

# Projeto de um Equipamento Para Testes de Fadiga em Implantes da Coluna Vertebral

Alexandre Coutinho Mateus, Laboratório de Projetos Mecânicos, Universidade Federal de Uberlândia, UFU, e-mail: [acmateus@ig.com.br](mailto:acmateus@ig.com.br), home-page: <http://www.mecanica.ufu.br/>

Cleudmar Amaral de Araújo, Laboratório de Projetos Mecânicos - Faculdade de Engenharia Mecânica, UFU, e-mail: [cleudmar@mecanica.ufu.br](mailto:cleudmar@mecanica.ufu.br), home-page: <http://www.mecanica.ufu.br/>

Irineu Leite, Neoortho, e-mail: [ileite@neoortho.com.br](mailto:ileite@neoortho.com.br), home-page: <http://www.neodente.com.br>

## Introdução

A coluna vertebral é formada por um conjunto de vértebras separadas entre si por um disco intervertebral. Constituinte a base do tronco, proporcionando suporte rígido e flexível, composto por 33 vértebras formando cinco regiões as quais: cervical, torácica, lombar, sacral e coccígea. Entre as vértebras sobrepõem-se os discos intervertebrais que são bastante deformáveis, permitindo mudanças quanto à forma da coluna vertebral. O surgimento dos parafusos pediculares possibilitou a realização da instrumentação segmentar da coluna mais estável, tornando-se atualmente um procedimento padrão para a realização das cirurgias de correção, estabilização de deformidade e instabilidade da coluna em patologias torácicas, lombares e sacrais. O segmento vertebral mais favorável para a implantação do parafuso é a região lombar, devido ao maior diâmetro dos pedículos (DICK, 1985; KOTHE et al., 1996; WEINSTEIN, SPRATT e SPENGLER, 1988).

Sistemas tipo Cage são utilizados para a reconstrução da coluna anterior do segmento vertebral através do preenchimento com osso esponjoso oriundo do próprio corpo vertebral ressecado ou do osso ilíaco.

Testes de força em sistemas de parafusos pediculares ou cages são feitos pela aplicação de uma carga progressiva até que ocorra uma falência estrutural. O teste de fadiga consiste em aplicar ciclicamente um percentual da carga máxima de compressão da força suportada pelo sistema até que ocorra a falha estrutural. Baseado em procedimentos descritos pelas normas ASTM F171704 e F1798 2003 é possível determinar o limite de resistência à fadiga causado pela tensão cíclica do dispositivo de fixação. Em geral, a obtenção da curva S x N nestes sistemas exige grande esforço do equipamento elevando os custos de tais testes.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um equipamento para teste de fadiga dedicado a implantes da coluna vertebral.

## Metodologia

Conjuntos de implantes para a coluna são projetados para fornecer alguma estabilidade para a espinha enquanto ocorre a regeneração dos ligamentos da articulação. Os testes podem ser utilizados para avaliar diferentes projetos de sistemas de implantes através de uma caracterização estática e dinâmica. As figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, o modelo de um Cage e o modelo de um implante de coluna lombar sendo testados em uma máquina universal de ensaio da MTS

(MTS 810) pertencente ao Laboratório de Projetos Mecânicos.



Figura 1 – Cage 25 x 80 da Neoortho testado na MTS 810.



Figura 2 – Sistema de implante de coluna da Neoortho testado na MTS 810.

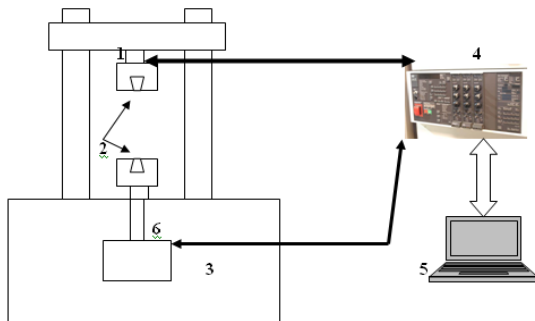
De acordo com a norma ASTM F1717-04, a falha do sistema de implante da coluna está relacionada com uma deformação permanente resultante de fratura ou deformação plástica ou desaperto dos parafusos que possibilite que o conjunto não suporte os carregamentos impostos. O limite de resistência a fadiga é definido como o número de ciclos de carga (N) que o sistema de implante da coluna suporte antes de ocorrer a falha. As máquinas de ensaio devem estar em conformidade com as práticas E4. Os ensaios nos sistemas de implantes da coluna simulam uma carga de compressão. Na parte superior da garra, o suporte deve girar livremente para acomodar excentricidades.

A MTS 810 possui uma estrutura rígida e altas capacidades para testar os implantes mostrados nas figs. 1 e 2. Além disso, existe a necessidade de construção de suportes específicos e métodos de análise específicos que normalmente não são definidos nos aplicativos do equipamento. Para solucionar este problema e possibilitar a aplicação das normas para ensaios de fadiga ASTM F171704 e F1798 2003 está sendo projetado um equipamento de fadiga dedicado a tais sistemas biomecânicos, ou seja, implantes da coluna vertebral. O equipamento está sendo concebido utilizando uma saída auxiliar da válvula de pressão da unidade hidráulica da MTS 810, fig. 3.



**Figura 3 – Saída auxiliar da válvula de pressão MTS 810.**

A figura 4 mostra um desenho esquemático dos elementos presentes no equipamento projetado. O equipamento está sendo projetado para uma capacidade máxima de 3000 kgf e frequência máxima de 15 Hz.



- (1) Célula de carga; (2) Garras; (3) LVDT; (4) Controlador 458.20; (5) Microcomputador; (6) Atuador

**Figura 4 – Saída auxiliar da válvula de pressão.**

O controlador 458.20 possui módulos específicos para aplicação de ensaio de fadiga, porém, não possui estrutura de controle adaptada a um aplicativo modular e que utilize soluções específicas para a análise de sistemas de implantes de coluna vertebral, como os mostrados nas figuras 1 e 2.

Neste trabalho descreve-se as funcionalidades do controlador que fará parte do equipamento e mostrar o aplicativo em ambiente LabView proposto para operar adequadamente o controlador.

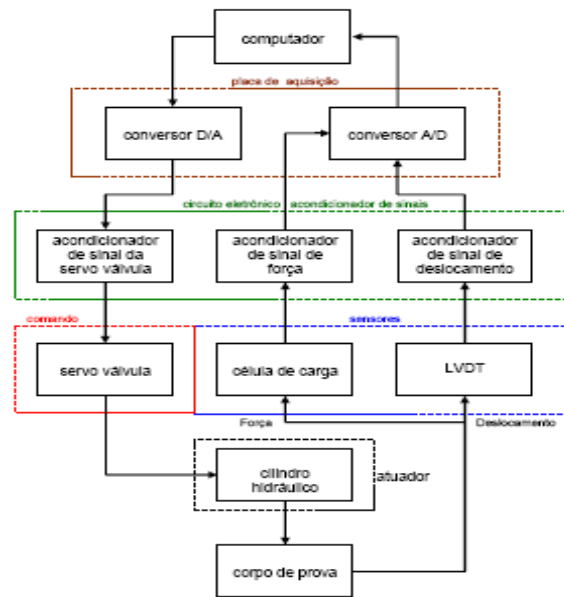
## Resultados

O programa LabView desenvolvido faz a aquisição e transfere os sinais de tensão a uma placa de aquisição conectada a um micro-computador. A figura 5 mostra um esquema de funcionamento do controlador com o aplicativo LabView. A figura 6 mostra uma das telas operacionais desenvolvida no aplicativo LabView.

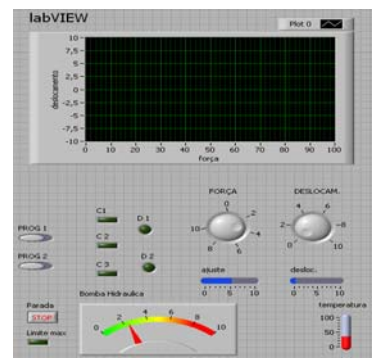
## Conclusão

Existem no mercado máquinas de fadiga dedicadas para sistemas biomecânicos. Porém, são de alto custo e de arquitetura fechada. O projeto de um equipamento para ensaio de fadiga dedicado, modular e aberto propicia a aplicação, não somente em implantes de coluna, bem como, em outros sistemas biomecânicos. Este projeto encontra-se em desenvolvimento e

pretende utilizar facilidades disponíveis no laboratório de projetos mecânicos.



**Figura 5: Desenho Esquemático do Sistema do Controlador Hidráulico.**



**Figura 6: Interface de comunicação em LabVIEW utilizada com o controlador 458.20.**

## Agradecimentos

À FAPEMIG, FEMEC/LPM

## Referências bibliográficas

- HA, Q. P.; NGUYEN, Q. H.; RYE, D. C.; DURRANT-WHYTE, H. F. Impedance control of a hydraulically actuated robotic excavator. Australian center for field robotics, University of Sydney, Sydney, Australia, 2006.
- KNOHL, T. ; UNBEHAUEN, H. Adaptive position control of electro hydraulic servo systems using ANN. Control Engineering Laboratory, Department of Electrical Engineering and Information Sciences, Ruhr-University, Bochum, Germany.
- MIHAJLOV, M.; NIKOLIC, V.; ANTIC, D. Position control of an electro-hydraulic servo system using sliding mode control enhanced by fuzzy PI controller.