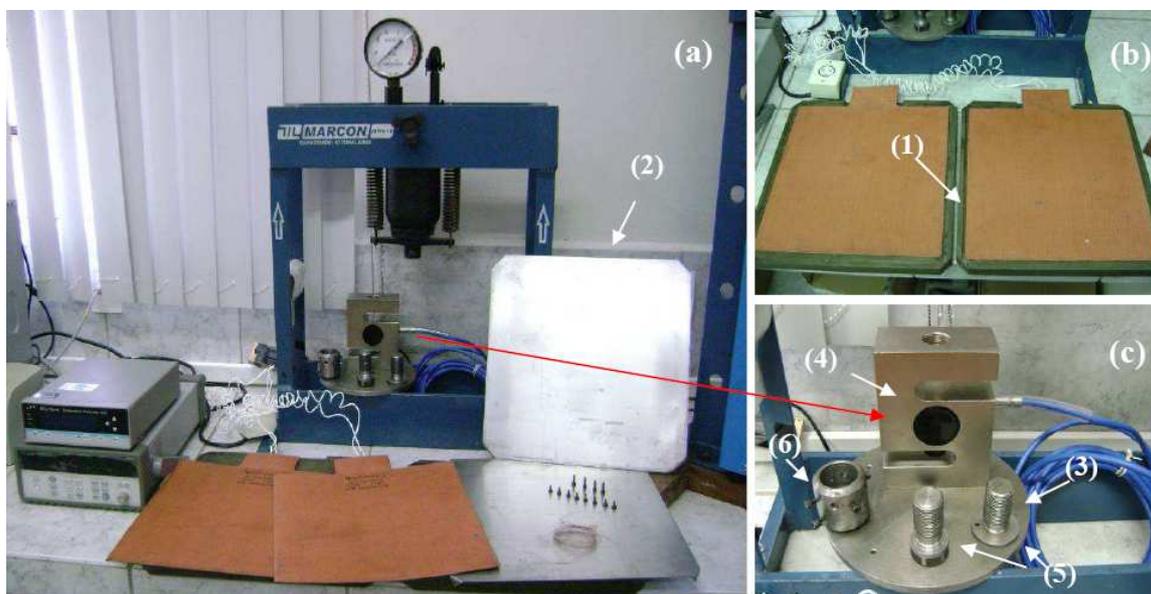
Sobre as placas receptoras foram instaladas chapas de contato em aço inox (2), como forma de evitar o contato direto dos aquecedores com o compósito a ser fabricado, conforme mostra a Fig. (6a).

### 3.3.4. Disco de elevação

O disco de elevação (3) apresentado na Fig. (6c), foi dimensionado a partir da necessidade de se erguer o conjunto superior de moldagem (placa receptora, chapa de aço inox e disco de elevação) que tem uma massa de aproximadamente 30 kg.

### 3.3.5. Seleção da célula de carga

A célula de carga (4) foi selecionada pelo nível de carregamento descrito no item 3.2. Trata-se do modelo Z-5T, da Alfa Instrumentos, mostrado na Fig. (6c). A célula possui furos com rosca nas duas extremidades, facilitando a instalação de parafusos (5), mostrados na Fig. (6c). Esses parafusos ligam as interfaces da célula de forma a complementar o conjunto de elevação, junto com um cilindro (6), como mostra a Fig. (6c), preso a haste do cilindro da prensa.



**Figura 6. (a) Peças componentes do sistema de moldagem, (b) placas receptoras e (c) conjunto de elevação.**

A introdução da célula de carga no sistema teve como objetivo quantificar precisamente a carga de moldagem durante o experimento, já que esta varia com a acomodação do compósito durante a moldagem e com a dilatação das peças componentes devido ao aquecimento do conjunto. Testes de aquecimento do conjunto montado mostraram que as temperaturas no local onde foi projetada a instalação da célula de carga são superiores a sua faixa de temperatura de trabalho relacionada na ficha técnica do fabricante (máxima de 60°C), esse fato impediu a sua colocação no sistema.

### 3.3.6. Substituição da célula de carga por um cilindro de aço

A solução encontrada para resolver o problema da instalação da célula de carga foi substituí-la por um cilindro de aço entre o sistema hidráulico da prensa e o disco de elevação, conforme a nova montagem apresentada na Fig. (7). Este fato resultou na necessidade de aferição não só da célula de carga, mas também do manômetro da prensa hidráulica.



Figura 7. Vista geral do sistema de prensagem uniaxial a quente para fabricação de compósitos.

### 3.4. Aferição da célula de carga Z-5T

A aferição da célula de carga, conforme mostra a Fig. (8), fez-se necessária para uma posterior aferição do manômetro da prensa de 10 toneladas. Para a realização do procedimento usou-se a máquina de ensaios Instron 5582 como padrão para as cargas a serem aplicadas.

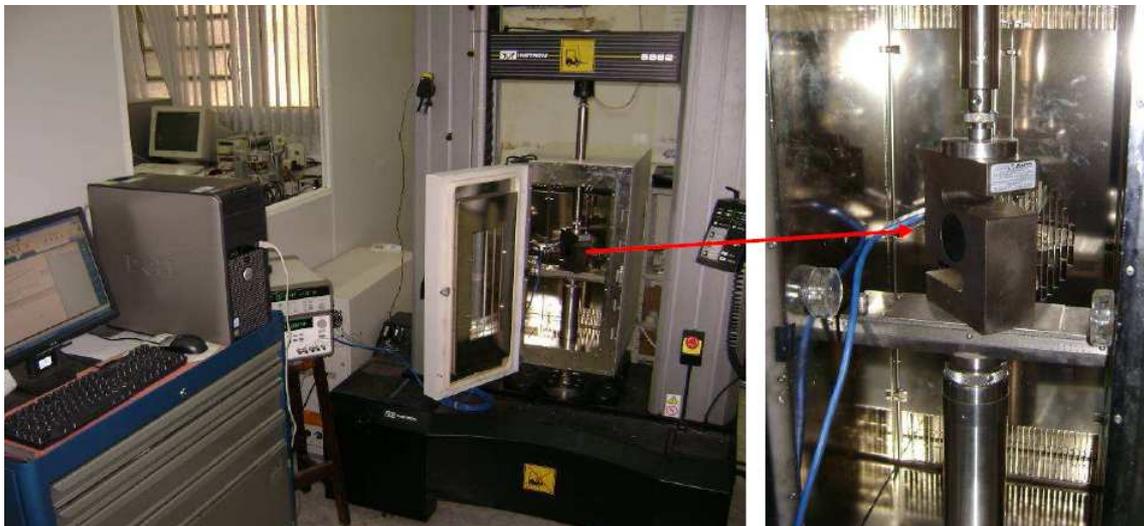


Figura 8. Aferição da célula de carga Z-5T utilizando a máquina de ensaios Instron 5582.

A obtenção da curva característica da célula de carga mostrada na Fig. (8) foi realizada aplicando-se cargas de compressão conhecidas, através da máquina de ensaios, com taxa de 2 kN/min., até 40 kN e armazenando simultaneamente os sinais elétricos no computador, usando para isso um sistema de aquisição de dados Agilent 34970A. A Figura (9) mostra o resultado desse procedimento de aferição.

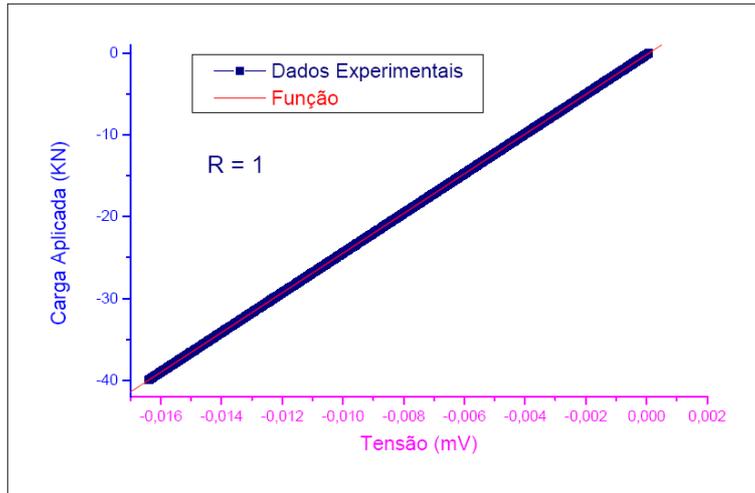


Figura 9. Relação entre carga aplicada e tensão elétrica de saída da célula.

O comportamento linear da tensão elétrica de saída na célula em função da carga aplicada na máquina gerou a função indicada pela Eq. (1).

$$P = 2426,310V - 0,18827 \quad (1)$$

Em que:

P = Carga aplicada, em KN;

V = Tensão elétrica, em V.

### 3.5. Aferição do manômetro da prensa

A Figura (10) mostra o procedimento de aferição do manômetro da prensa. Para isso, a célula de carga foi instalada no equipamento de moldagem conforme mostra a Fig. (10a). A obtenção da curva característica do manômetro foi feita com a aplicação de carga pelo cilindro da prensa, variável de acordo com as divisões apresentadas pelo mesmo, até um valor não superior a 40 kN na célula de carga. O valor apresentado pela célula foi medido através do sistema de aquisição de dados Agilent 34970A. Como resultado desta aferição, foi obtido o gráfico da Fig. (10b), onde se pode notar que há grande diferença dos valores medidos experimentalmente e os teóricos (célula de carga), demonstrando a necessidade de calibração futura do manômetro.

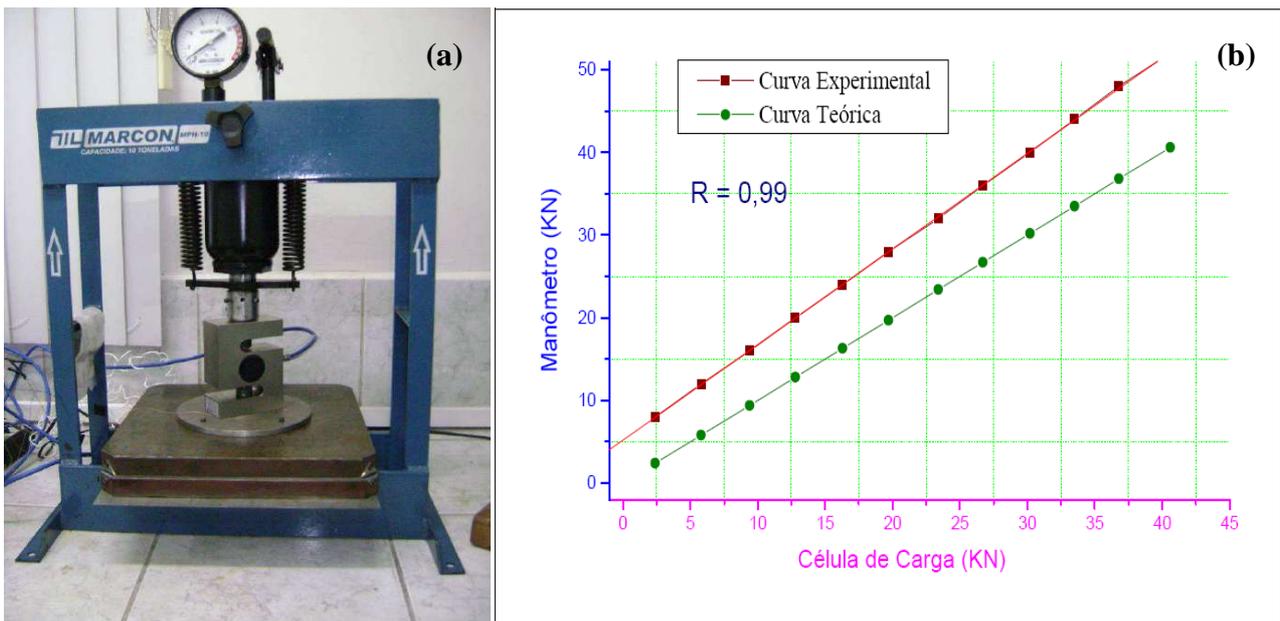


Figura 10. Aferição do manômetro da prensa. (a) Montagem física com a célula de carga. (b) Relação entre a célula de carga e o manômetro da prensa.

A relação entre os valores obtidos a partir do manômetro e os fornecidos pela célula aferida, descrevem uma função linear, indicada pela Eq. (2).

$$M = 1,1557Q + 519,10515 \quad (2)$$

Em que:

M = Carga aplicada medida no manômetro, em toneladas;

Q = Carga necessária para a moldagem, em kN.

### 3.6. Moldagem da amostra de CFRP

Na Figura (11) apresenta-se a amostra de CFRP sendo preparada para o teste de moldagem. Foram cortadas 4 tiras do pré-impregnado, fornecido pela Hexcel Composites, nas dimensões de 220 x 70 mm, conforme apresenta a Fig. (11a), que foram em seguida dispostas em camadas, formando a estrutura apresentada na Fig. (11b).

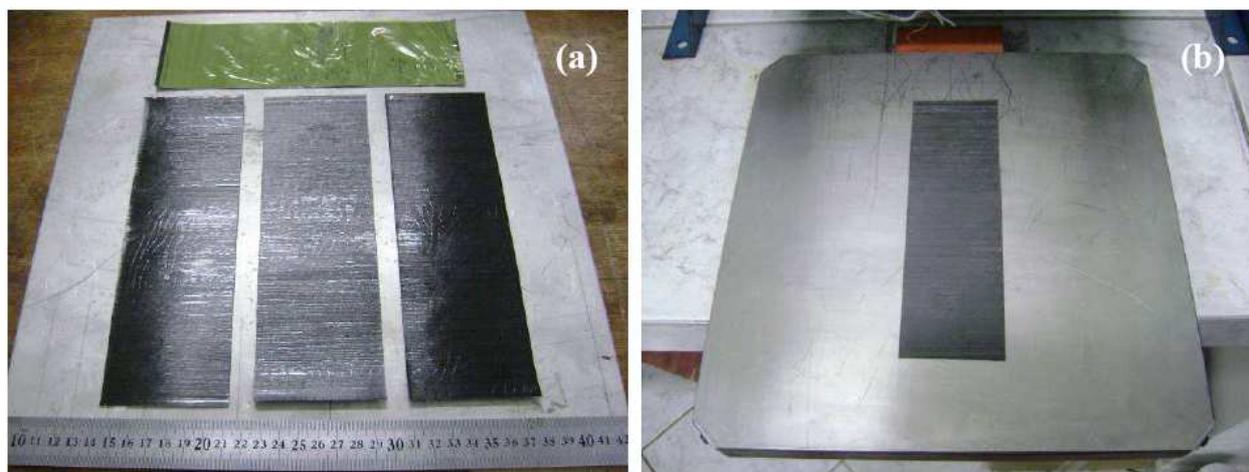


Figura 11. Preparação do pré-impregnado de CFRP. (a) Tiras de CFRP cortadas e (b) tiras formando um único elemento a moldar.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto e a construção de um equipamento para moldagem a quente de placas de compósitos a partir de adaptações eletro-mecânicas realizadas em uma prensa de capacidade 10 toneladas, conforme apresentado pela Fig. (7), foi realizado com sucesso.

A moldagem da amostra entre as chapas de contato foi realizada utilizando-se os dois patamares de temperatura recomendados pelo fabricante do pré-impregnado. Para a aquisição da temperatura foram utilizados termopares tipo K no centro das placas de inox na face em contato com o aquecedor e outro sobre o disco de elevação, resultando desta forma na curva de cura mostrada na Fig. (12). Observa-se que os níveis de temperatura, nos dois patamares, sobre o disco de elevação justificam a substituição da célula de carga conforme descrito no item 3.3, pois excedem ao limite máximo da faixa de trabalho do instrumento (60 °C).

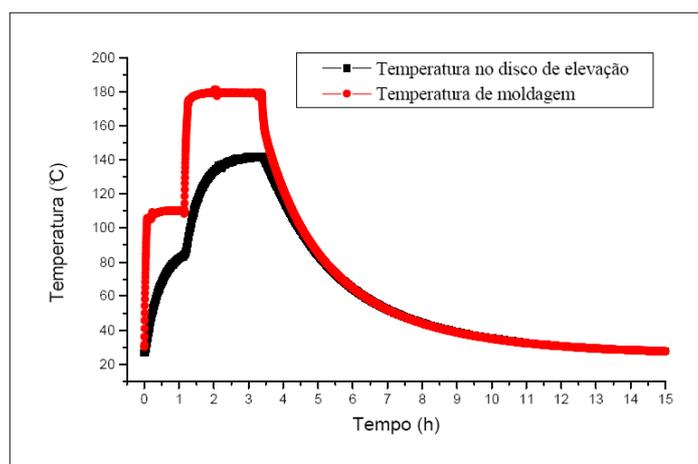


Figura 12. Perfil da temperatura na área de moldagem e na região do disco de elevação.

A Figura (13) ilustra a amostra produzida utilizando o procedimento descrito.

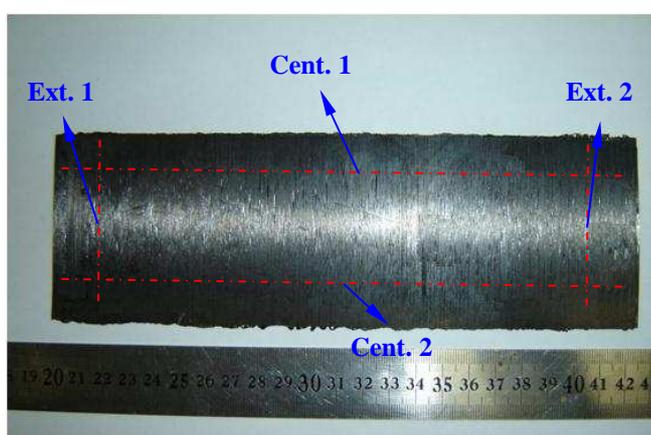


Figura 13. Amostra de CFRP produzida utilizando o sistema de prensagem uniaxial a quente.

Após a fabricação, a amostra foi medida com micrômetro em quatro linhas imaginárias, conforme indica a Fig. (13). O resultado das medições é apresentado na Tab. (1).

Tabela 1. Medição do grau de uniformidade da espessura da placa de CFRP.

	Cent. 1	Cent.2	Ext. 1	Ext. 2
Média (mm)	0,91	0,91	0,96	0,82
Desvio Padrão (mm)	0,06	0,07	0,06	0,04
Número de medidas	14	14	7	7

Como se pode observar a partir dos dados da Tab. (1) houve uma pequena diferença nos valores da média para as extremidades da placa de CFRP. O pequeno desvio padrão apresentado das medidas, demonstra o grau de uniformidade da amostra ao longo das linhas descritas.

## 5. CONCLUSÕES

A partir do resultado do teste de moldagem é possível afirmar que o sistema desenvolvido permite a fabricação de compósitos, especialmente, os CFRP por prensagem uniaxial a quente, de forma prática e com grande área útil. O equipamento desenvolvido permite a realização de vários patamares de temperatura, conforme exige a moldagem de pré-impregnados de CFRP. A placa obtida possui uma satisfatória uniformidade dimensional em termos de espessura, de modo que a incorporação futura de fios de NiTi para a fabricação de compósitos ativos usando o sistema desenvolvido já pode ser planejada.

## 6. REFERÊNCIAS

- CARBONFIBER, Usage of Carbon Fiber – Aircraft and Aerospace Field. Disponível em: <<http://www.carbonfiber.gr.jp/english/>>. Acesso em: 30 de julho de 2007.
- Choi, S., Lee, J. J., Lee, D. C., 2000, Thermal Buckling of Laminated Composite Beams with Embedded Shape Memory Alloy Actuators, *Journal of Composite Materials*, Vol. 34, n. 18, pp. 1529 – 1547.
- De Araújo, C. J., Rodrigues, L. F. A., Coutinho Neto, J. F., Reis, R. P. B., 2008, Fabrication And Static Characterization of Carbon Fiber-Reinforced Polymers With Embedded NiTi Shape Memory Wires Actuators. *Smart Materials and Structures*.
- Gomes, A. A. C., 2008, Configuração de Dispositivos para Ensaios de Geração de Força em Ligas com Memória de Forma e Fabricação de Compósitos Ativos. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande – PB.
- Jang, B. K., Kishi, T., 2005, Thermomechanical Response of TiNi Fiber-Impregnated CFRP Composites, *Materials Letters*, v. 59, pp. 2472 – 2475.
- Lee, J. J., Choi, S., 1999, Thermal Buckling and Postbuckling Analysis of a Laminated Composite Beam with Embedded SMA Actuators, *Composite Structures*, Vol. 47, pp. 695 – 703.
- Loughlan, J., Thompson, S.P, Smith, H., 2002, Buckling control using embedded shape memory actuators and the utilisation of smart technology in future aerospace platforms *Composite Structures* v.58, p. 319–347.
- Otsuka, K., Wayman, C.M., 1998, *Shape Memory Materials*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Paine, J. S. N., Rogers, C. A., 1991, The Effect of Thermoplastic Composite Processing on The Performance of Embedded Nitinol Actuators, *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, v. 4, pp. 102 – 122.
- Thompson, S.P, Loughlan, J., 2001, Enhancing the post-buckling response of a composite panel structure utilising shape memory alloy actuators - a smart structural concept, *Composite Structures*, v.51 p. 21-36.
- Tsoi, K. A., Schrooten, J., Zheng, Y., Stlmans, R., 2005, Thermomechanical response of TiNi fiber-impregnated CFRP composites, *Materials letters*, v. 59, p. 2472-2475.
- Turner, T. L., Lach, C. L., Cano, R. J., 2001, Fabrication and Characterization of SMA Hybrid Composites, *Proceedings of SPIE 8th Annual International Symposium on Smart Structures and Materials; Active Materials: Behavior and Mechanics*, C. S. Lynch (Editor), SPIE Vol. 4333, Newport Beach, CA, Paper No. 4333-60.
- Wei, Z. G., Sandstrom, R., Miyazaki, S., 1998, “Shape memory materials and hybrid composites for smart systems - Part II: Shape-memory hybrid composites”, *Journal of Materials Science*, Vol. 33, pp. 3763 – 3783.
- Xu, Y., Otsuka, K., Nagai, H., Yoshida, H., Asai, M., Kishi, T., 2003, “A SMA/CFRP hybrid composite with damage suppression effect at ambient temperature”, *Scripta Materialia*, Vol. 49, pp. 587–593.
- Zheng, Y., Cui, L., Schrooten, J., 2005, Thermal cycling behaviors of a NiTiCu wire reinforced Kevlar/epoxy composite, *Materials letters*, v. 59, p. 3287-3290.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

# CONCEPTION AND ASSEMBLY OF A COMPOSITE PROCESSING SYSTEM BY HOT UNIDIRECTIONAL PRESSURE

Luiz Fernando Alves Rodrigues, [luizalvescg@yahoo.com.br](mailto:luizalvescg@yahoo.com.br)<sup>1</sup>

Antônio Aristófanos da Cruz Gomes, [antonioaristofanes@yahoo.com.br](mailto:antonioaristofanes@yahoo.com.br)<sup>2</sup>

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior, [engenheiromec@yahoo.com.br](mailto:engenheiromec@yahoo.com.br)<sup>1</sup>

Carlos José de Araújo, [carlos@dem.ufcg.edu.br](mailto:carlos@dem.ufcg.edu.br)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Departamento de Engenharia Mecânica, Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, CEP: 58429-140, Campina Grande – PB, Brasil.

<sup>2</sup>Chemtech, A Siemens Company. Rua da Quitanda, 50 - 21º andar, CEP: 20011-030 - Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

**Abstract.** *To give support to the development of studies and evaluation of composite materials, mainly the laminated of carbon fiber reinforced polymers (CFRP) with embedded shape memory alloy wire actuators, accomplished by the Multidisciplinary Laboratory on Active Materials and Structures (LaMMEA) of the Federal University of Campina Grande (UFCG), it is necessary a simple and effective apparatus to obtaining those materials with dimensional quality. Thus, the objective of the present work is the design and assembly of an apparatus for hot molding of CFRP thin plates from done electro-mechanic adaptations in a press of 10 ton. These adaptations had consisted of the introduction of a load cell with compatible capacity, metallic plates and flexible electrical heaters. Some tests carried out have proved the effectiveness of the proposed equipment, being possible the fabrication of CFRP composites with satisfactory dimensional quality.*

**Keywords:** *Composites, shape memory alloys, CFRP, composites processing*