



Universidade Federal  
de Campina Grande



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

IANCA ROCHA FERREIRA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
NÚCLEO DE TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS EM SAÚDE (NUTES)**

Campina Grande, PB  
2019

IANCA ROCHA FERREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
NÚCLEO DE TECNOLOGIAS ESTRATÉGICAS EM SAÚDE (NUTES)

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido  
à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande,  
como parte dos requisitos necessários para  
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
Elétrica.*

Área de Concentração: Engenharia Biomédica

**Professor Edmar Candeia Gurjão, D. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador, UFCG

**Professor Raimundo Carlos Silvério Freire, D. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Campina Grande, PB  
2019

Dedico este trabalho a Mylena, Helvio e  
Marcelly.

# AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a minha mãe, Tita, que abraça todos os meus sonhos como se fossem dela e faz de tudo para que eles se tornem realidade. Obrigada minha, por me dar colo quando precisei, por me apoiar em cada ideia nova, por me fazer acreditar que era capaz de tudo, mesmo existindo inúmeras dificuldades no caminho. Obrigada por renunciar tantas coisas e por trabalhar incansavelmente para que eu concluísse minha graduação. Nós conseguimos!

Agradeço as minhas irmãs, tias, tios, padrinhos e avós por todo apoio e amor.

Agradeço ao professor Raimundo Freire, por todos os ensinamentos nos anos de convivência no laboratório, pela confiança, pelas oportunidades, pela paciência e apoio constante. Foi uma honra ser orientada pelo senhor. Muito obrigada, Freire!

Agradeço a equipe do NUTES, em especial os Professores Misael e Katia, Roberto e Andreza por todo suporte e conhecimento compartilhado ao longo do estágio.

Agradeço a Tchai por toda disponibilidade e incentivo durante a graduação.

Agradeço a Adail por todo carinho e cuidado por cada aluno.

Agradeço aos pais dos meus amigos que amorosamente me receberam em suas casas nas datas comemorativas e feriados que não pude passar ao lado da minha família, especialmente a Tia Jane e Tio Rubens, Tia Geilma e Myr, Jaidete e Anísio, Tia Dulce e Adalberto. Muito obrigada pelo carinho!

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento. Muito obrigada!

*“For in dreams we enter a world that is entirely our own. Let them swim in the deepest ocean or glide over the highest cloud.”*

- Albus Dumbledore

## RESUMO

O presente trabalho apresenta as atividades realizadas pela aluna Ianca Rocha Ferreira, durante o Estágio Supervisionado no Laboratório de Inteligência Artificial e Engenharia de Software do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES), localizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), sob supervisão do Professor Misael Elias de Moraes. O estágio teve como objetivos a realização de testes para viabilizar o desenvolvimento de uma mão biônica e auxílio na finalização de um sistema para uso de anestesistas em centros cirúrgicos. Para isso foram realizadas montagens e testes no laboratório de modo a analisar o funcionamento dos protótipos tanto da mão biônica quanto do sistema para centros cirúrgicos. Além disso foram realizados treinamentos para que fosse feita a utilização correta e manuseio de impressoras 3D.

**Palavras-chave:** Lesão por esforço repetitivo, mão biônica, próteses.

# ABSTRACT

This work presents the activities performed by the student Ianca Rocha Ferreira during the Supervised Internship at the Artificial Intelligence and Software Engineering Laboratory of the Center for Strategic Health Technologies (NUTES), at Paraíba State University (UEPB), under the supervision of Professor Misael Elias de Morais. The internship aimed to perform tests to enable the development of a bionic hand and to assist in the finalization of a system for use by anesthetists in surgery rooms. For this, assemblies and tests were performed in the laboratory in order to analyze the prototypes performance of both the bionic hand and the operating room system. In addition, training it was conducted to make the correct use and handling of 3D printers.

Keywords: Repetitive strain injury, bionic hand, prostheses.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Modelo de testes 5DOF .....	7
Figura 2: Protótipo movimentando o dedo indicador. ....	8
Figura 3: Impressora gofoo mini+. ....	9
Figura 4: Algumas das partes impressas do modelo. ....	10
Figura 5: Uma das partes impressas do modelo.....	11

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos do Estágio.....	2
1.2	Local do Estágio.....	2
2	Metodologia.....	4
2.1	Sinal Mioelétrico.....	4
2.2	Mão Biônica.....	5
2.3	Lesão por Esforço Repetitivo.....	5
2.4	Arduino Uno.....	6
3	Atividades Realizadas.....	7
4	Conclusão.....	12
	Referências.....	13

# 1 INTRODUÇÃO

Pessoas portadoras de alguma deficiência física apresentam grandes problemas de integração na sociedade em função da dificuldade de executar tarefas simples do dia-a-dia. Esse quadro vem mudando gradativamente em virtude do impacto do desenvolvimento tecnológico na área de reabilitação humana. As pesquisas nesse campo estão proporcionando o desenvolvimento de diversos mecanismos para melhorar a qualidade de vida dos portadores de necessidades especiais, tornando-os mais independentes e com maiores chances de integração social (FAVIEIRO, 2009).

Segundo dados do IBGE para Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 1,3% da população brasileira têm algum tipo de deficiência física. Desse percentual, 46,8% possuíam grau intenso ou muito intenso de limitações, ou ainda não conseguiam realizar atividades habituais (IBGE, 2013).

Segundo (BUONO NETO e ARBEX, 2018) entende-se Lesões por Esforços Repetitivos – LER como uma síndrome clínica, caracterizada por dor crônica, acompanhada ou não de alterações objetivas e que se manifesta principalmente em regiões como os membros superiores em decorrência do trabalho. O que se pode dizer é que as lesões causadas por esforços repetitivos são patologias, manifestações ou síndromes patológicas que se instalam insidiosamente em determinados segmentos do corpo, em consequência de trabalho realizado de forma inadequada.

Na terminologia médica atual considera-se prótese a peça ou dispositivo artificial utilizado na substituição de um membro, órgão, ou parte de um deles. Sua aplicação passou a ser fortemente impulsionada após a segunda guerra mundial, devido a necessidade de desenvolvimento de talas para pernas e braços que fossem baratas, leves, resistentes e fáceis de manipular a serem usadas por soldados que perderam um dos membros em combate (TAGLIARI, 2011).

## 1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

O objetivo geral do estágio supervisionado, é descrever os testes realizados para dar suporte ao desenvolvimento de uma mão biônica e de um sistema para uso de anestesistas em centros cirúrgicos.

Os objetivos específicos foram:

- Pesquisa bibliográfica sobre o sistema muscular e o sistema nervoso humano e como ambos atuam no movimento das mãos e dos dedos;
- Montagem do primeiro protótipo de uma mão a ser utilizado em fase inicial de testes do trabalho;
- Impressão de protótipo de uma mão em uma impressora 3D, da marca gofoo, no modelo gofoo mini+, para testes futuros;
- Pesquisa bibliográfica sobre lesões por esforço repetitivo para descrição do funcionamento da parte eletrônica de um equipamento desenvolvido para uso de anestesistas em centros cirúrgicos.

## 1.2 LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no Laboratório de Inteligência Artificial e Engenharia de Software do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (NUTES), localizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e tem como coordenador geral o professor Misael Elias de Moraes, professor titular da referida universidade.

A criação do NUTES foi viabilizada por meio de um convênio firmado entre a Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério da Saúde (MS) e executado com o apoio da Fundação Parque Tecnológico da Paraíba (PaqTcPB).

Desde sua criação, o NUTES se propõe a atender a demanda de mercado e atuar como facilitador de inovação para o governo, empresas e centros de desenvolvimento. Caracterizado como um centro de referência para a pesquisa, desenvolvimento, produção, inovação e prestação de serviços tecnológicos aplicada ao setor de saúde humana. Para atender a essa demanda, o NUTES possui uma equipe interdisciplinar de professores, pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação, bem como profissionais de nível superior e nível técnico.

O estabelecimento do NUTES na UEPB consiste na estruturação de um centro de especialização em engenharia biomédica apto a executar atividades nas áreas de Engenharia Clínica, validação de software embarcado em equipamentos médicos, design e manipulação de imagens médicas.

Dentre as atividades desenvolvidas pelo Laboratório de Inteligência Artificial e Engenharia de Software estão:

- Pesquisa em linhas de produtos para prontuários médicos, sistemas de informação para processos de diálise, interoperabilidade entre sistemas de informação utilizados na saúde e ferramentas de modelagem de software para garantia de conformidade com normas de segurança;
- Avaliação de segurança de software embarcado em dispositivos médicos;
- Proposição de melhorias da qualidade do software embarcado em dispositivos médicos, tanto a nível de Segurança quanto a nível de Engenharia de Software;
- Desenvolvimento de sistemas de prototipação de linhas de produtos de software ligadas a sistemas de prontuários eletrônicos;
- Aprimoramento da qualidade do software embarcado em dispositivos médicos tanto a nível de Segurança quanto a nível de Engenharia de Software;
- Desenvolvimento de sistemas de telemedicina;
- Acesso remoto do sinal de eletrocardiograma.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são abordados os materiais e métodos utilizados para a realização das atividades do estágio supervisionado. Para a execução do trabalho foi necessário a revisão bibliográfica de assuntos específicos, tais como o sistema nervoso, sistema muscular humano, como ambos interferiam no movimento da mão humana e como ocorrem e o que são lesões por esforço repetitivo. Da mesma forma, foi solicitado conhecimento em instrumentação eletrônica para a conclusão das atividades.

### 2.1 SINAL MIOELÉTRICO

Cerca de 40% do corpo é composto por músculo esquelético. Cada um desses músculos é composto por numerosas fibras, com diâmetro entre 10 a 80 micrômetros (GUYTON e HALL, 2011).

O sinal eletromiográfico é obtido medindo-se a eletricidade gerada pelo potencial de ação no ato de contração do músculo. Atualmente, além das análises clínicas, o sinal eletromiográfico pode ser usado também no controle de equipamentos e próteses abordados na engenharia de reabilitação (FAVIEIRO, 2009).

O potencial de ação é gerado da seguinte forma: o nervo motor secreta uma pequena quantidade do neurotransmissor acetilcolina que por sua vez abre múltiplos canais na membrana da fibra muscular, permitindo então a difusão de íons de sódio para dentro da membrana, e desencadeia assim seu potencial de ação. Esse potencial se propaga por toda membrana e a despolariza, e grande parte da eletricidade do potencial de ação flui pelo centro da fibra muscular, fazendo com que seja liberado uma grande quantidade de íons de cálcio que estava presente no retículo sarcoplasmático. Os íons liberados ativam as forças atrativas entre os filamentos de miosina e actina, promovendo então a contração do músculo (GUYTON e HALL, 2011).

Quando um potencial de ação é enviado pelo neurônio todas as fibras musculares da sua unidade motora são estimuladas, de forma não simultânea. O resultado da soma algébrica dos potenciais de ação nas  $n$  fibras de uma unidade motora é chamado de potencial de ação da unidade motora. Essa soma dos potenciais de ação é que é o responsável pelo movimento de um membro (FAVIEIRO, 2009).

Os potenciais de ação da unidade motora percorrem as fibras musculares e formam um campo eletromagnético em suas proximidades, e assim, um eletrodo próximo o

músculo de estudo é capaz de detectar a resultante desses campos, denominado de sinal mioelétrico (ALVES JUNIOR, MELLO e IMENES, 2016).

## 2.2 MÃO BIÔNICA

O meio ambiente natural sempre exerceu uma constante e profunda influência sobre o homem. Essa influência é manifestada, entre outras coisas, na criação do meio ambiente artificial e das técnicas próprias do homem. No entanto, a observação consciente e intencional de sistemas naturais para solucionar problemas é uma preocupação relativamente recente, associada a certos períodos históricos, períodos geralmente caracterizados por uma grande efervescência criativa (BROECK, 1989).

A técnica biônica pode ser definida como a aplicação de conhecimentos da biologia na resolução de problemas inerentes a engenharia e design (BORBA, 2004).

Uma mão biônica é um dispositivo robótico que possui a capacidade de imitar os movimentos e características de uma mão humana. O seu uso pode variar de aplicações em teleoperação, próteses, construção de robôs humanoides, dentre outras (RIBEIRO, 2018).

O funcionamento de uma mão biônica pode ser decomposto em receber e interpretar os sinais de controle que serão usados para movimentar os componentes físicos da mão, de forma a realizar o movimento esperado (RIBEIRO, 2018).

## 2.3 LESÃO POR ESFORÇO REPETITIVO

Segundo (BUONO NETO e ARBEX, 2018) entende-se Lesões por Esforços Repetitivos – LER como uma síndrome clínica, caracterizada por dor crônica, acompanhada ou não de alterações objetivas e que se manifesta principalmente em regiões como os membros superiores em decorrência do trabalho. O que se pode dizer é que as lesões causadas por esforços repetitivos são patologias, manifestações ou síndromes patológicas que se instalam insidiosamente em determinados segmentos do corpo, em consequência de trabalho realizado de forma inadequada.

Também se destaca a definição dada por (TEIXEIRA, 2003) em que ele afirma que as lesões por esforços repetitivos ou distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho correspondem a um conjunto de afecções relacionadas às atividades laborativas que acomete músculos, fâscias musculares, tendões, ligamentos, articulações, nervos,

vasos sanguíneos e tegumento. As várias formas clínicas de manifestação têm como aspecto comum a dor e as incapacidades funcionais temporárias ou permanentes.

As lesões por esforço repetitivo apresentam numerosos fatores causais, como por exemplo de natureza biomecânica, psicossocial, hormonal, organizacional, dentre outros. Quanto aos fatores biomecânicos, pode-se destacar o uso excessivo de forças, posturas incorretas, vibrações, falta de repouso e compressão mecânica das estruturas musculoesqueléticas (COLMAN, 2006).

Como resultado da falta de cuidado e de tratamento antes do avanço da doença, a dor pode desencadear a incapacidade funcional e sofrimento físico, além do psicoafetivo. Como consequência, a lesão desencadeia um processo inflamatório caracterizado pelo ciclo de dor-espasmo-inflamação-espasmo-dor (TEIXEIRA, 2003).

Sendo assim, a dor provoca no doente múltiplas consequências na vida social e profissional.

É importante mencionar que algumas lesões provocadas pela doença não apresentam nenhum sinal visível, apesar dos sintomas. Uma das formas mais utilizadas para o diagnóstico e a técnica da eletromiografia (EMG) (COLMAN, 2006).

As Lesões por Esforço Repetitivo (LER)/Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho (Dort) representam um problema de saúde muito prevalente no mundo atual, acometendo diversas categorias de trabalhadores (MEDEIROS e SEGATTO, 2012).

## 2.4 ARDUINO UNO

O arduino é uma plataforma formada por dois componentes: a placa com o microcontrolador e os sensores e a IDE que é o software no qual são desenvolvidos os códigos (MOTA, 2017).

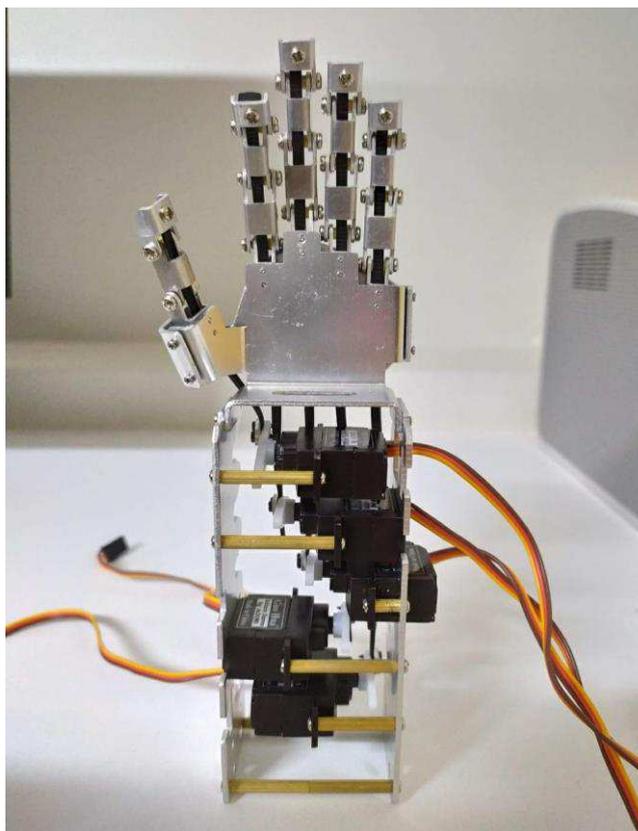
Nos testes e no equipamento desenvolvido, foi utilizado o microcontrolador ATMEL ATMEGA328, dispositivo de 8 bits da família AVR com arquitetura RISC avançada, presente na placa de prototipagem open-source Arduino UNO.

### 3 ATIVIDADES REALIZADAS

O protótipo da mão biônica no modelo 5DOF foi adquirido e disponibilizado pelo NUTES para serem realizados os testes.

Inicialmente foi montado o protótipo mostrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1: Modelo de testes 5DOF

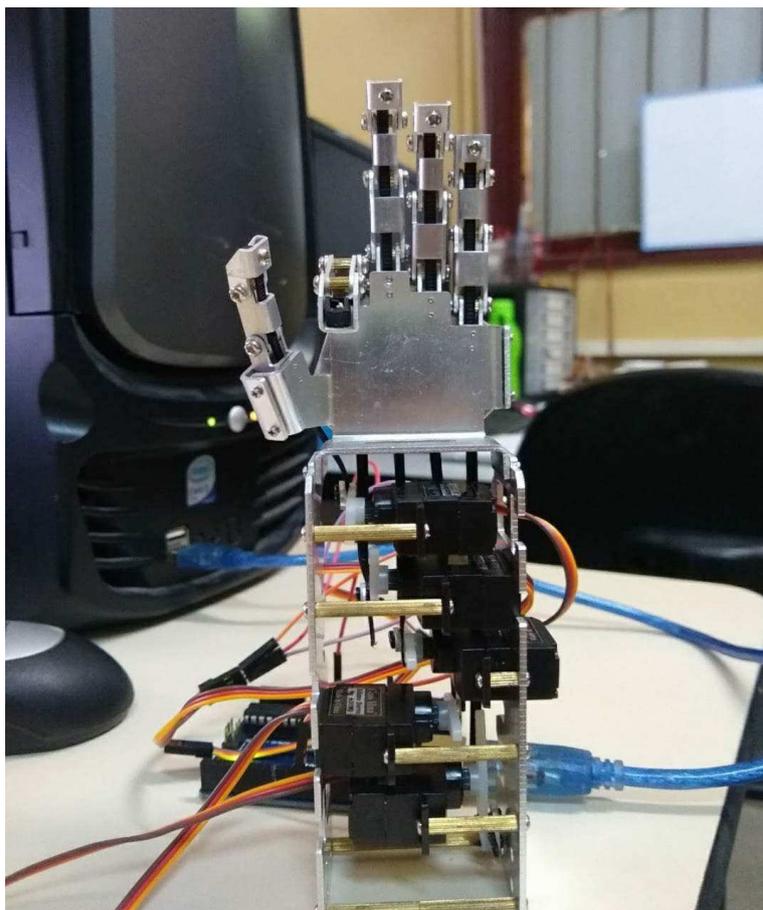


Fonte: Própria autora.

O protótipo conta com cinco servo motores, cada um conectado a um dedo. Toda a estrutura desse modelo é feita em alumínio. Para a conexão de cada dedo ao seu servo motor correspondente foi conectado um enforcamento da ponta do dedo até o pino do motor, a conexão foi realizada por meio de parafusos.

Após a montagem foram realizados testes de modo a analisar o comportamento da mão ao mover um único dedo e ao mover todos os dedos. Para realização dos testes foi utilizado um código open source disponibilizado pela plataforma (STRAUB, 2016).

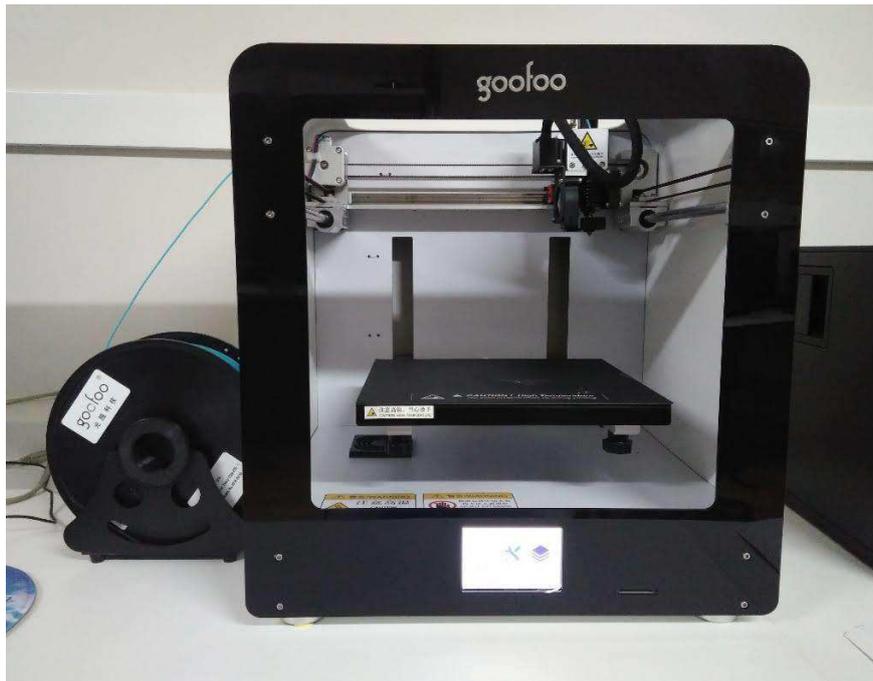
Figura 2: Protótipo movimentando o dedo indicador.



Fonte: Própria autora.

Em conjunto a essa atividade foi realizada a impressão de uma prótese para mão utilizando a impressora *goofoo mini+* da marca goofoo, mostrada na Figura 3.

Figura 3: Impressora gofoo mini+.



Fonte: Própria autora.

Essa prótese foi impressa no material ácido polilático ou como comumente é conhecido, PLA. O modelo da prótese foi obtido pela plataforma *open source Hackaday* (KRAFT, 2012).

A impressão de parte das peças que compõe o protótipo levou aproximadamente uma semana. Todas as impressões inicialmente foram feitas em ambiente com temperatura de 16°C. A temperatura da ponta da impressora estava configurada para 250°C e a temperatura da base estava configurada para 60°C.

A escolha do PLA foi feita por se tratar de um material biodegradável, com maior resistência a flexão, e por possuir maior módulo de elasticidade e tensão de ruptura maior quando comparado aos demais materiais disponíveis (PORTELA, 2019).

Ao fim da primeira impressão notou-se que apresentava bastante fragilidade, sem resistência até para impactos mais sutis, sendo assim logo em seguida as impressões foram descartadas. A primeira suposição era de que o PLA não seria o material adequando para impressão, dessa forma ele foi substituído pelo Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e as configurações da impressora foram modificadas, a tensão da base passou a ser utilizada em 100°C e a do bico de impressão em 220°C. Apesar de o ABS apresentar uma boa resistência mecânica, nenhuma das tentativas de impressão foram bem-sucedidas. Isso porque o material se acumulava na ponta do bico de impressão e não realizava o

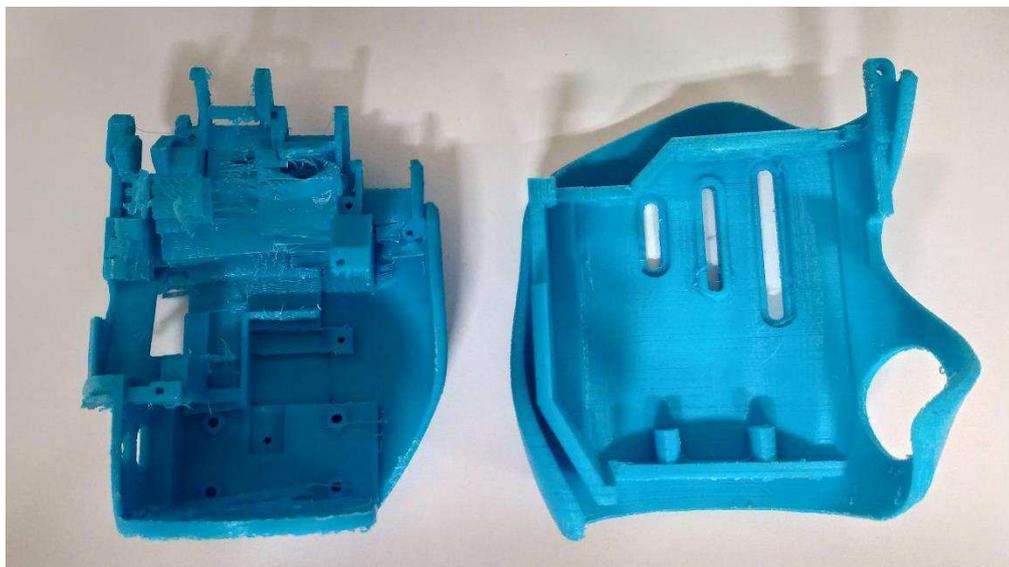
processo de impressão corretamente, sendo assim, em todas as tentativas de impressão utilizando o ABS houve a necessidade de interrupção do procedimento.

A partir de pesquisas constatou-se que a temperatura da sala estava muito baixa, que a temperatura indicada para o ambiente no momento da impressão era a temperatura ambiente. Outro fator importante foi a necessidade de alteração da temperatura do bico de impressão. A temperatura do bico estava acima do indicado pelo fabricante do material PLA, sendo assim, foi necessário reduzi-la para 215°C. Após essas alterações foi retomado o planejamento inicial de utilizar o PLA nas impressões.

Sendo assim, o mesmo modelo de prótese foi impresso novamente de modo que o produto final fosse resistente e possibilitasse os testes de funcionamento sem fraturar.

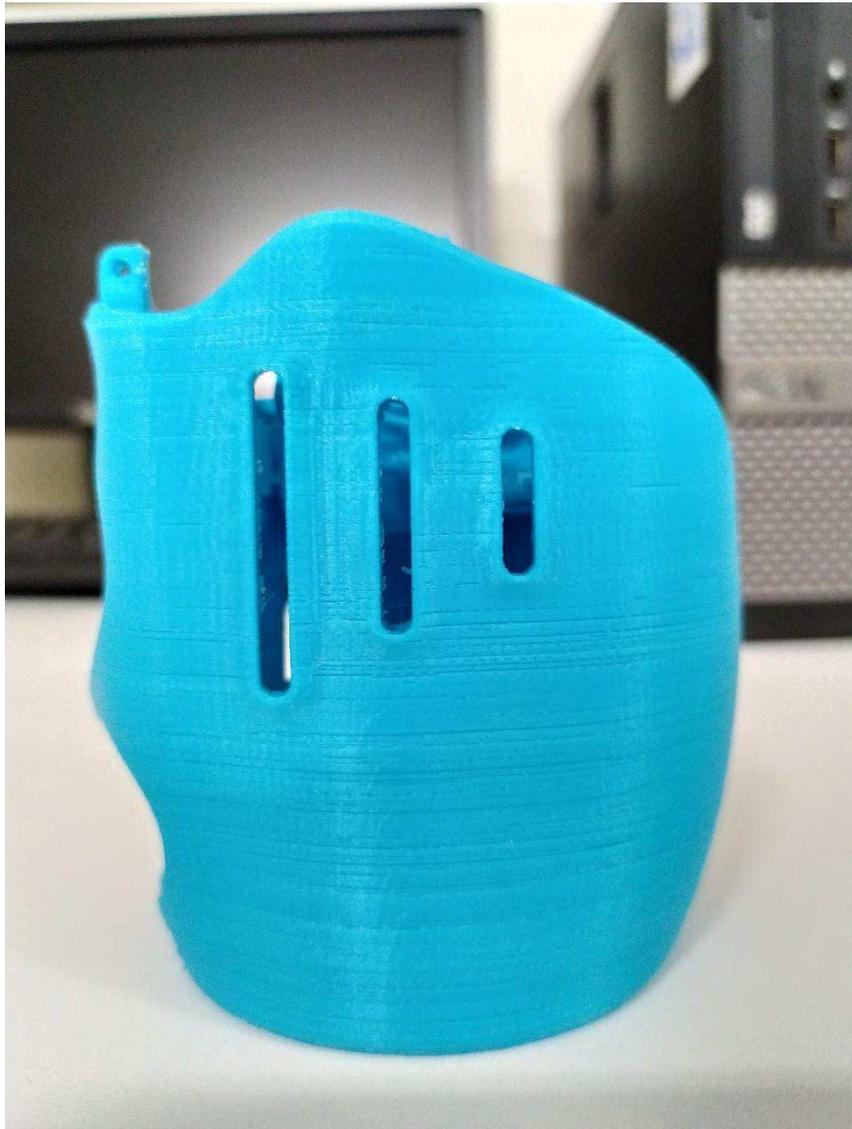
Partes do protótipo obtido são mostradas nas Figura 4 e Figura 5.

Figura 4: Algumas das partes impressas do modelo.



Fonte: Própria autora.

Figura 5: Uma das partes impressas do modelo.



Fonte: Própria autora.

Logo em seguida foi iniciada a etapa de escrita da descrição do funcionamento da parte eletrônica de um equipamento desenvolvido para uso de anestesistas em centros cirúrgicos para submissão do pedido de patente.

O projeto foi totalmente desenvolvido no Laboratório de Inteligência Artificial e Engenharia de Software do Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde e tem como principal desenvolvedor Roberto Carlos Jr. O equipamento foi projetado a partir de relatos de anestesistas sobre determinada atividade realizada, que ao longo dos anos poderia acarretar no desenvolvimento de lesões por esforço repetitivo.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizada a placa de prototipagem Arduino UNO, que foi escolhida por estar disponível em grande quantidade no ambiente em que

o projeto foi desenvolvido e por apresentar uma gama grande de referências que auxiliaram no avanço do trabalho. A placa atuou realizando o controle do motor que por sua vez realizava o movimento desejado do equipamento.

Ademais foram utilizados no projeto componentes como tela de LCD para o mostrador, botões de controle e acionamento, circuitos integrados e LEDs de indicação.

## 4 CONCLUSÃO

Ao fim das atividades propostas para o estágio, tornou-se possível iniciar os estudos para conexão do sensor testado ao protótipo montado, e, posteriormente, sua conexão a prótese impressa.

A respeito do projeto em processo de patente, o mesmo foi finalizado cumprindo todas as atividades propostas e pode vir a ser disponibilizado para uso em centros cirúrgicos. Todos os materiais utilizados são abordados nas disciplinas de Laboratório de Eletrônica e Laboratório de Dispositivos Eletrônicos, o que ajudou na compreensão e possibilitou auxílio ao longo do projeto. Tal fato também deixa evidente que é possível o desenvolvimento de equipamentos inovadores que possibilitem o avanço da engenharia biomédica a partir de baixo investimento financeiro.

A cooperação entre o Laboratório de Instrumentação e Metrologia Científicas e o Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde foi fundamental para o desenvolvimento das atividades, bem como possibilitou um contato mais abrangente com atividades relacionadas a engenharia biomédica e profissionais da área, tornando possível a aquisição de novos conhecimentos e enorme troca de experiências.

## REFERÊNCIAS

ALVES JUNIOR, E.; MELLO, G. A. F. D.; IMENES, M. P. **PRÓTESE MIOELÉTRICA PARA MEMBRO SUPERIOR**. Universidade São Francisco. Campinas. 2016.

BORBA, F. S. Dicionário UNESP do português contemporâneo. São Paulo: Editora UNESP, 2004. ISBN 85-7139-576-4.

BUONO NETO, A.; ARBEX, E. B. **Perícias Judiciais na Medicina do Trabalho**. 5ª. ed. São Paulo: LTR, 2018.

COLMAN, J. **ACIDENTE DE TRABALHO: A CARACTERIZAÇÃO OBJETIVA DAS LESÕES POR ESFORÇO REPETITIVO (LER)**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2006.

FAVIEIRO, G. W. **CONTROLE DE UMA PRÓTESE EXPERIMENTAL DO SEGMENTO MÃO-BRÇO POR SINAIS MIOELÉTRICOS E REDES NEURAS ARTIFICIAIS**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre. 2009.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editoda Ltda, 2011.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. ISSN 978-85-240-4351-2.

KRAFT, C. INMOOV: A 3D PRINTED ANIMATRONIC HAND YOU CAN DOWNLOAD. **Hackday**, 2012. Disponível em: <<https://hackaday.com/2012/06/09/inmoov-a-3d-printed-animatronic-hand-you-can-download/>>. Acesso em: 20 agosto 2019.

MEDEIROS, U. V. D.; SEGATTO, G. G. Lesões por esforços repetitivos (LER) e distúrbios osteomusculares (Dort) em dentistas. **Revista Brasileira de Odontologia**, 2012.

MOTA, A. O que é Arduino e como funciona? **Vida de Silício**, 2017. Disponível em: <<https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/>>. Acesso em: 19 outubro 2019.

PORTELA, S. Filamento PLA: como imprimir com esse filamento. **3dlab**, 2019. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/como-imprimir-com-filamento-pla/>>. Acesso em: 1 setembro 2019.

RIBEIRO, D. B. S. **Mão biônica controlada por luva de sensores**. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade. 2018.

STRAUB, M. G. Usina Info. **CONTROLE DE POSIÇÃO SERVO MOTOR COM ARDUINO**, 2016. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/control-de-posicao-servo-motor-com-arduino/>>. Acesso em: 22 agosto 2019.

TAGLIARI, R. Passo Firme. **A incrível evolução das próteses na medicina moderna**, 2011. Disponível em: <<https://passofirme.wordpress.com/2011/03/11/a-incrivelevolucao-das-proteses-na-medicina-moderna/>>. Acesso em: 17 outubro 2019.

TEIXEIRA, M. J. **Dor - Contexto Interdisciplinar**. [S.l.]: Maio, 2003.