



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

# Modelagem 3D de pinça para servo motor controlado por sinais de sEMG via Arduino

## *3D modeling of Clamp for servo motor controlled by sEMG signals by Arduino*

Caio Vinicius Oliveira Brito\*, Daniel Prado Campos†

### RESUMO

Foram desenvolvidos projetos com impressão 3D e programas para Arduino objetivando passos iniciais no desenvolvimento na área de próteses robóticas de baixo custo, as quais utilizarão futuramente sinais de sEMG (eletromiografia de superfície) para ativação de servo motores. Durante o período de um ano, foram utilizados o software Inventor para modelagem 3D e o simulador online Tinkercad para simular circuitos eletrônicos com Arduino (todos os comandos e códigos utilizados são portáveis para esp32 e executáveis na Arduino IDE) como ferramentas de desenvolvimento, ambos distribuídos pela Autodesk, de modo que obteve-se uma pinça simples, de uso e confecção fáceis, construída em filamento plástico de impressora 3D Abs 3mm, para testes iniciais sem o uso da sEMG, baseada em movimento por engrenagens e acoplada a um servomotor sg90, desenvolveu-se também conhecimentos sobre o funcionamento de um servo motor dentre outros passos iniciais referentes a funcionalidades de um esp32 para futuras implementações no progredir das metas citadas no início do resumo.

**Palavras-chave:** Impressão 3D, Esp32, Garra, Pinça.

### ABSTRACT

Were developed a project and a program with 3D impressions and Arduino, respectively, intending to start the initial steps on the development of a low-cost robotic prosthesis, which will work with sEMG (surface electromyography) signals in the future implementations, using them to activate servo motors to make the movements. Per six months were used Inventor for 3D modeling and Tinkercad for electronic simulations with Arduino (all the commands plus codes utilized are portable to esp32 and executables in Arduino IDE) how development tools, both distributed by Autodesk, resulting in a simple and easy construction tweezer, built with plastic filament Abs 3mm of a 3D printer for initial tests without the sEMG activation signal, the tweezer use gear movements and is coupled also activated by a servo motor sg90. Were developed knowledge about the working of a servo motor and other initial steps referents to the functionalities of an esp32 for future implementations in the progress of the goals cited in the inception of the abstract.

**Keywords:** 3D printer, Esp32, Claw, Tweezer.

\* Engenharia da computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil; [caiobrito@alunos.utfpr.edu.br](mailto:caiobrito@alunos.utfpr.edu.br)

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Apucarana; [danielcampos@utfpr.edu.br](mailto:danielcampos@utfpr.edu.br)



## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa envolve o desenvolvimento na área de próteses de baixo custo baseadas em eletromiografia de superfície (sEMG) para pessoas com deficiências ou deformidades, com o intuito de utilizar sinais elétricos cerebrais tratados como gatilho de ativação de motores (servo motores no atual momento) para a realização dos movimentos mecânicos, tendo esta pesquisa o intuito de progredir nos passos iniciais do desenvolvimento de tecnologias mais complexas [1], fecha-se o escopo para a construção de uma garra/pinça movimentada por um servo motor sg90, sendo esta portadora do propósito de ter uma construção fácil, simples e barata, com a ausência da necessidade de parafusos (exceto aqueles que são adquiridos em conjunto com o próprio servo motor em questão), facilitando assim o acesso para interessados por meio da disponibilização no site “www.thingiverse.com”.

Tendo em vista o exponencial avanço das tecnologias, faz-se útil o uso desta de modo que sejam supridas as necessidades básicas recorrentes da parcela da sociedade que possui algum tipo de deficiência que poderia ser corrigida com o uso de sEMG e próteses, de modo que surge a pergunta de como criar próteses acionadas por sEMG e microcontroladores, de baixo custo e uso fácil? Projetar próteses em impressora 3D, movimentadas por servo motores que serão ativados por microcontroladores de baixo custo e ótima funcionalidade, ocasionando em custo benefício e qualidade de vida aos que a utilizarem, levando em consideração que o atual nível de desenvolvimento do projeto encontra-se na movimentação binária (abrir e fechar) de uma pinça com tato/aderência relativamente baixos, baseada em um servo motor de programação simples e baixo custo com grande escopo de modificações, alterações e implementações.

Pesquisas recentes [2], como a de Velasco(2019) abrangem próteses robóticas funcionais e anatômicas, com movimentação complexa semelhantes a de uma mão real, controlada por sinais de sEMG sem vínculo com uma unidade computacional de grande porte, isto é possibilitado por meio do uso de um computador de placa única (Raspberry Pi) para tratar e classificar os sinais, designando assim qual movimentação deve ser realizada de acordo com cada sinal adquirido. O sinal elétrico muscular é obtido e transferido a Raspberry pi por meio de um bracelete com eletrodos e bluetooth, produzido pela Thalmic Labs., possibilitando assim que a prótese seja mais portátil e comercial, além de também possuir um custo mais acessível, sendo estas algumas das citadas possibilidades de desenvolvimento da pinça, projetada e construída durante a iniciação científica.

## 2 MÉTODO

Foi utilizado primeiramente o software de simulação da Autodesk, Tinkercad, acessado online por navegador com o intuito de desenvolver os passos iniciais na compreensão do funcionamento de um servo motor sg90s ativado por arduino, sendo a linguagem utilizada portátil para ESP 32 por meio da IDE Arduino, conectados por protoboard. [Figura 1]

O código [Figura 2] é simples e tem por objetivo utilizar a biblioteca Servo.h [3], a qual disponibiliza funções que auxiliam no funcionamento do servo motor, tendo sido exemplificado no código em questão o método `servo.write(graus)`, ou “nome do servo no seu código”.`write`(medida em graus para o deslocamento do rotor do servo), simulando uma movimentação de uma junta de prótese, ou no caso, o abrir e fechar das pinças e o método `servo.attach()` para designar o pino de transferência dos sinais para o motor.

A designação destes graus estariam predispostas em funções, as quais seriam selecionadas de acordo com o tipo de sinal transmitido por sEMG [4], informando o movimento a ser executado.



Já a modelagem 3D se deu por meio de um software igualmente da Autodesk, o software de protótipos virtuais tridimensionais Inventor. Tendo como foco o desenvolvimento de um projeto de uso simples e de confecção rápida mas funcional, desenvolveu-se então uma pinça, subdividida em 3 partes, sendo elas a pinça de tração (em contato com o rotor do motor) [Figura A], a base que se fixa ao motor [Figura B] e a pinça inerente (depende do movimento da pinça de tração) [Figura C], esta se enquadra na primeira das 4 etapas do processo da impressão 3D.

Foram utilizadas diversas ferramentas de modelagem fornecidas pelo inventor, sendo as mais básicas aquelas referentes ao desenho 2D, semelhantes a desenhos do software AutoCad, tendo-se então foco e ênfase nos artifícios que dão formato 3D ao esboço(2D), de modo que o processo de construção e desenho pode ser resumido em alguns passos:

- Idealização: ter em mente o que será modelado.
- Esboço 2D (processo do inventor): desenhar a visão superior do que se propõe a construir, tendo consciência dos meios a fim de se obter furos e outros moldes, consciência essa que é baseada no próximo passo.
- Extrusão (ferramenta do Inventor): levanta a visão superior (partes selecionadas e delimitadas pelas linhas do esboço) até a altura selecionada, pode ser utilizada também como meio de modelar entradas de diversos formatos na peça, definidos pelo esboço, sendo totalmente transpassantes ou não.
- Acabamento e detalhes: realizado por meio de artifícios do Inventor, como chanfro, furo, roscas e outros meios de modelagem.

Durante o processo de modelagem haviam dois métodos de produzir as engrenagens empregadas nas pinças, sendo elas o design accelerator, que forma engrenagens e dentes automaticamente em torno de um determinado sólido, e também o meio manual, por meio de um chanfro seguido da aplicação da ferramenta “padrão circular”, ambas desempenham um bom papel, utilizou-se o meio manual com padrão circular no desenvolvimento das engrenagens da pinça, para facilitar assim o design dos dentes, devido a necessidade de poucos dentes, mas robustos [5].

O fatiamento [6] é a segunda etapa e envolve a fatiação da peça em várias camadas, possibilitando assim a definição de coordenadas que a impressora 3D deve seguir para a confecção da peça, além de também envolver a configuração dos parâmetros de impressão, como a porcentagem de preenchimento da peça, altura de camada, velocidade de impressão, dentre outros. Em resumo, o fatiamento é o processo que possibilita portar o formato digital (utilizou-se STL na exportação da peça modelada) para GCODE, formato que indica os parâmetros para a impressora e viabiliza a impressão dentro dos ajustes especificados pelo usuário.

As 3 partes foram fatiadas no cura (software para impressoras 3D) usando 3 linhas de parede, com preenchimento em 30%, 0,2 mm de altura de camada com uma velocidade de 50mm por segundo, com material Polyethylene Terephthalate Glycol (PETG), forte, durável e barato.

A terceira etapa envolve a impressão, que é o momento no qual a impressora produz a peça de acordo com as especificações do fatiamento (segunda etapa) e suas coordenadas.

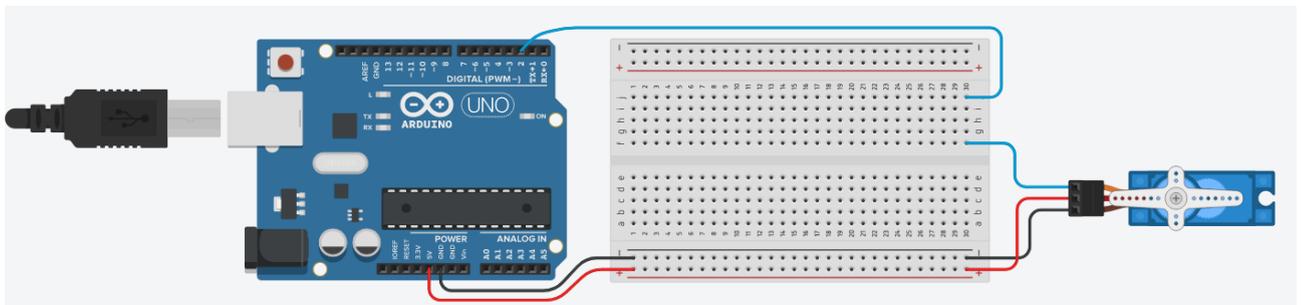
Durante a impressão foram consumidos 2,51 centímetros de filamento de 1,75mm de diâmetro, tendo tempo estimado de 1 hora e 5 minutos em uma impressora Ender 3 com tecnologia de fabricação por filamento fundido (FFF). Considerando um filamento de 1 kg com preço médio de R\$90,00 na data do desenvolvimento deste artigo, a produção da pinça [Figura 3] em termos apenas de material utilizado estaria em torno de 72 centavos.

A última etapa se dá pela finalização das peças confeccionadas, sendo então o acabamento final das peças por meio de lixamento ou remoção de material por solventes ou softwares (antes da etapa 3).

### 3 RESULTADOS

Os resultados obtidos podem ser observados nas seguintes figuras, de modo que se faz possível a observação dos objetivos alcançados que foram explicados durante os métodos, sendo respectivamente representados pelas figuras 1 e 2 os progressos com relação ao servo motor e ativação por microcontrolador, enquanto que as demais referenciam o molde 3D virtual e o resultado obtido após as etapas de fatiamento e impressão:

Figura 1 –Ligação eletrônica do sistema



Fonte: Autoria própria (2021).

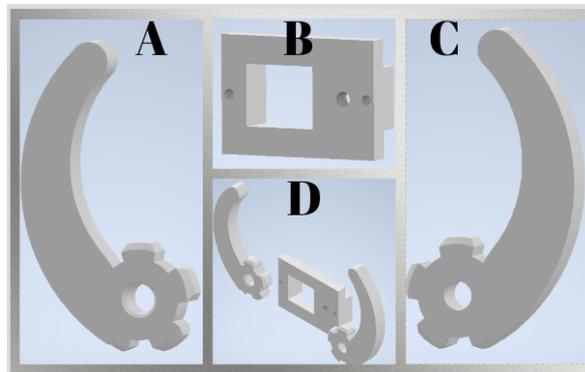
Figura 2 – Código servo motor

```
1 #include <Servo.h>
2
3 #define pinoServo2 2
4
5 int posicao = 0;
6 Servo servo2; // inicia o tipo Servo, dando acesso as funções que traduzem comandos dados para o servo.
7
8 void setup() {
9     servo2.attach(pinoServo2); // define o pino 2 como pino de transferencia informações para o servo.
10 }
11
12
13 void loop() {
14
15     for (posicao = 0; posicao <= 180; posicao++) { //a posição varia de grau em grau, com início em 0º e fim em 180º (grau maximo de
16         //giro do rotor).
17         servo2.write(posicao); // designa a posição do servo motor para a contação de posição atual.
18         delay(20); // espera 20 ms para atualizar a posição do servo motor.
19     }
20
21
22     for (posicao = 180; posicao >= 0; posicao--) {
23         servo2.write(posicao);
24         delay(20);
25     }
26 }
27
28 }
29
```

Fonte: Autoria própria (2021).



**Figura A – Pinça de tração, Figura B – Base, Figura C – Pinça de inerente, Figura D – Conjunto completo**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

**Figura 3 – Pinça completa e montada**



**Fonte: Autoria própria (2021).**

#### **4 CONCLUSÃO**

Desta maneira observa-se que os objetivos propostos foram alcançados, como a pinça em baixo custo de produção, fácil aplicação e confecção rápida, com exceção de um desalinhamento entre as pinças (sem que o uso seja comprometido), ocasionado pelo efeito de espelhamento aplicado durante o processo de modelagem. Abrem-se então margens para futuras implementações, objetivando movimentações mais complexas e próximas de uma prótese ortopédica, além de códigos mais robustos e utilizando sEMG como gatilho de ativação, tendo os resultados obtidos servindo para testes básicos e iniciais de baixo custo, com implementações inicialmente simplificadas, possibilitando uma maneira simples e barata de adquirir novos conhecimentos a partir das ferramentas desenvolvidas.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um  
mundo em transformação

## REFERÊNCIAS

- [1]C.C. FÉLIX, Augusto; A.S. VASCONCELOS, Henrique. **INTERPRETAÇÃO DE SINAIS EMG PARA JOELHO DE PRÓTESE ROBÓTICA**. Orientador: Geovany Araújo Borges. 2008. 70. TCC(Graduação) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em:  
<http://www.ene.unb.br/gaborges/arquivos/pf.augusto.cesar.henrique.augusto.2008.2.pdf>. Acesso em: 08 Set. 2021.
- [2]VELASCO, Leobardo E. Sánchez; MONTIEL, Manuel Arias; RAMÍREZ, Enrique Guzmán; GONZÁLEZ, Esther Lugo. A Low-Cost EMG-Controlled Anthropomorphic Robotic Hand for Power and Precision Grasp, Huajuapán de León-Mexico, v. 40, n. 1, p. 221-237, October, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0208521619304693>. Acesso em: 01 Out. 2021.
- [3]Biblioteca de referências Arduino: Biblioteca Servo, Disponível em:  
<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/servo/>. Acesso em: 07 set. 2021.
- [4]KARMEN, GARY.; A. GABRIEL DAVID. **Essentials of Electromyography**. Champaign: Human Kinetics, 2010.
- [5]PERFORMANCE CURSOS ONLINE, Autodesk Inventor 2020 | Módulo 1 | Aula 4 - Modelagem Da Engrenagem. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iEF1rG8bW0E>. Acesso em: 07 Set. 2021.
- [6]Solução em impressão, 3DLAB: Fatiadores 3D: conheça os 3 softwares mais utilizados do mercado, Disponível em: <https://3dlab.com.br/fatiadores-3d>. Acesso em: 07 set. 2021.