

# Desenvolvimento de uma técnica de recuperação de fraturas para ossos longos de grandes animais utilizando haste intramedular bloqueada de material polimérico biocompatível

**Luciano Brito Rodrigues**, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, [rodrigueslb@gmail.com](mailto:rodrigueslb@gmail.com)

**Estevam Barbosa de Las Casas**, Depto. de Engenharia de Estruturas, UFMG, [estevam@dees.ufmg.br](mailto:estevam@dees.ufmg.br)

**Rafael Resende Faleiros**, Depto. de Clínica e Cirurgia Veterinária, UFMG, [faleiros@ufmg.br](mailto:faleiros@ufmg.br)

**Jorge Milton Elian Saffar**, Setor de Testes Físicos, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, [jorge.saffar@cetec.br](mailto:jorge.saffar@cetec.br)

**Hans-Joachim Menzel**, Depto. de Esportes, UFMG, [menzel@ufmg.br](mailto:menzel@ufmg.br)

## Introdução

Nos últimos anos a haste intramedular bloqueada metálica vem sendo utilizada no tratamento de fraturas de ossos longos dos animais de grande porte (Watkins, 1990; McClure et al, 1998; McDuffee et al, 2000; Galuppo et al, 2002). Mais recentemente, hastes intramedulares bloqueadas confeccionadas de material polimérico (polipropileno) foram testadas *in vivo* no tratamento de fraturas de úmeros de bezerros neonatos apresentando resultados satisfatórios e promissores (De Marval, 2006). Outros estudos porém são necessários na determinação do polímero mais adequado para utilização como haste. Uma opção para a escolha deste material sem a necessidade da realização de muitos experimentos *in vivo* pode ser obtida com a utilização de modelos computacionais, que além de serem ética e economicamente viáveis, podem permitir a verificação de diversas alternativas de projeto para a haste intramedular.

Este trabalho tem como principal objetivo a obtenção de uma técnica de recuperação de fraturas eficiente e economicamente viável para ossos longos de grandes animais com o desenvolvimento de um projeto de haste intramedular bloqueada de material polimérico biocompatível.

## Metodologia Proposta

O projeto consiste na seleção do material polimérico para confecção da haste e do tipo de parafuso que será utilizado na fixação do conjunto. A seleção ocorrerá em etapas seqüenciadas compreendendo análises

computacionais, testes físicos *ex vivo* e experimentos *in vivo*.

As análises computacionais serão realizadas com modelos tridimensionais em elementos finitos do osso, da haste e dos parafusos de bloqueio. Ao final serão escolhidos três tipos de materiais poliméricos e um tipo de parafuso os quais serão submetidos a testes físicos *ex vivo*. Os testes físicos avaliarão o comportamento mecânico do conjunto osso-implante quando submetido a esforços de torção, compressão e flexão, típicos da biomecânica do sistema músculo-esquelético de grandes animais e que são críticos no período pós-operatório até a consolidação da fratura. Os resultados destes testes, em conjunto com as análises computacionais, permitirão escolher o polímero mais adequado para ser utilizado em um experimento *in vivo*, o qual permitirá avaliar o comportamento do material no ambiente biológico e a verificação da técnica de implantação proposta. Os resultados clínicos serão analisados e comparados com as avaliações computacionais e testes *ex vivo* para as devidas conclusões sobre a eficiência da técnica de redução de fratura.

## Atividades Desenvolvidas

O projeto encontra-se na etapa de desenvolvimento das análises computacionais, onde um modelo do osso bovino (fêmur), representado por sua diáfise foi construído. Os parâmetros geométricos do modelo foram determinados após a análise morfológica de fêmures de bovinos neonatos, onde os métodos a inspeção macroscópica e radiográfica foram utilizados. Os modelos dos parafusos foram projetados de acordo com

as prescrições das normas NBR ISO 5835 e da NBR ISO 9268 (ABNT, 1996; 1998). O coeficiente de Poisson ( $\nu = 0,35$ ) e o módulo de elasticidade do osso ( $E = 20\text{GPa}$ ), haste polimérica ( $E = 1,55\text{ GPa}$ ) e dos parafusos metálicos ( $E = 210\text{ GPa}$ ) foram definidos com base na literatura (Black & Hastings, 1998). Nesta etapa da análise os materiais foram considerados lineares elásticos isotrópicos.

Para submeter o modelo computacional aos esforços mecânicos atuantes na estrutura óssea, com base nas situações reais e mais desfavoráveis, foram realizados experimentos para determinar as forças atuantes nos membros de bezerras neonatos. Assim, foram determinadas as forças de reação do solo nas condições de estação e caminhada. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, que possui uma plataforma de força (modelo: OR6-7; fabricante: AMTI; USA) embutida e nivelada ao solo e programas para aquisição de sinais e análise de dados (SIMI Motion 6.0). Foram registradas as curvas da componente vertical da força de reação do solo em relação ao tempo.

### Resultados e Discussão

A análise morfológica permitiu a construção de um modelo geométrico do osso considerando seus detalhes geométricos, como a diferença de diâmetros da cortical e do canal medular nos terços proximal, central e distal.

As forças de reação do solo com os animais na condição de estação foram maiores nos membros anteriores que nos posteriores, permitindo afirmar que maior parcela do peso corporal e, conseqüentemente, o centro de gravidade, estão localizados mais próximos da região torácica (membros anteriores). Estes resultados estão de acordo com a afirmação da literatura e apresentam ainda uma distribuição percentual próxima ao estabelecido para outras espécies (Badoux, 1986).

O valor médio das forças máximas de reação do solo na condição de caminhada corresponde à cerca de 50% do peso do animal e as curvas da variação da força em relação ao tempo assemelham-se às curvas obtidas na marcha normal de humanos encontradas em literaturas de referência (Vaughan et al, 1999).

Os resultados preliminares da avaliação computacional permitiram verificar a ocorrência do efeito de blindagem proporcionada pelo parafuso, com a ocorrência das maiores tensões na região do conjunto com maior rigidez. A representação do parafuso com todos os seus detalhes geométricos permitiu identificar melhor os locais de maior ocorrência das tensões e das pressões de contato na interface osso-implante.

### Referências bibliográficas

- ABNT. NBR ISO 5835 - Implantes para cirurgia – Parafusos ósseos metálicos com conexão para chave hexagonal, parte inferior da cabeça de forma esférica e rosca assimétrica – Dimensões, 1996.
- ABNT. NBR ISO 9268 - Implantes para cirurgia – Parafusos ósseos metálicos com superfície inferior da cabeça de forma cônica – Dimensões, 1998.
- Badoux, D.M. Biostática e Biodinâmica Gerais. In: Anatomia dos Animais Domésticos, R. Getty, (Ed.), Rio de Janeiro: Guanabara, pp. 47-79, 1986.
- Black, J.; Hastings, G. Handbook of Biomaterial Properties. Londres: Chapman & Hall, 1998.
- De Marval, C.A. Estudo ex vivo e in vivo de polímero biocompatível como material alternativo na confecção de haste bloqueada para redução de fraturas em úmeros de bezerras. (Dissertação). Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Escola de Veterinária. UFMG, 2006.
- Galuppo L.D.; Stover, S.M.; Aldridge, A.; Hewes, C.; Taylor, K.T. An in vitro biomechanical investigation of an MP35N intramedullary interlocking nail system for repair of third metacarpal fractures in adult horses. *Vet Surg.*, 31(3):211-25, 2002.
- McClure, S.R.; Watkins, J.P.; Ashman, R.B. In vitro evaluation of intramedullary interlocking nail fixation of transverse femoral osteotomies in foals. *Vet. Surg.*, 27, 29 - 36, 1998.
- McDuffee, L.A.; Stover, S.M.; Bach, J.M.; Taylor, K.T. An in vitro biomechanical investigation of an equine interlocking nail. *Veterinary Surgery*, v. 29, p. 38-47, 2000.
- Watkins, J.P. Intramedullary interlocking nail fixation in foals. *Vet Surg.*, 19: 80, 1990.
- Vaughan, C.L.; Davis, B.L.; O'Connor, J.C. Dynamics of Human Gait. Cidade do Cabo: Kiboho Publishers, 1999.