



FACULDADE DE TECNOLOGIA, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO

Graduação

GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Braço Robótico para interação humana

Igor Faro Jorge
Paulo Cezar Kretikouski Roque (Orientador)

RESUMO

A inserção de pessoas com deficiências na sociedade torna-se cada vez mais difícil pelos desafios que geralmente envolvem aspectos de natureza relacionados a habilidades manuais ou de locomoção. A Legislação Brasileira correspondente determina aos empregadores que uma parte da sua mão de obra seja contratada na condição de pessoas com deficiências, visando a absorção destes trabalhadores pelo mercado de trabalho. O presente trabalho visa a construção de um braço robótico humanoide de baixo custo, como uma fase inicial para o protótipo de uma prótese. O braço robótico é composto de um plástico, PLA (poli ácido láctico), que oferece robustez e leveza. O protótipo descrito neste artigo tem como modelo outro trabalho (Gross, 2017). Para o movimento dos dedos e das articulações foram utilizados servo motores, Arduino uno e o potenciômetro que controla o ângulo dos servos motores. Os testes foram realizados com o antebraço no sentido de 90° em relação ao corpo humano, simulando o movimento real de levantar um peso da mesa com os dedos fechados, reproduzindo movimentos do cotidiano como: segurar um copo, um celular, etc. O resultado foi satisfatório, visto que a movimentação do antebraço e da mão foi realizado com sucesso.

Palavras-chave: Braço robótico humanoide. Máquina. Humano. Pessoas com deficiência. Prótese.

ABSTRACT

Inserting people with disabilities into society becomes increasingly difficult because of the challenges that often involve aspects of a nature related to manual or locomotion skills. The corresponding Brazilian Legislation determines to the employers that a part of its workmanship is contracted in the condition of

people with deficiencies, aiming the absorption of these workers by the labor market. The present work aims at the construction of a low cost humanoid robotic arm as an initial stage for the prototype of a prosthesis. The robotic arm is composed of a plastic, PLA (poly lactic acid), which offers robustness and lightness. The prototype described in this article is modeled on another work (Gross, 2017). For the movement of the fingers and the joints were used servo motors, Arduino uno and the potentiometer that controls the angle of the servo motors. The tests were performed with the forearm in the 90° direction in relation to the human body, simulating the actual movement of lifting a table weight with closed fingers, reproducing everyday movements such as: holding a glass, a cell phone, etc. The result was satisfactory, since the movement of the forearm and hand was successful.

Keywords: Robotic humanoid arm. Machine. Human. People with disabilities. Prosthesis.

Introdução

O termo *robô* tem origem na palavra tcheca *robot*, que significa trabalho forçado. O *robô* presente no imaginário mundial teve origem na peça *R.U.R.* do dramaturgo Karel Čapek, na qual existia um autômato com forma humana, capaz de fazer tudo em lugar do homem (Wikipédia, S/Data).

Na infância, muitos viram os filmes de ficção ou desenhos de robôs e todos sonhavam em ter um que seria capaz de fazer algo, seja para executar tarefas mais complicadas e/ou repetitivas como para ajudar em certas tarefas (LAGE, 2011)

O primeiro autômato se parecia com um cavaleiro de armadura, desenhado pelo bem conhecido Leonardo da Vinci em 1495 e que ficou conhecido como o robô de Leonardo (Wikipédia, S/Data). Mais tarde, em 1942 Issac Asimov, autor de ficção científica, formula as três leis da robótica (The Three Laws off Robotics).

1. Um robô não pode ferir um ser humano ou, por noção, permitir que um ser humano sofra algum mal.
2. Um robô deve obedecer a todas as ordens dadas a ele por seres humanos, exceto quando essas ordens entram em conflito com a Primeira Lei.
3. Um robô deve proteger sua própria existência enquanto tal proteção não entre em conflito com a Primeira e Segunda Leis.

O robô é um dispositivo biomecânico ou eletromecânico, geralmente é controlado manualmente ou automaticamente e pode ser programável em um ou mais eixos (Bezerra, et al., S/Data). Frequentemente o termo robótico é empregado para apontar a disciplina relacionada ao uso da programação de robôs e a expressão engenharia robótica é mais específica referindo-se à construção de dispositivos robóticos (SANTOS, 2003, 2004).

As primeiras construções de membros humanos de que se tem notícia aconteceram na França e na Suíça no período que compreende o final do século XV até o século XIX. As peças eram feitas de forma rudimentar, com combinações de materiais como: madeira, metal e couro. Alguns destes projetos passaram a ser controlados por cabos, engrenagens, manivelas e molas o que possibilita alguns movimentos aos membros. As Guerras Mundiais e outros conflitos de grande escala, como a Guerra do Vietnã, infelizmente teve como resultado o aumento da demanda por próteses, levando a ciência a colaborar com a criação de membros melhores. Nos dias de hoje as próteses de membros superiores e inferiores podem ser feitas com materiais de última geração, sendo projetados especialmente para diferentes aplicações, atendendo às necessidades de cada indivíduo. As próteses mais sofisticadas e caras existentes no mercado podem ser controladas por estímulos neurológicos, quase como um membro real. O avanço tecnológico desde os dias dos primeiros projetos dos membros de madeira foi e, sem dúvida, continuará a ser surpreendente (SOARES, 2017).

Segundo a OMS, com dados de 2011, 1 bilhão de pessoas vivem com alguma deficiência no mundo, ou seja, uma em cada sete pessoas no mundo é portadora de algum tipo de deficiência. Dados do IBGE, com dados 2013, revelam que 1,3% da população do Brasil tem algum tipo de deficiência física e quase metade deste total (46,8%) têm grau intenso ou muito intenso de limitações. Estas deficiências podem ser adquiridas ao nascer ou decorrente de doença ou acidente. As pessoas com deficiência buscam alternativas para suprir a falta do membro e conseguir mais independência nos seus movimentos e, para isso, a solução é a adoção de próteses mecânicas e/ou robóticas. Porém, estas possuem um acesso muito restrito, devido ao seu alto custo e falta de incentivo do governo. Este projeto visa aumentar esse acesso através de um braço

robótico humanoide com um baixo custo, tendo como objetivo desenvolver o protótipo desde a sua impressão 3D até a sua montagem e programação dos movimentos do membro (ONUBR, 2011; IBGE, 2013).

O Braço Robótico Humanoide apresenta enormes desafios envolvendo diversas áreas (Física, Matemática, Computação, Eletromecânica e Biomecânica). Os problemas que se colocam no seu desenvolvimento são relacionados com sua manipulação. Apesar da complexidade associada, os avanços tecnológicos e novas metodologias têm contribuído para um envolvimento crescente nas universidades e centros de pesquisas e investigação em todo o mundo (SOLIS; TAKANISHI, 2010).

O robô NAO da Aldebaran Robotics (CHRIS KILNER, et al., 2009), ou o robô DarWin-OP (HONG; MUECKE, 2011). Ao mesmo tempo, a organização de competições internacionais como o FIRA e o RoboCup, criadas em 1995 e 1997, respectivamente, tem impulsionado fortemente o interesse pelos robôs bípedes e, em particular, os robôs humanoides (LAGE, 2011).

Neste trabalho demonstra-se um braço robótico humanoide, que é controlado por uma tecnologia de fácil acesso que está extremamente presente no cotidiano das pessoas, além de utilizar servomotores que são amplamente utilizados em robótica e modelismo.

1 O trabalho proposto

O braço robótico humanoide é composto de materiais resistentes como aço, alumínio, fibra de carbono, por exemplo. No projeto foi utilizado PLA (poli ácido láctico) o que oferece robustez e leveza.

O protótipo descrito neste artigo faz parte de um projeto (GROSS, 2017). O braço robótico humanoide reproduz as seguintes partes: braço, antebraço, mãos e dedos. Para o movimento dos dedos e das articulações são usados servomotores, Arduino Uno e o potenciômetro, que controla o ângulo dos servomotores.



Figura 1 - Braço Robótico Humanoide

1.1 Controle e articulações

Para o controle dos comandos foi utilizado o dispositivo Arduino Uno. Escolheu-se este controlador, pois atende à proposta do projeto, já que possui baixo custo, é de fácil acesso e sua programação e aprendizagem para o manuseio é simples por utilizar a linguagem C/C++.

Outro aspecto que favoreceu a escolha foi a observação da aplicação do *Arduino* em outros trabalhos (CAMPOS, 2014; CAPELLI, 2014; LIMA, 2013; MOREIRA; OLIVEIRA, s.d.), o que oferece maior segurança da sua aplicabilidade neste projeto. Nas articulações foram usados dois tipos de servos.

Ambos os servos trabalham com tensão 4,8v à 6v, possuem rotação contínua, engrenagens em metal e apresentam movimento de 180°, sendo 90° para a direita e 90° para a esquerda.



Figura 2 - Comandos da mão visto da parte frontal



Figura 3 - Comandos da mão visto da parte traseira

1.2 Componentes elétrico e estrutural

O braço robótico humanoide apresenta componentes próprios, pois é constituído de PLA preto e amarelo, o que viabiliza a pesquisa e a construção do dispositivo.

Seu esquema elétrico foi simulado no Tinkercad, que é uma ferramenta online gratuita de design de modelos 3D em CAD e, também, de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais.

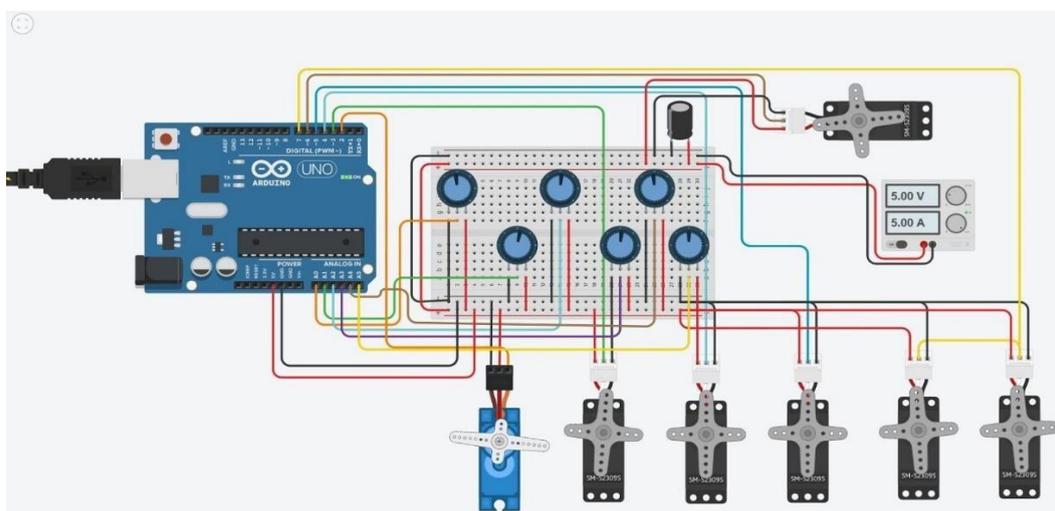


Figura 4 - Esquema elétrico simulado no Tinkercad

1.3 Parte elétrica

Foram utilizados na parte elétrica:

Cinco micros servo motores da T Z T - MG996R, todos acoplados aos suportes do braço por meio de parafusos. Foi utilizado para controlar tanto o movimento dos dedos como a rotação do antebraço, sendo escolhido por apresentar um alto torque, levando-se em consideração o fato de que o tipo de movimento proposto a estas peças aplicaria maior força (BAÚ DA ELETRÔNICA).



Figura 5 - Servo Motor da T Z T - MG996R

Um micro servo motor da Tower Pro - MG90S acoplado a mão por meio de cola quente. Foi escolhido para movimentar parte da articulação do dedão, elegendo-se este dispositivo por não haver a necessidade de aplicar muita força neste movimento (BAÚ DA ELETRÔNICA).



Figura 6 - Servo Motor da Tower Pro - MG90S

Um Arduino UNO, que é responsável pelo controle de todos os movimentos do dispositivo (ARDUINO UNO, S/Data).

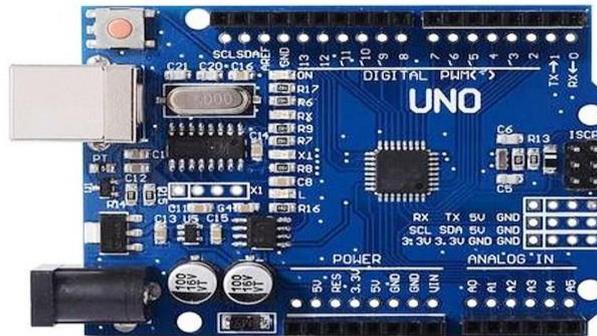


Figura 7 - Arduino UNO

Uma fonte de 6V – 3A, para a alimentação dos servos motores (ML).



Figura 8 - Fonte 5v - 3A

Uma bateria 9V para alimentar o Arduino Uno.



Figura 9 – Bateria 9V

Um potenciômetro A10K, cinco potenciômetros B10K. Recebe o sinal do arduino e envia para os servomotores (BAÚ DA ELETRÔNICA).



Figura 10 - Potenciômetro A10K e B10K

2 Materiais e métodos

Os materiais usados foram escolhidos devido ao baixo custo e a facilidade de manuseio. O PLA (poli ácido láctico), material principal da estrutura, elástico roliço para prender os dedos à mão, o fio de nylon para dar movimento aos dedos, Arduino Uno para programação dos comandos, potenciômetro para dar sinal aos servomotores nos ângulos de 0° a 180°, os servomotores movimentam os dedos da mão e do antebraço.

O PLA é um polímero sintético termoplástico, bastante versátil, que vem substituindo os plásticos convencionais em diversas aplicações como: produção de embalagens para diversos tipos de produtos, filamentos para impressora 3D, e, por se tratar de um material biocompatível, tem sido utilizado também para a reprodução de órgãos humanos. É biodegradável, reciclável e bioabsorvível. Possui validade adequada para a maioria dos usos em embalagens descartáveis e é obtido através de fontes naturais e renováveis: os vegetais (ECYCLE, s.d.).

As impressoras 3D são capacitadas para imprimir qualquer tipo de objeto, utilizando a tecnologia de impressão tridimensional. Sua estrutura pode ser de metal, madeira ou acrílico. O material mais utilizado na impressão costuma ser a resina plástica e a modelagem é feita através de laser (VIANA, 2012).

A impressão 3D, também conhecida como fabricação aditiva, é o processo pelo qual objetos físicos são criados pela deposição de materiais em camadas, tendo como referência um modelo digital. Todos os processos de impressão 3D requerem o trabalho conjunto de software, hardware e materiais. Sua aplicação é ampla, podendo-se criar de tudo: de protótipos e peças simples a produtos finais altamente técnicos (AUTODESK).

Para a impressão das peças, foram gastas 141 horas e 434.041 mm de filamento de PLA, conforme descreve a tabela 1.

Tabela 1 – discriminação de horas de impressão e quantidade de filamentos utilizados

PEÇA	HORAS	FILAMENTO - mm
BICEP-1	23:00	74.748,00
BICEP-2	20:00	68.205,00
ESP-1	8:00	27.003,00
ESP-2	7:30	26.370,00
FINGERDESIGN-ALL-1	5:30	14.530,00
FORARM-9-1	9:00	25.706,00
FORARM-9-2	15:00	39.033,00
FORARM-9-2-COVER-1	7:00	17.144,00
FORARM-9-3-1	3:00	7.464,00
HAND-5	8:00	25.465,00
HAND-5-TRUMB-3	2:00	4.793,00
SERVO-HOLD	4:00	11.457,00
SHOULDER-PC 1	13:00	41.455,00
SHOULDER-PC 2	16:00	50.668,00
TOTAL	141:00	434.041

Ao concluir a impressão e a montagem do braço robótico humanoide, foram realizados os movimentos pré-programados no arduino uno e realizados testes com o peso máximo suportado pelo fechamento dos dedos. Os fios e os jumpers ligam os componentes a uma protoboard com os potenciômetros, que será ligada ao arduino e ao braço e, por fim, duas fontes de alimentação para todo o esquema elétrico.

Os testes foram realizados com o antebraço no sentido de 90° em relação ao corpo humano, simulando o movimento real de levantar um peso da mesa com os dedos fechados, reproduzindo movimentos do cotidiano como: erguer um copo, um celular, etc.

3 Resultados e discussão

Todos os movimentos foram realizados, exceto o movimento da articulação do cotovelo, pois identificou-se a necessidade de ser instalado um servo motor maior, porém este dispositivo não foi encontrado no mercado. Tentou-se contato com o projetista do braço, a fim de obter o funcionamento do projeto todo, porém não se obteve nenhuma resposta. Por esta razão somente os movimentos do antebraço e dos dedos da mão foram testados.

O primeiro material a ser utilizado no teste de simulação de levantamento de objetos foi um mouse de computador. O braço robótico não conseguiu segurá-lo. Após uma análise, constatou-se que se trata de um material com superfície lisa, sendo necessário um ajuste para a correção deste problema. Para tanto, efetuou-se uma pesquisa de materiais que poderiam aumentar a aderência aos objetos, mantendo a proposta de baixo custo e fácil acesso. A solução encontrada foi afixar nos dedos do braço robótico o material popularmente conhecido como E.V.A (mistura dos materiais Etil, Vinil e Acetato), que é facilmente encontrado em papelarias e casas que comercializam materiais para artesanato.

Efetuada o ajuste iniciou-se o teste com os demais objetos, conforme descrito na tabela 2.

Dos objetos avaliados, cinco foram aprovados, sendo três sem restrição e dois com restrição e um foi reprovado.

A restrição descrita refere-se ao teste 2, que simulou o movimento de “chacoalhar” a mão com o objeto preso dentro dela. Nesta etapa os dedos não conseguiram manter o objeto seguro na mão, fazendo com que eles caíssem sobre a mesa.

O quarto e último objeto testado, um pote de noz da Índia, não se sustentou na mão e caiu sobre a mesa no primeiro teste e assim não foi realizado o segundo teste.

Tabela 2 – resultado dos testes realizados

MATERIAL	PESO	RESULTADO	RESTRIÇÃO
----------	------	-----------	-----------

Mouse Sem Fio Wireless M317 + 1 pilha alcalina AA	109 g	Aprovado	Não
Lanterna Led Gree 2000 + 3 pilhas alcalina AAA	114.5 g	Aprovado	Não
Celular Motorola G5s	144.5 g	Aprovado	Sim
Limpa Contatos Orbi Lata 300ml	209 g	Aprovado	Sim
Esfoliador Velvet Soft	288 g	Aprovado	Não
Pote de Noz da Índia	800 g	Reprovado	Sim

Analisando os resultados, verificou-se que os objetos que apresentavam um dimensionamento menor adaptam-se melhor ao formato da mão, o que possibilita ser segurados pelos dedos e não serem soltos, mesmo quando efetuado o segundo teste.

Os outros objetos foram reprovados no segundo teste pelos motivos: o formato da palma da mão ser muito reta, dificultando o ajuste e adaptação do objeto dentro da mão fechada, o fio de nylon utilizado para simular a articulação, pois eram flexíveis demais e não suportaram o peso dos objetos e a pressão aplicada nos servos também podem ter contribuído para a reprovação dos objetos no teste.



Figura 11 – objetos do teste

Considerações Finais

A proposta inicial deste trabalho era o de desenvolver o protótipo de um braço robótico humanoide de baixo custo, reproduzindo-se a movimentação e manipulação do braço inteiro com todos os seus movimentos, desde o ombro até

os dedos. Neste sentido, considera-se que o resultado foi satisfatório, visto que a movimentação do antebraço e da mão foi realizado com sucesso.

Os testes realizados apresentaram a necessidade de aplicar alguns pontos de melhoria, sendo: a palma da mão posiciona-se de forma muito reta, dificultando o manuseio de alguns objetos; a instalação de mais um servo motor para que os dedos sejam independentes, imitando mais fielmente os movimentos reais da mão; a substituição do fio de nylon utilizados para simular a movimentação das articulações dos dedos por um material um pouco mais rígido, pois a flexibilidade do nylon ocasionou a queda dos objetos maiores e mais pesados.

Sugere-se a continuidade deste projeto em um momento futuro, concluindo-se o braço com todos os seus movimentos e, assim, ser desenvolvida uma prótese para uma pessoa que não tenha o membro superior ou parte dele. Visando seu baixo custo, seus benefícios e outras melhorias para sua total semelhança com o membro real.

Referências

ARDUINO UNO. <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>

AUTODESK. **O que é impressão 3D?** Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/solutions/3d-printing>>.

BARBOSA, W. H.; SILVA, R. D. **Braço articulado comandado via bluetooth por um aplicativo desenvolvido na plataforma android.** Disponível em: <<http://docplayer.com.br/68660088-Braco-articulado-comandado-via-bluetooth-por-um-aplicativo-desenvolvido-na-plataforma-android-resumo.html>>

BAÚ DA ELETRÔNICA. **Micro Servo MG90S - TowerPro - Engrenagens de Metal.** Disponível em: <<http://www.baudaeletronica.com.br/micro-servo-mg90-towerpro-engrenagens-de-metal.html>>.

BAÚ DA ELETRÔNICA. **Potenciômetro Linear de 10K (10000Ω).** Disponível em: <<http://www.baudaeletronica.com.br/potenciometro-linear-de-10k-10000.html>>

BAÚ DA ELETRÔNICA. **Servo Motor MG 996R TZT.** Disponível em: <<http://www.baudaeletronica.com.br/servo-mg-996r-towerpro.html>>.

BEZERRA, T. D.; CAVALCANTE da SILVA, D. D.; ELEUTERIO, S. A.; LIJÓ, M. C.; RODRIGUES de SOUZA, J. A.; SOUSA, M. P. **Braço Robótico Para**

Interação Humana: sistema o limpo. Disponível em:
<<http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/387cc537d243e31b56859421336810a0.pdf>>.

CAMPOS, R. A. **Automação residencial.** Disponível em:
<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/5461/1/Monografia_Roberto.pdf>.

CAPELLI, B. M. **Desenvolvimento de uma estufa controlada e monitorada remotamente.** Disponível em: <www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/97/970010/tce-20022015-140355/publico/Capelli_Beatriz_Midena.pdf>.

CHRIS, K. P. B.; GOUAILLIER, D.; HUGEL, V.; LAFOURCADE, P.; MAISONNIER, B.; MARNIER, B.; SERRE, J. **Mechatronic design of NAO humanoid.** 2009. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/224557295_Mechatronic_design_of_NAO_humanoid>.

ECYCLE. **Plástico PLA:** alternativa biodegradável e compostável.
<<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/738-pla-o-plastico-compostavel.html>>.

GROSS, R. **Humanoid Robotic Torso PROTO1.** 2017.
<<https://www.myminifactory.com/object/3d-print-48754>>

HONG, D. W.; MUECKE, K. J. **Development of an Open Humanoid Robot Platform for Research and Autonomous Soccer Playing.** 2017.
<https://www.researchgate.net/publication/255598293_Development_of_an_Open_Humanoid_Robot_Platform_for_Research_and_Autonomous_Soccer_Playing>

IBGE. **Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas.** 2013. Disponível em: <<ftp://ftp.ibge.gov.br/PNS/2013/pns2013.pdf>>.

LAGE, W. E. **Algoritmos de Controle do Movimento para um.** 2011.
Disponível em:
<<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/9106/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>.

LIMA, G. F. **Controle de temperatura de um sistema de baixo custo utilizando a placa arduino.** 2013. Disponível em:
<<http://docente.ifrn.edu.br/gustavolima/producao-cientifica/2013/congic/artigo-aprovado>>.

ML. **Fonte 6v 2a Uso Geral P4.** Disponível em:
<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1004032172-fonte-6v-2a-uso-geral-p4-_JM?quantity=1>.

MOREIRA, H. R.; OLIVEIRA, S. C. **Robô Sheepset - robô móvel controlado por meio de arduino e android.**
<<http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/e9b49032783d0ab3b511f89945e0923d.pdf>>.

ONUBR. **A ONU e as pessoas com deficiência.** 2011. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-com-deficiencia/>>.

SANTOS, V. M. **Robótica Industrial.** 2014. Disponível em:
<http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/Humanoid/2013_EmilioEstrelinha/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Em%C3%ADlio_Estrelinha/Datasheets/RoboticalIndustrial-Sebenta2003-2004-v2a.pdf>.

SOARES, V. **Conheça a história das próteses para pessoas com deficiência física.** 2017. Disponível em:
<<http://minasfazciencia.com.br/infantil/2017/09/27/conheca-a-historia-das-proteses-para-pessoas-com-deficiencia-fisica/>>.

SOLIS, J.; TAKANISHI, A. **Tendências recentes na pesquisa em robótica humanóide: formação científica, aplicações e implicações.** 2010. Disponível em: <<https://waseda.pure.elsevier.com/en/publications/recent-trends-in-humanoid-robotics-research-scientific-background>>.

VIANA, G. **O que é e como funciona a impressora 3D?** 2012. Disponível em:
<<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/01/o-que-e-impressora-3d.html>>.

WIKIPÉDIA. **Humanoid robot.** Disponível em:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Humanoid_robot Wikipédia>.

APÊNDICE

Código de controle para a movimentação das mãos e dedos

```
//Carrega a
biblioteca Servo

#include <Servo.h>

// Criar
Objeto
Servo Servo

servo_1;

Servo
```

```
servo_2;  
Servo  
servo_3;  
Servo  
servo_4;  
Servo  
servo_5;  
Servo  
servo_6;  
  
// Cria entrada  
Potenciometro int  
potpin= 0;  
int potpin2= 1;  
int potpin3= 2;  
int potpin4= 3;  
int potpin5= 4;  
int  
potpin  
6= 5;  
int val;  
  
void setup()  
{// Anexa a porta do Servo de saída  
servo_1.att  
ach(2);  
servo_2.att  
ach(3);
```

```
servo_3.att
ach(4);
servo_4.att
ach(5);
servo_5.att
ach(6);
servo_6.att
ach(7);
}

void loop()

{// Repassa o angulo ao ServoWrite, Lê o valor do Potenciometro, mapeia o
valor de 0 a 180 graus

servo_1.write( map( analogRead( 0 ), 0, 1023, 0, 180 ) );
servo_2.write( map( analogRead( 1 ), 0, 1023, 0, 180 ) );
servo_3.write( map( analogRead( 2 ), 0, 1023, 0, 180 ) );
servo_4.write( map( analogRead( 3 ), 0, 1023, 0, 180 ) );
servo_5.write( map( analogRead( 4 ), 0, 1023, 0, 180 ) );
servo_6.write( map( analogRead( 5 ), 0, 1023, 0, 180
) ); delay(30); // Delay de 30ms para o Servo alcançar
a posição
}
```