

# SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE ÓRTESE PARA A SUPRESSÃO DE TREMORES PATOLÓGICOS.

Alexander Balthazar <sup>1</sup>, Wellington Cássio Pinheiro <sup>2</sup>.

<sup>1,2</sup>Departamento de Engenharia mecânica, Centro Universitário da FEI  
alexanderfeimec@gmail.com wellington@fei.edu.br

**Resumo:** Tecnologia assistiva é uma área da engenharia que visa dar independência, inclusão e qualidade de vida com soluções para pessoas com algum tipo de deficiência. Nesse contexto, esse trabalho tem por objetivo realizar a modelagem e simulação biomecânica de uma órtese através dos softwares OpenSim e MATLAB buscando resultados que possam atenuar ou suprimir tremores patológicos e trazer conforto influenciando na qualidade de vida dos indivíduos portadores dessas doenças.

## 1. Introdução

Uma das megatendências tendências globais é o envelhecimento da população. Esse fenômeno, denominado inversão da pirâmide etária (figura 1) vem sendo observado em diversas partes do mundo com ênfase atualmente para as populações europeias e asiáticas [1]. Com isso, comorbidades mais comuns na população idosa, como os tremores patológicos provenientes da doença de Parkinson (DP) e do tremor essencial (TE), são cada vez mais prevalentes [2]. Estando em formação um mercado consumidor de tecnologias assistivas, formado por esses indivíduos que precisam garantir uma melhor qualidade de vida e a continuidade de suas atividades econômicas e sociais. Há a criação de órteses que mitiguem tremores patológicos.

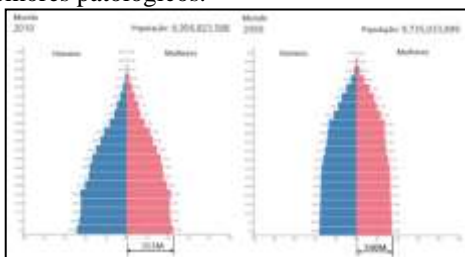


Figura 1- Expectativa de envelhecimento populacional no mundo. Separação por idade e sexo.

## 2. Metodologia

Através do software OpenSim e MATLAB é possível analisar modelos biomecânicos. O software OpenSim possui uma interface de programação de aplicações (API) com o MATLAB e através de códigos encontrados na literatura (ver figura 2) há a possibilidade de importação de arquivos em

CAD (arquivo 3D) para o ambiente de simulação [3][4].

```

1 Cod_004_IC = 'Cod_004_IC.m';
2
3 FEI University Center
4 Department of Mechanical Engineering
5
6 Author: Alexander Balthazar - Independent Study on Biomechanics (2021)
7 Supervisor: Wellington Cássio Pinheiro, PhD.
8 Email: wellington@fei.edu.br
9
10 This code imports a 3D model to a custom set configuration to investigate
11 a contact between two bodies - OpenSim as master body terrain.
12
13
14 %% Class Movement
15
16 % Move axis 1
17
18 % Axis
19
20 %% Import OpenSim Libraries into Matlab
21
22 % Import 'C:\OpenSim\3.2.0\simbody'
23
24 % Import 'C:\OpenSim\3.2.0\simbody'
25
26 % Import 'C:\OpenSim\3.2.0\simbody'
27
28 % Import 'C:\OpenSim\3.2.0\simbody'
29
30 % Import 'C:\OpenSim\3.2.0\simbody'
31
31

```

Figura 2 – Linhas de códigos 1 a 20 Cod\_004\_IC (Tala de testes) software MATLAB.

Um dos modelos mais simples disponíveis dos qual foi utilizado como bancada de testes, devido a sua simplicidade de 1 grau de liberdade, é o modelo musculoesquelético Arm26, através desse modelo mais simples e a elaboração de uma tala foi possível descobrir quais linhas de códigos são necessárias para estabelecer: importação de um arquivo 3D feito em software de design gráfico e o contato entre o arquivo importado e o modelo musculoesquelético do OpenSim conforme figura 3 e 4.



Figura 3 – Arm26 sendo simulado com a Tala no OpenSim. Não havendo contato da Tala com o modelo.



Figura 4 - Simulação da tala com o modelo Arm26, obtendo contato dos corpos.

## 3. Desenvolvimento

Com as medidas antropométricas mais próximas da realidade mensuradas e desenhadas em CAD, iniciou-se o desenvolvimento da

órtese. Buscando-se um design simplificado, baseando-se nos estudos feitos por Taheri e Richer (2014) [5] a construção da órtese foi feita com foco em suprimir os movimentos a partir do pulso (figura 5).

Projetada buscando a supressão em apenas um grau de liberdade para que a modelagem matemática seja análoga a um sistema massa mola de 1 grau de liberdade que possui equação dinâmica do movimento e soluções conhecidas na literatura. Podendo assim ser alterado parâmetros de viscosidade e rigidez dos elementos no ambiente MATLAB. Sendo a rigidez e o amortecimento os parâmetros a serem alterados buscando suprir o tremor.

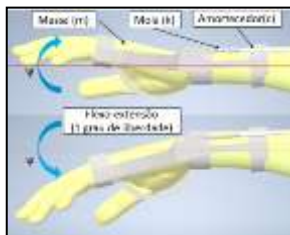


Figura 5 – Projeto da órtese buscando trabalhar a supressão em 1 grau de liberdade

As simulações feitas no ambiente OpenSim são feitas utilizando-se um modelo esquelético, portanto a órtese foi adaptada considerando a remoção dos tecidos musculares e epitélios para um melhor encaixe com o modelo esquelético do OpenSim (figura 6).



Figura 6 - Órtese adaptada montada no Inventor 2022 versão estudantil.

Os códigos foram construídos seguindo a mesma base dos códigos feitos para a tala de testes, para cada item importado no ambiente MATLAB/OpenSim é necessário especificar os dados como: Peso, Momento de inércia e centro de gravidade. Todos esses dados podem ser obtidos no software de CAD, apenas é necessário estabelecer o material, para o estudo foi considerado polietileno de alta densidade (figura 6). Por fim as peças foram encaixadas dentro do software com 173 linhas de código, porém há ainda a necessidade se explorar mais as possibilidades de interação biomecânica no software através de códigos que permitam uma maior facilidade de simulação dos contatos entre órtese e modelo musculoesquelético.



Figura 7 - Simulação executada no ambiente MATLAB.

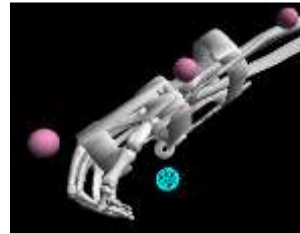


Figura 8 - Órtese montada no ambiente MATLAB

#### 4. Conclusão

O software possui capacidade de importação de uma órtese projetada em CAD, trabalhando de forma adequada os códigos é possível importar e simular através do MATLAB, porém ainda é necessário um estudo mais detalhado do funcionamento dos códigos em especial de como realizar a alteração dos parâmetros dinâmicos da órtese em relação ao modelo musculoesquelético.

#### 5. Referências

- [1] HE, Wan; GOODKIND, Daniel; KOWAL, Paul. An Aging World: 2015. [S.l.]: United States Census Bureau. 2015. p. 175.
- [2] PINHEIRO, Wellington C. Modelo biomecânico de punho para a simulação computacional de tremores patológicos em malha fechada utilizando controle  $H_{\infty}$ , Rio de Janeiro, Março 2019.
- [3] MUSSO, Matteo. Simulation HMI with OpenSim, 2020. 92.
- [4] HAO, Kevin A.; NICHOLS, Jennifer A. Simulating finger-tip force using two common contact models: Hunt-Crossley and elastic foundation. Journal of Biomechanics, Gainesville, v. 119, p. 1-5, 15 abr. 2021.
- [5] TAHERI, Behzad; RICHER, Edmond. Robust Controller for Tremor Suppression at Musculoskeletal Level in Human Wrist, 22, mar. 2014.

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/2021 a 06/2022.