

EFEITO DO ATRITO NO MEMBRO RESIDUAL NUMA AMPUTAÇÃO TRANSFEMORAL – INFLUÊNCIA DO MODELO CONSTITUTIVO DOS MATERIAIS

Armando Ramalho ^{1,2}, Miguel Ferraz ³, Marcelo Gaspar ⁴, Carlos Capela ^{2,5}

¹ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal, aramalho@ipcb.pt

² CEMMPRE, Universidade de Coimbra, Portugal

³ Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, 2170169@my.ipleiria.pt

⁴ CPRSP, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, marcelo.gaspar@ipleiria.pt

⁵ Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, carlos.capela@ipleiria.pt

RESUMO

Neste artigo é avaliado o efeito das propriedades mecânicas e tribológicas dos materiais na interação entre os diversos componentes da prótese numa amputação transfemoral, através de uma análise por elementos finitos. O modelo numérico é desenvolvido sobre o software MSC.marc. O atrito vai influenciar a distribuição de tensões entre as diversas interfaces – prótese/liner, liner/tecidos moles e tecidos moles/osso cortical. A distribuição das tensões de corte junto às interfaces, influencia o conforto do paciente, sendo uma das principais causas da geração de úlceras de pressão nos pacientes amputados que usam este tipo de próteses.

É analisada a influência dos modelos constitutivos utilizados na modelação dos tecidos moles e do liner, na distribuição de tensão. Em concreto são comparados os resultados obtidos com a utilização de um modelo linear elástico com os obtidos com modelos hiperelásticos.

Palavras-chave: Método dos elementos finitos / Tensões de contacto / Amputação transfemoral / Modelos constitutivos / Atrito

1. INTRODUÇÃO

A distribuição das tensões de corte na interface entre o liner e os tecidos moles é uma das principais causas do desenvolvimento de úlceras de pressão nos pacientes com amputação transfemoral, Sanders *et al.* (1992).

O coeficiente de atrito tem grande influência na intensidade das tensões de corte que se desenvolvem ao nível das interfaces das próteses nos pacientes amputados nos membros inferiores, Ramalho *et al.* (2020).

No presente artigo é avaliado o campo de tensões nas interfaces de uma prótese de um paciente com amputação transfemoral, através de simulação numérica por elementos finitos sendo analisada a influência dos modelos reológicos utilizados na modelação do comportamento mecânico do material do liner e dos tecidos moles. O modelo anteriormente apresentado pelos autores em Ramalho *et al.* (2020), é melhorado ao nível da geometria e da caracterização dos materiais. Na definição dos modelos hiperelásticos, são utilizados os parâmetros e caracterização mecânica apresentados em Kallin *et al.* (2019) e Sanders *et al.* (2004).

2. DESCRIÇÃO

O modelo bidimensional de elementos finitos anteriormente apresentado pelos autores em Ramalho *et al.* (2020), foi melhorado ao nível da definição da geometria. Foram obtidos diversos pontos nos perfis do fémur e do coto apresentados em Hoellwaarth (2020). Estes pontos permitiram a obtenção dos perfis através de interpolação por splines cúbicas. Manteve-se a formulação 2D axi-simétrica anteriormente utilizada. No suporte do coto é utilizado uma fundação elástica.

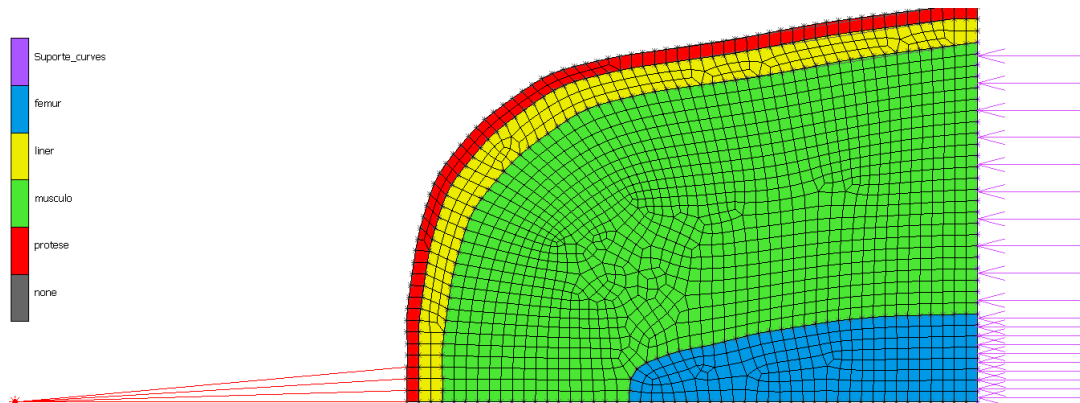


Fig. 1 – Modelo numérico

O modelo de escorregamento foi adaptado para permitir a caracterização hiperelástica do liner e dos tecidos moles. Para suportar as grandes deformações, manteve-se o algoritmo de refinamento automático da malha, baseado na deformação ao nível dos elementos.

3. CONCLUSÕES

O modelo numérico desenvolvido produz resultados coerentes com os apresentados por outros autores. A rigidez e a anisotropia do material da prótese influenciam o campo de tensões de contato desenvolvido no membro residual de uma amputação transfemoral. Os modelos constitutivos usados para caracterizar os materiais do liner e dos tecidos moles influenciam os campos de tensões de contato desenvolvidos no membro residual.

REFERÊNCIAS

- Hoellwarth, J.S., Al Muderis, M., Rozbruch, R.S. (2020). Cementing Osseointegration Implants Results in Loosening: Case Report and Review of Literature. *Cureus* 12(2): e7066. DOI10.7759/cureus.7066.
- Kallin, S., Rashid, A., Salomonsson, K. and Hansbo, P. Comparison of mechanical conditions in a lower leg model with 5 or 6 tissue types while exposed to prosthetic sockets applying finite element analysis. *ArXiv*, pp. 1–27, 2019.
- Ramalho, A., Ferraz, M., Gaspar, M., Capela, C. (2020). Development of a preliminary finite element model to assess the effects of friction on the residual limb of a transfemoral amputee. *Mater. Today Proc.*, vol. 33, pp. 1859–1863, doi: 10.1016/j.matpr.2020.05.199.
- Sanders, J.E., Daly, C.H., Burgess, E.M. (1992). Interface shear stresses during ambulation with a below-knee prosthetic limb, *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 29(4): 1-8.
- Sanders, J.E., Nicholson, B.S., Zachariah, S.G., Cassisi, D.V., Karchin, A., Ferguson, J.R. (2004). Testing of elastomeric liners used in limb prosthetics: Classification of 15 products by mechanical performance, *Journal of Rehabilitation Research & Development*, Vol. 41, No. 2, 175-186.