

Atena
Editora
Ano 2020

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

**ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)**

Atena
Editora
Ano 2020

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

**ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)**

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

- Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Robótica: o virtual no mundo real

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
R666	Robótica [recurso eletrônico] : o virtual no mundo real / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-208-1 DOI 10.22533/at.ed.081202407 1. Automação. 2. Robótica. I. Martins, Ernane Rosa. CDD 629.892
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A robótica é um ramo educacional e tecnológico que trabalha com sistemas compostos por partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados. A utilização de robôs tende cada vez mais a fazer parte das tarefas cotidianas. Atualmente a robótica está incorporada principalmente nos ambientes fabris e industriais, devido principalmente a questões relacionadas a redução de custos, o aumento de produtividade e a diminuição de problemas trabalhistas com funcionários, mas com tendência de crescimento significativo nos mais diversos ambientes. Este livro, se propõe a permitir que seus leitores venham a conhecer melhor o panorama da robótica, por meio do contato direto com alguns dos mais importantes trabalhos realizados neste ramo atualmente.

Dentro deste contexto, esta obra aborda aspectos importantes da robótica, tais como: a utilização da robótica como meio de aprimoramento dos conhecimentos obtidos na grade curricular, o desenvolvimento de um sistema que unifica um manipulador robótico (SCORBOT-ER 4u) com técnicas de visão computacional e redes, o desenvolvimento de uma ferramenta de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais na educação, o emprego do Deep Learning, especificamente a técnica de redes neurais artificiais convolutivas, para um sistema de navegação autônoma que recebe imagens do ambiente e define a direção de condução, o desenvolvimento de um protótipo em módulo de MDF (Medium Density Fiberboard) para ser instalado na estrutura da lixeira plástica sem a necessidade de qualquer modificação, a confecção de placas de circuito impresso usando materiais de baixo custo a partir de desenhos feitos com caneta de tinta permanente para que posteriormente possa ser feito processos de corrosões químicas para finalização das placas de circuito impresso, o desenvolvimento de sistema de automação residencial em escala reduzida, para ser utilizado nas áreas de ensino e pesquisa da domótica em escolas dos níveis médio e técnico, e o desenvolvimento de um protótipo de um boné com sensor de objetos utilizados por pessoas portadoras de deficiência visual.

Sendo assim, os trabalhos que compõem esta obra, formam uma rica coletânea de experimentos e vivências de seus autores, que permitem aos leitores analisar e discutir os relevantes assuntos específicos abordados. Espera-se que esta obra venha a ajudar diversos alunos e profissionais deste importante ramo educacional, a enfrentarem os mais diferentes desafios da atualidade. Por fim, agradeço aos autores, por suas relevantes contribuições, e desejo a todos os leitores, uma ótima leitura, repleta de novos e importantes conhecimentos.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA	
Luiza Moura Sá Teles Simone Carleti	
DOI 10.22533/at.ed.0812024071	
CAPÍTULO 2	7
DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLE INTELIGENTE PARA SELEÇÃO DE MANGAS APLICADA A UM PROTÓTIPO DE MANUFATURA ROBOTIZADA	
Fábio Silveira Silva Carine Ramos de Almeida Gottschall Denise Silva Lima João Erivando Soares Marques José Alberto Diaz Amado Cleia Santos Libarino Wilton Lacerda Silva Kenedy Marconi Geraldo dos Santos Elvio Prado da Silva Wesley de Almeida Souto Rodrigo Assis Bonfim João Batista Regis Pires	
DOI 10.22533/at.ed.0812024072	
CAPÍTULO 3	20
DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA APRENDIZAGEM DO SISTEMA BRAILLE	
Pedro Henrique Alves de Oliveira Luiz Antonio Marques Filho George João de Almeida Pereira Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.0812024073	
CAPÍTULO 4	33
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA ATRAVÉS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	
Elionai de Farias Borges José Alberto Diaz Amado João Erivando Soares Marques Adriano de Oliveira Rocha Sílvia Maria Nascimento Carvalho Cleia Santos Libarino Wilton Lacerda Silva Kenedy Marconi Geraldo dos Santos Elvio Prado da Silva Wesley de Almeida Souto Rodrigo Assis Bonfim João Batista Regis Pires	
DOI 10.22533/at.ed.0812024074	
CAPÍTULO 5	50
DESENVOLVIMENTO DE UMA LIXEIRA ELETRÔNICA PARA AS AULAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
Giuliano Mantovi Silva Gustavo Pontes dos Santos Gean Lourenço da Silva	

Yan José de Oliveira Ribeiro
Luiz Antonio Marques Filho
DOI 10.22533/at.ed.0812024075

CAPÍTULO 6	61
DRAWING MACHINE - MONALISA	
Joao Matheus Bernardo Resende Marcus Paulo Soares Dantas Orivaldo Vieira De Santana Juinor	
DOI 10.22533/at.ed.0812024076	
CAPÍTULO 7	71
SMARTHOUSE - UMA MAQUETE RESIDENCIAL INTELIGENTE PARA O ENSINO DA DOMÓTICA	
João Moreno Vilas Boas Allyson Amilcar Angelus Freire Soares Juscilésio da Silva Gomes Guilherme Afonso Pillon de Carvalho Alves Pessoa André Anderson Silva de Queiroz João Pietro Ribeiro Peixôto	
DOI 10.22533/at.ed.0812024077	
CAPÍTULO 8	92
THIRDEYE	
Fernando Pinheiro dos Santos Guilherme Augusto Videira Marvin de Lima Oliveira Douglas Baptista de Godoy Daiani Mariano de Brito Camila Baleiro Okado Tamashiro	
DOI 10.22533/at.ed.0812024078	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	96
ÍNDICE REMISSIVO	97

A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA

Data de aceite: 16/07/2020

Luiza Moura Sá Teles

UFOB – Universidade Federal do Oeste da Bahia

Barreiras – Bahia

Lattes <http://lattes.cnpq.br/8443428164960010>

Simone Carleti

UNIFAAHF – Centro Universitário Arnaldo Horácio

Ferreira

Luís Eduardo Magalhães – Bahia

Lattes <http://lattes.cnpq.br/1528125846268280>

Data da submissão: 31/03/2020

RESUMO: A disciplina de física no ensino médio é uma das que possui maior rejeição dos alunos, deste modo o seu ensino é comprometido por causa da ideia prévia dos alunos de que não conseguem entender e aprender a matéria. No entanto, é um conteúdo necessário na grade curricular e que possui aplicações práticas no cotidiano das pessoas. Desta forma, surge a necessidade de tornar o ensino mais atrativo aos alunos e o aprendizado mais eficaz. Muitos especialistas dizem que o “faça você mesmo”, a ideia de construtivismo, é o método mais eficiente de educação, então surge a robótica educacional. Esta auxiliará com demonstrações práticas dos assuntos físicos tornando as aulas mais dinâmicas e convidativas aos alunos. Inicialmente, o projeto foi executado com alunos

da 1ª série do ensino médio, eles montaram o robô de resgate com peças LEGO dos modelos NXT e EV3 para fixar assuntos como dinâmica e Leis de Newton, fizeram suas próprias programações e tiveram o acompanhamento tanto do professor de física como da professora de robótica. Os resultados obtidos foram de êxito completo, pois os alunos conseguiram aprimorar seus conhecimentos de física, se interessar pela matéria e ainda melhorar seu trabalho em grupo.

PALAVRAS-CHAVE: Física, Robótica educacional, Interação, Construtivismo

THE CONTRIBUTION OF EDUCATIONAL PHY ROBOTICS IN PHYSICS LEARNING

ABSTRACT: The discipline of physics in high school is one that has the highest rejection of students, so their teaching is compromised because of students' previous idea that they can not understand and learn the subject. However, it is a necessary content in the curriculum and it has practical applications in people's daily lives. In this way, the need arises to make teaching more attractive to students and more effective learning. Many experts say that “do it yourself”, the idea of constructivism, is the most

efficient method of education, so educational robotics arises. This will assist with practical demonstrations of the physical subjects making the classes more dynamic and inviting to the students. Initially, the project was executed with high school students, they set up the rescue robot with LEGO pieces of the NXT and EV3 models to fix subjects such as dynamics and Newton's Laws, made their own schedules and had the accompaniment of both the teacher Physics teacher and robotics teacher. The results were completely successful, as the students were able to improve their physics knowledge, become interested in the subject and improve their group work.

KEYWORDS: Physics, Educational Robotics, Interaction, Constructivism

1 | INTRODUÇÃO

A robótica educacional é um modo de aprendizagem por meio da construção e programação de robôs que se tornam uma forma de expressão das próprias ideias dos estudantes, é o famoso “maker” ou “faça você mesmo” dentro das instituições escolares. (MIRANDA e SUANNO, 2008)

Segundo SOUZA e NÓBREGA (2010, p.3) “a Robótica Educacional é uma área recentemente explorada, voltada para o desenvolvimento de projetos educacionais envolvendo atividades de construção e manipulação de robôs”, promovendo ao aluno o aprimoramento de suas capacidades cognitivas e interação social, além de unir educação e tecnologia.

Jean Piaget, psicólogo suíço nascido no fim do século XIX, desenvolveu o construtivismo, teoria de aprendizagem que mostrava o modo como o aprendiz vê o conhecimento científico, segundo ele o construtivismo era a explicação de como o indivíduo conhece o seu próprio mundo, fazendo os seus próprios mecanismos de conhecimento e entendimento do espaço ao seu redor. (ZILLI, 2004)

Ao longo dos últimos anos tornou-se notória a necessidade de uma mudança no ensino tradicional, a física ensinada em sala de aula não está em sintonia com as pesquisas de ensino de física e os livros desta forma abordam o conteúdo de modo rudimentar e complexo. (PENA e FILHO, 2008)

Assim, Jacques Delors, inclui como um pilar da educação do século XXI o “aprender a fazer”, no qual o conhecimento não se priva somente a sala de aula, mas o aluno deve buscar provar na prática o que aprendeu em sala de aula. (PIETROCOLA ET AL, 2013)

Desta forma, nada melhor que a utilização da robótica educacional para esta finalidade, o que irá proporcionar a visão prática dos conhecimentos físicos e com isto um aprendizado mais eficaz que não oferecerá riscos ao estudante em questão.

Este artigo possui organização da seguinte maneira: a seção 2 traz os objetivos. A seção 3 descreve a proposta do trabalho. A seção 4 apresenta os materiais e métodos. A seção 5 traz os resultados e discussão, e as conclusões são apresentadas na seção 6.

2 | OBJETIVOS

O seguinte artigo traz como objetivo principal a utilização da robótica como meio de aprimoramento dos conhecimentos obtidos na grade curricular da disciplina de física. Também, busca-se ofertar o contato dos alunos com a robótica, além de unir educação e tecnologia, criando um método que atraia alunos para o conhecimento de física. Este projeto ainda pretende cultivar a interação social entre os alunos e alimentar a criatividade, a autonomia e o raciocínio dos estudantes em questão.

3 | O TRABALHO PROPOSTO

Pretende-se demonstrar que a utilização de robôs, inicialmente os que possuem construção detalhada nos manuais LEGO, podem tornar a aprendizagem de física mais eficaz no ensino secundário.

Objetiva-se construir o robô que realiza a atividade “Resgate”, para uma demonstração de Dinâmica e a fixação das três leis de Newton, dos sistemas heliocêntrico e geocêntrico e da força centrípeta, assuntos estudados em sala de aula.

O projeto será desenvolvido com turmas de primeiro ano do ensino médio, de uma escola da cidade de Luis Eduardo Magalhães – BA, desta forma os robôs serão práticas dos assuntos estudados na grade curricular da série citada.

Utilizou-se de maletas LEGO tanto do modelo NXT como do modelo EV3, para que assim o aluno tivesse a oportunidade de um contato mais diversificado com a robótica.

O acompanhamento de um professor de física é essencial, logo que juntamente com a montagem, a utilização dos robôs e a conexão feita entre o robô e o assunto já estudado deverá haver uma complementação teórica para que o aprendizado seja completo.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

As aulas de Oficina Tecnológica de Robótica foram realizadas como parte da grade curricular na escola, desta forma, durante estas aulas que foram realizadas semanalmente em cada turma, foram realizados os testes.

Foram três turmas de primeiro ano, cada uma com cerca de 30 alunos, o que totaliza 90 alunos. Estes foram separados em grupos de 4 pessoas (FIGURA 1) para que além do aprendizado de física e robótica houvesse também uma interação social e desta forma eles próprios organizaram o que cada um faria (de construtor a programador).

Foram utilizadas as maletas LEGO tanto NXT como EV3, e de mesmo modo os programas de ambos. Os professores de física e robótica trabalharam em conjunto auxiliando os alunos, tanto na parte teórica quanto na prática. E os alunos de forma sistêmica fizeram a montagem e entendimento prático dos conceitos de física.

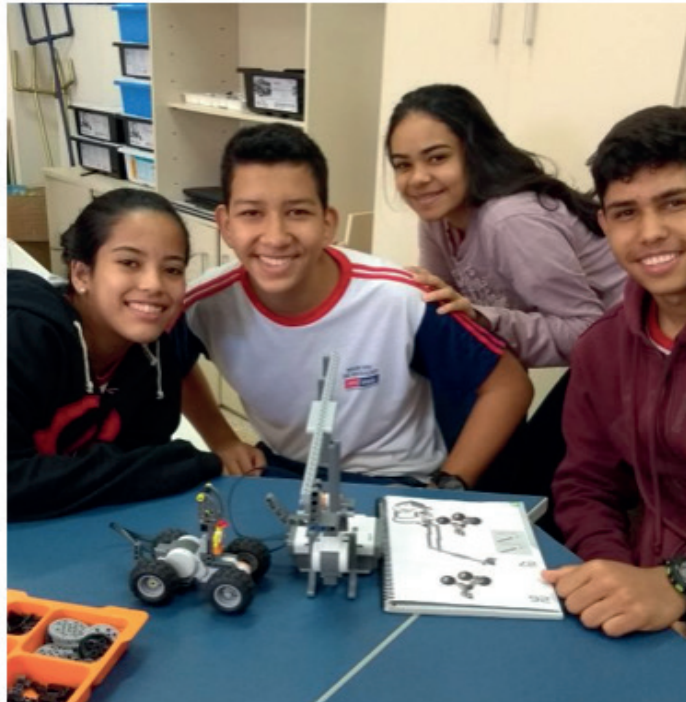


Figura 1 – Grupo após término da montagem

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os alunos inicialmente tiveram dificuldade em relacionar os robôs com o conteúdo de física, mas mostraram um notório interesse em uma aula diferenciada e desta forma com uma breve explicação da relação do robô com o conteúdo abordado eles conseguiram sozinhos entender o modo como a física se aplicava naquele modelo prático e, assim, a presença da física em seu próprio cotidiano.

A interação dos grupos promoveu um ambiente descontraído e de ajuda mútua, o que tornou o momento ainda mais produtivo. A aliança entre física e robótica educacional promoveu um aprendizado espontâneo nos alunos (FIGURA 2).



Figura 2 – Aluna e robô de resgate já montado

6 | CONCLUSÕES

Pode-se perceber que o aprendizado de física se tornou mais dinâmico quando aliado à robótica educacional, além de tornar-se mais eficaz. Os alunos conseguiram fixar melhor o conteúdo utilizando peças LEGO no lugar de vídeo-aulas ou atividades de revisão, a visão prática do que se aprende na grade curricular de física fez com que o ensino alcançasse êxito na maioria dos alunos.

Foi possível observar que os alunos mostraram um interesse maior em aprender deste modo por ser um método diferente do utilizado geralmente nas salas de aula, a interação desenvolveu também o espírito de trabalho em grupo e o competitivo, por envolver vários grupos.

Seria recomendado aplicar métodos semelhantes com as demais séries do ensino médio, assim produzindo um trabalho contínuo pelos três anos do ensino secundário. Outro método de aperfeiçoar esta prática seria desenvolver competições internas que visem além da montagem e programação do robô, a demonstração da física naquele projeto e sua explicação teórica pelos próprios alunos.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. **Planejamento de atividades de ensino de física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas**. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil. 2007. Disponível Online em: <http://www2.fc.unesp.br/encine/2007-6-planejamento+de+atividades+de+ensino+de+fisica+para+alunos+com+deficiencia+visual.php>. Acesso em: 02/08/2017.

CESAR, Danilo Rodrigues. **Robótica Livre: Robótica Educacional com Tecnologias Livres**, CET

– ITABIRITO/CEFET-MG – Centro de Educação Tecnológica de Itabirito. <http://wsl.softwarelivre.org/2005/0016/16.pdf>. Acesso em: 30/03/2020

Maurício Pietrocola...[et al.] **Educação para a vida ZOOM: ensino médio: manual do educador** / . - - 3. ed - - Curitiba, PR: ZOOM Editora Educacional, 2013. ISBN 978-85-7919-412-2

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 2002. Disponível online em: <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a02v24n2>. Acesso em: 01/08/2017.

MIRANDA, Juliano Rodrigues; SUANNO, Marilza Vanessa Rosa. **Robótica pedagógica: prática pedagógica inovadora**. 2008. Disponível online em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3534_1980.pdf. Acesso em: 31/07/2017.

PENA, Fábio Luís Alves; FILHO, Aurino Ribeiro. **Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área**. Salvador, BA. 2008. Disponível online em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2008v25n3p424/8456>. Acesso em: 02/08/2017.

PIETROCOLA, Maurício. **A teoria das situações e a construção de sequências didáticas no ensino de física**. Disponível online em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01/08/2017.

SOUZA, Wanderson Gomes de; NÓBREGA, Mainara Rodrigues. **A inclusão da robótica na educação: uma vivência interdisciplinar no ensino da física e da matemática**. Universidade Estadual da Paraíba. 2010. Disponível online em: http://educonse.com.br/2010/eixo_09/e9-83a.pdf. Acesso em: 31/07/2017.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. Universidade Federal de Santa Catarina Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Dissertação de Mestrado. 2004. Disponível online em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01/08/2017.

DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLE INTELIGENTE PARA SELEÇÃO DE MANGAS APLICADA A UM PROTÓTIPO DE MANUFATURA ROBOTIZADA

Data de aceite: 16/07/2020

Data de submissão: 28/04/2020

Fábio Silveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0551719039418739>

Carine Ramos de Almeida Gottschall

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6384174697962840>

Denise Silva Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3426351975913556>

João Erivando Soares Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista - Bahia

José Alberto Diaz Amado

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista - Bahia

Cleia Santos Libarino

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0168353916026552>

Wilton Lacerda Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7128501944536142>

Kenedy Marconi Geraldo dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8500221110577713>

Elvio Prado da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9848632321158495>

Wesley de Almeida Souto

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6395093149666173>

Rodrigo Assis Bonfim

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6149703009736160>

João Batista Regis Pires

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9486402219864210>

RESUMO: Atualmente, uma das mais importantes aplicações da robótica está direcionada ao aperfeiçoamento de sistemas envolvendo braços robóticos. A interpretação dos dados de sensores e a geração de estratégias de movimentos inteligentes em tempo real constituem um dos atuais desafios no controle do movimento programado de dispositivos robóticos. Baseado nessa tendência, este trabalho consiste no desenvolvimento de um sistema que unifica um manipulador robótico (SCORBOT-ER 4u) com técnicas de visão computacional e redes. O sistema é capaz de fazer a seleção de mangas por níveis de maturação separando as frutas verdes da maduras e as maduras das que já estão em estágio avançado de maturação. Depois de conhecidas essas características, o braço robótico deverá capturar a manga. A posição final (posição em que a fruta será colocada) será definida por técnicas de inteligência artificial. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois além de identificar peças coloridas para validar a obtenção da coloração por imagem o sistema também permitiu a seleção da manga por estado de maturação a partir de padrões RGB, sem apresentar erros de identificação, comprovando seu alto grau de confiabilidade e validando o projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Automação, Inteligência Artificial, Braço Robótico, Visão Computacional, Seleção de Mangas.

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT CONTROL FOR MANGO MANAGEMENT APPLIED TO A ROBOTIZED MANUFACTURING PROTOTYPE

ABSTRACT: Currently, one of the most important applications of robotics is directed to the improvement of systems involving robotic arms. Interpretation of sensor data and generation of intelligent motion strategies in real time is one of the current challenges in controlling the programmed movement of robotic devices. Based on this trend, this work consists of the development of a system that unifies a robotic manipulator (SCORBOT-ER 4u) with computer vision and network techniques. The system is able to make the selection of mangoes by maturation levels separating the green fruits from the mature ones and the mature ones from those that are already at an advanced stage of maturation. Once these characteristics are known, the robotic arm should capture the sleeve. The final position (position in which the fruit will be placed) will be defined by artificial intelligence techniques. The results obtained were satisfactory, as well as to identify colored pieces are validate the obtaining of the coloration by image the system also allowed the selection of the sleeve by state of maturation from RGB standards, without presenting identification errors, proving its high degree of reliability And validating the project.

KEYWORDS: Automation, Artificial Intelligence, Robotic Arm, Computer Vision, Manhole Selection.

1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia é uma ferramenta que proporciona ao homem melhorias no seu cotidiano, tornando-se algo imprescindível ao passo que surgem novas necessidades e conseqüentemente a busca de novas técnicas para supri-las. Nas últimas décadas, o avanço da computação e da robótica possibilitou atividades outrora impossíveis e essa tecnologia tem favorecido as mais diversas áreas científicas. Na saúde, intervenções cirúrgicas, na astronomia, o robô Curiosity explorando o planeta Marte e na engenharia de produção, máquinas que exercem funções repetitivas de produção direta ou de controle de processos, estes são alguns exemplos de equipamentos inteligentes que realizam atividades perigosas, complexas ou até insalubres e em lugares onde a presença humana se torna difícil e arriscada.

Geralmente, o ombro é montado em uma base estática em vez de um corpo móvel. Este tipo de robô tem seis graus de liberdade, o que significa que ele pode se mover em seis direções diferentes. Já um braço humano tem sete graus de liberdade (D'abreu).

Algumas áreas da computação têm contribuído com a robótica auxiliando no seu avanço, tornando possível o aumento e a eficiência das aplicações. Dentre elas, pode-se citar o processamento de imagens, que consiste na captura das imagens e seu tratamento com o objetivo de melhorar a informação visual para interpretação humana ou melhorá-la para percepção/interpretação automática através de máquina.

Outra área é a visão computacional, que consiste na extração de informações de imagens, como por exemplo, localização de objetos e identificação de alterações no ambiente, fazendo o robô “enxergar” o ambiente de trabalho (Castro).

Em aplicações com manipuladores robóticos, (Centinkunt) diz que há necessidade de a máquina fazer uma inspeção do ambiente (por exemplo, utilizando sistema de visão) e decida a estratégia de movimento para cada eixo individual. A interpretação dos dados de sensores e a geração de estratégias de movimentos inteligentes em tempo real constituem um dos atuais desafios no controle do movimento programado de dispositivos robóticos (Amato).

Ainda contribuindo com a robótica tem-se a inteligência artificial, que permite que os robôs sejam capazes de comportamentos inteligentes usando dados adquiridos a partir de imagens, sons e outras fontes de informações (Shheibia). A inteligência artificial pode ser definida como a capacidade de um sistema ser racional, tomando assim decisões corretas com base nos dados que possui, ela é utilizada em diversas aplicações, dentre elas os sistemas especialistas, concebidos para atuar como consultores qualificados em uma determinada área do conhecimento (Augusteijn e Clemens)(Feliciano, Souza E Leta).

Percebendo as vantagens que essas técnicas aplicadas a um manipulador robótico podem trazer, este projeto apresenta um sistema que reconhece objetos com características pré-definidas e destina a eles uma posição estabelecida por técnicas de

inteligência artificial, especificamente Redes Neurais. O reconhecimento será pelo uso de sensores e visão computacional. Uma aplicação do projeto é na seleção de mangas para exportação, onde, através da visão computacional, o sistema poderá identificar se a manga está madura ou verde e se possui alguma área comprometida. A rede neural, já previamente configurada, seleciona essa fruta de acordo com seus parâmetros enviados pela visão computacional e toma a decisão de qual conjunto a manga pertence. O manipulador robótico captura a fruta já identificada e a coloca em uma caixa específica para exportação, consumo interno ou descarte.

O braço robótico utilizado neste trabalho é o Scrobot-Er 4u, com acionamentos elétricos e possui uma garra do tipo pinça. Para agregar visão computacional ao sistema, foi utilizada uma câmera do Raspberry Pi, que possibilita a visão da região por onde os objetos trafegam e com isso foi possível fazer o reconhecimento e realizar as ações necessárias.

2 | TRABALHO PROPOSTO

Este sistema de seleção de mangas é composto por duas partes hardware e software.

A parte mecânica do sistema é composta uma esteira, uma câmara de captura de imagens e um manipulador robótico para selecionar o objeto. A construção de protótipo permitiu a realização de testes e a validação do sistema.

Para realizar aquisição de dados foi utilizado o Raspberry Pi modelo B+, sua comunicação é feita utilizando o Matlab 2015b, pois ele é o último Matlab a possuir a arquitetura 32bit necessária para o controle do manipulador robótico.

O Raspberry Pi possui um sistema “tudo em um” (SoC) que inclui um processador Arm de 700Mhz, 512 MB de memória RAM, no modelo B, e um processador gráfico (GPU) VideoCore IV com conexão HDMI e RCA. O sistema de armazenamento é por meio de um cartão SD ou pendrive conectado à porta USB (Raspberry Pi).

Outra vantagem é sua câmera, a Pi câmera, que possui encaixe direto no Raspberry Pi além de ter uma alta resolução.

Neste projeto foi utilizada uma esteira que já estava disponível no instituto, foi necessária uma pequena reforma. Seu movimento é através do acionamento de um motor de para-brisa de carro de 12V tendo apenas uma velocidade.

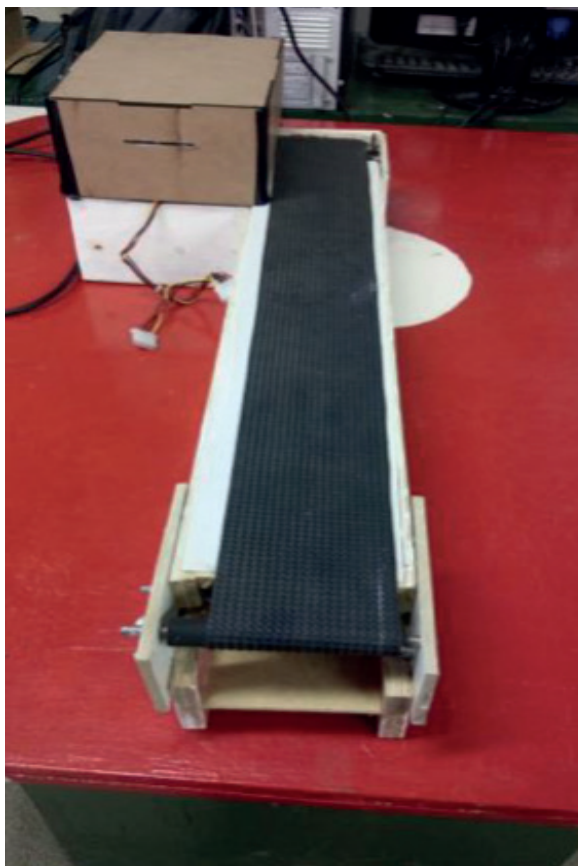


Figura 1 – Esteira utilizada

O controle de velocidade foi feito utilizando a técnica de PWM, levando sempre em consideração o tempo de processamento imagem do Raspberry, já que o objetivo é identificar as mangas que estão sendo transportados.

Para a captura de imagens é necessário um controle preciso na iluminação ou um grande sistema de tratamento de imagens para eliminar o efeito da má iluminação das informações obtidas na imagem.



Figura 2 – Câmara de seleção

Nesse projeto, a construção de uma câmara escura para a captura de imagens simplifica o tratamento da mesma otimizando o sistema.

Um fator importante a ser analisado foi o índice de reprodução de cor (IRC) que quantifica a fidelidade com que as cores são reproduzidas sob uma determinada fonte de luz artificial.

A parte de software do sistema é composto por 4 blocos de código responsáveis por realizar tarefas distintas. A primeira parte do código é feita a captura da imagem, a segunda parte realiza o tratamento da imagem para obter os valores da coloração RGB da imagem, a terceira é a aplicação da rede neural para a separação dos conjuntos e a última parte para o controle do manipulador robótico.

A primeira parte do código é a inicialização do Raspberry Pi é a inicialização de sua câmera. Como a câmera do Raspberry possui um sistema de ajuste automático foi feita 10 capturas de imagens simultaneamente para ajustar a câmera com a iluminação e assim obter uma imagem ajustada.

A resolução da câmera escolhida foi a de 1024x768, pois para valores de resolução maiores era apenas dado zoom na câmera e não aumentava a qualidade.

Para o tratamento da imagem foi realizado um conjunto de passos para transformar a imagem em uma referência RGB numérica. Primeiramente foi retirado os componentes RGB da imagem gerando outras três imagens, posteriormente foi convertido os valores RGB correspondente de cada imagem para uma escala de cinza.

Além da filtragem foi realizado uma conversão para valores binários e seus valores RGB percentuais foram obtidos.

O perceptron é uma rede neural capaz de definir conjuntos. A rede utilizada é a perceptron de múltiplas camadas que permita que o projeto selecione o conjunto de amostra dentro de regiões no espaço podendo assim selecionar um grupo específico dentro de um conjunto não linear.

Com as porcentagens, a rede é capaz de selecionar a manga de acordo sua coloração e classificar em três tipos: Madura, verde e muito madura. Essas informações e passadas para o braço robótico.

Este projeto utilizou um braço robótico SCORBOT-ER 4u. Este braço robótico foi desenvolvido para simular um robô industrial, mas possui limitações em algumas funções, é utilizado apenas para pegar objetos de determinados tamanhos e sua aplicabilidade é vista principalmente para fins didáticos.

Após inicializar o robô foi realizado um mapeamento do seu posicionamento para definir os locais de depósito das mangas. Foi definido três posições padrões de movimento para cada saída da rede neural.

Após de definido o rotulo da fruta, o manipulador captura a fruta, deposita no local pré-definido e retorna na posição inicial pronta para pegar a próxima manga.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Após a montagem do sistema foi realizado testes para validação do conjunto. O primeiro teste foi para validar a detecção das cores vermelhas, verdes e azuis através da câmera do Raspberry Pi. Foram utilizadas peças com coloridas que possuíam o mesmo tamanho e foi passado através do sistema.

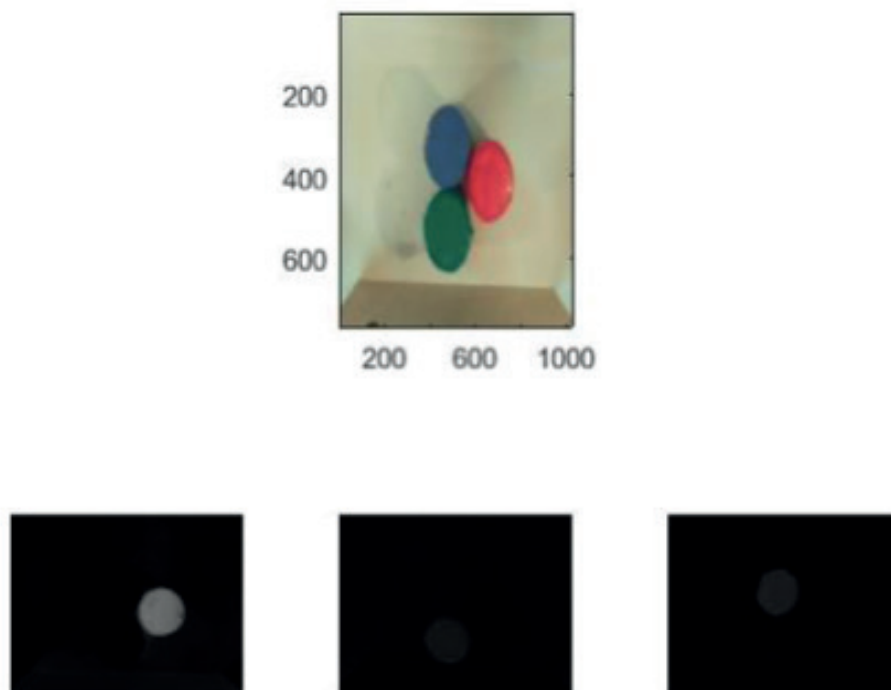


Figura 3 – Imagem das peças obtida através da câmera do Raspberry PI.

Após a validação da captura de imagens foi testada a relação entre quais peças estavam na imagem e a porcentagem de cores que ela identificava como pode ser vista na tabela 1.

Cores das peças	Porcentagem R	Porcentagem G	Porcentagem B
Vermelha e verde	51,95%	35,43%	12,60%
Verde e azul	0	43,21%	56,79%
Vermelha e azul	48,89%	0	51,11%
Todas as cores	32,93%	31,76%	35,30%

Tabela 1 – relação entre peças colocadas e as porcentagens das respectivas cores.

A tabela 1 deixa claro o problema de selecionar apenas duas cores, verde e vermelho, a cor azul auxilia na precisão do reconhecimento de cor, portanto as amostras utilizadas precisão ter as informações de todas as três cores para ser mais precisa.

Outro teste implementado foi à aplicação de uma rede neural para efetuar a seleção inteligente dos objetos. Como a aplicação final do projeto consiste em selecionar frutas por meio de sua coloração, um conjunto de cores foi associado a frutas maduras é um

conjunto de cores foi associado a frutas verdes. Para realizar teste, um conjunto de amostra arbitraria foi criada para treinar a rede neural e verificar sua taxa de acerto.

Teste de validação por porcentagem					
Porcentagem			Nº maduro	Nº verde	Total de tentativas
R	G	B			% Acerto
33	37	30	0	10	100
46	53	0	0	10	100
53	0	46	10	0	100
100	0	0	10	0	100
0	57	43	0	10	100
0	100	0	0	10	100
0	0	100	10	0	100
0	0	0	0	0	0
51	26	23	10	0	100
24	52	24	0	10	100
41	41	18	0	10	100

Tabela 2 – Número de acertos da identificação de cores da rede neural.

Após finalizar a validação com as peças foram realizados testes com as mangas. Foram utilizadas cinco mangas de dois tipos e com cinco estágios de maturação diferentes, desde muito verdes até muito maduras.

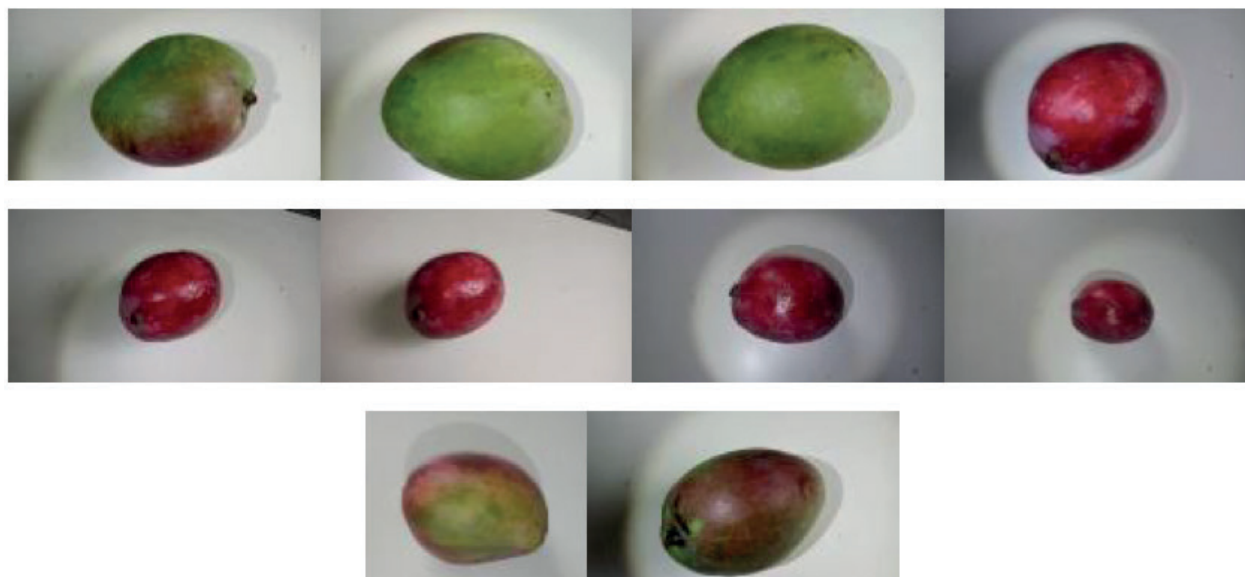


Figura 4 - Frutas utilizadas

Na figura 5 pode ser visto a forma que o sistema “enxerga” as frutas.

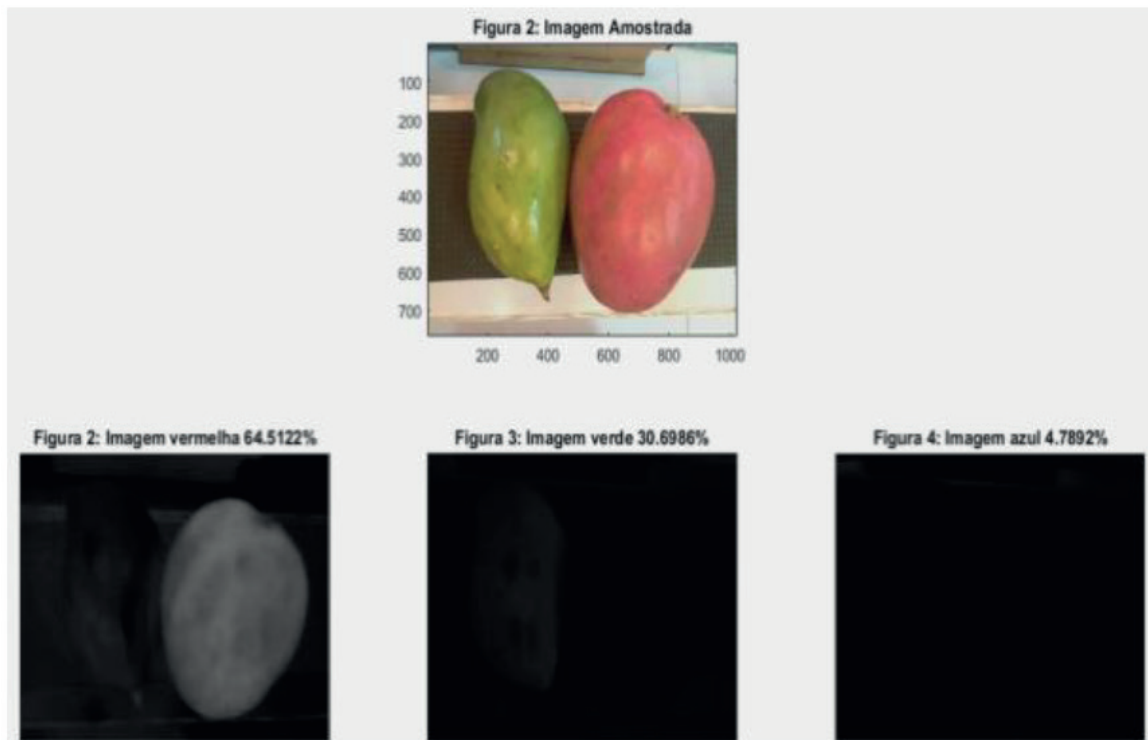


Figura 5 - Frutas vistas pelo sistema

Na figura 6 podemos ver várias imagens do todo o sistema montado.



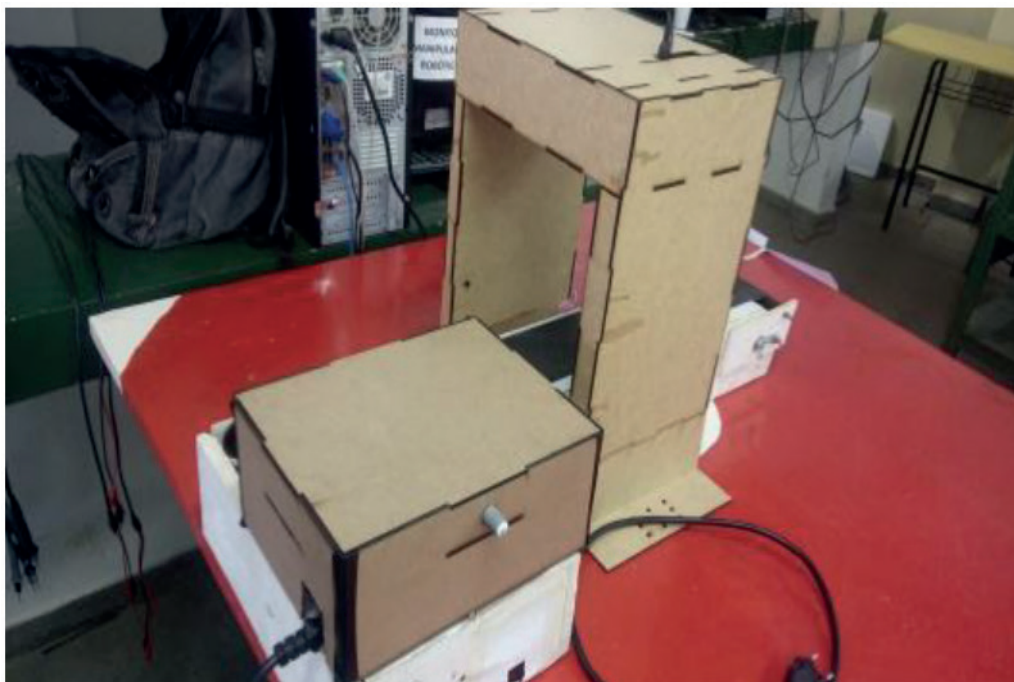


Figura 6 – Sistema completo de seleção de frutas

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O funcionamento do sistema é realizado em duas partes, primeiro é feito o treinamento da rede para receber a imagem das mangas. As imagens que o sistema utiliza para realizar o treinamento é de outras mangas que o estado de maturação já era conhecido.

A segunda parte é a aplicação da seleção em uma manga que, ao passar pelo sistema, o seu estado de maturação será definido. Ao realizar o treinamento as imagens das mangas conhecidas são processadas pela rede e é verificado a convergência do sistema para esses parâmetros. Após as frutas serem processadas, com a convergência do erro mostrado na figura 4, obteve-se o erro entre os valores dados na amostra e os valores de saída da rede.

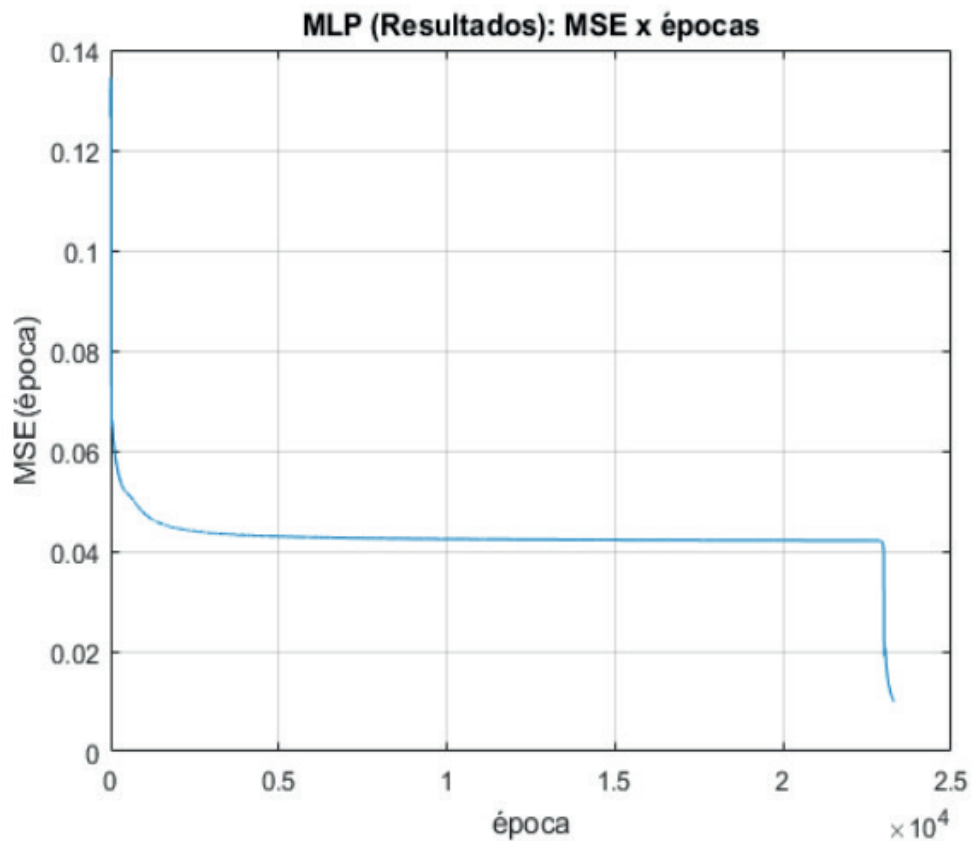


Figura 7 – Erro quadrático médio

Após a rede neural atingir sua convergência, o seu erro pode ser calculado em relação a cada amostra, fazendo assim uma conferência geral do sistema antes de efetuar sua primeira seleção. Na figura 8 podemos ver o erro entre o valor desejado de saída a saída da rede.

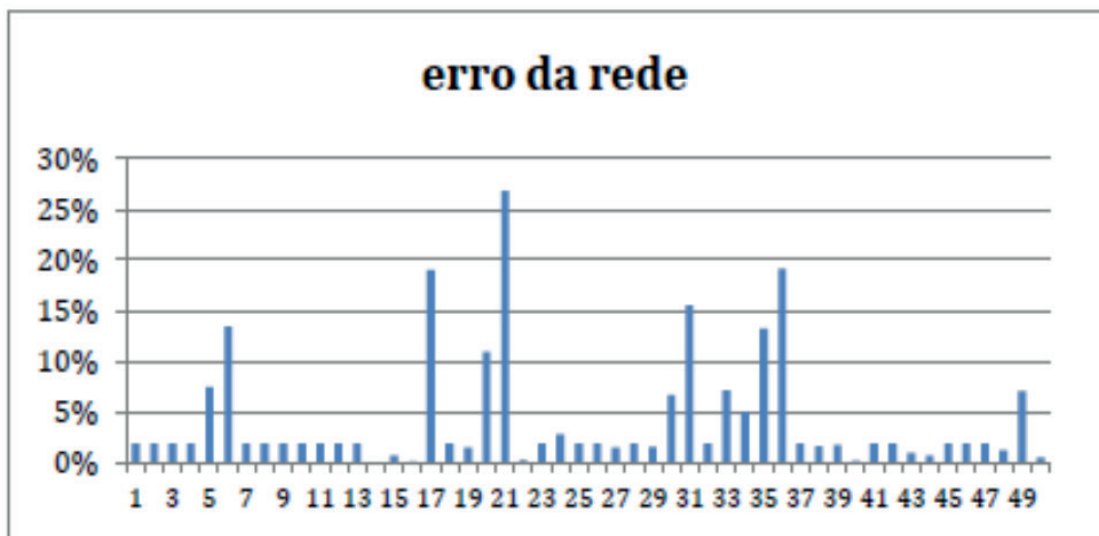


Figura 8 – Erro da rede neural sobre de seus valores de entrada.

Com esses valores foi possível verificar que o erro de 30% devido à proximidade dos valores de amostra e sua variação. Porém o sistema de seleção não apresentou erros no momento de selecionar a fruta.

Por fim temos a imagem de sua seleção, figura 9, onde pode ser vista todas as fases do processo. Em azul podemos ver os valores de calibração de coloração, que é necessário para definir os parâmetros básicos de seleção. Em verde as imagens das mangas que foram admitidas como verde, em vermelho as mangas que foram admitidas como maduras e em magenta as mangas admitidas como muito maduras.

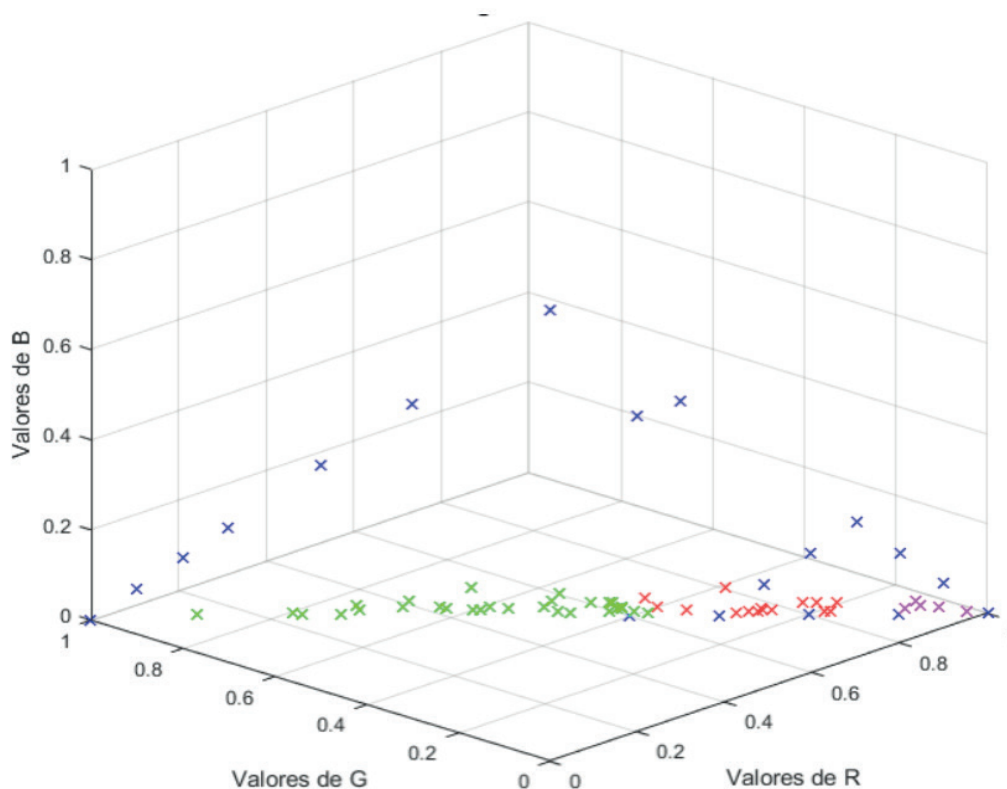


Figura 9 - Todos os dados utilizados para treinamento da seleção de peças e frutas.

5 | CONCLUSÕES

O projeto se mostrou eficaz no processo de seleção de mangas devido à precisão na obtenção de dados e na forma de processamento de informações utilizada.

A aplicação da rede neural perceptron de múltiplas camadas se mostrou superior a perceptron simples por separar em mais que dois conjuntos, muito maduro, maduro e verde, além de dar uma resposta mais precisa em relações às variações de saída e as variações de exigência da fruta.

Por utilizar um manipulador robótico semi-industrial, a precisão no seu movimento bem como o tempo de resposta faz com que não haja erros nesta parte do processo. Foi desenvolvida uma pequena cesta que consegui apanhar a manga sem ter problemas de

machucara fruta ou ter riscos dela cair.

Os próximos trabalhos podem utilizar outro método de obtenção de imagens sem utilizar as bibliotecas do Matlab, removendo assim o processamento do computador e embutido tudo dentro do sistema do Raspberry. Também é necessário a alteração das dimensões da esteira pois é necessário a adequação a esteira para selecionar frutas.

REFERÊNCIAS

AMATO, Francesco; COLACINO, Domenico; COSENTINO, Carlo; MEROLA, Alessio, **Robust and optimal tracking control for manipulator arm driven by pneumatic muscle actuators**, Mechatronics (ICM), 2013 IEEE International Conference on, vol., no.pp.827,834, Feb. 27 2013-March 1 2013.

AUGUSTEIJN, M. F.; CLEMENS, L. E. **A neural-network approach to the detection of texture boundaries**, Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 9, no. 1, 1996, pp. 75-81.

BALLARD, Dana Harry, Computer Vision, Prentice-Hall, 1982. Bianchi, A.C., Reali-Costa, A.H. **O sistema de visão computacional do time de futebol**. Anais do Congresso Brasileiro de Automática – 2000.

CASTRO, Rafael da Silveira; BARTH, Jacson Miguel Olszanecki; FLORES, Jeferson Viera; SALTON, Aurelio Tergolina. **Modelagem e implementação de um sistema ball and plate controlado por servo-visão**. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE, 2013, Fortaleza. Pucrs - Grupo de Automação E Controle de Sistemas, Av. Ipiranga, 6681. Porto Alegre– Rs.

CENTINKUNT; Sabri. **Mecatrônica**. Rio de Janeiro: Ltc, 2008.

D'ABREU, João Vilhete Viegas. **Desenvolvimento de ambientes de aprendizagem baseados no uso de dispositivos robóticos**. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, SBIE99., 1999, Universidade Federal de Paraná – Ufpr, Curitiba – Pr. As novas linguagens da tecnologia na aprendizagem. Universidade estadual de campinas – unicamp núcleo de informática aplicada à educação - nied.

FELICIANO, F.F.; SOUZA, I. L.; LETA, F. R. **Visão Computacional Aplicada à Metrologia Dimensional Automatizada: Considerações sobre sua Exatidão**. ENGEVISTA, v.7, n.2, p.38-50, Dezembro 2005.

SHHEIBIA, Tarig Ali Abdurrahman El. **Controle de um Braço Robótico Utilizando Uma Abordagem de Agente Inteligente**. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Coordenação de Pós-Graduação em Informática, Campina Grande, PB, Julho de 2001. Dissertação de Mestrado.

RASPBERRY PI. **Raspberry Pi**. Disponível em: < www.raspberrypi.org>. Acesso em: 22 de agosto de 2016.

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA APRENDIZAGEM DO SISTEMA BRAILLE

Data de aceite: 16/07/2020

Pedro Henrique Alves de Oliveira

Centro de Integração Objetivo - Curso Técnico em
Informática

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/2055657094264821>

Luiz Antonio Marques Filho

Centro de Integração Objetivo - Docente do Curso
Técnico em Informática

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/2660821346955249>

George João de Almeida Pereira Chaves

Centro de Integração Objetivo - Docente do Curso
Técnico em Informática

Rio de Janeiro - RJ

<http://lattes.cnpq.br/8460774215652678>

RESUMO: Este trabalho teve como finalidade desenvolver uma ferramenta de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais na educação. A inclusão de um deficiente visual na educação deve ir além da inserção desse aluno na sala de aula. Com a evolução dos meios de comunicação e utilização de novas tecnologias, as maiores dificuldades enfrentadas por eles são a utilização e a adaptação às novas tecnologias. No trabalho, foi desenvolvido um dispositivo com a finalidade de criar uma interface com o computador. Os principais

objetivos foram utilizar a tecnologia para promover a inclusão digital e transformação social. Foram utilizados no desenvolvimento da interface, solenoides para a construção de células Braille, teclas push-button para a entrada de dados e um microcontrolador Arduino Mega 2560 como unidade de controle. Os resultados obtidos nos testes iniciais mostraram que é viável a utilização dessa tecnologia para a inclusão digital e transformação social dos portadores de deficiência visual.

PALAVRAS-CHAVE: Braille, inclusão digital, Arduino, interface de comunicação.

ABSTRACT: This study aimed at developing a learning tool for the inclusion of the visually impaired in education. The inclusion of a visual impaired person must go beyond the insertion of this student in the classroom. With the evolution of the media and the use of new technologies, the greatest difficulties faced by them are the use and adaptation to new technologies. In this work, a device was developed to create an interface with the computer. The main goal was to use technology to promote digital inclusion and social transformation. For the development of the prototype, solenoids for building Braille cells, push-button keys for data entry and an Arduino Mega 2560 microcontroller as a control

unit were used. The results obtained in the initial tests showed that it is feasible to use this technology for the digital inclusion and social transformation of the visually impaired.

KEYWORDS: Braille, digital inclusion, Arduino, communication interface.

1 | INTRODUÇÃO

A inclusão social vem tomando maior importância nos últimos anos. O processo de inclusão escolar tem avançado e o número de matrículas de alunos com necessidades especiais tem aumentado. Nesse contexto, a inclusão de um deficiente visual na educação deve ir além da inserção desse aluno na sala da aula. Com a evolução dos meios de comunicação e utilização de novas tecnologias, as maiores dificuldades enfrentadas por deficientes visuais são a utilização e a adaptação de novas tecnologias digitais. Segundo Maurício e colaboradores (2014), o deficiente visual lê essencialmente um caractere por vez utilizando geralmente o dedo indicador, diferente do aluno com acuidade visual que capta as palavras inteira no texto sem esforço. Pimentel e Colaboradores (2016) afirmam que os métodos de ensino da leitura Braille são eficientes, porém, argumentam que há a necessidade de modernizá-los por meio da integração com os dispositivos eletrônicos. Os autores argumentam que o potencial de ensino não é somente o aprendizado do Braille. Eles trazem aos usuários acessibilidade para outras áreas da informação, através das áreas acadêmicas e profissionais, e também ao lazer e entretenimento.

2 | SISTEMA BRAILLE

O Sistema Braille é o processo de leitura e escrita em relevo mais adotado em todo o mundo e se aplica não só à representação dos símbolos literais, mas também à dos matemáticos, químicos, fonéticos, informáticos e musicais (BRASIL, 2006). Ele é formado por um conjunto matricial com seis pontos denominado Cella Braille ou Célula Braille (Figura 1).

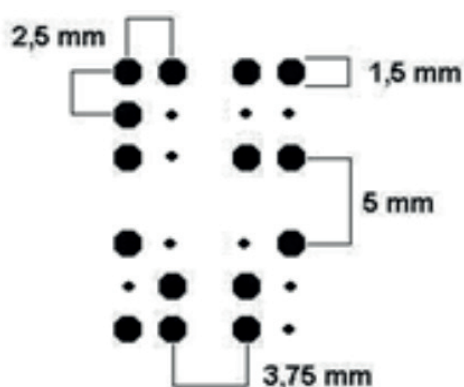


Figura 1 – Representação de Celas Braille.

Esse conjunto de seis pontos é chamado de sinal fundamental e a célula vazia é considerada por alguns especialistas como um sinal (BRASIL, 2006).

2.1 Sistema Braille na grafia da Língua Portuguesa

Segundo a Grafia Braille para a Língua Portuguesa (BRASIL, 2006), os principais códigos são os apresentados nas figuras a seguir. A Figura 2 apresenta o alfabeto português escrito em tintas.

a	b	c	ç	d	e	f	g	h	i	j	l
⠁	⠃	⠉	⠉	⠑	⠑	⠋	⠎	⠈	⠇	⠊	⠌
m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	x	z
⠍	⠎	⠕	⠏	⠑	⠗	⠋	⠞	⠥	⠦	⠭	⠵

Figura 2 – Alfabeto português (BRASIL, 2006).

Os pontos maiores e mais escuros representam a escrita em alto relevo. Na Figura não estão representadas na figura as letras k, y e w, embora sejam encontradas frequentemente em textos na língua portuguesa (BRASIL, 2006). A Figura 3 mostra os códigos para as letras com diacríticos. Por exemplo: crase; acento agudo e acento circunflexo.

a	⠁	e	⠑	i	⠇	o	⠕	u	⠥
á	⠁	é	⠑	í	⠇	ó	⠕	ú	⠥
à	⠁	-	-	-	-	-	-	-	-
â	⠁	ê	⠑	-	-	ô	⠕	-	-
ã	⠁	-	-	-	-	õ	⠕	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	ü	⠥

Figura 3 – Letras com diacríticos (BRASIL, 2006).

A Figura 4 representa os sinais de pontuação e sinais acessórios. Por exemplo: sinal de ponto de interrogação e sinal de barra. A Figura 5 representa os sinais usados com números. Por exemplo: sinal de multiplicação; sinal de maior; sinal de menor.





















	,	vírgula
	;	ponto e vírgula
	:	dois-pontos
	.	ponto
	?	ponto de interrogação
	!	ponto de exclamação
	...	reticências
	-	hífen ou traço de união
	—	travessão
	°	círculo
	()	abre e fecha parênteses
	{ }	abre e fecha colchetes
	“ ”	abre e fecha aspas
	« »	abre e fecha aspas angulares
	‘ ’	abre e fecha aspas simples
	*	asterisco
	&	e comercial
	/	barra
		barra vertical
	→	seta para a direita
	←	seta para a esquerda
	↔	seta de duplo sentido

Figura 4 - Pontuação e Sinais Acessórios (BRASIL, 2006).

⠠⠠⠠⠠	€	Euro
⠠⠠	\$	cifrão
⠠⠠⠠	%	por cento
⠠⠠⠠⠠⠠	‰	por mil
⠠⠠⠠	§	parágrafo (s) jurídico (s)
⠠⠠	+	mais
⠠⠠	-	menos
⠠⠠	x	multiplicado por
⠠⠠	/	dividido por
⠠⠠	=	igual a
⠠⠠⠠	/	traço de fração
⠠⠠	>	maior que
⠠⠠	<	menor que
⠠⠠	°	grau (s)
⠠⠠	'	minutos (s)
⠠⠠	''	segundo (s)

Figura 5 – Sinais usados com números (BRASIL, 2006).

A Figura 6 apresenta os códigos de sinais exclusivos da escrita Braille. Por exemplo: o sinal para representar se a próxima letra é maiúscula; sinal para representar os números e etc.

⠠	sinal de maiúscula
⠠⠠	sinal de minúscula em todas as palavras
⠠⠠⠠	sinal de série de palavras com todas as letras maiúscula
⠠⠠	sinal especial de translineação matemática
⠠⠠	sinal restituidor de um significado original de um símbolo
⠠⠠	sinal de número
⠠⠠	sinal de expoente ou índice superior
⠠⠠	sinal de índice inferior
⠠⠠	sinal de itálico, negrito ou sublinhado
⠠⠠	sinal de transpaginação

Figura 6 – Sinais exclusivos da escrita Braille (BRASIL, 2006).

3 | O TRABALHO PROPOSTO

A proposta do trabalho foi desenvolver um dispositivo, utilizado microcontroladores e microcomputadores, para a aprendizagem do sistema de código Braille e inclusão digital de alunos com deficiência visual na educação. A Figura 7 mostra o diagrama em bloco do dispositivo desenvolvido.

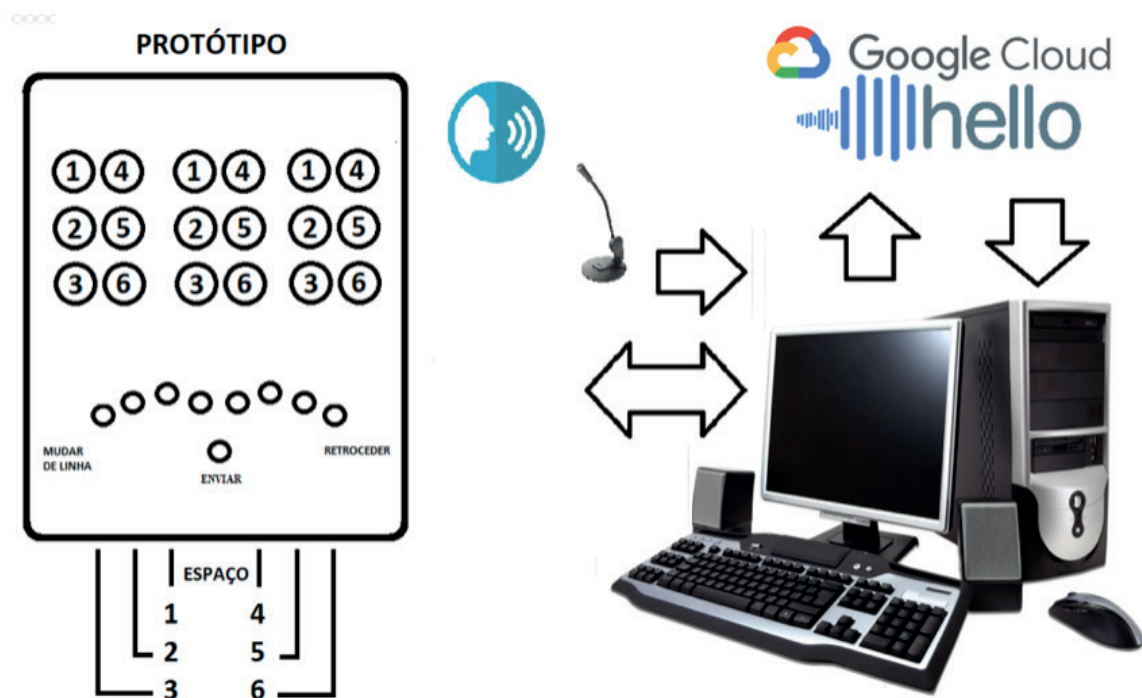


Figura 7 – Diagrama em bloco do dispositivo desenvolvido.

O dispositivo é dividido basicamente em três módulos: uma unidade de entrada de dados utilizando chaves *push-button* para simular uma máquina de escrever em Braille, um sistema computadorizado interligado a Internet e uma unidade de saída de dados para acionamento das células Braille. O primeiro módulo envia a combinação de teclas correspondente ao código do sistema Braille para o computador. O segundo módulo utiliza um sistema desenvolvido para reconhecer a voz e correlacionar a combinação de teclas com a letra correspondente. O terceiro módulo é responsável em representar o código Braille, através do acionamento de solenoides, e possibilitar o reconhecimento pelo tato.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir será descrito os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do protótipo.

4.1 Materiais utilizados

No desenvolvimento do dispositivo foram utilizados 01 (um) Arduino MEGA, 06 (seis) chaves *push-button* com trava, 03 (três) chaves *push-button* sem trava, 18 (dezoito) solenoides de 24 volts, 09 (nove) módulos de relé 5 volts e 09 (seis) resistores de 10 k Ω .

4.1.1 Teclado Braille

O teclado de entrada de dados foi construído utilizando 09 chaves *push-button* (06 teclas com trava e 03 teclas sem trava) fixadas em uma chapa de MDF de 5 mm de espessura (Figura 8). As chaves de nº 1 a 6 são utilizadas para formar as letras no código Braille. Elas possuem trava e é possível perceber se ela está acionada ou não através do tato. Já as chaves de números 7, 8 e 9 não possuem trava e servem para enviar os comandos de espaço, mudança de linha e retrocesso, respectivamente. O circuito utilizado na configuração do teclado Braille é apresentado na Figura 9. A entrada de dados é realizada através do acionamento de chaves *push-button* em uma configuração que envia um nível lógico alto (5 volts) nas entradas digitais do Arduino.

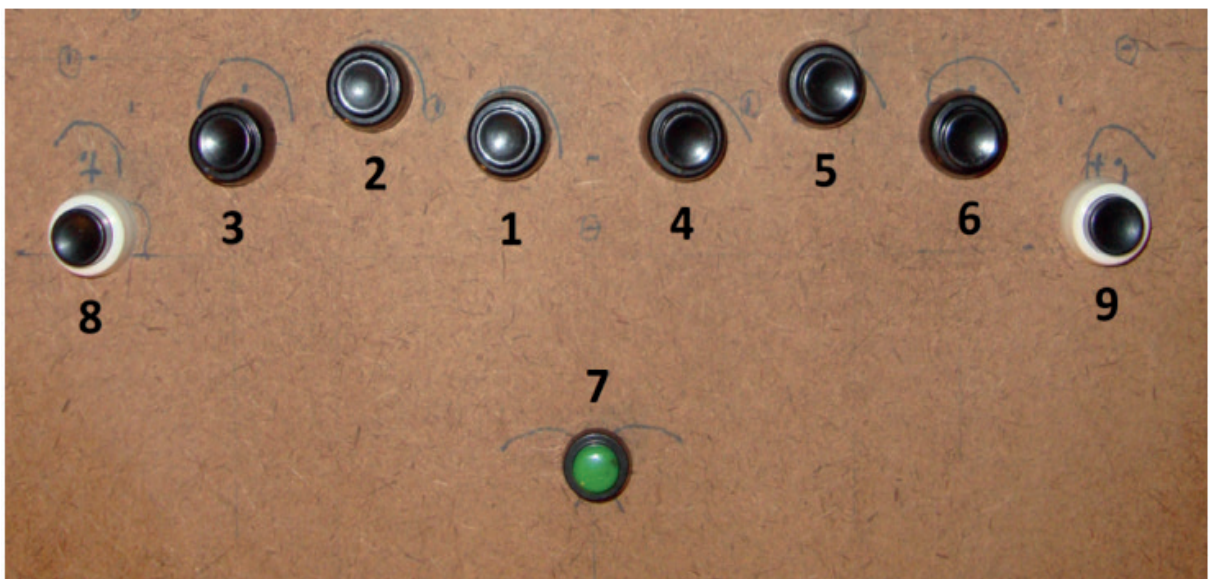


Figura 8 – Teclas de entrada de dados.

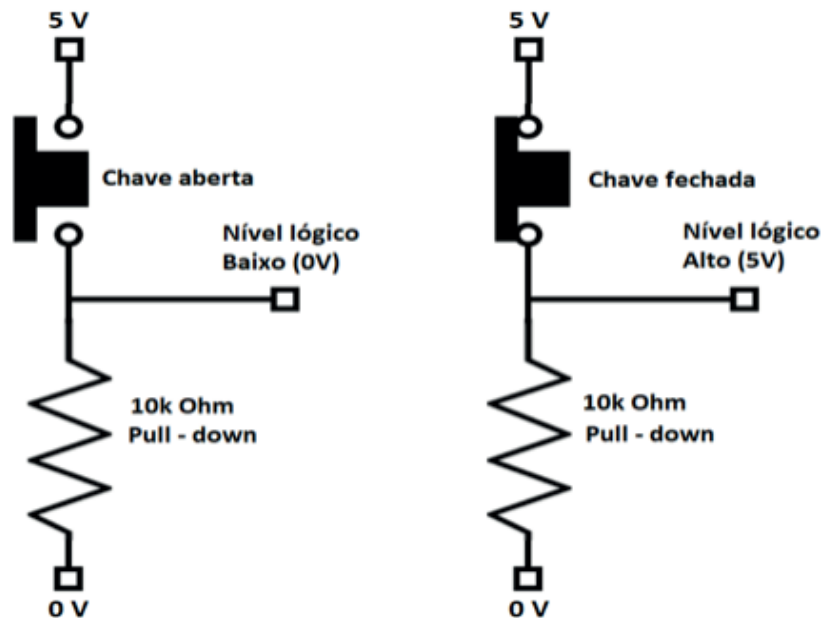


Figura 9 – Circuito utilizado na montagem do teclado Braille.

4.1.2 Célula Braille

As células Braille foram montadas no formato ampliado (formato Jumbo) para facilitar a construção. Foram utilizadas no protótipo 03 células com a finalidade de representar os sinais de pontuação, os sinais acessórios, os sinais usados com números e sinais exclusivos da escrita Braille. Cada célula Braille foi montada utilizando 06 solenoides de 24 volts, com curso de 05 mm, fixados em estrutura utilizando MDF (Figura 10). Esses solenoides foram utilizados devido a sua disponibilidade no mercado e o baixo custo de aquisição.

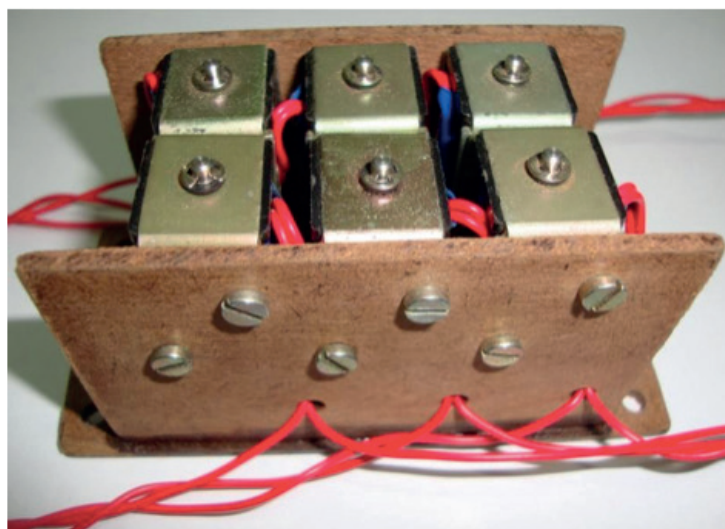


Figura 10 – Célula Braille.

A estrutura foi construída utilizando dois pedaços de MDF, com 8 cm de comprimento x 4,5 cm de altura x 0,3 cm de espessura, colados em uma base de MDF com 4,7 cm de largura x 10 cm de comprimento x 0,3 cm de espessura. A fixação das peças de MDF foi realizada com adesivo instantâneo multiuso Tekbond 793 com viscosidade média. Foram utilizados módulos de relés de 5v para acionamento dos solenoides (Figura 11). Os módulos foram ligados nas saídas digitais do Arduino e recebem níveis alto ou baixo para o acionamento.

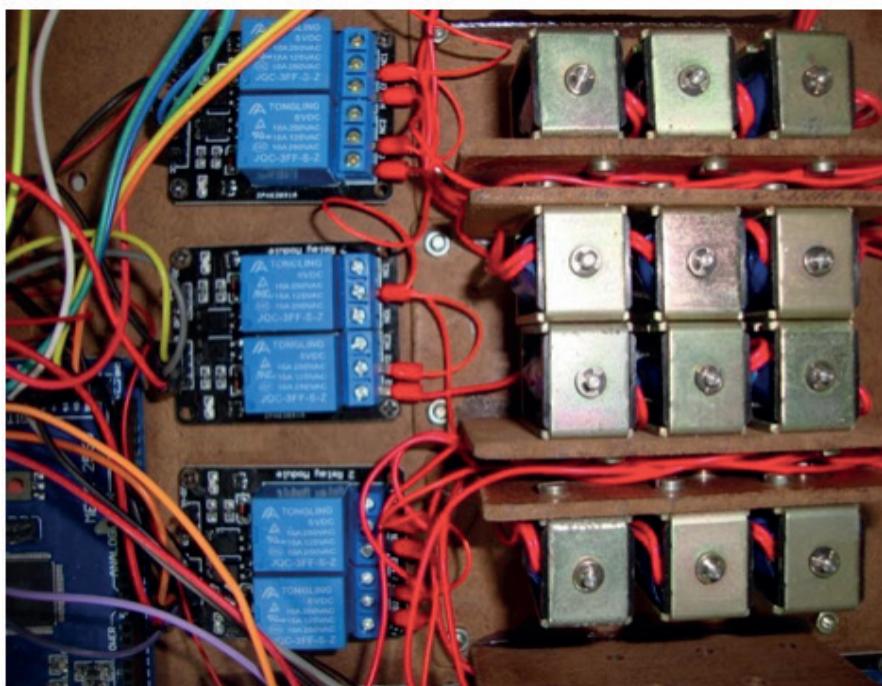


Figura 11 – Módulos de acionamento dos solenoides.

4.1.3 Montagem do protótipo

O protótipo foi montado em uma caixa feita com MDF de 0,3 cm de espessura com as seguintes dimensões: 35 cm de comprimento x 30 cm de largura x 6,5 cm de altura. Essas dimensões foram escolhidas para que fosse possível acondicionar as células Braille, o Arduino, os módulos e os circuitos. Além disso, utilizando essas dimensões, o teclado foi posicionado de forma que as mãos dos usuários pudessem ficar confortavelmente apoiadas.

4.2 Funcionamento

O funcionamento do protótipo é apresentado a seguir. O programa é iniciado no microcomputador. Ao ligar o cabo USB do dispositivo no computador, é enviado um sinal lógico para todas as saídas digitais do Arduino que controlam as células Braille. Esse sinal de controle mantém todos os solenoides desligado e os cursores (pinos) ficam em

uma posição que não são sensíveis ao tato. Através de uma biblioteca *Python* é possível a fala do computador com o usuário. O programa inicia a comunicação com o *Google Speech API* utilizando a *Internet*. O computador pede para o usuário falar uma palavra ou frase. O programa reconhece a palavra dita e grava o áudio do microfone do computador em um intervalo de tempo. O áudio é enviado para o servidor do Google e retorna uma *string*. O computador inicia a comunicação serial com o Arduino. O programa executado pede que o usuário digite cada letra da palavra depois do *beep*. O Arduino fica esperando que os botões externos sejam pressionados. O usuário pressiona a combinação de teclas correspondentes a cada letra e aperta o botão verde. A letra correspondente é enviada para o PC. O PC recebe os dados e faz uma correlação com a letra correspondente, consultando um dicionário desenvolvido em *Python*. Cada código Braille é relacionado a uma combinação de teclas. O computador confere se a combinação de teclas forma a letra correta. Se a combinação for correspondente a letra da palavra, segue para a próxima letra. Se a combinação não for correspondente à letra da palavra, o programa solicita que seja feita uma nova tentativa. Caso não obtenha sucesso o computador envia um comando pela porta de comunicação serial ao Arduino para acionar os solenoides e formar a letra correta.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido é apresentado na Figura 12. A célula central do dispositivo foi utilizada para representar as letras do alfabeto. As células da esquerda e da direita foram montadas para representar sinais usados com números, sinais exclusivos do Braille, sinais acessórios e pontuação.



Figura 12 – Protótipo desenvolvido.

Foram realizados testes iniciais utilizando na programação um dicionário com os códigos representados na Figura 2. A comunicação do dispositivo com o computador funcionou perfeitamente (Figura 13). Verificou-se que o dispositivo reconheceu a voz, identificou cada letra da palavra e fez a correlação com as teclas corretamente pressionadas. O software foi programado para apenas duas tentativas. A quantidade máxima de tentativas pode ser configurada no programa. O dispositivo acionou as células Braille com sucesso, indicando a representação correta da letra, após duas tentativas erradas no teclado.

O programa é finalizado após enviar a última letra da palavra ou frase. Pode-se programar o dispositivo para acionar os solenoides para cada letra da palavra digitada após a entrada dos dados e iniciar novamente o programa para uma nova entrada de dados.

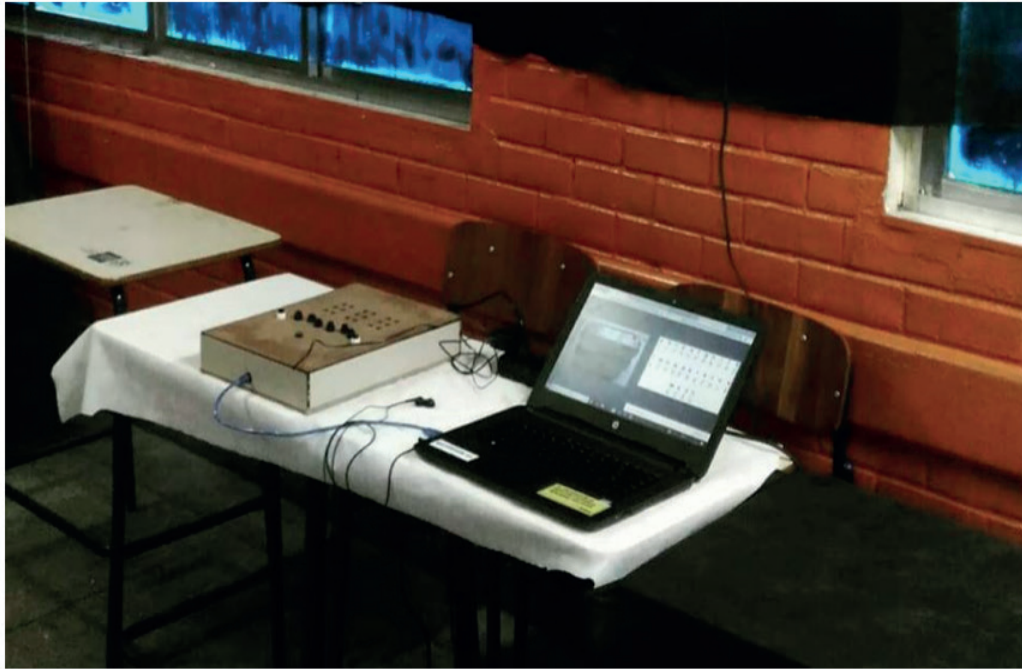


Figura 13 – Protótipo desenvolvido.

Como oportunidades de melhorias, serão substituídos os solenoides por outros de menor tamanho e menor consumo de energia elétrica. Não foram realizados ainda testes utilizando a programação para o reconhecimento de todos os códigos representados nas Figuras 3, 4, 5 e 6. Essa atividade será desenvolvida em um projeto futuro.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostraram a viabilidade dessa tecnologia para a inclusão digital e a transformação social dos portadores de deficiência visual. Com a utilização do dispositivo desenvolvido o aluno poderá aprender, através da mediação com o computador, os conceitos de célula Braille, a formação das letras e a lógica do Sistema Braille. O sistema pode ser utilizado também por professores que atuam na educação inclusiva com ferramenta de aprendizagem.

7 | APONTAMENTOS

Esse trabalho foi apresentado e publicado na Mostra Virtual da VIII Mostra Nacional de Robótica que ocorreu em João Pessoa, PB, entre o dia 06 e 10 de novembro de 2018.

REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa** / elaboração: Cerqueira, Jonir Bechara... [et al.]. Secretaria de Educação Especial. Brasília: SEESP, 2006.
Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>

Pimentel, A. X. e colaboradores. **Célula Mecatrônica Tateável para Interpretação de Caracteres Braille de Texto Digitalizado ou Sonoro para Portadores de Deficiência Visual**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 31 de outubro e 11 de novembro. Resende – RJ, 2016.
Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/6524196.pdf>

Maurício, Lima S. Leonardo, Casillo A. Danielle, Casillo S. S. **Desenvolvimento de uma Célula Braille de Baixo Custo Usando Arduino**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA. Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática Belo Horizonte, MG, 20 a 24 de setembro de 2014.
Disponível em: <http://www.swge.inf.br/cba2014/anais/PDF/1569935361.pdf>

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA ATRAVÉS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Data de aceite: 16/07/2020

Data de submissão: 01/05/2020

Elionai de Farias Borges

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – BA
<http://lattes.cnpq.br/6335009863324723>

José Alberto Diaz Amado

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4676804219079636>

João Erivando Soares Marques

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6743633999783212>

Adriano de Oliveira Rocha

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – BA
<http://lattes.cnpq.br/3667346039734685>

Sílvia Maria Nascimento Carvalho

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – BA
<http://lattes.cnpq.br/5247771652300094>

Cleia Santos Libarino

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/0168353916026552>

Wilton Lacerda Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7128501944536142>

Kenedy Marconi Geraldo dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8500221110577713>

Elvio Prado da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9848632321158495>

Wesley de Almeida Souto

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6395093149666173>

Rodrigo Assis Bonfim

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6149703009736160>

João Batista Regis Pires

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia
Vitória da Conquista – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9486402219864210>

RESUMO: O presente trabalho tem como finalidade o emprego do Deep Learning, especificamente a técnica de redes neurais artificiais convolutivas, para um sistema de navegação autônoma que recebe imagens do ambiente e define a direção de condução. Para tal utilizou-se como base o TensorFlow, que é uma biblioteca de código aberto para algoritmos de aprendizado de máquina baseado em redes neurais profundas. Assim, por meio deste, foi possível a montagem da arquitetura da rede bem como o seu treinamento. Também foi usada a biblioteca OpenCV, que é de código aberto e permite a criação de soluções para visão computacional de forma mais simplificada, o que proporcionou a manipulação das imagens. Para o treinamento da rede foram usados dados obtidos por implementação física e simulada, sendo a constituição destes as imagens da trajetória percorrida com os respectivos valores de direção. Depois de treinada, a rede pode dar valores de direção em uma trajetória a partir das imagens do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Deep learning. Redes Neurais Convolutivas. Visão Computacional. Navegação Autônoma.

DEVELOPMENT OF AN AUTONOMOUS NAVIGATION SYSTEM THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ABSTRACT: The present work has as finality the use of Deep Learning, specifically the technique of artificial convolutional neural networks, for an autonomous navigation system, which receives images of the environment and defines the drive direction. For this it was used TensorFlow as base, which is an open-source library for machine learning algorithms based on deep neural networks. Thus, through this, it was possible to assemble the network architecture as well as its training. Also used was the OpenCV library, which is open source and enable the creation of computer vision solutions in a simpler way, which provided the manipulation of the images. For the training of the network were used data obtained by physical and simulated implementation, these being the images of the trajectory traversed with the respective direction values. After trained, the network can give direction values in a path from the images of the environment.

KEYWORDS: Deep learning. Convolutional Neural Networks. Computer Vision. Autonomus Navigation.

1 | INTRODUÇÃO

O Aprendizado Profundo (AP), comumente chamado de Deep Learning, é uma ramificação do campo de Aprendizado de Máquina, Machine Learning, que é um subcampo da Inteligência Artificial. O AP, se refere praticamente aos algoritmos e técnicas que extraem informações complexas de dados brutos a partir da combinação de características mais simples retiradas em suas próprias etapas de extração de características anteriores. Assim, quanto mais etapas, maiores serão as combinações e a profundidade do aprendizado. Um

dos algoritmos de AP é a Rede Neural Convolutiva (RNC), Convolutional Neural Network.

O uso de redes neurais com visão computacional aplicada em sistemas de navegação autônoma teve início em 1989 com o ALVINN (Autonomous Land Vehicle in a Neural Network), veículo terrestre autônomo em uma rede neural. Este utilizou uma rede neural de três camadas para poder seguir adequadamente em uma estrada, sendo a entrada desta as imagens de uma câmera e de um localizador laser e a sua saída os valores para a direção do mesmo. [3]

Neste viés foi proposto em 2004 o DAVE (DARPA Autonomous Vehicle), veículo autônomo do DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa dos Estados Unidos. Nesse projeto utilizou-se um carrinho de controle remoto elétrico, com duas câmeras de vídeo utilizadas de forma estéreo, que deveria se conduzir de forma autônoma em um ambiente ao ar livre com árvores, rochas, paredes e outros obstáculos. A sua navegação foi proposta a partir de uma RNC de seis camadas. [2]

Seguindo a linha do DAVE e principalmente do ALVINN, que demonstrou que uma rede neural podia dirigir um carro em estradas públicas, a empresa NVIDIA, que é conhecida pela fabricação de peças de computador, especificamente placas de processamento gráfico, publica em abril de 2016 alguns resultados de seu trabalho com carros autônomos. Eles utilizaram uma RNC treinada a partir dos dados brutos de três câmeras juntamente com os valores de direção executados por uma pessoa no carro. Esta abordagem mostrou-se surpreendentemente poderosa, e o sistema aprendeu a dirigir em estradas com e sem faixas, em estacionamentos com pouca visibilidade e em estradas não pavimentadas. Neste caso foram aprendidas as características das estradas apenas com o ângulo de direção do carro, sendo que em nenhum momento do treinamento da rede foram apresentadas explicitamente esboços de estradas ou marcas de pistas. [1].

2 | O TRABALHO PROPOSTO

Dado a considerável capacidade das redes neurais profundas em abstrair padrões e características, bem como o seu desempenho relativamente alto e taxas de erro razoavelmente baixas para aplicações em larga escala em áreas de visão computacional, este trabalho propõe a utilização do aprendizado profundo com uma rede neural convolutiva, juntamente com visão computacional, para um sistema de navegação autônoma que recebe imagens do ambiente e define a direção a ser seguida.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho pode ser dividida em algumas partes principais. Primeiro, a da implementação dos algoritmos da RNC e de seu sistema de treinamento. Depois, a

obtenção dos dados de treinamento. Por fim, o treinamento da RNC e a sua avaliação.

3.1 RNC e seu Sistema de Treinamento

Para viabilizar a implementação utilizou-se o *TensorFlow*. A arquitetura da RNC implementada foi a do sistema do DAVE-2 da NVIDIA, visto que esta já foi testada e validada para a aplicação específica de um sistema de navegação autônoma. A Figura 1 mostra a arquitetura DAVE-2, que utiliza imagens coloridas com seus 3 canais e uma resolução de 66x200 pixels. Esta possui 3 camadas convolutivas com *kernel* de 5x5 e 2 com *kernel* de 3x3, seguidas pela *Flatten*, que corresponde aos 1152 mapas de características com dimensão 1x1 que são passados para as camadas totalmente conectadas[1].

Na elaboração, criou-se um código a partir do *TensorFlow* e salvou-se ele em um arquivo chamado de *model.py*, onde definiu-se a arquitetura da rede, conforme a arquitetura DAVE-2. Também fez-se um programa salvo no arquivo *train.py*, que carregava o arquivo *model.py* para definir a RNC a ser utilizada, como também fazia a leitura dos dados de treinamento e os fazia passar pela rede. Após concluídas as épocas de treinamento o processo era interrompido e os parâmetros treináveis, pesos e *bias*, eram salvos em um arquivo nomeado *model.ckpt*, sendo a extensão *ckpt* um formato de arquivo que também é lido pelo *TensorFlow*.

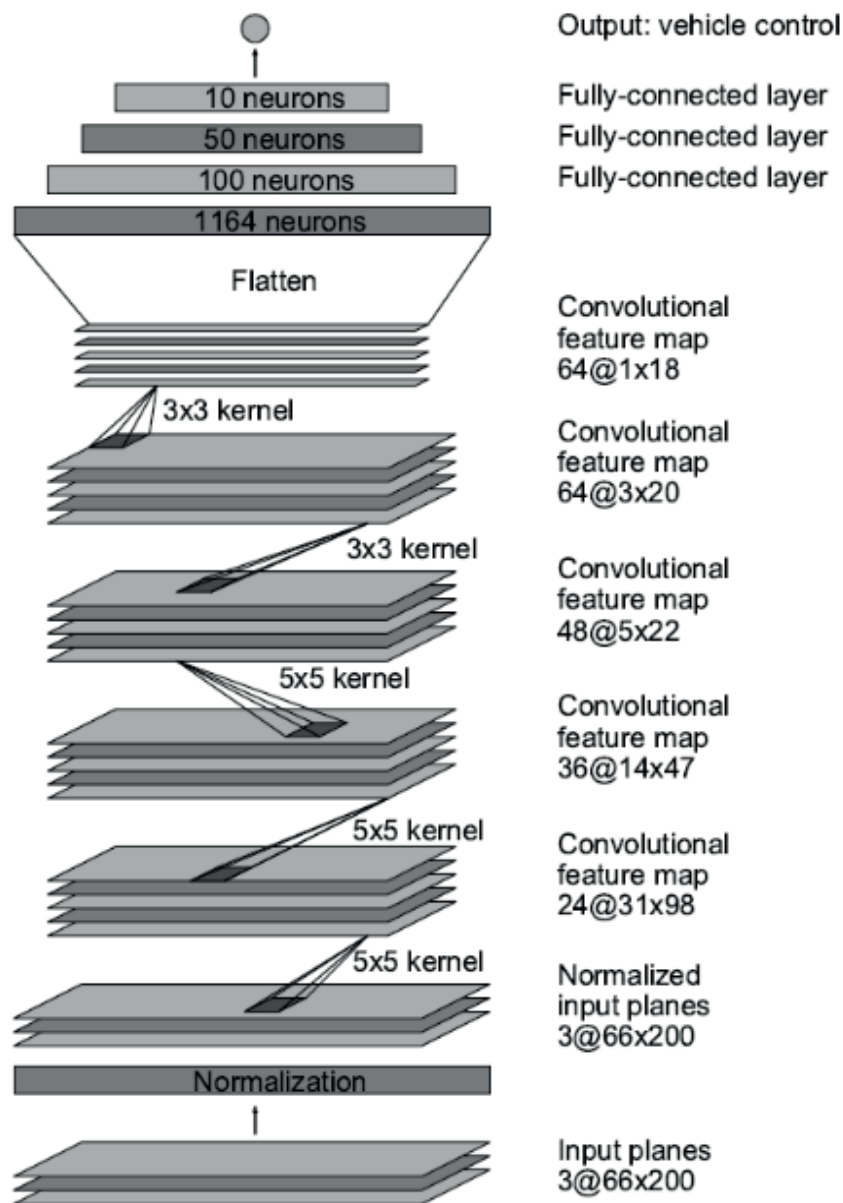


Figura 1: Arquitetura da RNC do DAVE-2 (Fonte: Adaptado de [1])

3.2 Obtenção dos Dados de Treinamento

Para o sistema de treinamento foi necessário a criação de um conjunto de dados, referido como *dataset*. Um *dataset* consiste em dados rotulados utilizados no treinamento, compostos por uma entrada e a sua respectiva saída. No presente trabalho o *dataset* foi formado pelas imagens da trajetória percorrida a partir de um controle manual e os respectivos valores de controle de direção, que foram definidos em uma faixa de -30 a 30, sendo os valores positivos correspondentes a direção à direita, negativos à esquerda e zero o ponto central. Esta etapa também foi realizada de forma física e de forma simulada.

3.2.1 Implementação Física

Nesta parte utilizou-se um robô disponível na instituição que precisou apenas ser adaptado. Deste modo, para o controle manual, desenvolveu-se um aplicativo de celular, por meio do Phonegap (*framework* para construir aplicativos híbridos por meio de HTML5 e Javascript), que enviava os dados de controle para o robô através do NodeMcu ESP8266, que é um microcontrolador com *wifi* e antena embutida. Também foi preciso adaptar a estrutura do robô para comportar um notebook, onde estavam os algoritmos de visão computacional e do *TensorFlow*, e uma câmera na parte frontal do robô, para a captura dos frames. Ver Figura 2.

Criou-se o arquivo `data_colect.py`, que rodava no notebook e aplicava a visão computacional a partir do OpenCV na linguagem Python. Com este se capturava os frames da câmera e se reduzia a resolução das imagens para um tamanho mais próximo do da entrada da RNC. Por este arquivo também pegava-se os valores de direção, que eram salvos com os respectivos nomes das imagens no arquivo de texto `data.txt`.

A Figura 3 ilustra o funcionamento. O aplicativo mandava os valores de direção para o NodeMcu a partir do movimento captado pelo acelerômetro do celular. O NodeMcu enviava os valores de direção via serial para o notebook ao mesmo tempo que estes eram convertidos em valores de PWM e enviados para controlar os motores do robô. Além de ler os valores de direção, o notebook lia os *frames* da câmera. Neste cada *frame* era salvo, e em um bloco de notas também se salvava os valores de direção juntamente com o nome da respectiva imagem associada, o que constituiu o dataset.

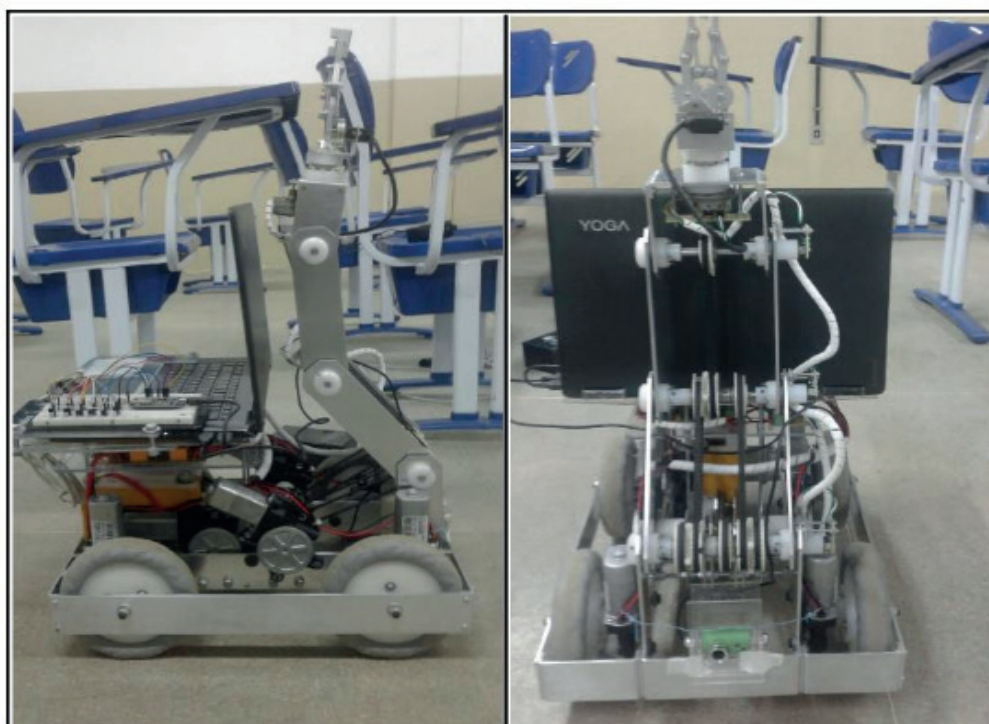


Figura 2: Robô adaptado para levar o notebook, o NodeMcu e a câmera.

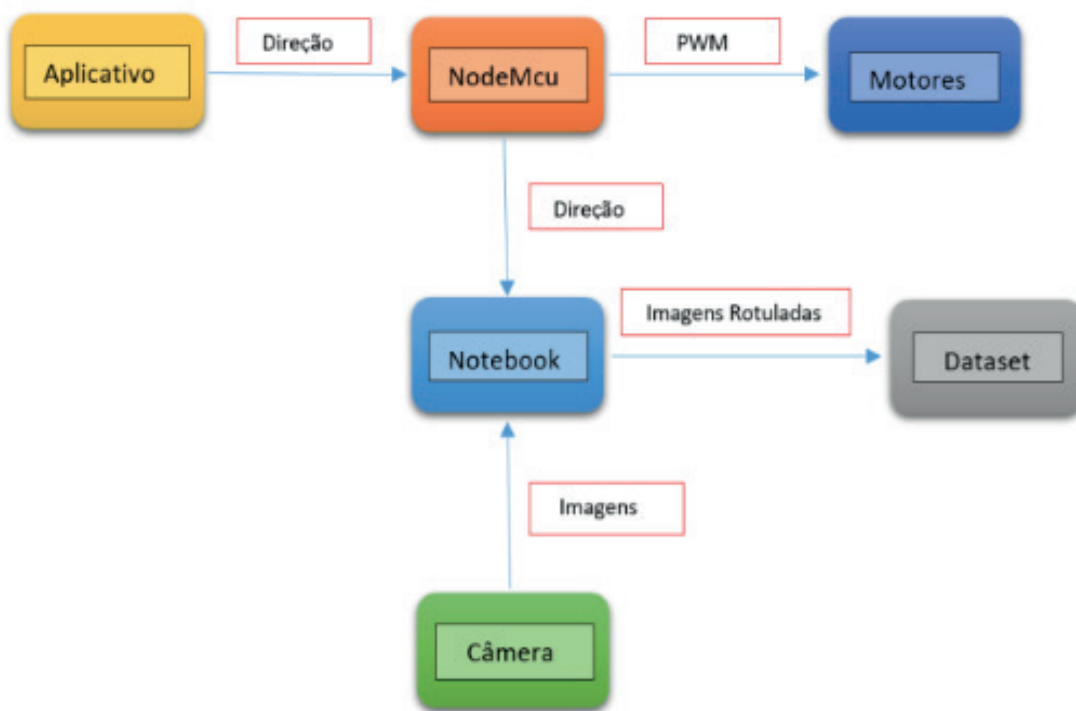


Figura 3: Fluxograma do processo de treinamento.

Neste sistema a trajetória foi feita segundo o percurso mostrado na Figura 4. Esta não possuía faixas, pois os seus contornos foram todos feitos utilizando-se as pernas das cadeiras de uma sala de aula, que foram colocadas uma ao lado da outra até formar a trajetória desejada, que era correspondente ao espaço entre as fileiras de cadeiras.



Figura 4: Trajetória para ser percorrida pelo robô.

A Figura 5 mostra a visão do robô em uma curva para desviar da fileira de cadeiras. A câmera funcionava a 30 *frames* por segundo e as imagens e os valores de direção foram salvos de acordo com a execução de captura da função do OpenCV.



Figura 5: Visão do robô indo de encontro a uma fileira de cadeiras.

3.2.2 Simulação

Para a simulação optou-se por criar um sistema próprio, que fosse fácil de se usar e que se adequasse ao problema da obtenção de dados. Para isso utilizou-se o motor de jogos Unreal Engine 4, que é gratuito e de código aberto e que possui ambiente completo para o desenvolvimento de jogos 3D e aplicações digitais interativas. Suas aplicações são feitas por meio da linguagem C++ ou por uma linguagem visual própria do motor chamada de blueprint.

Este motor de jogos vem com alguns modelos prontos e parcialmente funcionais, sendo que dentre estes está o de um veículo. A abordagem foi utilizar o modelo de veículo pronto e adaptar ele criando um programa em blueprint que salve seus ângulos de direção e as imagens correspondentes a da trajetória percorrida. A Figura 6 mostra o veículo que foi adaptado para a simulação, sendo que nele só foi mexido na programação, no posicionamento de uma câmera no para-brisa e na cor da pintura. O controle manual deste foi feito utilizando-se as setas esquerda e direita do teclado e a velocidade foi mantida fixa em aproximadamente 4 Km/h.

A Figura 7 e a Figura 8 mostram as duas trajetórias criadas para a simulação, sendo a trajetória 1 usada para colher os dados de treinamento e a 2 para a validação do treinamento, visando verificar apenas se a RNC não decorou a trajetória 1 em vez de aprender o padrão da pista. O cenário foi montado a partir de elementos do próprio motor de jogos, apenas as texturas da trajetória foram criadas no programa Photoshop, um editor de imagens avançado. Depois dos devidos ajustes, o simulador foi construído em um executável para Windows 64 bits.



Figura 6: Janela de edição mostrando o veículo adaptado.



Figura 7: Trajetória 1, criada para a coleta dos dados de treinamento.



Figura 8: Trajetória 2, criada para a validação do treinamento.

A Figura 9 exibe a visão da câmera posicionada próxima ao para-brisa, que possibilitou a visão para a captura de imagens da trajetória que foram usadas no treinamento. Neste caso foram capturadas apenas duas imagens a cada 3 segundos, com os seus respectivos ângulos de direção, com intuito de que fossem obtidas imagens com diferentes posições da trajetória, evitando a repetição de informação no caso de imagens em regiões próximas.



Figura 9: Visão da câmera usada durante o treinamento.

3.3 Treinamento

Esta parte consistiu em treinar a RNC e depois verificar a resposta dela para se analisar o seu desempenho em definir os valores de direção. Todos os treinamentos da RNC foram feitos em um notebook com sistema operacional Windows 10, processador core i7, com 16 GB de memória RAM e armazenamento em disco SSD, equipado com GPU GeForce 940MX com 2 GB de memória dedicada. Também se utilizou a tecnologia CUDA na versão 8.0 e sua biblioteca cuDNN na versão 5.1 para realizar o treinamento e execução dos algoritmos na GPU (*Graphics Processing Unit*).

O *TensorFlow* possui uma versão que já identifica automaticamente a GPU e faz uso dela, não sendo necessário nenhuma alteração no código do programa que seria usado em uma CPU. Foram feitos testes com o treinamento na CPU e na GPU, e neste notebook utilizado verificou-se que na GPU tem-se um ganho de tempo de setes vezes. Deste modo, levando-se em conta que todos os treinamentos em média duraram 40 minutos na GPU, estima-se que durariam cerca de 4 horas e 40 minutos na CPU.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados de forma separada na implementação física e na simulada e depois foram comparados.

4.1 Implementação Física

Na implementação física conseguiu-se obter 1240 imagens com seus respectivos valores de direção. Destas foram usadas 930 para o treinamento, utilizando-se lotes de 20 imagens, tendo como critério de parada o número de 200 épocas. As outras 310 imagens foram utilizadas para se avaliar a resposta da rede, sendo os dados que ela não viu durante o treinamento. Para isto criou-se um algoritmo que permitiu carregar a arquitetura da RNC definida em `model.py`, bem como os pesos e bias salvos no arquivo `model.ckpt`, além de passar pela rede todas as imagens, uma a uma, não vistas durante o treinamento, obtendo assim a sua resposta. A Figuras 10 mostra a comparação do valor de resposta da rede, em vermelho, em relação ao valor de controle manual, em azul, obtido durante a etapa de obtenção de dados.

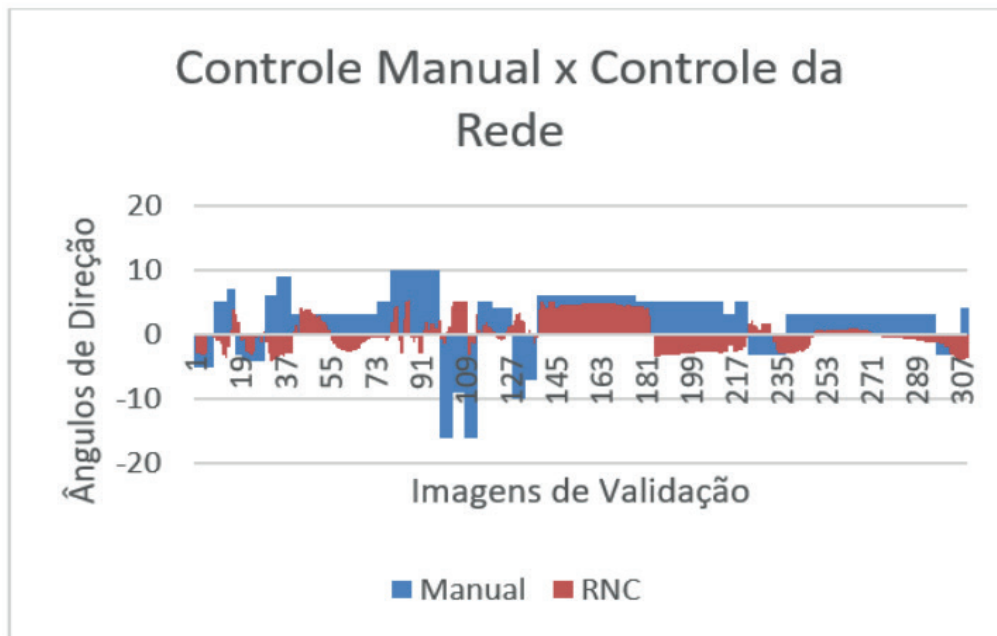


Figura 10: Resposta da RNC em comparação com o controle manual.

4.2 Simulação

Na simulação conseguiu-se para o treinamento um número de 1088 imagens e seus respectivos ângulos de direção obtidas a partir da trajetória 1. A trajetória 2 foi usada para se obter os dados de avaliação da resposta da RNC, sendo obtidas 382 imagens. O treinamento também foi feito com um lote de 20 imagens e um critério de parada de 200 épocas.

A Figura 11 mostra a resposta da rede, em laranja, em relação ao controle manual, em azul. A partir dessa verifica-se um melhor desempenho em relação a implementação física. A partir disso, optou-se também por se editar manualmente as imagens de avaliação por meio do PhotoScape, editor de imagens gratuito e que faz edição em lotes de imagens. A Figura 12 representa a distorção do foco das imagens feita em todas as 382 de avaliação. Depois estas foram passadas pela RNC, sendo as suas respostas mostradas na Figura 13. Semelhantemente na Figura 14, tem-se a inserção de ruídos na imagens de avaliação, que também foram passadas pela RNC. As respostas da rede estão no Figura 15.

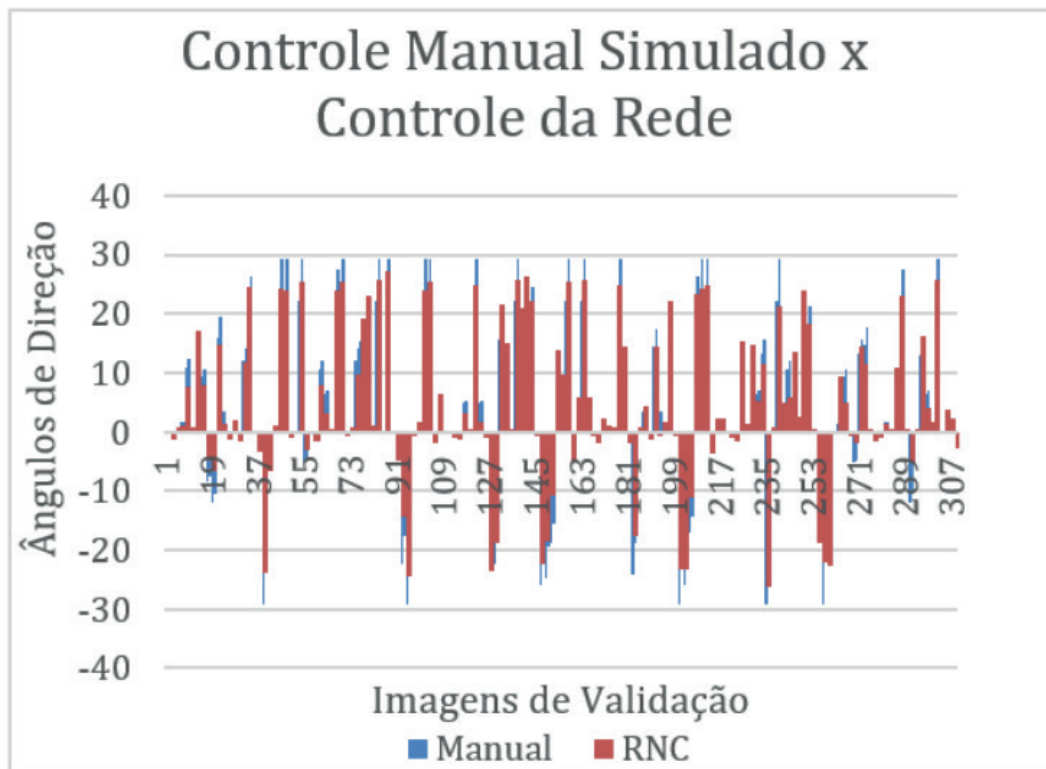


Figura 11: Resposta da RNC em comparação com o controle manual .



Figura 12: Visão da câmera desfocada usada durante o treinamento.

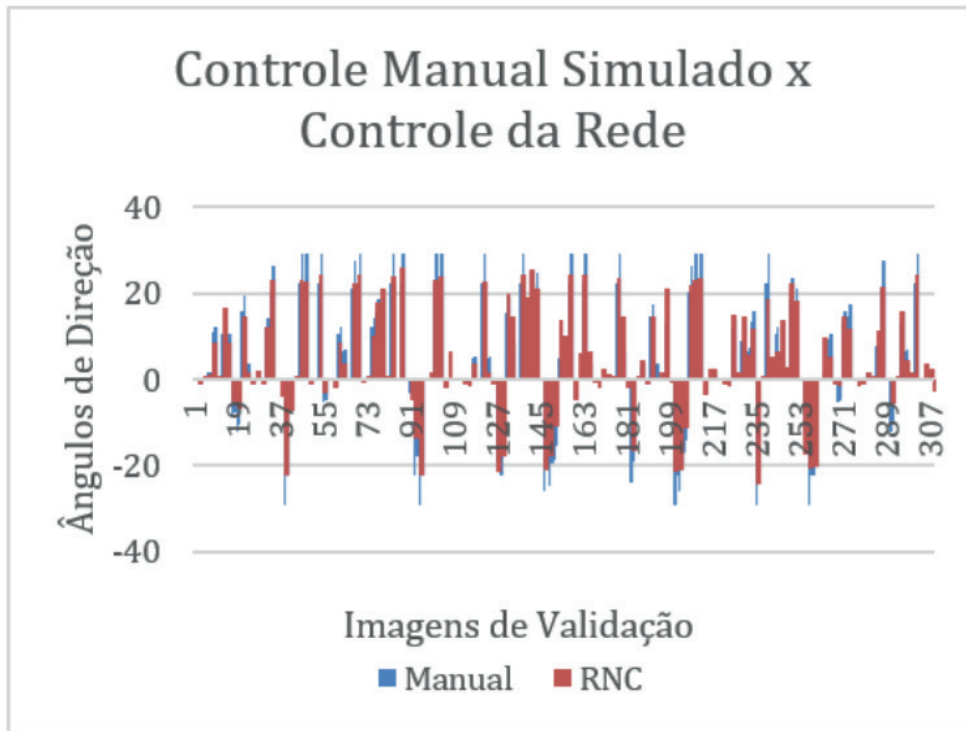


Figura 13: Resposta da RNC em comparação com o controle manual para as imagens desfocadas.



Figura 14: Visão da câmera com ruído usada durante o treinamento.

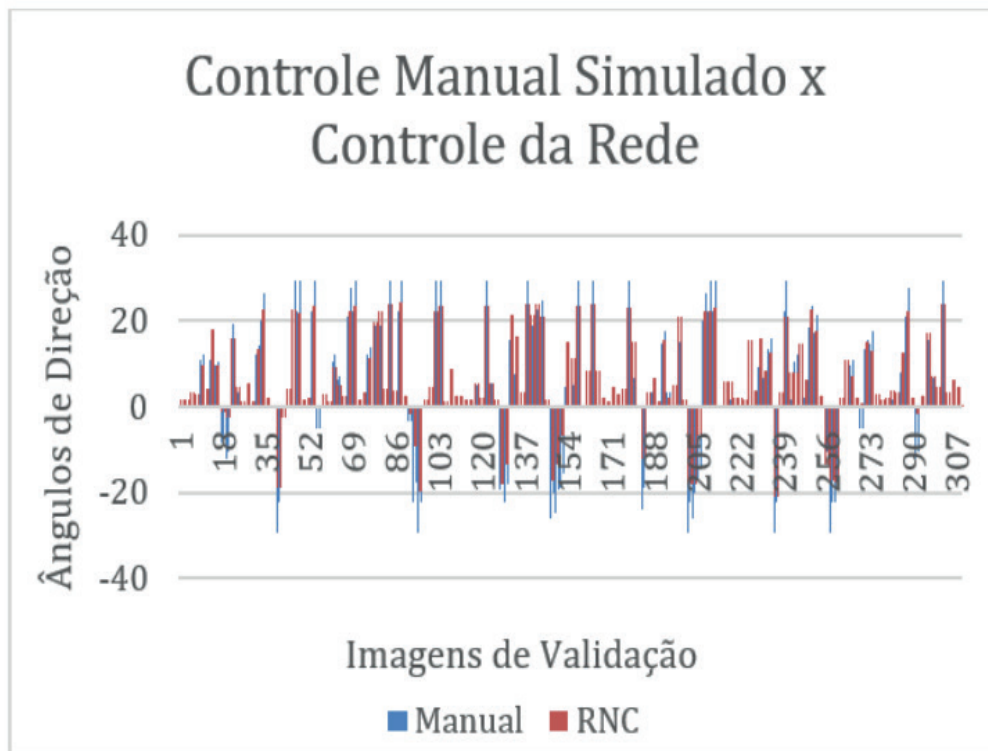


Figura 15: Resposta da RNC em comparação com o controle manual para imagens com ruído.

4.3 Comparação dos Resultados

A resposta da rede na implementação física apresentou baixo desempenho. Parte disso se explica pela quantidade e qualidade das imagens, já que a captura destas era conforme a velocidade de execução do OpenCV, que salvava várias imagens por segundo, o que implicou que muitas das 1240 imagens possuíam informações redundantes para a RNC. Outra questão é que os quadros capturados pela câmera utilizada eram relativamente pequenos, o que implicou que não se capturava em uma mesma imagem os limites da direita e esquerda da trajetória com o ambiente. O resultado disso é que a RNC não pode aprender o que era esquerda e direita adequadamente. A quantidade de dados poderia ser aumentada, porém a plataforma NodeMcu apresentou bastante instabilidades e repentinamente parava de funcionar perdendo a conexão *wifi*. O sistema necessitava de funcionamento contínuo, e uma queda de conexão implicava em perda na sequência de imagens e valores de direção salvos no arquivo *data.txt*.

A implementação simulada obteve um desempenho bem melhor, acertando a direção a ser seguida, com mudanças apenas na magnitude dos ângulos de direção. A inserção da distorção do foco nas imagens e do ruído visou a análise da capacidade da RNC de ser tolerante a variâncias no sinal de entrada. As Figuras 10, 12 e 14 mostram que a rede forneceu praticamente a mesma resposta para a imagem normal, para a desfocada e para a com ruído, considerando o mesmo treinamento em que só foram apresentadas as imagens normais.

5 | CONCLUSÕES

Foi feito um sistema de navegação autônoma baseado em uma RNC, porém este não obteve um desempenho satisfatório para uma implementação em uma plataforma autônoma. Um sistema deste tipo, totalmente funcional, ainda vai exigir muitas pesquisas, experimentos e realizações de outros trabalhos com o mesmo objetivo. A maior dificuldade é que as documentações a respeito de metodologias de elaboração de uma arquitetura de RNC, a implementação dos algoritmos de treinamento, a criação do próprio conjunto de dados de aprendizagem, são escassas e até mesmo inexistentes mesmo em literaturas estrangeiras.

Os dados obtidos pela simulação foram de melhor qualidade, visto que seus parâmetros eram mais fáceis de serem ajustados conforme a necessidade. O maior problema do sistema físico no robô foi a constante instabilidade do funcionamento da plataforma NodeMcu, que mostrou-se inviável para a aplicação. O uso da GPU para o treinamento foi de fundamental importância, visto que economizou cerca de quatro horas em cada execução do algoritmo de aprendizado. Porém os 2 GB de memória dedicada podem ser insuficientes a depender da quantidade de dados e do tamanho do lote de imagens. A ultrapassagem desse limite de memória implica na interrupção da execução do algoritmo.

Quanto a simulação, não há um modo simples de se integrá-la a RNC treinada a partir do TensorFlow, e por isso a rede não foi utilizada para controlar o veículo na mesma. Uma alternativa seria usar o sistema treinado a partir dela em uma plataforma autônoma física, o que necessitaria de alterações e muitas melhorias.

Para trabalhos futuros fica a sugestão de se tirar a plataforma NodeMcu da implementação, adequando-se outro sistema para o controle remoto do robô. Similarmente, o controle dos motores do mesmo ainda precisa de um sinal de retorno dos ângulos de direção, para que se possa posicioná-lo de forma precisa na trajetória, visto que o mesmo valor de PWM pode não ser suficiente para se chegar à mesma posição a depender da situação. Também é necessário que se utilize uma câmera de melhor qualidade e maior resolução, que consiga captar os limites da trajetória em um ambiente.

O simulador pode ser melhorado e adaptado para trabalhar diretamente com uma RNC a partir do TensorFlow. Além de que nele pode-se criar diversas condições climáticas diferentes, bem como diversas formas e padrões de trajetórias. A resposta da rede para outros problemas, como detecção de obstáculos e pessoas, pode ser verificada antes de implementação física, podendo se descobrir erros e fazer ajustes antecipados.

REFERÊNCIAS

- [1] BOJARSKI, M. et al. **End to End Learning for Self-Driving Cars**. NVIDIA Corporation, Holmdel, NJ, USA, 2016.
- [2] Net-Scale Technologies. **Autonomous Off-road Vehicle Control using End-to-end Learning**. Arlington, VA, 2004.
- [3] POMERLEAU, D. A. **ALVINN, an autonomous land vehicle in a neural network**. Carnegie Mellon University, 1989.

DESENVOLVIMENTO DE UMA LIXEIRA ELETRÔNICA PARA AS AULAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Data de aceite: 16/07/2020

Giuliano Mantovi Silva

Centro de Integração Objetivo - Aluno do Curso
Técnico em Informática
Rio de Janeiro – RJ

Gustavo Pontes dos Santos

Centro de Integração Objetivo - Aluno do Curso
Técnico em Informática
Rio de Janeiro - RJ

Gean Lourenço da Silva

Centro de Integração Objetivo – Aluno do Curso
Técnico em Informática
Rio de Janeiro - RJ

Yan José de Oliveira Ribeiro

Centro de Integração Objetivo - Aluno do Curso
Técnico em Informática
Rio de Janeiro – RJ

Luiz Antonio Marques Filho

Centro de Integração Objetivo - Docente do Curso
Técnico em Informática
Rio de Janeiro – RJ

<http://lattes.cnpq.br/2660821346955249>

RESUMO: O trabalho teve como finalidade desenvolver uma lixeira eletrônica, utilizando um módulo para acoplar em uma lixeira plástica. O objetivo foi desenvolver um protótipo em módulo de MDF (*Medium Density Fiberboard*) que pudesse ser instalado na estrutura da lixeira plástica sem a necessidade

de qualquer modificação. A motivação para o desenvolvimento do protótipo foi o projeto Pró Meio Ambiente, desenvolvido pelo Centro de Integração Objetivo (CIOB), na Praça Vereador Tiba no Parque Equitativa, município de Duque de Caxias - RJ. O trabalho foi iniciado em junho de 2017 e a equipe para o desenvolvimento do projeto foi composta por alunos do primeiro módulo do Curso Técnico em Informática. O resultado foi o desenvolvimento de uma lixeira eletrônica de fácil instalação, utilização e manutenção.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Lixeira eletrônica, Kits Robótica, Kits Educacionais.

ABSTRACT: The purpose of this work is to develop an electronic trash can, using a module to be attached to a plastic trash can. The objective was to develop a prototype in MDF module (*Medium Density Fiberboard*) that could be installed without the need of any modifications to the structure of the plastic trash can. The motivation for the development of the prototype was the Pro Environment project, developed by Centro de Integração Objetivo (CIOB, acronym in Portuguese), at Vereador Tiba's Square in Parque Equitativa in Duque de Caxias - RJ. The work started in June 2017 and

the team involved in this project is composed of students between fifteen to twenty years old, from the first module of the Technical Course in Computer Science. The result is the development of an electronic waste bin for easy installation, use and maintenance.

KEYWORDS: Environmental Education, Electronic trash can, Robotic Kits, Educational Kits.

1 | INTRODUÇÃO

A motivação para o desenvolvimento do trabalho foi o Movimento Pró Meio Ambiente, promovido pelo Centro de Integração Objetivo (CIOB), no dia 10 de junho de 2017, na Praça Vereador Tiba no Parque Equitativa, município de Duque de Caxias - RJ. O movimento teve como objetivo sensibilizar os alunos e a comunidade sobre as questões relacionadas ao meio ambiente, com apresentação de trabalhos e orientações sobre o descarte do lixo, sua reutilização e reciclagem (Figura 1 e 2).



Figura 1 – Movimento Pró Meio Ambiente (foto gentilmente cedida pelo Colégio CIOB).



Figura 2 – Movimento Pró Meio Ambiente. (foto gentilmente cedida pelo Colégio CIOB).

O trabalho teve a finalidade desenvolver um módulo eletrônico, fixado em uma estrutura de MDF, que pudesse ser acoplado em uma lixeira plástica de 50 litros. O objetivo principal foi confeccionar uma estrutura de fácil instalação, utilização e manutenção, sem a necessidade de fazer qualquer modificação ou adaptação na lixeira plástica original.

2 | O TRABALHO PROPOSTO

Inicialmente, foi proposto o desenvolvimento do protótipo da lixeira eletrônica para apresentação no Movimento Pró Meio Ambiente, promovido pelo Centro de Integração Objetivo (CIOB). O projeto foi iniciado com os alunos do primeiro módulo do Curso Técnico em Informática. Porém, alguns alunos ficaram envolvidos em atividades de avaliação bimestral e o tempo disponível foi muito curto para a finalização do projeto e a apresentação no evento na Praça Vereador Tiba. Por esse motivo, foi proposto a continuação do projeto para a apresentação nos eventos local, regional e nacional que ocorreram no ano 2017. Esses eventos ocorreram no final do ano e foram os seguintes: Feira Integrada do Centro de Integração Objetivo; XI FECTI - Feira de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro e VII Mostra Nacional de Robótica (MNR).

O projeto teve início em junho 2017 e a equipe de desenvolvimento foi composta por alunos, com idades entre 15 e 20 anos, do Curso Técnico em Informática. O trabalho foi dividido basicamente em três etapas: a primeira etapa teve como objetivos o desenvolvimento da estrutura em MDF para acoplar na lixeira plástica e o desenvolvimento do sistema para abertura e fechamento da tampa; a segunda etapa teve como objetivos o desenvolvimento do sistema eletrônico para automatização da lixeira e a realização da programação do microcontrolador; por fim, e a terceira etapa teve o objetivo de desenvolver

um sistema para a reprodução das mensagens de áudio para conscientização dos usuários da lixeira eletrônica.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Na primeira etapa do projeto, foi montada uma estrutura em MDF para encaixar dentro de uma lixeira plástica de 50 litros - fabricada pela PLASÚTIL (Figura 3 e 4).

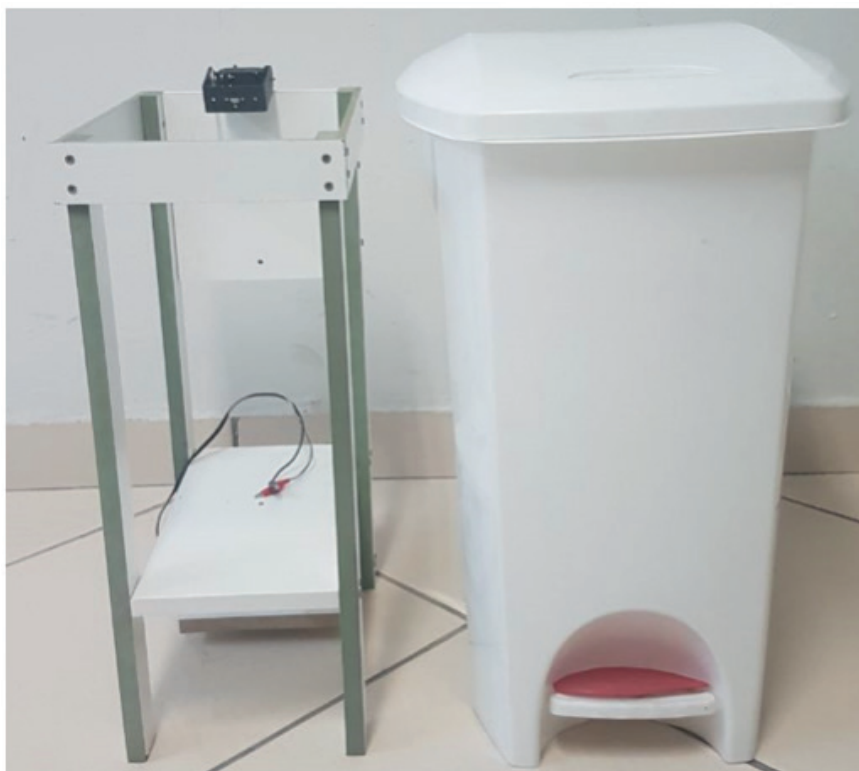


Figura 3 – parte estrutural da lixeira.



Figura 4 – acondicionamento da estrutura na lixeira.

A segunda etapa do projeto teve os objetivos de montar os circuitos eletrônicos e realizar a programação do microcontrolador para automatizar a lixeira (Figura 5 e 6).

Foram utilizados nessa etapa, os seguintes componentes: um controlador Arduino UNO; um módulo amplificador de áudio; um par de autofalantes de 8Ω (Ohms); um módulo MP3; uma chave de final de curso, uma bateria selada de 06 Volts 12 Ah Unipower; um protoboard de 170 pontos; um servo MG 996R Tower Pro; suporte “U” de alumínio e flanges para servo motor.

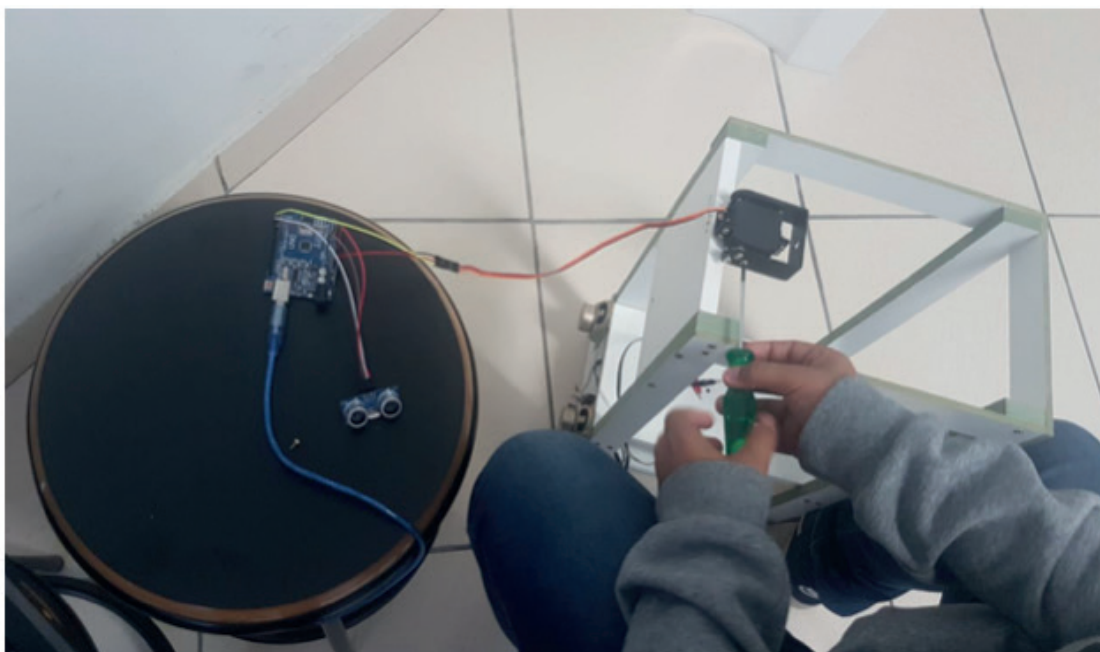


Figura 5 – montagem dos sistemas eletrônicos e mecânicos.



Figura 6 – programação da lixeira eletrônica.

A terceira etapa teve como objetivo desenvolver um sistema para reproduzir as mensagens de áudio para a conscientização dos usuários da lixeira eletrônica. Nessa tarefa, foi utilizado um módulo MP3 - modelo Wtv020sd16p - ligado em um amplificador de áudio. Esse módulo é capaz de reproduzir até 256 mensagens e o tamanho do arquivo depende da capacidade do cartão de memória utilizado. Foi instalada uma chave na estrutura em MDF, com contato normalmente aberto, para detectar a abertura e fechamento da tampa e enviar um sinal para o módulo MP3. O circuito amplificador utilizado para reproduzir as mensagens de áudio da lixeira é apresentado na Figura 7.

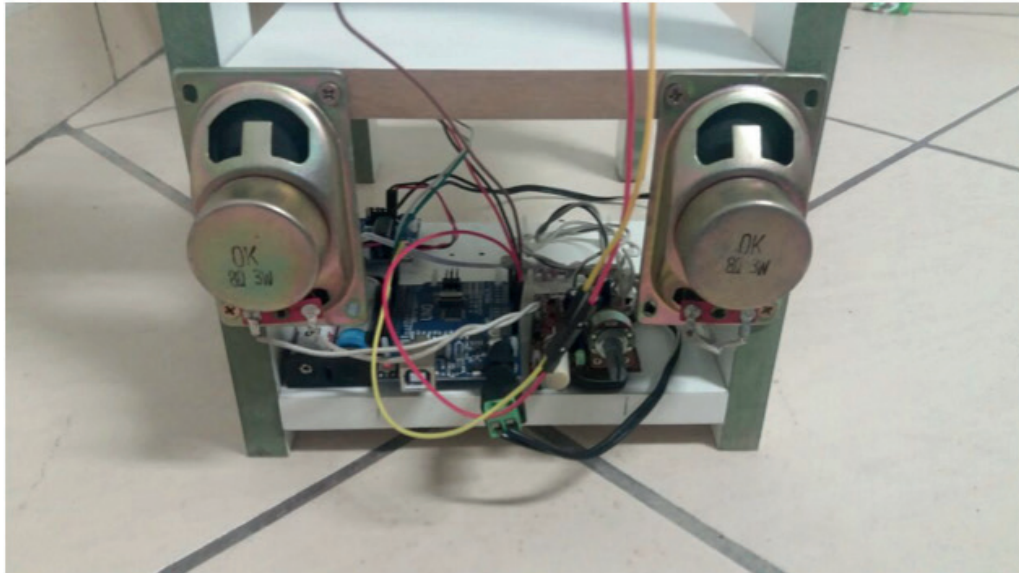


Figura 7 – circuito amplificador para reproduzir as mensagens de áudio.

O princípio básico de funcionamento da lixeira eletrônica é o seguinte: o microcontrolador foi programado para detectar, com a ajuda de um sensor ultrassônico, a presença de uma pessoa em uma distância menor ou igual a 50 cm. Se o sensor detectar uma pessoa é acionado o servo motor para girar 90°. A rotação do servo motor irá levantar a tampa. Ao levantar a tampa, o sensor da tampa irá fechar o contato elétrico e enviar um sinal para o módulo MP3. Ao receber o sinal da chave, o módulo MP3 irá reproduzir a primeira mensagem gravada no cartão de memória. Se a pessoa se afastar da lixeira eletrônica, o servo motor irá voltar para a posição inicial e a tampa irá fechar devido à ação da gravidade. Quando a tampa abrir novamente, o módulo MP3 irá reproduzir a segunda mensagem gravada no cartão de memória e assim sucessivamente para cada abertura da tampa da lixeira eletrônica.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado foi o desenvolvimento de uma lixeira eletrônica, utilizando uma estrutura em MDF para fixação dos sistemas eletrônicos e mecânicos, tendo como acabamento a lixeira plástica de 50L da PLASÚTIL. A estrutura foi construída sob medida em MDF e instalada na lixeira plástica (Figura 8). Pode-se observar que não foi necessária nenhuma modificação na lixeira plástica. Foi instalado o servo MG 996R Tower Pro no suporte de alumínio em “U” com flange. No suporte de alumínio foi parafusada uma haste de acrílico e o conjunto fixado na estrutura em MDF (Figura 9).



Figura 8 – verificação da lixeira eletrônica.



Figura 9 – mecanismo para abertura da tampa.

Foi fixada uma chave na estrutura de MDF próxima à tampa (figura 10). A chave fica normalmente aberta quando a tampa está fechada; a chave fecha contato quando a tampa abre o sinal elétrico produzido e aciona um módulo MP3.



Figura 10 – sensor de abertura e fechamento da tampa.

O módulo MP3 possui um cartão de memória de 1 Bytes com uma sequência de mensagens gravadas. A saída de áudio do módulo foi conectada a entrada do amplificador de som. Na saída do amplificador foram instalados dois alto-falantes de 8Ω de impedância e potência de 3 Watts. O pino 2 do módulo MP3 (saída de áudio) foi interligado na entrada de um amplificador de áudio de 3 Watts. O pino 13 do módulo MP3 foi conectado a uma chave normalmente aberta. A cada contato da chave o módulo MP3 reproduz a próxima mensagem gravada no cartão de memória.

O microcontrolador Arduino foi programado para fazer o servo motor girar 90° quando o sensor de ultrassom detectar a presença de uma pessoa em uma distância menor ou igual a 50 cm (Figura 11) com o objetivo de abrir a tampa. Ao acionar o servo para retornar à posição inicial, a tampa fecha pela ação da gravidade.



Figura 11 – programação da lixeira eletrônica.

O primeiro protótipo da lixeira eletrônica é apresentado na Figura 12. Foram realizados os testes de funcionamento e o resultado foi muito bom. A lixeira eletrônica foi de fácil utilização, instalação e manutenção. A estrutura de MDF possui uma base que serviu também como suporte para acondicionar o saco de lixo, o que facilitou o recolhimento do lixo depositado.



Figura 12 – protótipo da lixeira eletrônica.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De uma forma geral, o trabalho foi bem conduzido pelos alunos e o resultado superou as expectativas. O trabalho foi apresentado na Feira Integrada do Centro de Integração Objetivo e na VII Mostra Nacional de Robótica (MNR). Como ponto forte do trabalho, pode-se citar o desenvolvimento de um módulo em MDF que pode ser facilmente instalado em uma lixeira plástica. Os aspectos positivos foram aplicação de conhecimentos sobre estruturas mecânicas, circuitos elétricos, circuitos eletrônicos, microcontroladores, e técnicas de programação. O curto tempo disponível para desenvolver as atividades foi o aspecto negativo. Como sugestão de melhorias no protótipo, sugere-se realizar a programação do microcontrolador para acionar o módulo MP3 e fazer reproduzir mensagens pré-definidas. Outra sugestão é a implementação de dispositivos e sensores para identificar quando a lixeira estiver cheia.

6 | APONTAMENTOS

Esse trabalho foi apresentado e publicado na Mostra Virtual da VII Mostra Nacional de Robótica que ocorreu em Curitiba - PR, entre o dia 07 e 10 de novembro de 2017.

7 | AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Centro de Integração Objetivo pela oportunidade dada para a realização do presente trabalho e aos professores Alexandre Chaves de Souza e George João de Almeida Chaves pela colaboração no desenvolvimento das atividades.

REFERÊNCIAS

Pereira, P. O., Souza, A. M. C., Andrade, E. J. L., Moreira, E. F., Mendes, R. L. **Lixetrônica**. ANAIS da 3ª Mostra Nacional de Robótica (MNR 2013); pp. 138-141.

Alves, E., Alves, E, Pereira, G., **Lixeira Eletrônica Sonora**. Trabalho de conclusão de curso de Técnico em Eletroeletrônica. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Caetano do Sul - SP, 2012.

Da Silva, A. A. N., Da Silva, F. S., Nascimento, J. Casassa, R. D., Ferreira, T. C., Kaony, T. **Lixeira Inteligente**. Trabalho de conclusão de curso de Técnico em Eletroeletrônica. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Caetano do Sul - SP, 2016.

DRAWING MACHINE - MONALISA

Data de aceite: 16/07/2020

Joao Matheus Bernardo Resende

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO
NORTE
59078-970-Natal-RN

Marcus Paulo Soares Dantas

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO
NORTE
59078-970-Natal-RN

Orivaldo Vieira De Santana Juinor

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO
NORTE
59078-970-Natal-RN

RESUMO: A drawing machine é uma cnc desenvolvida para trabalhar com desenhos, seja o desenho uma arte feita pelo próprio operador em um software ou até a reprodução de uma imagem, usando um mecanismo de 3 eixos (x,y,z), onde o x e o y vão medir a área de trabalho da máquina e o z a profundidade em questão. No âmbito de laboratório faz-se necessário a projeção cartográfica de algumas peças como também a impressão de placas de circuito impresso (pcb). Com a drawing machine resolve-se facilmente essas necessidades, pois ela pode partir de um desenho cartográfico em uma escala media (dependendo da área de trabalho da máquina) para uma escala ínfima

que seria a impressão de uma pcb. A máquina conta com um mecanismo de 3 motores de passo, um para cada eixo, polias, correias, rolamentos, algumas peças impressas ao qual será o corpo da máquina, e polias lisas e enroscadas tanto para sustentar o corpo da máquina como para fazer com que ela se locomova diante de seu eixo.

PALAVRAS-CHAVE: Máquina, Mecânica, Robótica, Desenho, Arte.

ABSTRACT: The drawing machine is a cnc developed to work with drawings, either drawing an art made by the operator himself in a software or even the reproduction of an image, using a mechanism of 3 axes (x, y, z), where the axis- X and the y-axis will measure the working area of the machine and the Z-axis the depth in question. In the laboratory area it is necessary the cartographic projection of some parts as well as the printing of Printed Circuit Boards (PCBs). With drawing machine, these needs can easily be solved, since it can start from a cartographic drawing on a medium scale (depending on the working area of the machine) to a very small scale that would be the impression of a PCB. The machine counts on a mechanism of three step motors, one for each axis, pulleys, belts, bearings, some printed parts to machine body,

Pulleys and curved both to support the body of the machine and to cause it to move by your axis.

KEYWORDS: Machine, Mechanics, Robotics, Drawing, Art

1 | INTRODUÇÃO

O processo de prototipagem de peças 3d e circuitos impressos vem aumentando cada vez mais no decorrer dos anos, desse modo diversos projetos vem surgindo na internet, grande parte desses projetos possuem licença aberta, assim qualquer pessoa que já tenha algum conhecimento prévio sobre programação ou eletrônica ou até mesmo nenhum conhecimento pode visualizar esses documentos e códigos e implementar seu projeto de maneira rápida, prática e eficiente sem se preocupar muito com modelagem ou programação mais específica.

A partir desses projetos desenvolvemos a *Drawing Machine*, que é uma *plotter*¹ de fácil manuseio. A sua construção pode ser encontrada facilmente na internet em sites de eletrônica. Nesses sites podemos encontrar sua montagem mecânica e eletrônica que é explicada de maneira bem detalhada de modo que a sua construção fique menos complexa e trabalhosa.

Na construção da nossa máquina foram necessários alguns conhecimentos prévios em: matemática, eletrônica, e programação. A construção da nossa *plotter* foi relativamente simples, dessa maneira problemas técnicos que possam surgir futuramente podem ser solucionados facilmente com a impressão de novas peças 3d ou ajuste de precisão das correias.

A aplicação de *plotter's* em cursos de graduação ou cursos técnicos pode ser identificada facilmente, basta observar que a maioria dos cursos de engenharia ou que envolva algum projeto mecânico necessita de disciplinas de desenho técnico, dessa maneira a *Drawing Machine* pode ser aplicada facilmente a essas disciplinas com a intenção de auxiliar os alunos em seus projetos.

Dessa maneira o nosso artigo está estruturado da seguinte maneira: Na seção 2 abordamos detalhes do nosso projeto, como seus custos, peças, *hardware* e *software* utilizados. Na seção 3 detalhamos os processos para realização dos nossos testes, logo após isso na seção 4 comentamos nossos resultados obtidos e por fim a seção 5 mostra nossos resultados.

2 | O TRABALHO PROPOSTO

A Monalisa é uma *plotter* Computer numerical control (CNC) construída no Laboratório de Automação e Robótica (LAR) da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT) da Universidade

1 *Plotter* ou *Lutther* é uma impressora destinada a imprimir desenhos em grandes dimensões.

Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a plotter tem como objetivo principal a confecção de placas de circuito impresso usando materiais de baixo custo a partir de desenhos feitos com caneta de tinta permanente para que posteriormente possa ser feito processos de corrosões químicas para finalização das placas de circuito impresso.

2.1 Peças e Custos

O intuito principal do projeto é fornecer uma máquina acessível e de baixo custo de modo que sua implementação seja simples e assim podemos observar a tabela de custos do projeto, na tabela 1 vemos os custos relacionados a parte eletrônica:

Peça	Custo	Fornecedor
<i>CNC Shield</i>	R\$ 5,23	Aliexpress
Arduino Uno	R\$ 12,81	Aliexpress
2x Motor 42bygh	R\$ 43,02	Aliexpress
4x Driver A4988 (unidade)	R\$ 18,42	Aliexpress
Fonte 12v	R\$ 20	Aliexpress

Tabela 1 - Custos dos materiais eletrônicos

Agora podemos ver os custos relacionados a parte estrutural tabela 2 (peças impressas):

Peça	Quantidade	Material	Custo
Corpo	2	41g	R\$ 14,10
Base	2	41g	R\$ 14,10
Frontal	1	12g	R\$ 4,20
Fim de correia	1	13g	R\$ 4,65
Tensor	1	4g	R\$ 1,40

Tabela 2 - Custos das peças impressas

Por fim a tabela 3 mostra os gastos com peças da parte mecânica (movimentação):

Peça	Unidade	Custo
Rolamento LM8UU	8	R\$ 16,00
Rolamento F623ZZ	10	R\$ 15,00
Haste lisa 8mm (40mm comprimento)	2	R\$ 6,75
Haste lisa 8mm (350mm comprimento)	2	R\$ 5,25
Haste rosqueada 8mm (400mm comprimento)	2	R\$ 5,00
Porca 8mm	8	R\$ 4,00

Tabela 3 - Custo parte mecânica

Abaixo nas figuras 1, 2, 3, 4 e 5 podemos observar algumas peças do nosso projeto, essas peças podem ser achadas facilmente na internet e foram impressas nas nossas impressoras 3d.

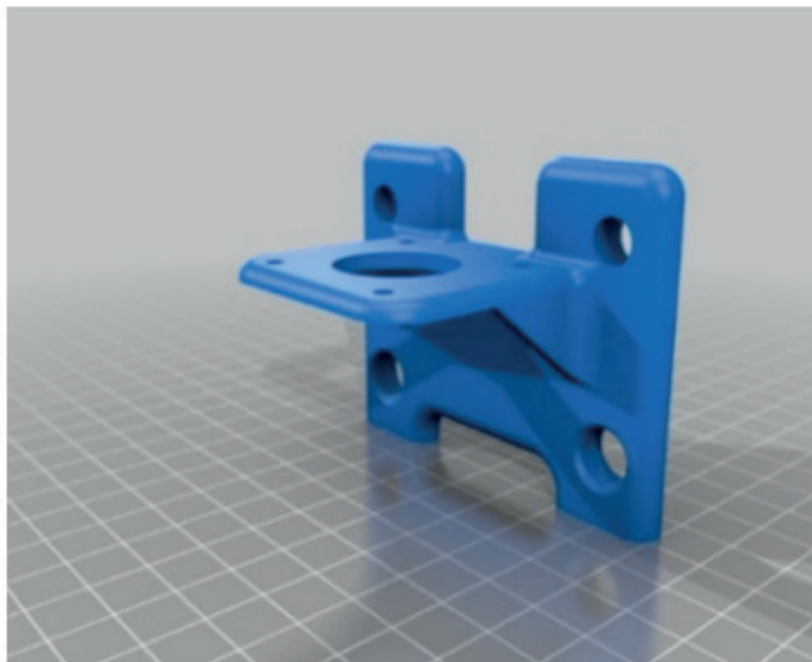


Figura 1 - Corpo da *plotter*

A peça da figura 1 é correspondente ao corpo onde são encaixadas as barras lisas e caneta da máquina.

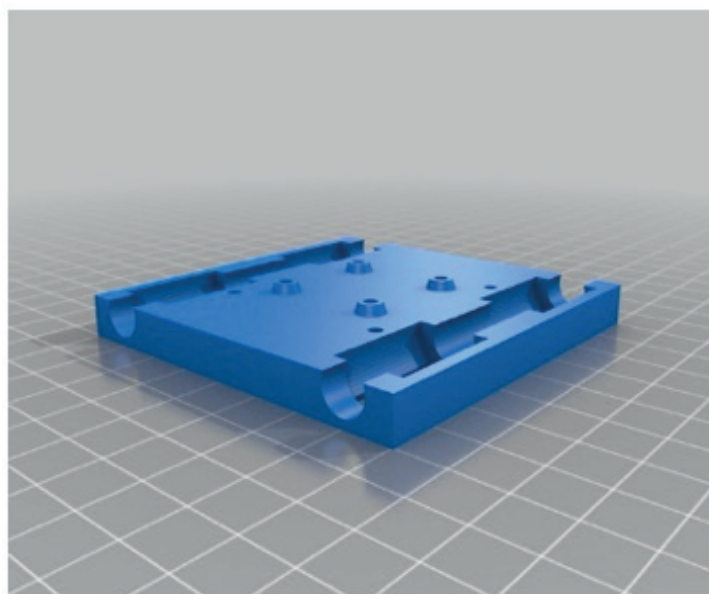


Figura 2 – Base

A figura 2 corresponde a base da *plotter*, nessa peça as barras lisas podem deslizar.

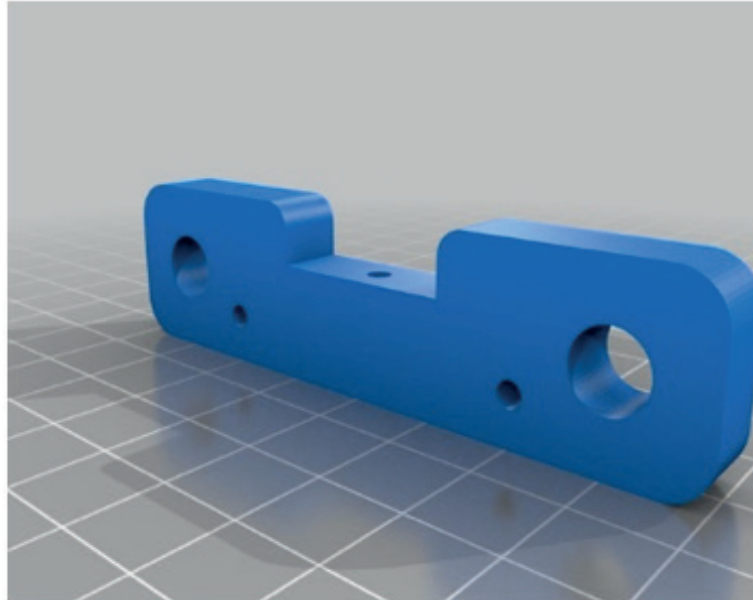


Figura 3 - Fim da correia

A figura 3 corresponde a parte do projeto onde são encaixadas as barras lisas, basicamente ela fornece o apoio para máquina, assim como a peça correspondente a figura 4:

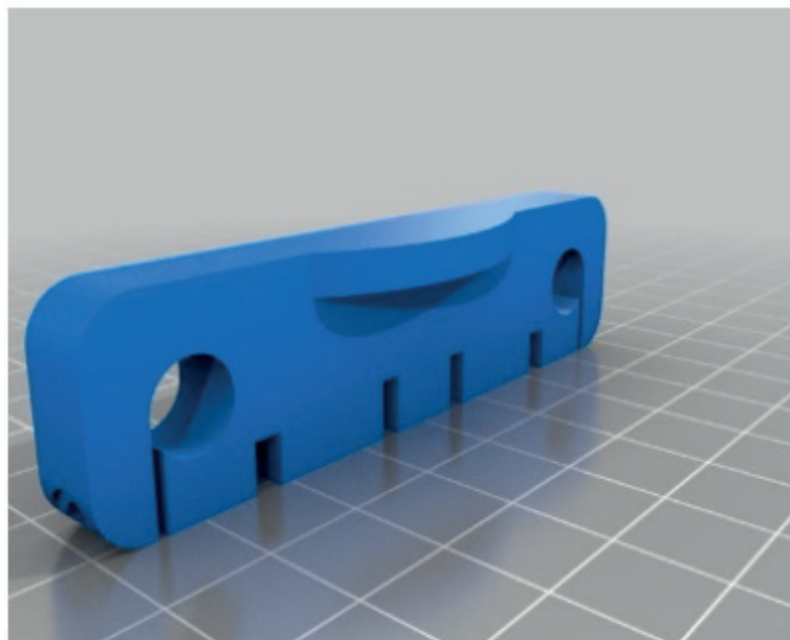


Figura 4 - Fim de correia com encaixe

Por fim temos o tensor (figura 5) que como o próprio nome sugere gera uma tensão entre as correias fazendo assim com que elas fiquem apertadas.

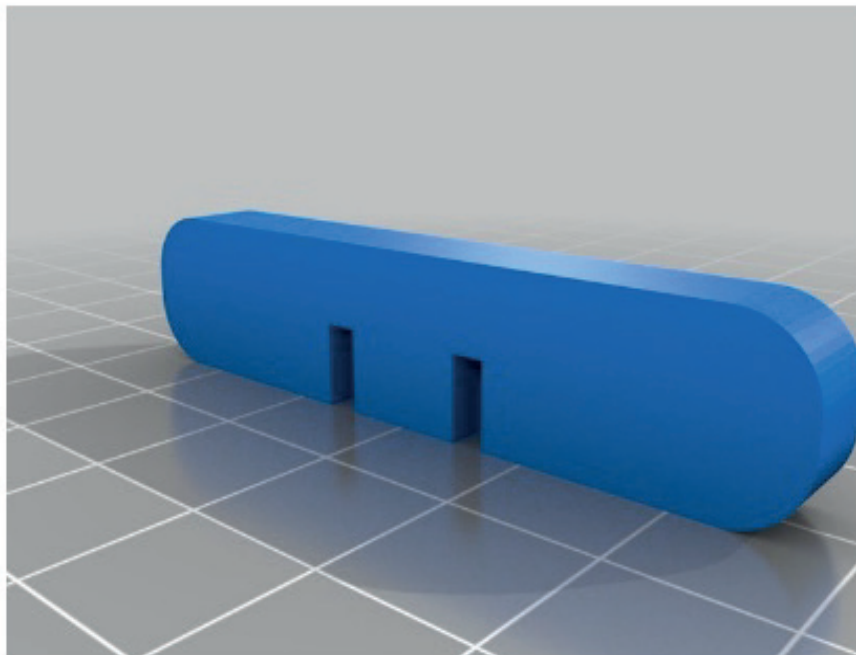


Figura 5 – Tensor

A versão final após a montagem pode ser observada na figura 6:

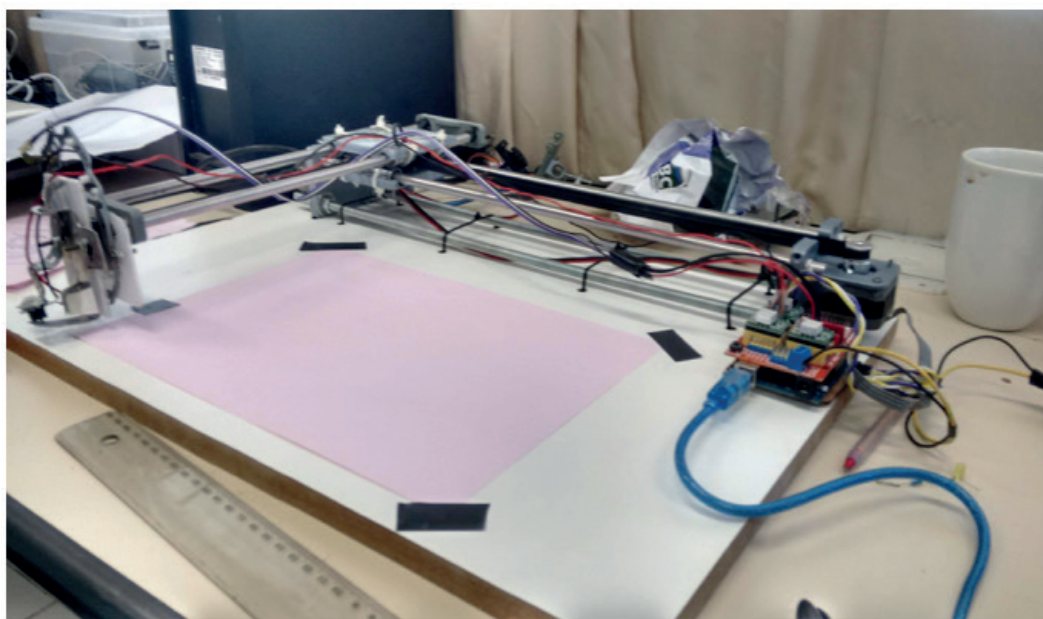


Figura 6 - Projeto montado

2.2 Montagem

O processo de montagem da plotter segue um pequeno algoritmo como podemos observar logo abaixo:

Para os eixos X e Y:

Primeiro passo: pegue o corpo inferior (figura 1) e o superior e coloque os 8 rolamentos

nos cantos indicados, 4 em cada corpo, eles devem encaixar perfeitamente, caso fique folgado faça uma bifurcação e coloque abraçadeiras.

Segundo passo: pegue as hastes lisas maiores e aplique algum lubrificante.

Terceiro passo: passe as hastes lisas maiores por dentro dos rolamentos do corpo inferior e fixe nas bifurcações superiores da base do motor de ambos os lados (atenção, os rolamentos devem ficar para cima).

Quarto passo: pegue as duas hastes enroscadas e enrosque duas porcas em cada.

Quinto passo: fixe as hastes rosqueadas com porca nas duas bases dos motores na parte inferior.

Sexto passo: após isso enrosque duas porcas no final das hastes enroscadas (atenção, o resultado deve ser, porca – base – porca, deixe-as folgadas por hora).

Sétimo passo: pegue o corpo superior e faça o mesmo processo feito anteriormente no corpo superior, porem agora serão utilizadas hastes menores.

Oitavo passo: pegue o fixador de correia, que é a parte traseira da máquina e fixe as hastes lisas nas bifurcações presentes.

Nono passo: agora repita o mesmo processo para a parte frontal do eixo (peça onde se deve encaixar um rolamento com o parafuso e tem duas bifurcações para as hastes).

Decimo passo: feito isso, o eixo X (maior) e o eixo Y (menor) vão estar concluídos, só faltara a parte da fixação um no outro.

Decimo primeiro passo: pegue quatro parafusos de maios o menos 40mm e 3mm de circunferência, coloque arruelas e fixe na parte superior do corpo onde tem as quatro bifurcações mais centrais.

Decimo segundo passo: passe os rolamentos menores por dentro desses parafusos.

Decimo terceiro passo: após isso fixe o corpo superior no inferior usando as bifurcações do corpo inferior para fixar (atenção, o resultado olhando de cima para baixo deve ser, corpo superior- rolamentos – corpo inferior).

Decimo quarto passo: use arruelas e porcas para ter melhor fixação da parte inferior na superior.

Decimo quinto passo: agora arroche as porcas da base e conferir se está bem lubrificado.

Decimo sexto passo: para Finalizar, Passe a correia pela estrutura. Inicie pelo lado onde a correia vai ficar presa (Lado oposto ao rolamento no eixo y), passe por dentro do corpo, contorne o motor, passe por dentro do corpo, contorne o rolamento, passe por dentro do corpo, contorne o motor e passe por dentro do corpo e chegue no início, prenda-os na peça de trás usando o tensor.

Para o eixo Z:

Primeiro passo: como é só para fazer o contato da caneta com o papel, pode-se utilizar um driver de dvd.

Segundo passo: adapte à parte frontal da máquina ao drive, mantendo o drive fixo.

Terceiro passo: por fim faça o recorte uma chapa de aço e modele para encaixar a caneta (a bifurcação onde o bico da caneta irá ficar não deve ter folga).

2.3 Firmware

No nosso projeto utilizamos um *firmware* que está se difundindo bastante nos últimos anos nos meios de máquinas *CNC's*, o *grbl*, Conrado(2016, p.01) afirma que o *grbl* é um *firmware* gratuito e *open source* utilizado para controlar máquinas *cnc's*. Para utilizar o *grbl* é necessário que tenhamos um *arduino UNO* (McRoberts(2011, p.22) afirma que o *arduino* é uma placa de prototipagem rápida.) e algum controlador compatível com o *grbl*, nesse caso utilizamos o *cnc shield*.

A compilação do *grbl* no *arduino* é bastante simples, basta abrir o *grbl* com o *arduino*, plugar o mesmo no computador e compilar o código, por fim basta apenas ajustar a relação passo correia e tudo está pronto.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Após o fim da construção como explicado nas seções anteriores realizamos quatro testes para validar o nosso projeto: Teste de eixos, teste de precisão, teste em escala maior e teste de desenho.

O teste de Eixos consistiu basicamente em mandar a máquina percorrer todo o eixo X e depois o eixo Y, sem que haja alteração em um enquanto está movendo o outro, usando o software controlador.

O teste de precisão foi realizado mandando a máquina imprimir uma pequena placa de circuito impresso. O teste foi feito com uma caneta de tinta permanente fazendo os traços de trilhas na placa de circuito impresso.

O teste em escala maior como o próprio nome sugere seguiu uma linha parecida com o teste de precisão porém aqui aumentamos a escala do desenho para analisarmos a capacidade de expansão da *plotter*.

O teste de desenho consistiu em mandar a máquina desenhar um personagem de uma série, ao qual depois de todos esses ajustes foi desenhado quase perfeitamente.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização dos testes apresentados nas seções anteriores, foram obtidos resultados não satisfatórios que nos ajudaram a melhorar o projeto.

Observou-se que a os motores estavam perdendo torque, pois as potencias dos drivers não estavam ajustadas corretamente, e com o teste do eixo, podemos observar

que os rolamentos internos estavam travados, fazendo assim com que a correia deslizesse e não girasse perdendo mais torque ainda.

Para solucionar o problema houve o desmembramento do eixo X do Y, utilizou-se um pouco de lubrificante nos rolamentos assim como a utilização de arruelas para que só existisse contato com o eixo de dentro do rolamento, impedindo que o mesmo travesse. Já para os motores a solução foi configurar a potência dos drivers no CNC Shield.

Além disso foi possível observar que com desenhos de grande escala a caneta falhava, mas não devido ao mal funcionamento da Monalisa, e sim devido ao nivelamento de onde a máquina estava posta, colocamos assim ela em uma mesa mais nivelada e além disso usou-se um sistema de auto nivelamento presente no software de controle, onde se utiliza um botão ao invés da caneta, e dependendo da área comandada faz-se um mapeamento virtual. Toda vez que o botão era acionado a taxa de profundidade da mesa era salva, assim quando ela fosse desenhar novamente poderia fazer uso desse recurso para compensar seus desnivelamentos.

Por fim, para aumentar ainda mais a precisão, no suporte onde a caneta se encaixa para realizar o desenho, fizemos uma bifurcação ínfima do tamanho da ponta da caneta para que ela não ficasse folgada e causasse oscilações no desenho.

Na tabela 4 podemos observar o tamanho máximo de impressão obtido para a *plotter*:

Nome	Dimensão
Papel A4	210mm x 297mm
Margem interna	10 mm
Margem externa	10 mm
Margem entre colunas	10 mm
Largura de coluna	90mm

Tabela 4 - Dimensões.

CONCLUSÕES

O processo de produção de desenhos é uma tarefa bastante complexa que demanda grande coordenação motora e uma habilidade prévia, esses desenhos sejam para trabalhos, empresas, ou universidades necessitam de uma precisão muito boa desse modo como ocorre cada vez mais o homem usa máquinas para otimizar seu tempo e dispensar tarefas muito trabalhosas, nesse contexto a Monalisa se mostra uma ótima solução para essa problemática.

O projeto apresentou diversos pontos fortes no sentido de desenho, sua precisão foi bastante satisfatória assim como o tempo de impressão para desenhos não tão complexos.

Por outro lado desenhos com um nível de detalhe auto demoram um pouco mais a serem impressos, outra problemática enfrentada na elaboração do projeto foi a questão das impressões 3d, pois além de serem peças grandes muitas vezes ocorreram problemas

na sua impressão.

Ainda nos problemas enfrentados no sentido mecânico da construção da máquina podemos resaltar o tensor, já que algumas vezes ele não estava nos proporcionando a força necessária para que as correias ficassem presas com segurança. Na elaboração do projeto passamos por muitos problemas mas a relação passo/mm que devia ser configurada no arduino foi a mais trabalhosa visto que o eixo x e y estão interligados e a não conseguimos utilizar uma relação linear.

Desse modo o projeto se mostra uma solução prática que pode ser levada a mais universidades visto que é barato e muito viável, assim qualquer pessoa que tenha interesse em aprender um pouco mais sobre o mundo das cnc's pode montar seu projeto e se aventurar no mundo da eletrônica, programação e mecânica.

REFERÊNCIAS

CONRADO, R. Grbl v0.9j: O que é? Para que serve? Como configurar?. 2016. p.01-23.
McRoberts Michael. "Arduino Básico". Novatec: São Paulo. 2011.

SMARTHOUSE - UMA MAQUETE RESIDENCIAL INTELIGENTE PARA O ENSINO DA DOMÓTICA

Data de aceite: 16/07/2020

Data de submissão: 30/03/2020

João Moreno Vilas Boas

Instituto Federal de Rio Grande do Norte, DIAC -
Campus Natal Zona Leste
<http://lattes.cnpq.br/8722766030280997>

Allyson Amilcar Angelus Freire Soares

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, DIATINF
- Campus Natal Central
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/1897846014535474>

Juscilésio da Silva Gomes

Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/6665022568045425>

**Guilherme Afonso Pillon de Carvalho Alves
Pessoa**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/9218521259981419>

André Anderson Silva de Queiroz

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/8531541732538986>

João Pietro Ribeiro Peixôto

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/8004069067881931>

RESUMO: Atualmente, as empresas de tecnologia enfrentam quase um paradoxo na disputa pela casa do futuro. Se, por um lado, a indústria inicia uma verdadeira corrida pelo desenvolvimento de sistemas inteligentes capazes de se comunicar e controlar ambientes, programando a iluminação de uma residência, o funcionamento de eletrodomésticos e até realização de pedidos de compras para o supermercado mais próximo. Por outro lado, entretanto, cada empresa busca impor seu próprio padrão tecnológico aos demais concorrentes, o que apenas atrapalha a integração dos produtos e serviços. Diante deste cenário de mercado, fica evidente a necessidade de ampliar o leque de profissionais capazes de desenvolver sistemas dessa natureza para quem sabe, em um futuro próximo, tenhamos dispositivos automatizados com uma maior integração e um menor custo de aquisição. Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de automação residencial em escala reduzida, para ser utilizado nas áreas de ensino e pesquisa da domótica em escolas dos níveis médio e técnico. Para operacionalizar esse sistema, fez-se necessária a construção de uma maquete de residência totalmente automatizada. O projeto consistiu na programação de um aplicativo para

celular, através do qual o usuário pode gerenciar a iluminação, segurança e até o consumo de água e energia da residência. Os resultados do projeto se mostraram bastante animadores, tanto no âmbito tecnológico, como no que tange a didática do ensino-aprendizagem nesta área de conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: domótica, microcontroladores, ensino-aprendizagem.

SMARTHOUSE - SMART RESIDENTIAL MODEL FOR THE TEACHING OF HOME AUTOMATION

ABSTRACT: Currently, technology companies are facing almost a paradox in contention for the home of the future. If, on the one hand, the industry starts a true race for the development of intelligent systems capable of communicating and controlling environments, programming the residence lighting, the operation of appliances and even make orders for purchase to the nearest supermarket. On the other hand, however, every company seeks to impose its own technology standard to the other competitors, which only hinders the integration of products and services. Given this scenario, it is evident the need to broaden the range of professionals capable of developing such systems for who knows in the near future, we have automated devices with greater integration and lower cost of acquisition. In this context, this work aims to develop a home automation system in small scale to be used in the teaching and research of the automation in technical college. To operate this system, it was necessary to build a scale model of a fully automated home. The project consisted of programming a mobile application through which the user can manage lighting, security and even the consumption of water and energy at home. The project results have proved very encouraging, both in the technological field, as in regard to didactic teaching and learning in this area of knowledge.

KEYWORDS: domotics, microcontroller, teaching-learning.

1 | INTRODUÇÃO

O ser humano, há gerações, anseia em viver num mundo no qual robôs inteligentes nos auxiliem nas mais diversas atividades do dia-a-dia. Assim, a construção de novos equipamentos tem sido sempre aguardada com certo anseio por grande parte da população. Mas, para que esse desenvolvimento se torne possível, são necessários anos de pesquisas científicas e desenvolvimento tecnológico.

Álvaro Pinto, filósofo brasileiro, defende que a tecnologia consiste em um conjunto de técnicas e processos que visam trazer mais comodidade à vida humana e que propiciam o desenvolvimento da sociedade; sendo assim, a criação da roda seria uma descoberta tecnológica (BANDEIRA, 2011). A partir dessa definição pode-se afirmar que a tecnologia se fez presente na vida de todos os seres humanos de forma atemporal, pois o homem sempre esteve realizando novas descobertas que facilitassem seu modo de vida e propiciassem avanços em suas práticas cotidianas. E é através do seu avanço que a

tecnologia tem permitido ao homem realizar feitos com os quais só era possível sonhar.

A tecnologia tem facilitado e aperfeiçoado diversas atividades exercidas pelos homens, desde a montagem de automóveis até a realização de delicadas cirurgias médicas. Percebe-se, inclusive, que as relações humanas foram afetadas por estes avanços; a forma como grupos de pessoas se comunicam, por exemplo, foram totalmente modificadas e ressignificadas nas duas últimas décadas (LÉVY, 1999). É possível verificar essa nítida mudança até na relação compreensão da natureza. Hoje o homem tem acesso a informações de tempo, clima, solo, fenômenos naturais e outros aspectos com uma precisão tal que é já possível preparar-se para o impacto de uma catástrofe horas antes dela acontecer.

Outra área que tem crescido e facilitado a vida do homem é a domótica – a qual, à princípio, diz respeito ao controle e automação de residências, podendo, no entanto, abranger também as áreas comerciais e corporativas (ASADULLAH M, RAZAAN, 2016). Essa recente tecnologia permite a gestão de todos os recursos de um ambiente. Por isso, sua terminologia resulta da junção da palavra latina “domus”, que significa casa, e do sufixo grego “tica”, que pode ser entendido como controle automatizado de algum processo ou equipamento (JUNIOR, 2018).

A principal finalidade da domótica é facilitar a vida do ser humano através da automação de seus locais cotidianos (trabalho, escola ou casa, por exemplo), tendo como objetivos oferecer maior conforto, segurança, comodidade e controle de recursos aos usuários. Este ramo compreende desde tarefas simples, como o acender de luzes, até as mais complexas, como a detecção e o alerta de incêndios ou inundações, comunicando o fato imediatamente às pessoas ou órgãos responsáveis (MURATORI, DAL BÓ, 2013; AVELAR, 2019).

Além disso, um dos fatores que tem aumentado sobremaneira o interesse pela domótica no Brasil é o crescimento da violência e da insegurança no país. Diversas vezes, os cidadãos têm sua liberdade cerceada devido a fatores sociais que acarretam a violência desenfreada e, em busca de segurança, as pessoas tendem a passar mais tempo em suas residências. Nesse ponto, muitos recorrem à domótica como uma solução, não só no que tange o aspecto de monitoramento do perímetro, quanto no que diz respeito ao conforto dos seus lares.

Ocorre que, se por um lado a demanda por sistemas de automação tem aumentado exponencialmente em todo o mundo, por outro, a oferta ainda deixa muito a desejar, seja pelas limitações dos sistemas atualmente existentes no mercado, ou devido aos altos custos de instalação e manutenção cobrados pelas ainda poucas empresas que oferecem este tipo de serviço (ASADULLAH M, RAZAAN, 2016).

Outro fator que está atrasando a difusão destas novas tecnologias é o seu desconhecimento por grande parte da população. Quando utilizamos o termo domótica ou casa inteligente (*smart house*), imediatamente o que vem à nossa mente? Dispositivos

de automação que permitam que um ambiente residencial seja mais cômodo, eficiente e seguro aos seus moradores? Não necessariamente. Pois, mesmo com toda a procura mencionada anteriormente, muitas pessoas sequer ouviram falar a respeito da domótica.

Uma pesquisa foi realizada em 2016 pela Intel Security, ouviu mais de 9 mil pessoas em 9 países a respeito do que elas entendiam sobre casa inteligente. Os resultados apontaram que mais de 75% dos entrevistados esperavam benefícios diretos morando em uma casa inteligente, enquanto 55% ter redução nas contas de gás e eletricidade (JUNIOR, 2018).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma maquete residencial na qual se pretende simular uma casa inteligente e automatizada. O projeto será controlado por meio de um Arduino e de um ESP8266 e gerenciado por um dispositivo móvel com SO Android. Esta maquete visa auxiliar professores no ensino e estimular a aprendizagem da domótica para alunos dos níveis técnico e tecnológico dos Institutos Federais.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir serão apresentados conceitos e características dos dispositivos de controle e dos protocolos de comunicação utilizados neste projeto, uma vez que seu conhecimento é essencial para o bom entendimento do trabalho.

2.1 MICROCONTROLADORES

Segundo Euzébio (2008), os sistemas de automação residencial são tipicamente compostos por controladores de dispositivos, um servidor central e interfaces de controle. Ainda de acordo com Tavares (2013), atualmente é comum o uso do microcontrolador no controle de processos, o qual se trata de um sistema microprocessado encapsulado em um único chip com memórias, clock e periféricos mais limitados que um computador.

A utilização desses circuitos integrados, não somente reduz o custo da automação, como também propicia mais flexibilidade. Dentre as plataformas de desenvolvimento que utilizam microcontroladores, o Arduino e o ESP8266 têm ganhado um enorme destaque nos últimos anos.

A placa Arduino é o que chamamos de plataforma de prototipagem eletrônica microcontrolada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e software.

Ela é baseada num microcontrolador muito versátil que potencializa suas funções para além de uma simples interface passiva de aquisição de dados, podendo operar sozinha no controle de vários dispositivos e tendo assim aplicações em instrumentação

embarcada e robótica. Essa plataforma de hardware open source, de fácil utilização, é ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente (SOUZA et al., 2011).

Sua programação permite a criação de projetos autônomos ou embarcados, como também a troca de informações através de comunicação serial entre microcontroladores ou com computadores. Praticamente todos os comandos utilizados em C e C++ podem ser utilizados para conjurar o comportamento dos circuitos, o que muito facilita o trabalho, mesmo para quem não tem o conhecimento de tais linguagens.

Desta forma, esta plataforma de hardware é bastante indicada para o desenvolvimento de equipamentos dedicados à funções específicas, os quais utilizam sensores de umidade, temperatura, detecção, assim como motores, displays, alto falantes, dentre outros. Existem ainda uma grande quantidade de variantes do Arduino, tais o Nano, UNO, Lillypad e Mega (Figura 1).

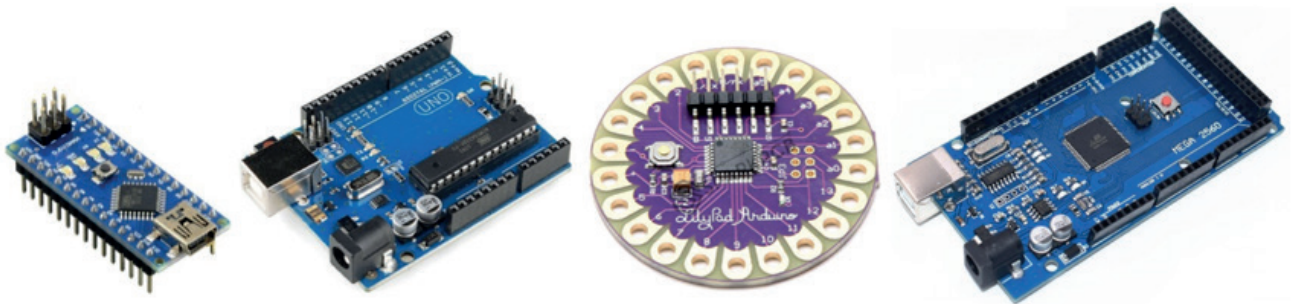


Figura 1 – Exemplos de alguns modelos de Arduino disponíveis.

Fonte: Adaptado da internet.

Optou-se pelo uso do ESP8266 neste projeto que é um microcontrolador produzido pela empresa chinesa Espressif Systems, que rapidamente tornou-se referência no seguimento da Internet das Coisas (IoT). O seu grande diferencial é o fato de possuir um módulo WiFi embutido, característica que propicia sua conexão e de outros dispositivos ligados a ele com a internet. Através dessa conexão pode-se garantir acesso mesmo a grandes distâncias e também efetuar o seu controle.

O ESP, assim como o Arduino, tem suas limitações que é a menor quantidade de portas e linguagem de programação mais complexa para iniciantes quando comparado com outras opções do mercado. Mas a sua atuação conjunta a de outros dispositivos microcontroladores como o Arduino, é algo exequível, sendo a escolhida em diversos sistemas de modo a potencializar o melhor de cada plataforma.

Dentro do universo da IoT, a domótica tem sido objeto de estudo e de desenvolvimento de diversos projetos de pesquisa que objetivam criar sistemas de automação residencial ou predial. Neles, o ESP8266 tem sido muito utilizado devido ao fato de que é um dos

poucos dispositivos deste tipo que consegue se comunicar com a internet de forma relativamente simples e eficaz.

Souza (2016), por exemplo, desenvolveu um projeto de automação residencial usando conceitos de Internet das Coisas, a plataforma Arduino e o ESP8266. Oliveira (2017) por sua vez, objetivou a implementação de um sistema de lâmpadas que pudessem ser controladas através de um smartphone, usando para isso o ESP8266. Já Caetano e Gonçalves (2019), criaram um mecanismo de interligação entre os pontos de iluminação pública através de uma rede wi-fi em malha, aplicando conceitos de IoT e usando dispositivos embarcados como o ESP8266, permitindo o controle e monitoramento mais eficazes.

Além de todas as vantagens operacionais e aplicações supracitadas, ainda existem dezenas de sensores compatíveis com o Arduino e o ESP8266, além de ampla documentação disponível. Dessa forma, uma diversidade de aplicações pode ser desenvolvida com o uso desses dispositivos, os quais abrangem um vasto campo, desde simples detectores de presença até analisadores de concentração dos mais variados gases.

2.2 PROTOCOLO MQTT

O protocolo MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) foi projetado para um baixo consumo de banda de rede e dispositivos (*hardwares*) mais simples. Por isso, ele usa a técnica de *publish/subscribe* para o envio e recebimento das mensagens, possuindo ainda em sua implementação, mecanismos que garantem a entrega destas mensagens. Assim, o seu funcionamento é dividido basicamente em três partes: o *subscriber*, o *publisher* e o *broker* (IBM, 2010; AVELAR 2019).

No protocolo MQTT, quando um cliente (*subscriber*) solicita uma determinada informação, ele o faz através de uma requisição para um *broker*, que é o servidor responsável pelo gerenciamento da troca de mensagens. Seguindo o mesmo princípio, para realizar a publicação da informação, o *publish* (um *sensor*, por exemplo), também envia a mensagem para o *broker*.

Conforme Barros (2015), as identificações das mensagens são baseadas em tópicos. Ou seja, tanto para publicação quanto na requisição, se faz necessário informar o tópico (Figura 02).

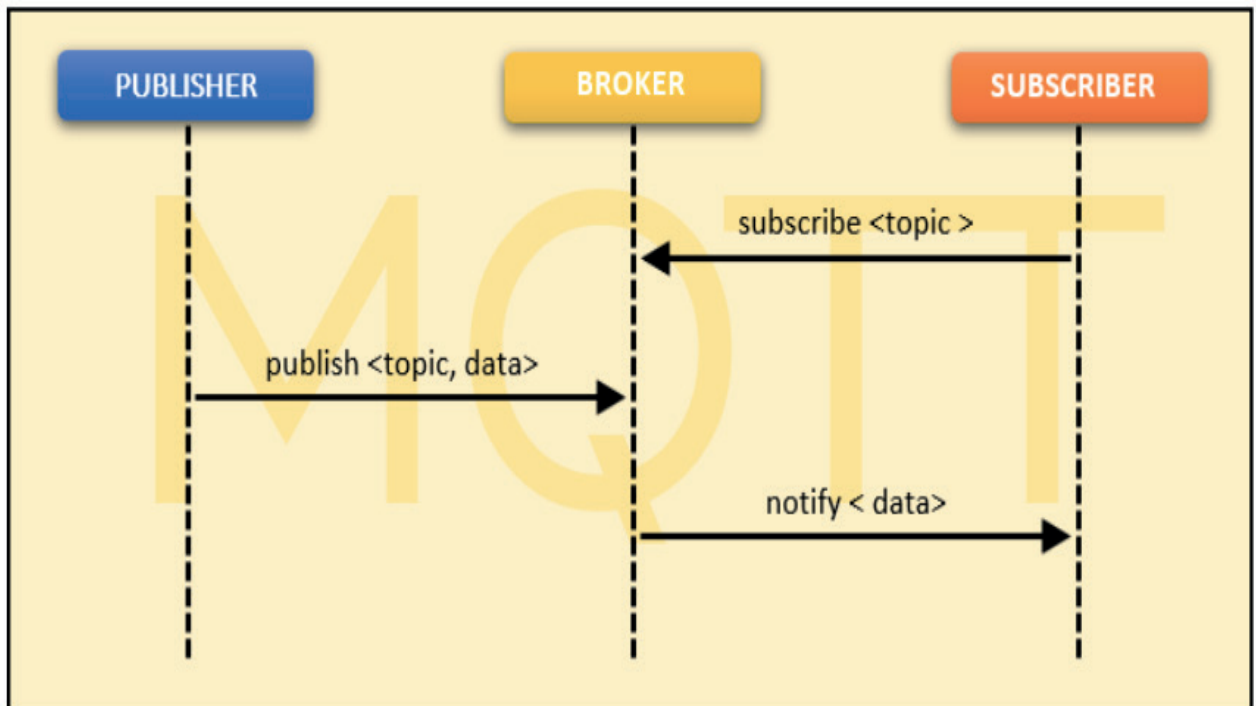


Figura 2 – Fluxo de execução de troca de mensagens no protocolo MQTT.

Fonte: Autoria própria.

3 | DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Nesta seção serão relacionados os dispositivos utilizados na criação da maquete residencial em tamanho reduzido, bem como suas respectivas funções. A escolha dos componentes foi realizada levando em consideração o baixo custo de produção e aquisição e o fácil acesso a esses itens.

3.1 ESTRUTURA FÍSICA

Antes de ser iniciado o projeto eletroeletrônico, fez-se necessária a construção de uma estrutura física capaz de dar suporte a todos os dispositivos. Optou-se por construir uma espécie de caixa de acrílico, por possuir relativa resistência mecânica, além de ser transparente e, portanto, possibilitar uma boa visibilidade dos circuitos presentes na sua parte interna, o que é imprescindível em um projeto de finalidade educacional (Figura 3).

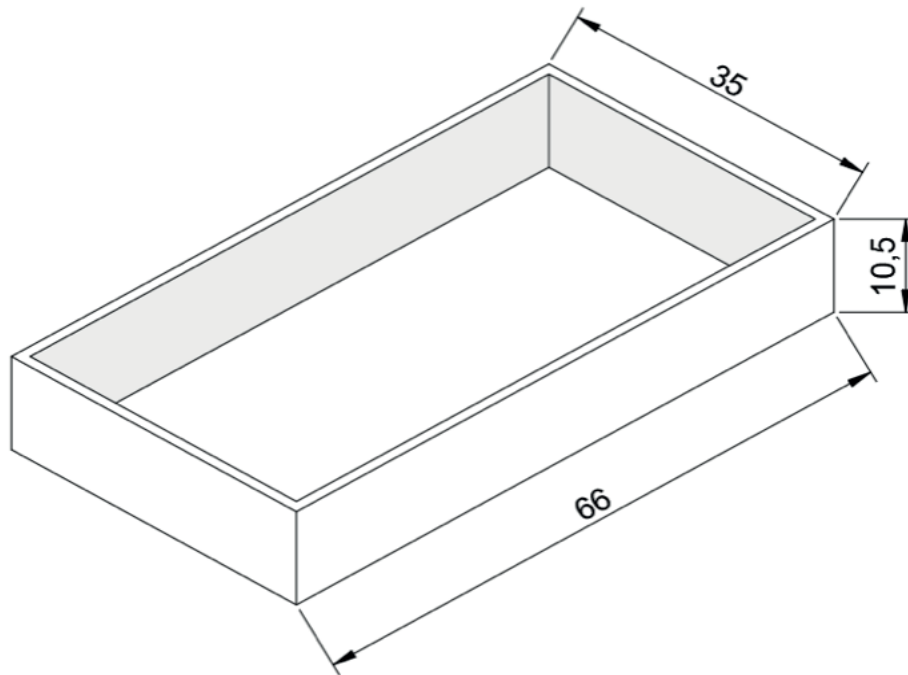


Figura 3 – Projeto e dimensões (em centímetros) da estrutura utilizada para a maquete.

Fonte: Autoria própria.

3.2 SISTEMAS EMBARCADOS

Concomitantemente à montagem dos circuitos, foi realizada a programação dos microcontroladores, bem como a instalação dos sensores e atuadores associados a eles. Esses dispositivos tiveram três finalidades básicas as quais abordaremos a seguir, são elas: o controle da iluminação, da temperatura e dos recursos essenciais de uma residência (Figura 4).

A imagem mostra duas janelas do ambiente de desenvolvimento Arduino IDE (versão 1.8.8) para o projeto 'smart_house'. A janela da esquerda mostra o código de inicialização, incluindo a definição de constantes para pines de alarme, frequência e alarme, e a inclusão de bibliotecas como U8glib e DHT. A janela da direita mostra o código de inicialização para os pines de toque e os pines de controle de iluminação e bomba, incluindo a configuração de modos de pines e a escrita digital para o pino de controle de bomba.

```
const int alarmPin = 26;
int alarmState = 0;
#define tempo 10
int frequencia = 0;
int alarme = 27 ;

#include "U8glib.h"
#include <DHT.h>

U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NONE);

for(int _pIN = 0; _pIN < inLenghtTOUCH; _pIN++){
  pinMode(pinTOUCH[_pIN], INPUT);
  pinMode(outLEDS[_pIN], OUTPUT);
}

pinMode(pinPumpUpDown[0], INPUT);
pinMode(pinPumpUpDown[1], OUTPUT);
pinMode(pinPumpUpDown[2], OUTPUT);
digitalWrite(pinPumpUpDown[2], HIGH);

pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);
pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
```

Figura 4 – Código do projeto SMARTHOUSE no ambiente de desenvolvimento Arduino.

Fonte: Autoria própria.

Para simular o sistema de iluminação da maquete, foram utilizadas fitas de leds dispostas de forma que cada cômodo ficasse individualmente iluminado. O acionamento desses dispositivos pode ser realizado de maneira manual, através dos sensores capacitivos sensíveis ao toque, ou remotamente, através do aplicativo desenvolvido. Foram necessárias 24 seções na fita de led, bem como suas respectivas instalações elétricas para cobrir toda a área da maquete.

Visando proporcionar maior conforto aos habitantes de uma casa real, esse projeto propõe que o usuário possa ativar o funcionamento do ar-condicionado a partir de parâmetros pré-estabelecidos de temperatura e umidade. Todavia, uma vez que não seria viável a utilização de um ar-condicionado em uma maquete de tamanho reduzido, optou-se pelo uso de um cooler como dispositivo substitutivo, sendo possível ainda controlar a intensidade de sua rotação através de um módulo ponte H L29N.

Além disso, objetivando-se a economia de recursos essenciais em uma residência (água e energia elétrica), foram utilizados o sensor de corrente ACS712 e o sensor ultrassônico HC-SR04. Através desses sensores e do Arduino, pode-se monitorar o consumo de energia elétrica do sistema em tempo real, bem como o volume de água existente no reservatório. O esquema de funcionamento do sensor HC-SR04 é ilustrado na figura 5.

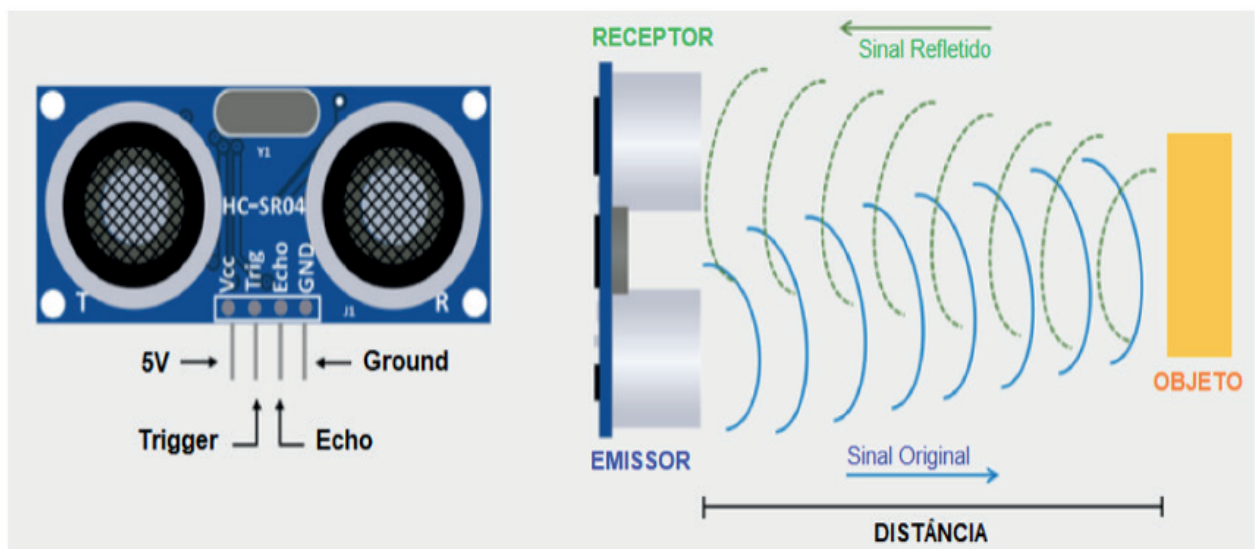


Figura 5 – Esquema de funcionamento do sensor ultrassônico HC-SR04.

Fonte: Adaptado de (OSOYOO, 2018).

De acordo McRoberts (2011), o sensor ultrassônico é projetado para detectar a distância de um objeto, refletindo nele um pulso sonoro ultrassônico e verificando o tempo que demora até que este pulso retorne. Assim, calculando o seu tempo de retorno, pode-se obter a distância até o objeto.

Já, para demonstrar o fornecimento de energia elétrica em uma residência totalmente automatizada e sustentável, foi empregada uma unidade de energia renovável com seguidor solar, que, como o próprio nome sugere, é capaz de direcionar a célula fotovoltaica para a situação ideal de luminosidade. Essa detecção dar-se-á graças a um conjunto de LDRs disposto ao redor da célula em uma estrutura em formato de cruz, nas posições norte, sul, leste e oeste. A movimentação é realizada por dois servomotores e um braço mecânico com dois graus de liberdade. O painel fotovoltaico utilizado na unidade possui a capacidade de gerar 6V e 3,4W, convertendo a energia da luz do sol em energia elétrica DC (Figura 6).

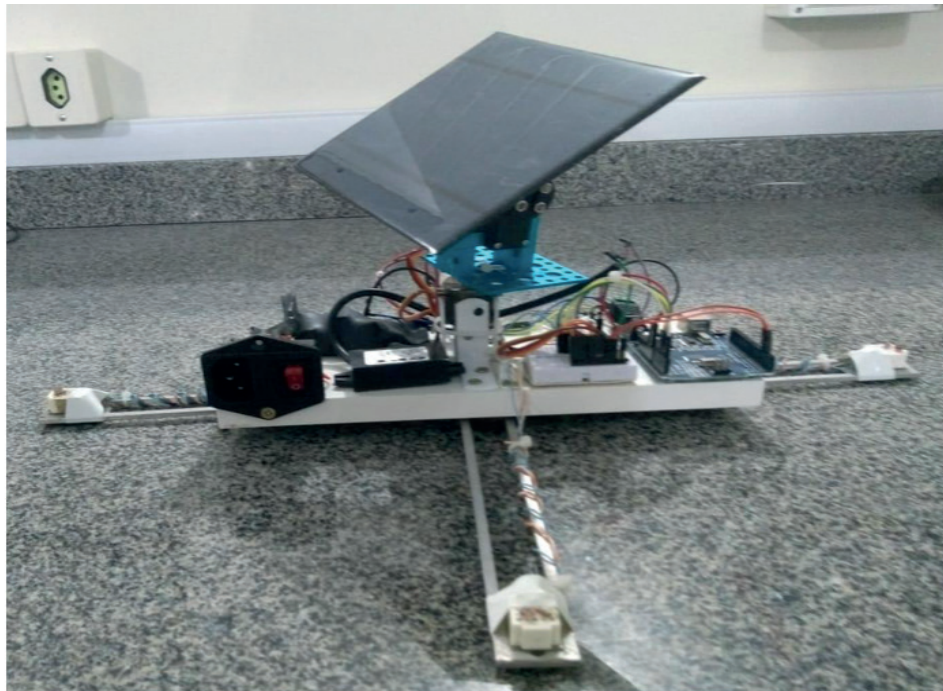


Figura 6 – Seguidor solar desenvolvido com célula fotovoltaica.

Fonte: Autoria própria.

Em relação à comunicação entre os dispositivos da SMARTHOUSE, apenas o seguidor de luz possui o funcionamento independente, entre os demais sensores e atuadores, a comunicação com o aplicativo se dá através do protocolo MQTT. Dessa maneira, o aplicativo se conecta ao servidor MQTT e se inscreve nos mesmos “tópicos” aos que os dispositivos estão conectados, possibilitando assim a troca de informações entre eles. Portanto, para atender às necessidades de implementação do referido protocolo, e também para fins didáticos, optou-se por projetar o sistema da SMARTHOUSE com duas plataformas microcontroladas embarcadas, um Arduino Mega 2560 R3 e um ESP8266 WebMos D1 Mini (Figura 7).

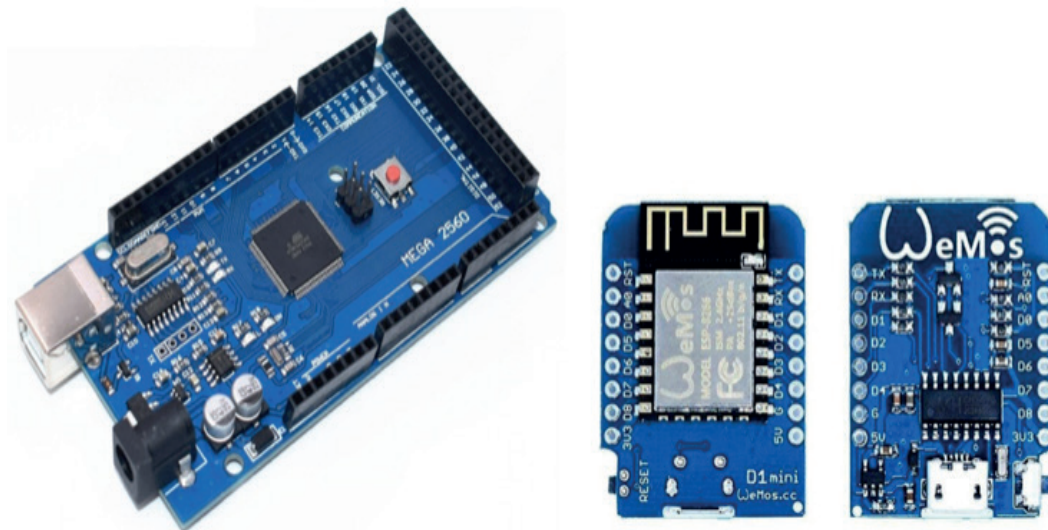


Figura 7: Modelos de Arduino e ESP8266 utilizados no projeto.

Fonte: Adaptado da internet.

Assim, de forma a manter os princípios do protocolo MQTT, dividiu-se o processo nas seguintes etapas:

1. foi criado um padrão de troca de mensagens entre o Arduino e o ESP.
2. os dispositivos como sensores são gerenciados pelo Arduino.
3. o ESP e smartphone conectam-se a um *broker*;
4. o ESP se inscreve “subscriber” em um ou mais tópicos de mensagem no *broker*; e
4. os dispositivos (Arduino) enviam as mensagens para o ESP que, por sua vez, encaminha para o *broker*, sendo o “publisher”.

O *broker* envia a mensagem para todos os clientes (dispositivos) que assinam “subscriber” esse tópico.

E, por fim, a tecnologia e sistema operacional adotados para o desenvolvimento do aplicativo basearam-se em dois critérios: a utilização do SO no mercado e a documentação disponível para auxiliar no desenvolvimento. Desta forma, optou-se pelo uso do sistema operacional Android e a IDE (*Integrated Development Environment*) Android Studio.

A figura 8 mostra o aplicativo com o controle e mapeamento total da maquete. Através desta interface é possível controlar o funcionamento das luzes dos cômodos, intensidade da ventilação, verificação das medidas de volume de água presente na caixa, temperatura, umidade e consumo elétrico da residência.

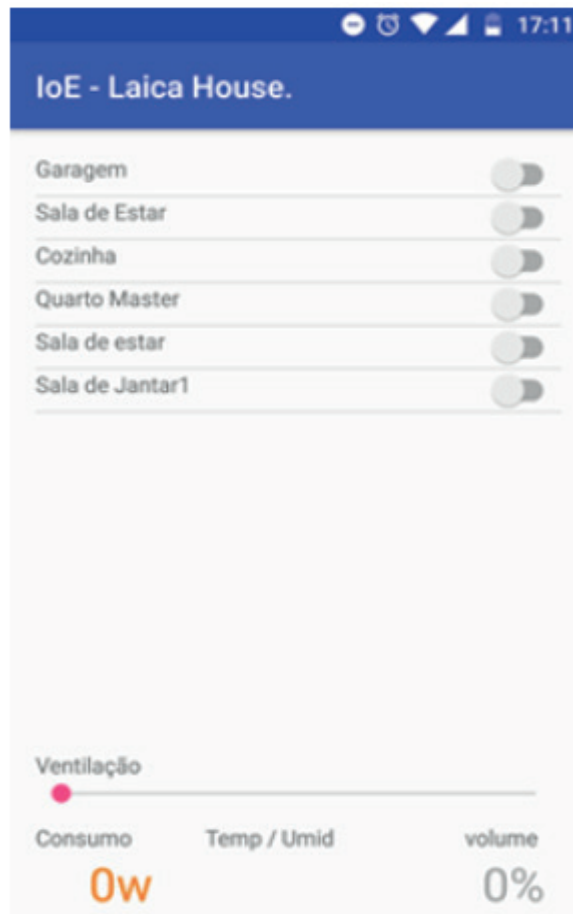


Figura 8 – Interface do aplicativo para monitoramento e controle da SMARTHOUSE.

Fonte: Autoria própria.

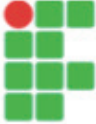
3.3 ANÁLISE DIDÁTICO PEDAGÓGICA

A fim de validar o projeto quanto ao seu potencial como ferramenta de suporte didático pedagógico aos docentes, foi realizada uma análise quantitativa, em palestras, por meio de um questionário previamente elaborado (Figura 9).

Estas palestras tiveram o objetivo de apresentar a temática aos presentes, grupos de alunos do ensino médio do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, fazendo uma breve e sucinta abordagem sobre a Domótica e a SMARTHOUSE. Logo após o encerramento das apresentações, foram aplicados um questionário com 4 perguntas objetivas pertinentes ao tema, buscando fazer uma sondagem nos discentes no tocante ao conhecimento e interesse pelo assunto.

A opção pelo uso da ferramenta questionário para coleta de dados, foi baseada na segurança e eficiência com as quais essas informações são colhidas. Além dessas vantagens, segundo Lakatos e Markoni (2010), a aplicação de questionários propicia economia de tempo, uma maior quantidade de pessoas consultadas de uma só vez, obtenção de respostas mais rápidas e diretas, a autonomia dos entrevistados em responder e menor risco de distorção por parte do entrevistador.

As perguntas propostas no questionário têm como objetivo conhecer o público, delimitando-o em dois grupos: alunos oriundos de escolas privadas e oriundos de escolas públicas; analisar o grau didático do projeto diante do ensino da domótica; e o interesse que a palestra gerou no público após adquirir conhecimento nesta área.



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Norte

QUESTIONÁRIO SOBRE O PROJETO SMARHOUSE

1. Em relação às instituições de ensino que você estudou do 1º ao 9º ano é correto afirmar que foram:
 - a) Todas instituições públicas.
 - b) Todas instituições privadas.
 - c) Instituições públicas e privadas.
2. Você acha que o projeto apresentado pode ajudar no entendimento da domótica?
 - a) Sim, mas apenas para alunos do curso superior.
 - b) Sim, para alunos de curso técnicos e superiores.
 - c) Não.
3. Após assistir à apresentação, você gostaria de trabalhar ou pesquisar na área da domótica?
 - a) Sim, gostaria de trabalhar no ramo da domótica quando finalizar o curso técnico.
 - b) Sim, gostaria de realizar trabalhos de pesquisa acadêmicos na área de domótica.
 - c) Não me interessei pela área.
4. Após assistir à apresentação, você gostaria de participar de pesquisas em projetos que utilizam a plataforma de prototipagem Arduino?
 - a) Sim, gostaria de realizar trabalhos de pesquisa acadêmica com Arduino.
 - b) Não me interessei pela área.

Figura 9 – Modelo do Questionário aplicado.

Fonte: Autoria própria.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a construção da maquete, todos os seus sistemas foram testados à exaustão. O resultado disso foi um modelo em escala reduzida de uma casa totalmente automatizada, a qual pode ser utilizada como instrumento auxiliar no ensino da domótica em disciplinas como eletrônica analógica, eletrônica digital, microcontroladores e sistemas embarcados.

O software para controle deste projeto foi desenvolvido e posteriormente instalado em um dispositivo móvel com sistema operacional Android. Este aplicativo demonstrou-se estável e confiável, sendo capaz de comandar com sucesso as funções de iluminação, controle do cooler, abastecimento da caixa d'água e monitoramento do projeto.

Para a comunicação entre o aplicativo e o hardware foi utilizado o microcontrolador ESP, que contém um módulo WiFi. O ESP é conectado com o Arduino e, através dessa conexão, todos os dados obtidos pelos sensores controlados por ele são enviados à internet (Figura 10).

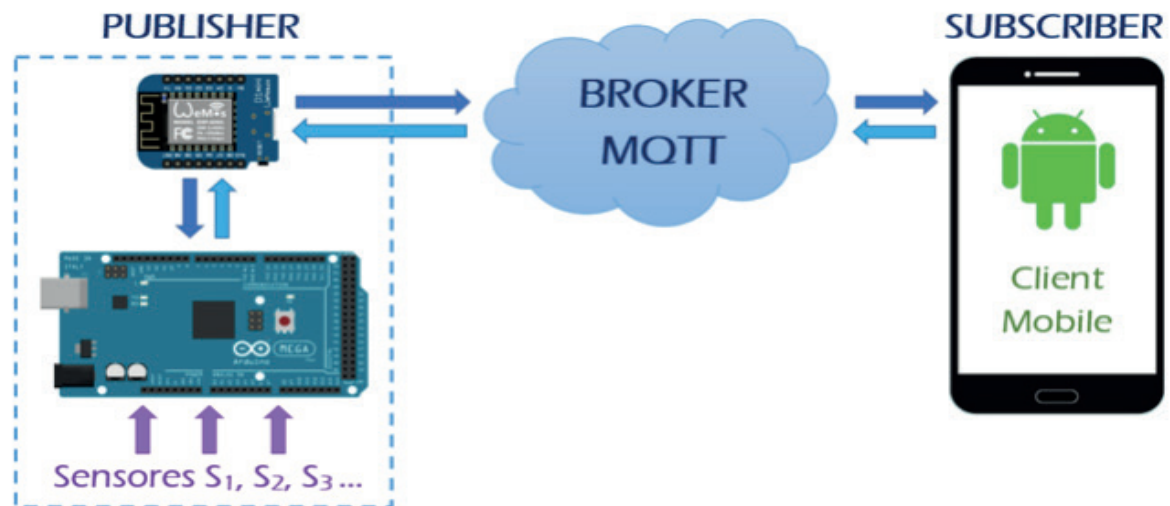


Figura 10 – Comunicação entre os dispositivos do projeto utilizando MQTT.

Fonte: Autoria própria.

Cogitou-se a utilização de um módulo *bluetooth* para fazer essa comunicação, mas não foi possível, uma vez que um módulo desse tipo só permite a comunicação até uma distância de 10 metros.

Uma outra solução interessante para esse problema seria a utilização de dispositivos RF, tais com o XBee (VILAS BOAS, 2014). No entanto, tratando-se de uma maquete em escala reduzida, essa solução pareceu ser demasiadamente onerosa para a necessidade do projeto.

Na figura 11 é possível identificar todos os cômodos da planta baixa utilizada e os sistemas externos da maquete educacional, desde a iluminação, distribuída ao longo da residência, bem como o reservatório de água, o sistema de alarme, botões de acionamento, caixa d'água e sensor ultrassônico.

Outras fotos, vídeos, explicações, bem como todos os integrantes do projeto SMARTHOUSE, podem ser vistos no site do grupo de pesquisa laica.ifrn.br.



Figura 11 – Maquete educacional de uma residência automatizada.

Fonte: Autoria própria.

Após a construção da maquete educacional, esta foi utilizada numa série de palestras sobre a domótica no IFRN. Essas palestras foram desenvolvidas durante duas semanas, e tiveram como público alvo os alunos dos 1º anos do ensino médio do Instituto Federal do Rio Grande do Norte.

Ao final de cada palestra, a maquete educacional foi apresentada e, em seguida, os discentes eram convidados a responder um questionário cujo objetivo era averiguar o impacto da utilização deste projeto no processo de ensino-aprendizagem mais eficiente da domótica para alunos dos cursos de nível técnico.

Para a realização do questionário foram entrevistados 79 alunos que assistiram às palestras e, visando um melhor entendimento dos resultados analisados, estes alunos foram divididos quanto à origem (natureza) de sua escolaridade no acesso ao IFRN e conhecimento prévio do assunto abordado.

Os resultados dos questionários foram bastante satisfatórios. Para uma melhor visualização das respostas, estas foram compiladas em uma série de gráficos elencados abaixo.

EM QUE TIPO DE ESCOLA O ALUNO ESTUDOU NO 1º GRAU?

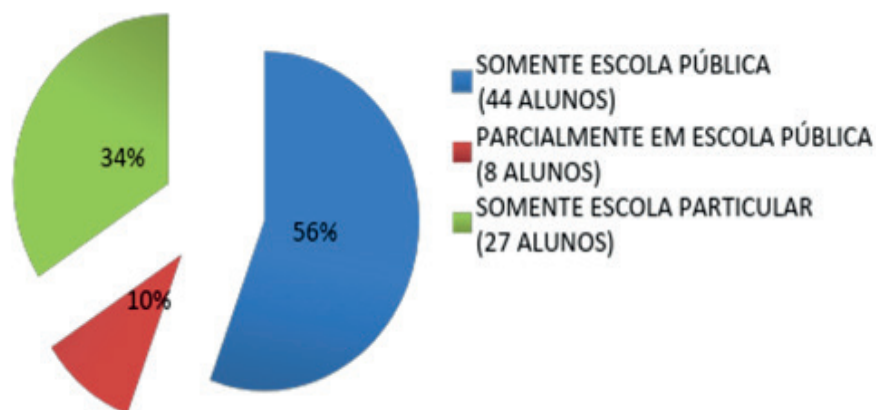


Gráfico 1 – Análise da natureza da escolaridade dos alunos entrevistados.

O ALUNO JÁ HAVIA OUVIDO FALAR ALGO SOBRE DOMÓTICA?

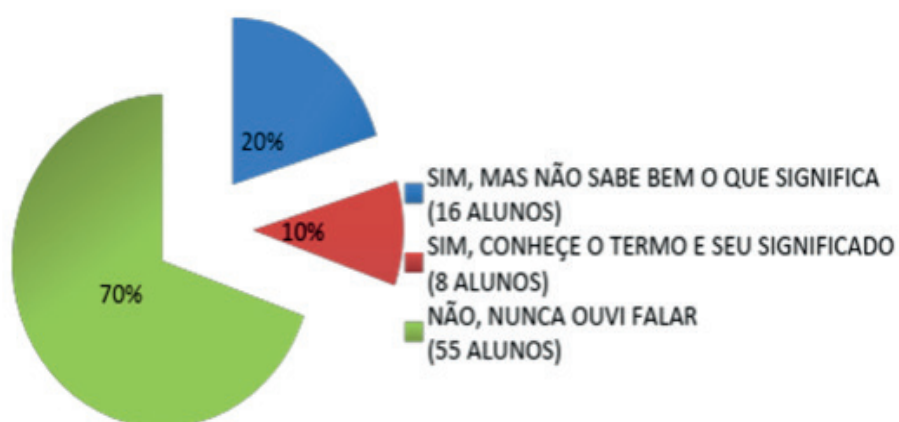


Gráfico 2 – Análise do conhecimento prévio sobre domótica dos alunos entrevistados.

O ALUNO POSSUI ALGUM CONHECIMENTO NA PLATAFORMA ARDUINO?

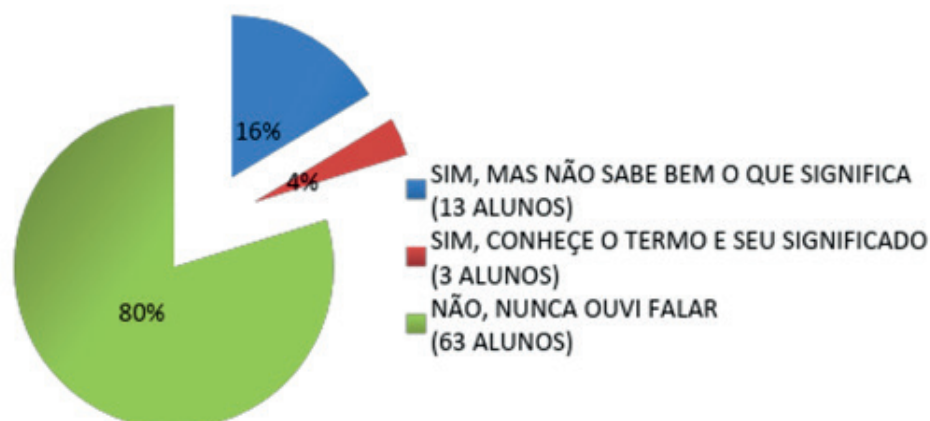


Gráfico 3 – Análise do conhecimento prévio sobre Arduino dos alunos entrevistados.

Nota-se, a partir da análise dos gráficos 1, 2 e 3, que a imensa maioria dos alunos não possuía nenhum conhecimento prévio sobre o assunto.

É importante frisar ainda, que do montante de alunos que afirmou ter algum conhecimento sobre a área, mais de 65% eram oriundos de escolas particulares. Desta forma, fica evidenciado que este assunto ainda é pouco difundido entre todos os cidadãos, principalmente os das classes sociais economicamente desfavorecidas e os com pouco acesso à educação socialmente referenciada como de qualidade.

O PROJETO APRESENTADO PODE AJUDAR NO ENTENDIMENTO DA DOMÓTICA?



Gráfico 4 – Análise da importância do projeto no ensino da domótica.

O PROJETO APRESENTADO AJUDOU NA MOTIVAÇÃO PARA PESQUISA OU TRABALHO NA ÁREA DA DOMÓTICA?

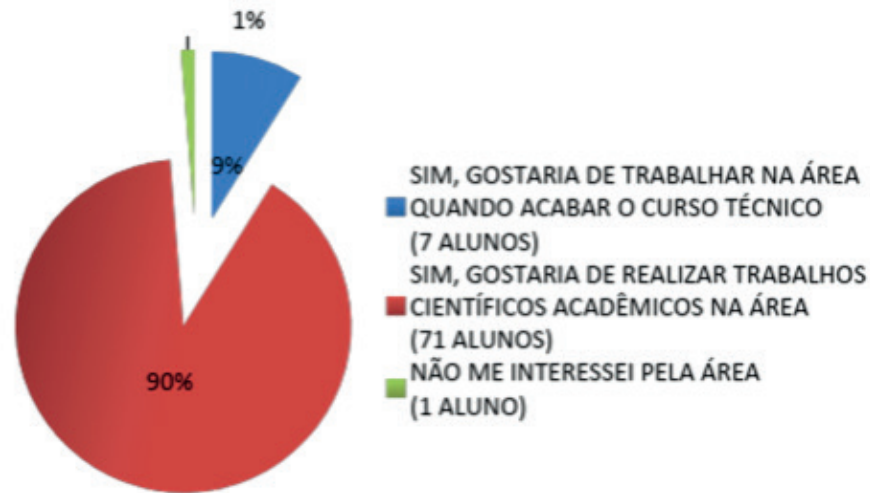


Gráfico 5 – Análise da importância do projeto na motivação para pesquisa na área.

Através dos gráficos 4 e 5, constata-se que o projeto atendeu às expectativas e que possui bom potencial no que diz respeito ao suporte do professor no ensino da domótica e disciplina correlatas.

Desta forma, fica nítido que o resultado educacional do projeto foi atendido, podendo ser replicado também no ensino de disciplinas como eletrônica e programação, tanto em ambientes acadêmicos, aulas práticas e teóricas, quanto em eventuais palestras, eventos e congressos. No tocante ao aspecto didático, o trabalho apresenta um viés inovador podendo ser utilizado, inclusive, como ferramenta de motivação e inclusão de alunos com dificuldades de aprendizagem.

Silva (2016) por exemplo, entende que as novas tecnologias podem criar novos espaços de conhecimento, novos modelos de atividades e dinâmicas diferenciadas. Afirmando ainda que o ensino conduzido dessa forma se apresenta muito mais interessante para o aluno, inclusive àqueles desmotivados e que não interessam mais com as práticas tradicionais que a escola oferece.

No âmbito tecnológico, o presente projeto se mostrou viável e funcionou de acordo com as expectativas. Suas funcionalidades (controle de iluminação, de recursos e supervisão de umidade e temperatura) mostraram-se capazes de simular, de forma fiel, um comportamento de uma residência real que fora automatizada.

Alguns problemas apresentados relativos à emissão de som, em possíveis cenários de invasão de perímetro, foram sanados após a mudança da localização do alarme.

Outro inconveniente dirimido foi a dificuldade de escoamento da caixa d'água (reservatório superior da maquete) para o recipiente localizado no interior da mesma. Este problema foi resolvido através da instalação de uma segunda bomba eletromecânica responsável única e exclusivamente pela sucção da água do reservatório superior (Figura 12).

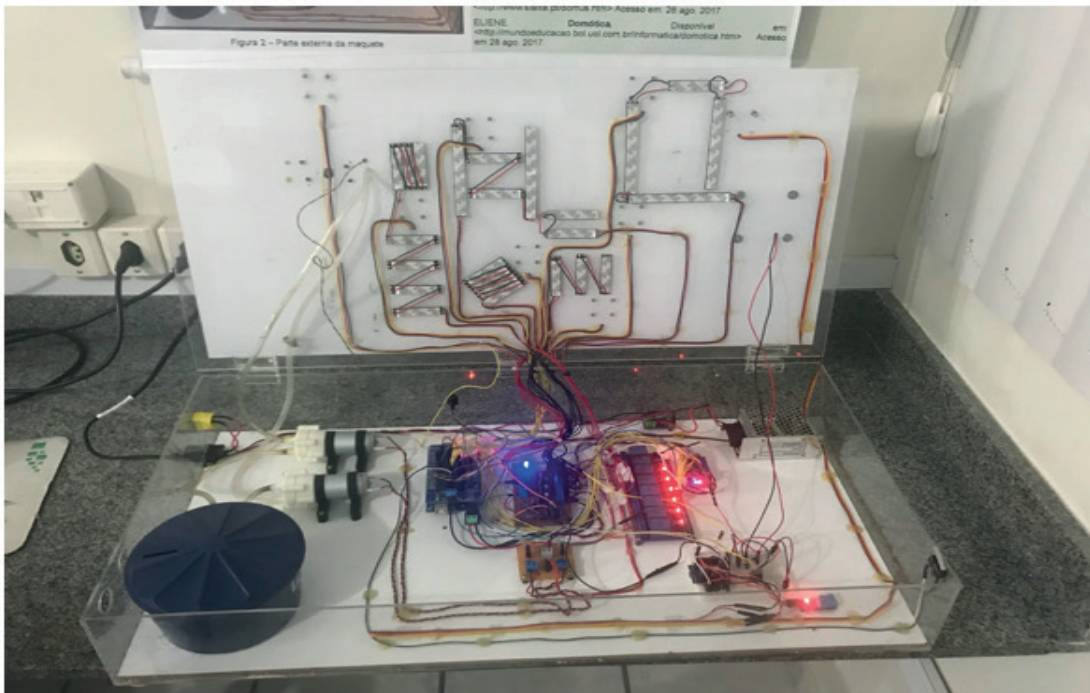


Figura 12 – Espaço interno da maquete com os dispositivos de controle, sensores, atuadores, reservatório d'água e bombas eletromecânicas.

Fonte: Autoria própria.

A escolha por um aplicativo nativo em sistema Android se deu devido ao grande número de pessoas que possuem celulares com este sistema operacional. Uma solução possível para este problema seria a utilização de uma página web (HTML) para abrigar a interface de comunicação. No entanto, privilegiando um sistema mais prático e intuitivo, optou-se por não seguir este caminho.

5 | CONCLUSÃO

Como exposto anteriormente neste trabalho, constata-se que o principal objetivo do projeto foi atingido, sendo perfeitamente possível ensinar domótica para discentes de níveis médios e técnicos com o auxílio de ferramentas didáticas inovadoras de baixo custo com a utilização de tecnologia *open source*.

Do ponto de vista didático, a maquete vem se mostrando extremamente funcional, comportando-se como uma ferramenta excepcional para o ensino-aprendizagem de alunos e contribuindo diretamente para “o despertar” do interesse acadêmico, além de desmistificar a complexidade de concepção dos hardwares de controle. Fica claro que sua utilização é capaz de contribuir com o desenvolvimento da motivação, interesse, habilidades e competência dos alunos do IFRN, bem como o fomento da interdisciplinaridade.

A estrutura física do projeto mostrou-se robusta e compacta, capaz de ser levada para aulas e palestras sem apresentar problemas em seu funcionamento, mesmo ainda tratando-se de um protótipo.

O desenvolvimento de um aplicativo Android deixou o projeto muito mais completo, tornando a maquete residencial inteligente, responsiva e interativa. Contudo, ainda existem espaços para melhorias e novas funcionalidades.

Nesse contexto, vale ressaltar que outra grande contribuição deste trabalho consiste exatamente em demonstrar a viabilidade de soluções domóticas de baixo custo, utilizando dispositivos *open source*, os quais podem e devem ser aplicados em residências de todos os padrões. Uma vez que, atualmente, uma casa automatizada está deixando de ser um luxo, pois além de conforto, representa segurança, sustentabilidade e qualidade de vida.

Para tal, espera-se que ações como a desse projeto ajudem na formação de profissionais especializados e capazes de alavancar cada vez mais este ramo tecnológico, fazendo com que os dispositivos aqui citados estejam cada vez mais presentes no cotidiano de todas as pessoas.

REFERÊNCIAS

ASADULLAH M.; RAZAAN, A. **An overview of home automation systems**. In: 2ª Conferência em Robótica e Inteligência Artificial - Paquistão, 2016.

AVELAR, C. E. M. **Domótica aplicada no monitoramento de água utilizando comunicação MQTT e arquitetura de microsserviços: uma solução IoT**. 2019. 62 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG, 2019.

BANDEIRA, A. E. **O conceito de tecnologia sob o olhar do filósofo Álvaro Vieira Pinto**, Geografia Ensino & Pesquisa, v. 15, n.1, 2011.

BARROS, M. **MQTT - Protocolos para IoT**. 2015. Disponível em: < <https://www.embarcados.com.br/mqtt-protocolos-para-iot/>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

CAETANO, M. R.; GONÇALVES, E. S. **Sistema de interligação e monitoramento dos pontos de Iluminação pública**, Revista Científica Doctum Multidisciplinar, v. 1, n. 2, 2019.

EUZÉBIO, M. V. M.; MELLO, E. R. DroidLar: automação residencial através de um celular Android. Revista da IFSC, Brasil, 2008.

International Business Machines Corporation (IBM), **“MQTT: Message Queuing Telemetry Transport, version 3.1, protocol specification.”** Eurotech, pp. 1–42, 2010.

JUNIOR, S. L. S. **Internet das coisas - Fundamentos e aplicações em Arduino e NodeMCU**, Editora Érica, Brasil, 2018.

LÉVY, P. **Cybercultura**. Editora 34, São Paulo, Brasil, 1999.

MCRBERTS, M. **Arduino Básico**, 1ª ed., Novatec, São Paulo, Brasil, 2011.

MURATORI R.; DAL BÓ, P. H. **Automação Residencial: Conceitos e Aplicações**. 2ª Ed. Educere, 2013.

OLIVEIRA, R. R. **Uso do microcontrolador ESP8266 para a automação residencial**. Rio de Janeiro, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Controle e Automação, UFRJ, 2017.

OSOYOO. **Micro bit lesson – Using the Ultrasonic Module**. 2018. Disponível em: < <https://osoyoo.com/2018/09/18/micro-bit-lesson-using-the-ultrasonic-module/>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

SILVA, F. D. O. **O professor frente a novas tecnologias e as implicações no trabalho docente**. In: III CONEDU, Natal/RN 2016.

SOUZA, A. R.; *et al.* **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, São Paulo, Brasil, 2011.

SOUZA, M. V. **Domótica de baixo custo usando princípios de IoT**. 2016. 48f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Software) - Instituto MetrÓpole Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2016.

TAVARES L. A.; GOMES, E. L. B. **Uma solução com Arduino para controlar e monitorar processos industriais**. 2013. Monografia (Especialização em Engenharia de Sistemas Eletroeletrônicos, Automação e Controle) - Instituto Nacional de Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí/MG, 2013.

VILAS BOAS, *et. al* **Controle remoto de iluminação residencial utilizando Arduino e módulos Xbee**. In: IX CONNEPI - São Luis/MA, Brasil 2014.

Data de aceite: 16/07/2020

Fernando Pinheiro dos Santos

Técnico em informática integrado ao ensino médio
ETEC Prof^a Marines Teodoro de Freitas Almeida /
Camila Baleiro Okado Tamshiro / Daiani Mariano
de Brito, Douglas Baptista de Godoy

Guilherme Augusto Videira

Técnico em informática integrado ao ensino médio
ETEC Prof^a Marines Teodoro de Freitas Almeida /
Camila Baleiro Okado Tamshiro / Daiani Mariano
de Brito, Douglas Baptista de Godoy

Marvin de Lima Oliveira

Técnico em informática integrado ao ensino médio
ETEC Prof^a Marines Teodoro de Freitas Almeida /
Camila Baleiro Okado Tamshiro / Daiani Mariano
de Brito, Douglas Baptista de Godoy

Douglas Baptista de Godoy

ETEC Prof^a Marines Teodoro de Freitas Almeida /
Camila Baleiro Okado Tamshiro / Daiani Mariano
de Brito, Douglas Baptista de Godoy

Daiani Mariano de Brito

1 ETEC Prof^a Marines Teodoro de Freitas Almeida
/ Camila Baleiro Okado Tamshiro / Daiani Mariano
de Brito, Douglas daptista De Godoy

Camila Baleiro Okado Tamashiro

2 ETEC Prof^a Marines Teodoro de Freitas Almeida

RESUMO: O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um boné com sensor de objetos utilizados por pessoas portadoras de deficiência visual. Para sua

constituição foi utilizado componentes de arduino, linguagem de programação C++ e conhecimentos práticos em robótica, motivados a partir de pesquisas e projetos já existentes nessa área, como a bengala inteligente e o olho biônico – ambos importantes como ferramentas para auxiliar pessoas com deficiência a identificar a se locomoverem por locais que normalmente não são acostumadas a frequentar. A partir da metodologia utilizada, o projeto atendeu as expectativas não somente às pessoas cegas, como também outras pessoas que trabalham em locais arriscados podem utilizar este equipamento acoplado a um capacete ou em outro equipamento de proteção individual em que se faz necessário a identificação de objetos próximos a pessoa para buscar minimizar os riscos de impactos e aumentando a segurança dos usuários.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica, Educação, Boné, Segurança, Equipamento, Arduino.

ABSTRACT: The present work presents the development of a prototype of a cap with sensor of objects used by people with visual impairment. Arduino components, C ++ programming language and practical knowledge in robotics, motivated by researches and projects already existent in this area, such as the intelligent cane

and the bionic eye - both important as tools to help people with disabilities Identify them by getting around places they are not usually accustomed to frequent. Based on the methodology used, the project met the expectations not only of blind people, but also other people who work in risky places can use this equipment attached to a helmet or other personal protective equipment in which it is necessary to identify objects Close to the person to seek to minimize the risks of impacts.

KEYWORDS: Robotics, Education, Cap, Safety, Equipment, Arduino

1 | INTRODUÇÃO

O protótipo foi desenvolvido baseando-se nas funcionalidades já pesquisadas e desenvolvidas pelos projetos universitários da Bengala inteligente e do olho biônico da Universidade Federal de Santa Catarina. Com isso, para o desenvolvimento do projeto foi necessário pesquisas bibliográficas sobre as dificuldades enfrentadas pelos cegos e pelas pessoas que trabalham em locais arriscados. De forma possibilitar aos deficientes visuais ou pessoas que atuam em ambientes perigosos a identificar obstáculos próximos que possam obstruir a passagem destes e ferir-lhes. A partir do levantamento bibliográfico foi possível de desenvolver este protótipo que ampare e forneça acessibilidade ao público selecionado. Por isso, o boné com sensor ultrassônico poderá avisar a pessoa de que ela está próxima de algo que possa feri-la – sendo esta a principal utilidade do produto, mas, para que ele pode ser de fácil uso e de forma discreta, foi necessário melhorar o seu layout, para isso, ele permite ser fixado em qualquer tipo de superfície que vá a cabeça da pessoa, permitindo ao usuário a flexibilidade e a portabilidade do equipamento a mesma que o fixe da forma que preferir, desde que respeite a autonomia da bateria acoplada ao equipamento. Este artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta os objetivos do trabalho. A seção 3 descreve o trabalho proposto. A metodologia de trabalho é apresentada na seção 4. Os resultados são apresentados na seção 5, e as conclusões são apresentadas na seção 6”.

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Facilitar o dia-a-dia de deficientes físicos e pessoas que necessitam de auxílio para identificação de obstáculos por meio da tecnologia assistiva.

2.2 Objetivo específicos

Utilizar tecnologia assistiva, equipamentos de arduino se sensor ultrassônico para desenvolver o protótipo proposto.

3 | O TRABALHO PROPOSTO

O trabalho buscou desenvolver um protótipo com componentes de arduino. Para planejamento e desenvolvimento inicial foi necessário levantamento bibliográfico do setor de riscos de acidentes e normas de acessibilidade de deficientes visuais – para isso foi necessário levantamento de estatísticas. Posteriormente, foi realizado um levantamento bibliográfico de pesquisas na área e de temas similares ao protótipo como uso de técnicas de robótica e programação de arduino já utilizadas nas universidades federais do Rio de Janeiro e de Santa Catarina. A partir do estudo e planejamento, deu-se o desenvolvimento se deu a partir da interligação e programação dos componentes de arduino, sendo distribuídos em fase de testes e posteriormente com conexão a fonte de alimentação por meio de pilhas no formato AA para autonomia e funcionamento deste. Para sua programação foi utilizado conhecimento em linguagem de programação C++ para eficiência do código e desenvolvimento do projeto, nesta etapa conseguiu-se grandes ganhos de performance.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo foi desenvolvido a partir das utilização de técnicas de pesquisa de levantamento bibliográfico e estudos de estatísticas do setor de pessoas portadoras de deficiência visual e também de pessoas que trabalham em locais perigosos. Seu desenvolvimento deu-se por meio práticos a partir das aquisição de placa de arduino versão uno, buzzer e sensor ultrassônico com codificação em linguagem de programação C++ no software do arduino versão 1.8.2. Foram realizados diversos testes, iniciando-se em testes de superfícies sólidas para validação da codificação adotada, e, posteriormente os testes realizados foram in loco com vinte estudantes do curso técnico em informática integrado ao ensino médio, de ambos os sexos e alturas diferentes, com idades entre 17 e 18 anos, com alguns obstáculos permitindo a validação dos mesmos pelo protótipo. Para tabulação dos testes a metodologia utilizada foi de análise qualitativa para verificação dos erros e aprimoramento do protótipo.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo atendeu seus objetivos de desenvolvimento de forma clara e positiva, nos testes preliminares foram identificadas correções quanto ao barulho e intensidade do som emitidos pelo buzzer e ajuste de regulagem do sensor ultrassônico para a identificação dos obstáculos. O protótipo encontra-se desenvolvido para ser ajustado aos processos industriais e devidamente registrado.

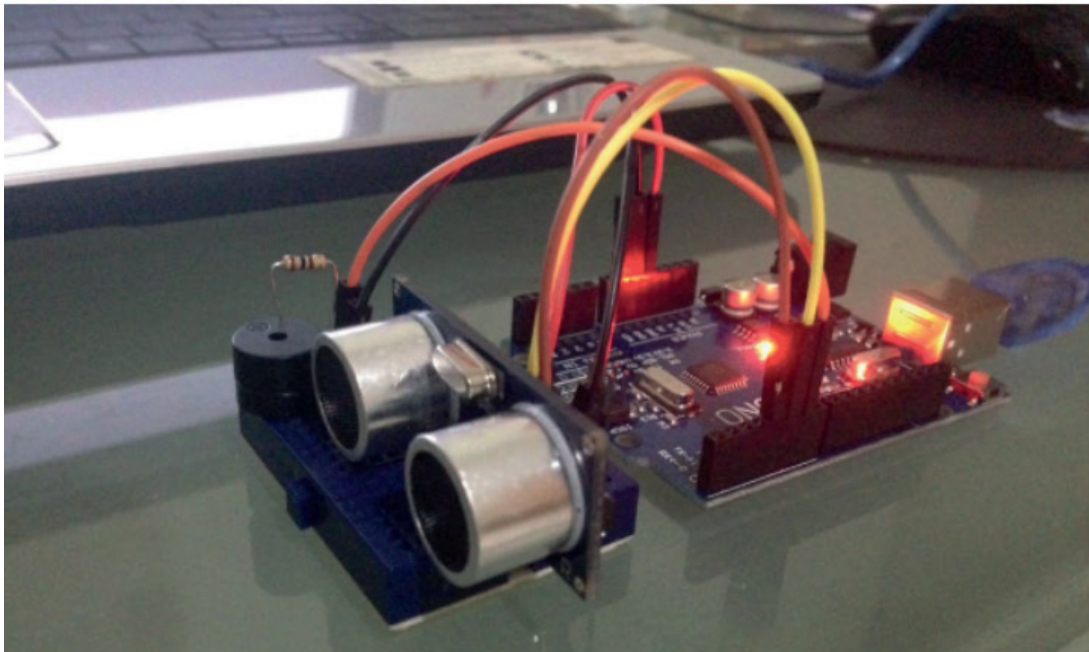


Figura 1: protótipo em funcionamento

6 | CONCLUSÕES

O protótipo atendeu o planejamento inicial, tendo seus objetivos gerais e específicos atendidos, sendo que, para projetos futuros, sugere-se o aperfeiçoamento da autonomia do tempo de bateria para permitir maiores distâncias percorridas pelo usuário sem a necessidade de troca de pilhas.

REFERÊNCIAS

Playground Arduino, **Trabalhos com arduino**, disponível em <http://playground.arduino.cc/Portugues/HomePage> acesso em 15 de mai. de 2017 às 07h35min

Facilitando a acessibilidade, **Dados sobre o deficiente visual do Brasil**, disponível em <https://facilitandoacessibilidade.wordpress.com/2015/04/02/dados-sobre-deficienciavisual-no-brasil/> acesso em 22 de mai. de 2017 às 7h20min.

Universidade Feredal do Rio de Janeiro, **Intervox**, disponível em <http://intervox.nce.ufrj.br/~amac/cegueira.htm> acesso em 22 de mai. De 2017 às 8h10min.

Oficina de Robótica da Universidade Federal de Santa Catarina, **Oficina de Robótica**, disponível em <http://oficinaderobotica.ufsc.br/files/2013/04/Programa%C3%A7%C3%A3o-emArduino-M%C3%B3dulo-B%C3%A1sico.pdf> acesso em 29 de mai. De 2017 às 7h15min.

Circuitar, **Tutoriais para programação de arduino**, disponível em <https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/> acesso em 29 de mai. De 2017 às 8h10min.

Coruja do arduino, **Tutoriais e vídeos para desenvolvimento de projetos com arduino**, disponível em http://corujadoarduino.blogspot.com.br/2016/01/projeto-arduino_12.html acesso em 05 de jun. de 2017 às 7h30min.

SOBRE O ORGANIZADOR

ERNANE ROSA MARTINS: Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação, Graduação em Ciência da Computação e Graduação em Sistemas de Informação. Professor de Informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia) ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE), certificado pelo IFG no CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1543-1108>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo 43, 48, 66

Aplicativo 38, 71, 79, 80, 81, 82, 84, 89, 90

Aprendizado de Máquina 34

Aprendizado Profundo 34, 35

Aprendizagem 1, 2, 3, 19, 20, 25, 31, 48, 72, 74, 85, 88, 89

Arduino 20, 21, 26, 28, 29, 32, 54, 58, 63, 68, 70, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 84, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95

Automação 8, 19, 62, 71, 73, 74, 75, 76, 90, 91

B

Boné 92, 93

Braço Robótico 8, 10, 12, 19

Braille 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

C

Casa Inteligente 73, 74

Circuito Impresso 61, 63, 68

Circuitos Elétricos 59

Circuitos Eletrônicos 54, 59

Computador 19, 20, 25, 28, 29, 30, 31, 35, 68, 74

Comunicação Serial 29, 75

Conexão 3, 10, 47, 75, 84, 94

Construtivismo 1, 2

Controlador 54, 68

D

Deep Learning 34

Desenho 61, 62, 68, 69

Dispositivo 20, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 74, 79, 84, 90

Dispositivos Eletrônicos 21

Dispositivos Robóticos 8, 9, 19

Domótica 71, 72, 73, 74, 75, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91

E

Educação 1, 2, 3, 6, 7, 19, 20, 21, 25, 31, 32, 33, 50, 60, 87, 92, 96

Educação Inclusiva 31

Ensino 1, 2, 3, 5, 6, 21, 71, 72, 74, 82, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94

Ensino-Aprendizagem 72, 85, 89

Equipamento 73, 92, 93

F

Firmware 68

H

Hardware 10, 62, 74, 75, 84

I

Implementação 19, 34, 35, 38, 43, 44, 47, 48, 59, 63, 76, 80

Inclusão Social 21

Inteligência Artificial 8, 9, 10, 34, 90

Internet 25, 29, 62, 64, 75, 76, 81, 84, 90

J

Jogos 40

L

LEGO 1, 2, 3, 5

Lixeira Eletrônica 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60

M

Manipulador Robótico 8, 9, 10, 12, 18

Meios de Comunicação 20, 21

Microcomputador 28, 74

Módulo Eletrônico 52

N

Navegação Autônoma 33, 34, 35, 36, 48

Novas Tecnologias 20, 21, 73, 88, 91

P

Plotter 62, 63, 64, 66, 68, 69

Programa 6, 28, 29, 30, 36, 40, 43, 95

Programação 2, 5, 30, 31, 40, 52, 54, 55, 58, 59, 62, 70, 71, 75, 78, 88, 92, 94, 95, 96

Protocolo 76, 77, 80, 81

Protótipo 7, 10, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 50, 52, 59, 89, 92, 93, 94, 95

Python 29, 38

R

Redes Neurais 10, 34, 35

Robô 1, 3, 4, 5, 9, 12, 38, 39, 40, 48

Robótica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 20, 31, 33, 50, 52, 59, 60, 61, 62, 71, 75, 90, 92, 94, 95, 96

Robótica Educacional 1, 2, 4, 5, 6

S

Sensores 8, 9, 10, 59, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 84, 89

Simulação 40, 44, 48

Sistema 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 47, 48, 52, 53, 55, 69, 71, 74, 76, 79, 80, 81, 84, 89, 90

Sistemas Especialistas 9

Software 10, 12, 30, 61, 62, 68, 69, 74, 84, 91, 94, 96

T

Técnicas de Programação 59

Tecnologia 2, 3, 7, 9, 19, 20, 31, 32, 33, 43, 52, 62, 71, 72, 73, 81, 89, 90, 93, 96

Tecnologia Assistiva 93

Teste 13, 14, 68

Treinamento 16, 18, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

V

Visão Computacional 8, 9, 10, 19, 34, 35, 38

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ROBÓTICA: O VIRTUAL NO MUNDO REAL

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 