

Modelos computacionais ajudam a entender a o processo de fratura óssea associada à osteoporose

Amadeus C. S. de Alcântara

Faculdade de Engenharia Mecânica e Centro de Computação em Engenharia e Ciências
Universidade de Campinas

DOI: 10.5281/zenodo.2644356

O Centro de Computação em Engenharia e Ciências da Universidade de Campinas (UNICAMP) é dedicado ao desenvolvimento e aplicação de métodos avançados de modelagem computacional para a solução de diversos problemas na fronteira do conhecimento em ciências e engenharia que requerem computação de alto desempenho.

<http://cces.unicamp.br>

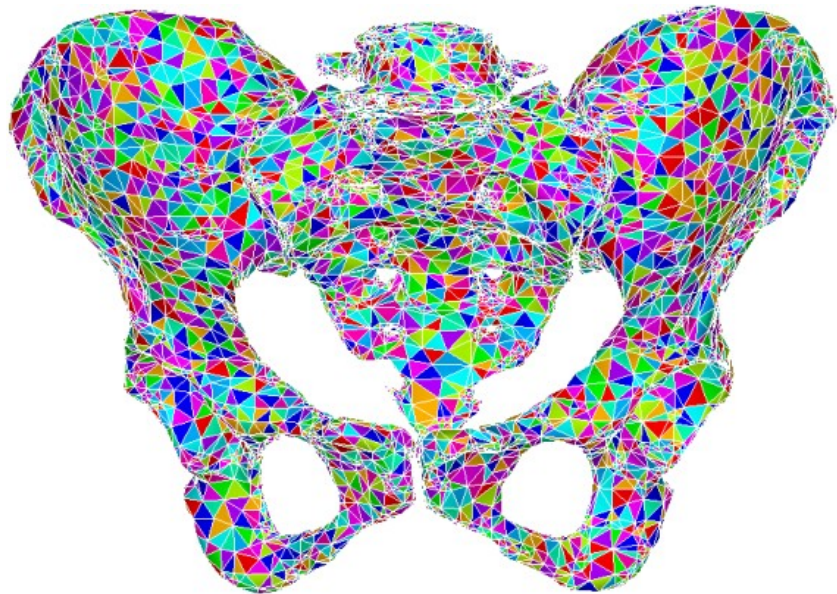
O centro é financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP



Projeto 2013/08293-7

Coordenador: Prof. Dr. Munir S. Skaf
Edição: Prof. Dr. Leandro Martínez

Como os ossos fraturam? Qual a influência da osteoporose na fratura óssea? Como identificar os riscos de fratura óssea e antecipar fraturas osteoporóticas? Essas são questões que pesquisadores do CCES buscam responder usando simulações computacionais. A estimação do risco de fratura óssea ainda é um campo de pesquisa em aberto e que precisa ser melhor explorado. Tecidos ósseos são materiais complexos ainda não muito compreendidos.



Modelo computacional da bacia criado através de imagens de tomografias.

Mas por que estudar fraturas ósseas? Simples: devido ao acelerado desenvolvimento tecnológico, as pessoas estão vivendo mais. Porém, uma vida mais longa não significa uma vida mais saudável. O aumento da expectativa de vida resulta em uma maior fração da população afetada por osteoporose, uma doença crônica que aumenta o risco de fratura óssea e que atinge, sobretudo, a população mais velha. Se as tecnologias atuais de diagnóstico médico e a compreensão da doença não melhorarem, fraturas ósseas decorrentes de osteoporose vão se tornar um problema social e financeiro ainda maior para os sistemas de saúde.

Ao entender como os ossos falham, e correlacionar esse conhecimento com sinais primários de deterioração do tecido ósseo, é possível identificar a formação de uma fratura antes do seu diagnóstico clínico. A partir de exames de imagem, especialmente tomografia computadorizada, podem ser construídos modelos computacionais dos ossos afetados, com geometria e propriedades materiais específicas de cada paciente.

A fratura óssea é um fenômeno que se inicia em escala molecular. Quando o osso é frágil e sofre algum impacto, sua estrutura molecular começa a apresentar defeitos. Quando vários (milhões) átomos se separam, a fratura se alastra e se torna visível. Imagine uma fenda ou um pequeno buraco no osso, mas em escala microscópica: se essa fenda se propaga, o osso se quebrará.

A simulação da propagação de uma fratura, da escala molecular até a escala macroscópica, torna a simulação do processo muito desafiadora. Ao simular uma fratura óssea, é importante considerar as menores estruturas do osso e sua correlação com as estruturas maiores. É necessário representar adequadamente desde os átomos, passando pelas estruturas moleculares, até o osso macroscópico. Isso é chamado de modelagem multi-escala.

Uma vez construído o modelo multi-escala, métodos computacionais são usados para calcular a tensão e o deslocamento em cada ponto da estrutura óssea, e prever a possibilidade de falha em todas as escalas de comprimento. Modelos moleculares são usados para simular os movimentos e comportamento de átomos e moléculas, onde tudo começa. Métodos numéricos de solução de problemas da engenharia são adequados para problemas envolvendo fraturas mecânicas, e nos ajudam a saber quando e como o osso irá fraturar. Esse tipo de modelagem multi-escala da fratura óssea exige cálculos avançados e grandes recursos computacionais.

O grupo do Prof. Paulo Sollero (Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP), em colaboração com os Profs. Munir Skaf (Instituto de Química - UNICAMP) e Lucia Costa Paiva (Faculdade de Medicina - UNICAMP) simula fraturas em modelos de ossos osteoporóticos criados a partir de tomografias tiradas diretamente de pacientes. O grupo busca, usando o método dos elementos de contorno e fazendo simulações de dinâmica molecular, melhor entender como e quando um osso, sobretudo com osteoporose, começa a fraturar. O objetivo final é criar uma ferramenta computacional, baseada em simulações, capaz de auxiliar médicos e radiologistas a estimar o risco de fratura óssea de um paciente, em particular se acometido de osteoporose.

Artigos científicos:

A. C. S. Alcantara, **“Implementierung verschiedener Algorithmen zur automatisierten Berechnung und Zuweisung von Materialgesetzen von CT-Daten auf FE-Netze”**, 2017.

D. M. Prada, A. F. Galvis, A. C. Alcântara and P. Sollero, **“3D Boundary element meshing for multiscale bone anisotropic analysis”**, European Journal of Computational Mechanics, 2018.

G. Osterhoff, E. F. Morgan, S. J. Shefelbine, L. Karim, L. M. McNamara, and P. Augat, **“Bone mechanical properties and changes with osteoporosis”**, Injury, 2016.

F. A. Sabet, A. R. Najafi, E. Hamed and I. Jasiuk, **“Modelling of bone fracture and strength at different length scales: a review”**, Interface Focus, 2016.