

# Metodologia de Caracterização Mecânica para Haste Intramedular

**Rômulo de Freitas Farias**, Laboratório de Ensaios Mecânicos, Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia – SENAI / CIMATEC

e-mail: [romulofarias@cimatec.fieb.org.br](mailto:romulofarias@cimatec.fieb.org.br)

**Pollyana da Silva Melo**, Laboratório de Ensaios Mecânicos, Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia – SENAI / CIMATEC

e-mail: [pollyanad@cimatec.fieb.org.br](mailto:pollyanad@cimatec.fieb.org.br)

**Camilo Bento Carletti**

e-mail: [camilocarletti@yahoo.com.br](mailto:camilocarletti@yahoo.com.br)

**Josiane Dantas Viana**, Laboratório de Ensaios Mecânicos, Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia – SENAI / CIMATEC

e-mail: [josianedantas@cimatec.fieb.org.br](mailto:josianedantas@cimatec.fieb.org.br)

## Introdução

A osteossíntese intramedular é considerada a melhor opção para o tratamento das fraturas do fêmur, do ponto de vista anatômico, funcional e fisiológico. Em determinados tipos de fratura, no entanto, a estabilização com hastes convencionais é deficiente, especialmente nas fraturas diafisárias baixas e nas cominutivas. Os sistemas de haste intramedular expandiram as indicações da osteossíntese intramedular nas fraturas diafisárias do fêmur. <sup>(1)</sup> Esse produto permanece em constante desenvolvimento no que diz respeito a sua estrutura, forma e introdução de parafusos de bloqueio e canal de guia, visando sempre aumentar o desempenho do mesmo em relação à transferência de carga por meio da fratura mantendo o alinhamento dos ossos e favorecendo a recuperação do paciente. A avaliação e caracterização desses produtos são realizadas através de ensaios e procedimentos padronizados por normas. A norma ASTM F 1264 estabelece ensaios (estático e dinâmico) para haste intramedular e para parafusos de bloqueio, visando qualificar e quantificar as propriedades mecânicas. Este estudo prioriza os anseios dos fabricantes e fornecedores, assim como a ANVISA, de padronizar e qualificar hastes intramedulares, atendendo as especificações da norma ASTM F 1264 <sup>(2)</sup>.

## Procedimento Experimental

Os ensaios realizados buscam a determinação das propriedades mecânicas de hastes intramedulares, de acordo com a norma ASTM F 1264, onde especifica o ensaio de flexão em 4 pontos (estático e dinâmico) para hastes intramedulares.

Para a realização dos ensaios foram coletados 11 corpos-de-prova de hastes intramedulares bloqueadas cefálicas – aço inoxidável (10 mm de diâmetro e 340 mm de comprimento), onde 3 amostras foram utilizadas para realização do ensaio estático (flexão em 4 pontos), com o objetivo de determinar a força máxima e mínima a serem utilizadas posteriormente no ensaio dinâmico de fadiga. As 8 hastes restantes foram submetidas ao ensaio dinâmico de fadiga. O ensaio estático foi realizado a uma velocidade de 5 mm/min e seu sistema de fixação se deu por meio de um dispositivo específico para ensaio de flexão em 4 pontos, onde foi possível determinar a carga máxima suportada pela haste em análise.

O ensaio de fadiga foi realizado baseado no procedimento da norma ASTM F 1264. Foi utilizado uma frequência de 5 Hz e cargas compressivas até que atingisse 1 milhão de ciclos. A realização do ensaio de fadiga somente é possível após a obtenção da carga máxima (ensaio estático) de flexão devido à necessidade de determinar os níveis de carga a serem utilizadas no ensaio dinâmico. A norma determina que a razão entre as cargas mínima e máxima do ensaio de fadiga deve ser maior ou igual a 0,1, como segue na Equação (1).

$$R = \frac{\text{Carga}_{\text{mínima}}}{\text{Carga}_{\text{máxima}}} \geq 0,1 \quad (1)$$

Conforme recomendado na norma ASTM F 1264, para o ensaio dinâmico de fadiga devem-se utilizar níveis de carregamento na ordem de 75%, 50% e 25% da carga máxima. Porém, para que se tenha uma evidência do

comportamento da amostra em outros níveis de carga, foi realizada uma redução dos mesmos partindo de 75% até 35%, com uma variação de 10%. Para garantir a total reprodutibilidade dos resultados, foi utilizada também como referência a norma ASTM E 739 <sup>(3)</sup>, para ser estudado de forma estatística os diversos níveis de carregamento, com réplica de 50% nos pontos de: 75%, 55% e 35%.

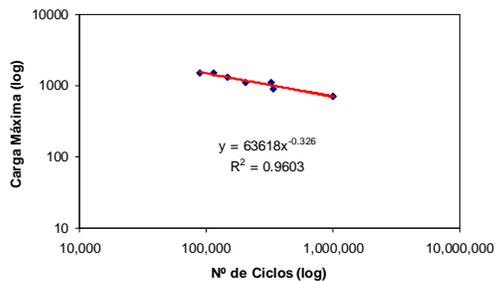
### Resultados e Discussão

A tabela 01 apresenta todos os resultados de carga máxima encontrados através do ensaio de flexão em 4 pontos (estático).

**Tabela 01 - Valores de carga obtidos no ensaio de flexão de quatro pontos.**

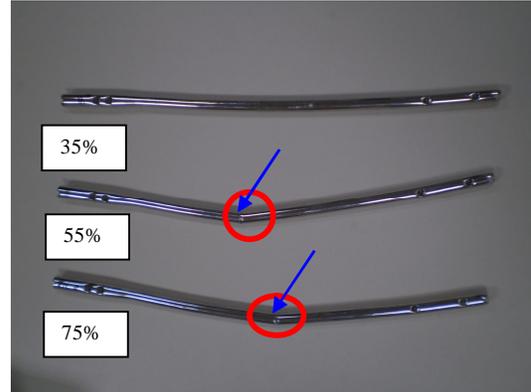
Ensaio estático de Flexão em 4 pontos	
Amostras	Carga Máxima (N)
CP1	3483.0
CP2	3777.0
CP3	3798.0
Média	3686.0
D.P.	176.1

Observamos a boa reprodutibilidade dos resultados, uma vez que o comportamento das amostras foi semelhante, apresentando dessa forma um desvio padrão baixo. Para o ensaio de fadiga (dinâmico) foram analisados 5 (cinco) níveis de carregamento com réplica de 50%. A figura 01 representa a curva de Wöhler, onde podemos observar o desempenho de fadiga para todas as amostras analisadas.



**Figura 01 - Níveis de carregamento versus nº de ciclos.**

A partir do estudo realizado nos diversos níveis de carregamento, observamos que as hastes intramedulares suportaram 1 milhão de ciclos com o carregamento cíclico de 35% da carga máxima (média) de flexão sem apresentar nenhuma fratura, apresentando dessa forma um limite de fadiga de 709,6 N conforme pode ser observado na Figura 02.



**Figura 02 - Amostras das réplicas submetidas ao ensaio de fadiga.**

### Conclusão

A metodologia de caracterização da resistência mecânica de hastes intramedulares, seguindo a norma ASTM F 1264 apresentou de forma prática um procedimento onde se pode avaliar claramente a melhoria da evolução do desenvolvimento de novos produtos no âmbito osteossíntese intramedular para tratamento da fratura de fêmur.

### Referencias Bibliográficas

- (1) Oliveira, L. P.; Mathias, J. C.; Guimaraes, J. A. M., Haste intramedular bloqueada: descrição de técnica de bloqueio distal do fêmur, Rev. Bras. Ortop., Vol. 29, n 7, Julho – 1994, p. 527 a 530.
- (2) ASMT F1264 – 2007, “Standard Specification and Test Methods for Intramedullary Fixation Device”, 18p.
- (3) ASTM E739 – 2004, Standard Practice for Statistical Analysis of Linear or Linearized Stress-Life (S-N) and Strain -Life (ε-N) Fatigue Data, 7p.