



## Desenvolvimento de Modelo Dinâmico/Cinemático no SolidWorks para Estudo e Projeto de um Exoesqueleto de Membros Inferiores

Gabriel Patti Sanches Coelho, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC USP), gabriel.patti@usp.br  
Adriano Almeida Gonçalves Siqueira, Escola de Engenharia de São Carlos (EESC USP), siqueira@sc.usp.br

**Resumo.** A utilização de exoesqueletos de membros inferiores em pessoas com lesão medular incompleta (SCI) ou Acidente Vascular Cerebral (AVC) tem despertado grande interesse devido ao seu potencial de assistência e reabilitação da locomoção. Isso só é possível devido à utilização de atuadores e elementos passivos nas juntas do robô, responsáveis por gerar forças e movimentos bem definidos que colaboram na recuperação e movimento do usuário. Para estudar a utilização desses elementos, bem como a interação do exoesqueleto com outras estruturas e com o humano, torna-se necessário conhecer os torques e forças atuantes, além de dados cinemáticos ao longo do ciclo da marcha e de outros movimentos. Nesse sentido, a criação de um modelo cinemático fiel à realidade e simplificado a partir de hipóteses coerentes permite o teste de diferentes configurações e cenários sem a necessidade de construção de protótipos físicos. O exoesqueleto proposto pretende aumentar os graus de liberdade do quadril e do tornozelo, a fim de se tornar mais antropomórfico e confortável para o usuário. Inicialmente, utilizando o software SolidWorks, foram desenhadas as geometrias e peças que compõem o exoesqueleto, além de serem definidas as relações de posicionamento entre as partes e as amplitudes de movimento das juntas que geram os graus de liberdade propostos. Entretanto, devido ao alto nível de detalhamento do projeto realizado em CAD, foram feitas peças simplificadas do mecanismo para a composição do modelo dinâmico/cinemático, buscando manter as propriedades geométricas e os momentos de inércia do projeto, porém com um menor número de relações de posicionamento e condições de contorno entre as peças.

No modelo, o quadril apresenta 3 graus de liberdade (GDL), sendo flexão/extensão, adução/abdução e obliquidade pélvica, o joelho apresenta apenas o grau de flexão/extensão, enquanto o tornozelo apresenta os graus de flexão/extensão e inversão/eversão. Para cada um dos GDLs, foram definidos e incorporados ao modelo uma amplitude de movimento baseada na anatomia humana e em outros artigos de referência. Os graus de flexão/extensão do quadril e do joelho serão ativados por atuadores elásticos em série (AESr), enquanto nos demais graus de liberdade serão incorporadas molas torcionais (elementos passivos).

O modelo desenvolvido permite obter dados importantes para o refinamento do mecanismo do exoesqueleto, a escolha de atuadores, o desenvolvimento dos algoritmos de controle e a definição dos coeficientes de rigidez da mola, permitindo que o mecanismo gere uma recuperação mais eficiente e segura nos usuários.

**Palavras chave:** Exoesqueleto. Membros inferiores. Modelo dinâmico. Modelo Cinemático. SolidWorks.