

# PROJETO E CONTROLE DE UMA MÃO ROBÓTICA SERVO-CONTROLADA ACIONADA POR TENDÕES

**Aluno: Thiago de Sá Earp de Souza Marinho**  
**Orientador: Marco Antonio Meggiolaro**

## Introdução

A mão humana é um órgão essencial para as tarefas cotidianas e para a autonomia de um indivíduo. Sua versatilidade e destreza permitem desde a manipulação de simples objetos até a realização de tarefas de alta precisão, e.g. em neurocirurgia. Deficientes físicos que não possuem uma ou ambas as mãos podem enfrentar grandes dificuldades para realizar mesmo as tarefas mais simples. Sendo assim, existe uma necessidade de auxiliar essas pessoas através de tecnologias robóticas aplicadas a próteses.

Além disso, existem ferramentas e peças projetadas para serem manipuladas pela mão humana que são usadas em locais insalubres, perigosos e de impossível acesso, como por exemplo, grandes profundidades, lugares radiativos ou até mesmo no espaço (Robonaut, NASA). Uma mão robótica pode realizar tarefas nesses locais sem que se seja necessário desenvolver novas soluções para cada diferente situação.

Desde o século XVIII a biomecânica da mão humana vem sendo estudada para ser aplicada como um modelo para dispositivos mecânicos. Com a sofisticação destes dispositivos, impulsionada pelos avanços na robótica e miniaturização de atuadores e sistemas eletrônicos, é possível desenvolver uma mão automatizada para servir de prótese em seres humanos ou ainda substituir a mão humana em qualquer situação. O desenvolvimento de um sistema robótico que seja capaz de replicar os movimentos de mãos humanas envolve uma interdisciplinaridade entre as áreas de mecânica, biomecânica e controle

## Objetivos

O objetivo deste trabalho foi projetar e construir um protótipo de uma mão robótica servo-controlada acionada por tendões de aço. Assim, o projeto visou também iniciar o estudo do desenvolvimento de próteses e de mãos robóticas antropomórficas para serem utilizadas como substitutas da mão humana.

## Metodologia

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica em que foram estudadas diversas mãos robóticas desde a MH-1 (MIT)[1] até as mãos mais atuais, por exemplo, a Shadow Dexterous Hand, além da biomecânica e a anatomia da mão humana. Informações sobre destreza, antropomorfismo, materiais, atuação, equações, graus de liberdade, sensoramento e design foram estudadas para se definir o design e a concepção da mão robótica.

O programa de CAD 3D SolidWorks foi usado para o design 3D da mão robótica. Assim, baseado na anatomia humana, foram definidas as dimensões e o formato das peças a serem construídas além das posições de montagem.

A atuação da flexão dos dedos é feita através de servos-motores ligados aos dedos por meio de tendões compostos por finos cabos de aço. Já a extensão dos dedos é feita por fitas de aço mola. Os dedos foram construídos a partir de tubos quadrados de alumínio, barras de acetal e fitas de aço mola. Assim, a mão se tornou leve sem deixar de ser robusta, como a mão humana.

Para se aproximar da mão humana, a mão robótica foi projetada como uma atuação exoesquelética, isto é, os atuadores ficam fora da mão, nesse caso no antebraço, como nos seres humanos. Assim os servos-motores foram presos num perfil de alumínio, representando um antebraço, onde na ponta foram aparafusados os dedos.

Com o estudo da teoria de mecanismos acionados por tendões [2], com a revisão bibliográfica e com a definição da geometria da mão foram feitas equações de cinemática que relacionam o movimento dos tendões feitos pelos servos-motores com a posição dos dedos. Além disso, foram coletados dados experimentais, usando uma célula de carga LCEB-5 da Omega através do programa LabView que relacionam também o deslocamento do cabo de aço com a resistência feita pela mola e a posição dos dedos.

Os servos-motores usados foram os AX-12+ da Dynamixel que foram controlados através do *software* do kit do BIOLOID junto com a placa controladora CM-5.

Foram realizados testes dos movimentos básicos dos dedos.

## Conclusões

Com o protótipo da mão construída, fazendo certos movimentos básicos, segue-se então para as últimas etapas do projeto na qual a mão será testada e o controle aprimorado. Um teste de repetibilidade será feito para avaliação do protótipo. Além disso, serão feitas comparações entre as equações teóricas e as equações obtidas pela interpolação polinomial dos dados experimentais. Com essas informações, será implementado um novo controle usado-se a placa USB2Dynamixel que permite a utilização de linguagens de mais alto nível como MATLAB e C++ para controlar dos servos-motores AX-12+. O protótipo está no Laboratório de Engenharia de Controle e Automação da PUC-Rio (LECA) disponível para outros estudos acadêmicos envolvendo o desenvolvimento de próteses e de mãos antropomórficas tele-operadas.

## Referências

- 1 - L. Biagiotti, F. Lotti, C. Melchiorri, G. Vassura, How Far Is the Human Hand? A Review on Anthropomorphic Robotic, DEIS - DIEM, **University of Bologna**, 40136 Bologna, Italy
- 2 - TSAI, Lung-Wen Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, **Wiley-Interscience**, (Hardcover), v.1., p. 333-369.
- 2 - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES, 13.,1995, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 1995.665p.