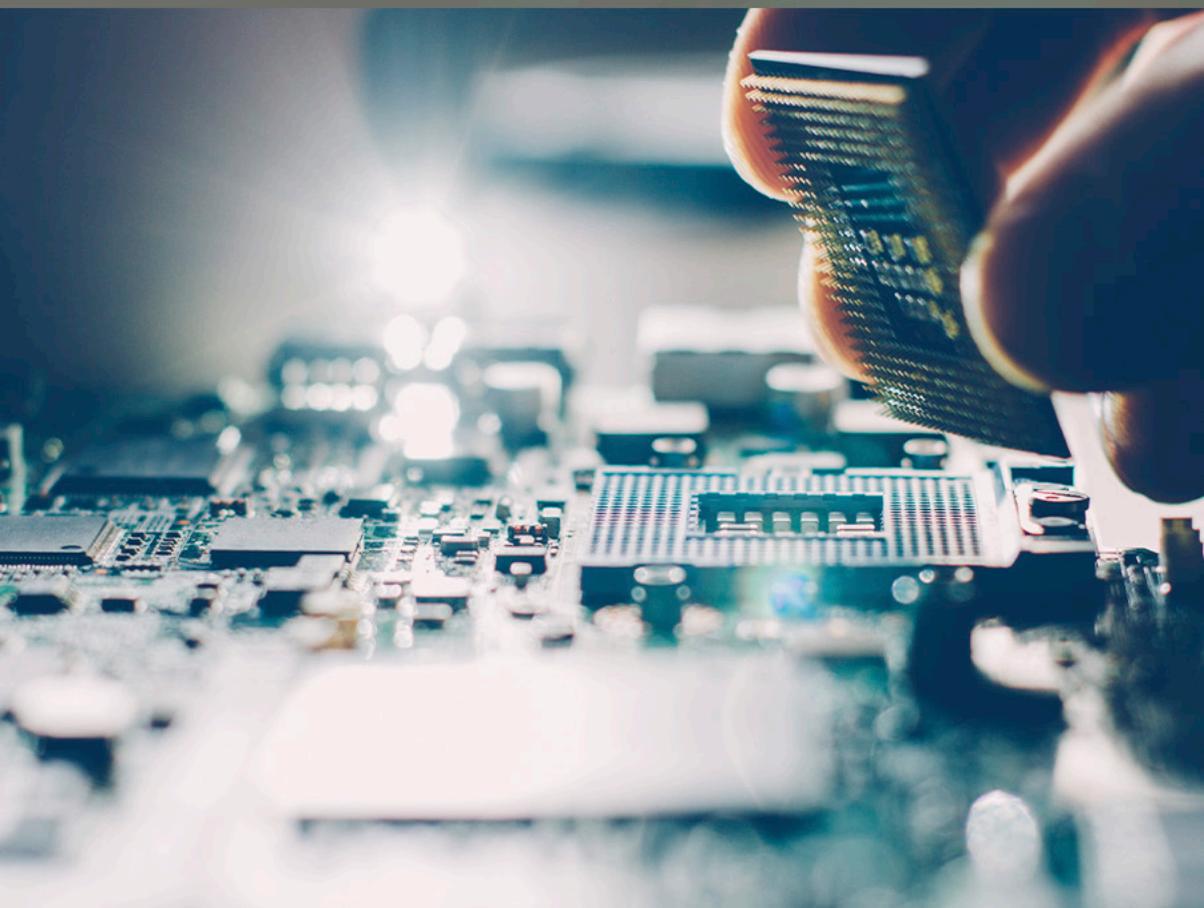


COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 4

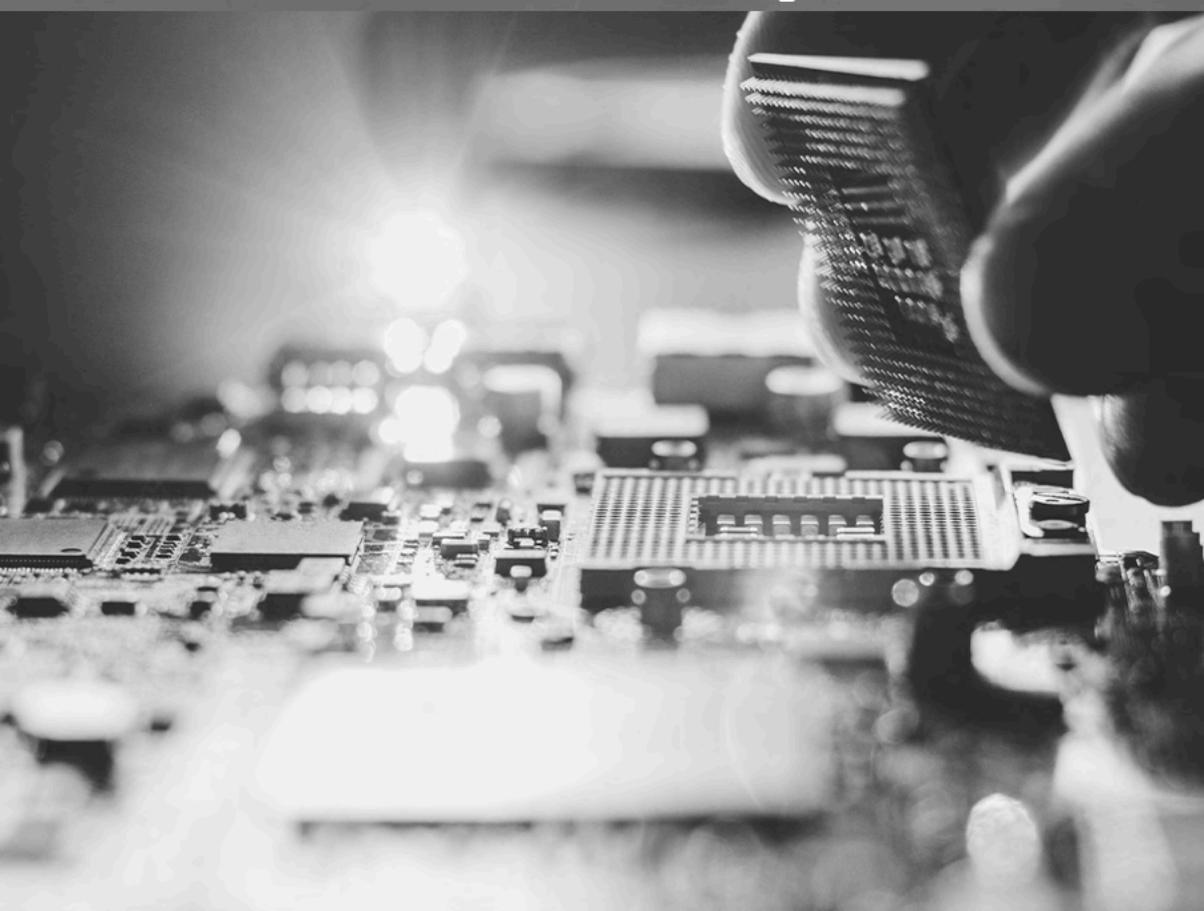


LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)


Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 4



LILIAN COELHO DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Coleção desafios das engenharias: engenharia de computação 4

Diagramação: Gabriel Motomu Teshima
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Lilian Coelho de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia de computação 4 / Organizadora Lilian Coelho de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-752-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.526211012>

1. Engenharia de computação. I. Freitas, Lilian Coelho de (Organizadora). II. Título.

CDD 621.39

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A Atena Editora tem a honra de presentear o público em geral com a série de *e-books* intitulada “*Coleção desafios das engenharias: Engenharia de computação 4*”. Em seu quarto volume, esta obra apresenta várias aplicações tecnológicas da Engenharia de Computação na automação industrial, na agricultura, no setor de energias renováveis, e no mercado financeiro.

Organizado em 07 capítulos, este volume objetiva facilitar a difusão do conhecimento científico produzido em várias instituições de ensino e pesquisa do país.

Dessa forma, esta obra contribuirá para aprimoramento do conhecimento de seus leitores e servirá de base referencial para futuras investigações.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção deste trabalho.

Boa leitura.

Lilian Coelho de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RED NEURAL ARTIFICIAL PARA EL SEGUIMIENTO DE PLANTACIONES DE ARROZ A ALTAS TEMPERATURAS

Silvia Soledad Moreno Gutiérrez

Mónica García Munguía

Yesica Zamudio Briseño

Carlos Pérez Núñez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110121>

CAPÍTULO 2..... 10

REDES NEURAIS USADAS NA PREVISÃO DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

Gabriel Mancini

Jose Airton Azevedo dos Santos

Hugo Andrés Ruiz Flórez

Gloria Patricia Lopez Sepúlveda

Cristiane Lionço Zeferino

Leandro Antonio Pasa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110122>

CAPÍTULO 3..... 23

UMA APLICAÇÃO PARA CONTROLE DE TEMPERATURA BASEADO EM SENSORES DE BAIXO CUSTO

Ana Carolina Mariath Magalhães Corrêa e Castro

Mário Mestría

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110123>

CAPÍTULO 4..... 35

SISTEMA ELETRÔNICO DE RECOMENDAÇÃO AGNÓSTICO E ONLINE DE APLICAÇÃO EM FUNDOS DE INVESTIMENTOS

Antonio Newton Licciardi Junior

Paulo Henrique Barros de Moura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110124>

CAPÍTULO 5..... 57

CONTROLE ADAPTATIVO PID USADO EM DOIS ELOS DE UM ROBÔ DE três GRAUS DE LIBERDADE

José Antonio Riul

Paulo Henrique de Miranda Montenegro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110125>

CAPÍTULO 6..... 69

PROCESAMIENTO Y GRAFICACIÓN DE SEÑALES ELETROMIOGRÁFICAS CON

RASPBERRY-PI 2 PARA LA REHABILITACIÓN DE MUÑECA

Mario Alberto García Martínez
Daniel Ivann Arias Guevara
Ingrid Lizette Sánchez Carmona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110126>

CAPÍTULO 7..... 80

COMPARAÇÃO DE APIS DE OCR PARA RECONHECIMENTO DE DÍGITOS EM IMAGENS DE MOSTRADOR DE SETE SEGMENTOS

Jonathan Ribeiro da Silva
Leandro Colombi Resendo
Jefferson Oliveira Andrade
Karin Satie Komati

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5262110127>

SOBRE A ORGANIZADORA 93

ÍNDICE REMISSIVO..... 94

UMA APLICAÇÃO PARA CONTROLE DE TEMPERATURA BASEADO EM SENSORES DE BAIXO CUSTO

Data de aceite: 01/12/2021

Data de submissão: 30/08/2021

Ana Carolina Mariath Magalhães Corrêa e Castro

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/4360010832800294>

Mário Mestria

Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória
Vitória – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/5866381928751063>

RESUMO: O controle de temperatura torna-se cada vez mais necessário, seja em ambientes industriais, comerciais ou residenciais. Com o avanço do desenvolvimento tecnológico, a necessidade de evolução dos controles de processos produtivos de diversos setores tornou necessária a criação de aplicativos e uso de dispositivos móveis para interação com esses processos. Para tanto, esse trabalho traz uma proposta de um sistema para monitoramento e controle da temperatura em um ambiente, via comunicação sem fio e com visualização em uma interface de aplicativo móvel, desenvolvida no ambiente de programação *MIT App Inventor* (Aplicativo para Android do MIT - *Massachusetts Institute of Technology*). Os dados de temperatura são verificados a partir de um sensor de temperatura DHT11 com

comunicação por meio de um módulo *bluetooth* HC-05, ambos conectados à uma placa de desenvolvimento Arduino. Dado a robustez do sistema desenvolvido nas respostas aos *inputs/outputs*, o projeto tornou-se uma alternativa para o controle de temperatura, devido a facilidade de uso da interface e do baixo-custo.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de temperatura. Inovação. Aplicativo. Placa de desenvolvimento. Comunicação sem fio.

AN APPLICATION FOR TEMPERATURE CONTROL BASED ON LOW-COST SENSORS

ABSTRACT: Temperature control becomes increasingly necessary with each day, be it in industrial, commercial or residential environments. With the technological development, the need to advance by production processes of various fields made necessary the development of applications and the use of mobile devices in the interaction with these processes. Therefore, this paper proposes temperature monitoring of an environment, via bluetooth wireless communication and with interface display on a mobile application, developed in MIT App Inventor. A DHT11 temperature sensor collects data, and the wireless communication is through a HC-05 module, both connected to the development board Arduino. Given the robustness of the system, due to inputs/outputs response, this project is a low-cost and advantageous alternative to temperature control.

KEYWORDS: Temperature control. Innovative. Application. Development board. Wireless communication.

1 | INTRODUÇÃO

Nos ambientes residenciais e comerciais, nos processos físicos e químicos nas indústrias e na cadeia logística, dentre outros ambientes, a temperatura tem grande influência e pode determinar a qualidade dos produtos e dos meios. Controle de temperatura tem sido amplamente aplicado no transporte de produtos médicos, armazenamento de tecidos vivos e transfusões de sangue (LIU *et al.*, 2016). No trabalho de Subahi e Bouazza (2020) foi desenvolvido um sistema de monitoramento do ambiente de uma estufa para controlar a temperatura interna de forma a reduzir a energia consumida, mantendo boas condições que melhoram a produtividade. Os fundamentos para usar sistemas de controle de temperatura vão desde as aplicações nos setores industriais que necessitam melhorar a produtividade, evitar alertas instantâneos por sensores e criar transparências nas cadeias de abastecimentos, até nos setores de serviços que precisam manter *compliances* e qualidade.

O estudo de um caso do setor industrial de produção de aço apresentou a necessidade do controle de temperatura ambiente e de procedimentos específicos. Segundo a ArcelorMittal (2020), em laboratórios, onde são realizadas análises químicas e de propriedades mecânicas, o controle de temperatura permite a padronização dos resultados. Além disso, a empresa relatou que a manipulação da temperatura do processo de fusão e solidificação do aço, implica no controle do consumo de energia e dos desgastes dos equipamentos (ARCELORMITTAL, 2020).

Em contato com o setor industrial metalúrgico descrito no parágrafo anterior, foi informado ainda que são utilizados: sistemas mecânicos, elétricos e eletrônicos para a administração dos processos; são aplicados nessa indústria: sensores como termopar de contato, termômetro infravermelho, pirômetro de contato e termômetros digitais ou analógicos; e a eficiência desses métodos de controle pode ser comprometida em casos de grandes demandas do produto, ou a movimentação específica de um processo.

Para acompanhar o desenvolvimento tornou-se necessária a criação de aplicativos móveis. De forma simples, uma aplicação móvel é um *software* criado com a finalidade de entreter, facilitar e ou conectar o usuário, sendo uma plataforma intuitiva e de fácil acesso. Podendo ser utilizada em diversos tipos de dispositivos, como por exemplo, *smartphones* e *tablets* Android e iOS, e *smartTVs*, esses *softwares* auxiliam os usuários. Tendo em vista os benefícios dessa comunicação sem fio, a possibilidade de uma aplicação móvel para o controle de temperatura torna-se uma alternativa. A correspondência de dados pode ser feita de diversas formas, através de rádios, satélites, microondas, infravermelho, 4G, 5G, Wi-fi e *bluetooth*. Esse último é um tipo de comunicação sem fio que transmite os dados desejados entre os dispositivos, desde que a distância entre eles seja curta, ou seja, é dependente da proximidade dos aparelhos. O uso de aplicativos em dispositivos móveis com conexão sem fio via *bluetooth* oferece oportunidades em diversas áreas. Desta forma,

desenvolver aplicações com uso de dispositivos móveis torna-se uma oportunidade para resolver problemas nas indústrias, no transporte, na logística, nas gestões financeiras, nos negócios e em atividades relacionadas à saúde (PINEM *et al.*, 2020).

De acordo com o trabalho de Choab *et al.* (2019), o sistema de controle e monitoramento de casas são de baixo custo e flexíveis, utilizando um servidor de *microweb*, conectividade IP (*Internet Protocol*) para acessar e controlar os dispositivos remotamente com *smartphone* Android. Bem como no trabalho de Sawidin, Pongoh e Ramschie (2018), em que o controle de temperatura e umidade do ambiente é feito por meio de um microcontrolador controlado também por um *smartphone* Android.

Segundo Ciriello, Richter e Schwabe (2018), tecnologias digitais contribuem para transformar a sociedade e a economia, de forma que elas são o resultado e a base para o desenvolvimento de inovações digitais; para tanto os resultados de inovação digital são elaborados através de inovação distribuída, combinada e ou plataformas tecnológicas digitais. Deste modo, inovação combinatória significa que novas soluções tecnológicas são construídas a partir da combinação de elementos com características digitais, ou módulos tecnológicos diferentes com o mesmo padrão; assim, diversos ramos de desenvolvimento digital inovativo podem surgir (CIRIELLO, RICHTER, SCHWABE, 2018).

O projeto tem como potencial de inovação uma solução abrangente e aberta a melhorias, ou seja, é um trabalho de inovação combinatória visto que visa o desenvolvimento de tecnologias que já atingiram o estágio de solução dominante, porém por meio de recombinações abrange diversas áreas na indústria, comércio ou serviços. O objetivo do trabalho é controlar a temperatura de sistemas de refrigeração usando uma interface amigável que monitora em tempo real o estado corrente de temperatura. Também tem como finalidade a implementação do controle de temperatura através de um sistema de ventilação simples, que será acionado de acordo com a temperatura captada. Assim, tem-se um sistema mais completo, onde a temperatura é controlada através de uma interface acessível e monitorada em tempo real. Esse trabalho utilizará comunicação sem fio, aplicativo móvel e é de baixo custo.

O artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 descreve a metodologia do sistema proposto, a seção 3 apresenta os resultados e discussões e na última seção concluem o trabalho com as opções para melhorias futuras.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta da pesquisa vem a ser o controle de temperatura com uso de aplicativo móvel, utilização de placas de desenvolvimento e comunicação via Bluetooth (MON, 2015). A programação utiliza Arduino e sua IDE (Integrated Development Environment), um software livre regido num projeto *copyleft* (McROBERTS 2011). Utilizaremos ainda, o ambiente de programação *MIT App Inventor*, em sua tradução Inventor de Aplicativo para

Android do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), para desenvolver a interface no aplicativo móvel.

2.1 HARDWARE

A fim de elaborar um projeto físico, foi necessário fazer a montagem dos componentes, tendo como elementos principais o sensor de temperatura e umidade DHT11, módulo *bluetooth* HC-05 e Arduino Uno, cujas especificações dos primeiros são apresentadas nas Tabelas 1 e 2 respectivamente. Ademais, foram necessários outros componentes para compor o circuito, tais como um *cooler*, um resistor de 10 K Ω , um resistor de 1 K Ω , diodo 1N4007, transistor NPN TIP122, dissipador, garras jacaré e os jumpers macho-macho.

Especificações	Valores
Dimensões	23mm x 12mm x 5mm
Alimentação	3,0 a 5,0 VDC
Corrente	200uA a 500mA
Tempo de resposta	< 5s
Faixa de medição de umidade	20 a 90% UR
Faixa de medição de temperatura	0° a 50°C
Precisão de medição de umidade	$\pm 5,0\%$ UR
Precisão de medição de temperatura	$\pm 2,0^\circ\text{C}$

Tabela 1– Especificações do sensor de temperatura e umidade DHT11.

Fonte: Autores (2021).

O sensor DHT11 descrito acima na Tabela 1 tem como característica principal a captação da temperatura, porém também é equipado para medição da umidade do mesmo ambiente. A placa de desenvolvimento Arduino Uno SMD utiliza um módulo ATmega328, e a estrutura de suas portas permite a utilização da conexão de jumpers com sensores, características que contribuíram para a escolha do componente neste projeto. Na Tabela 2 a seguir, há as especificações do módulo *bluetooth* utilizado no projeto, bem como o seu alcance, ou seja, a proximidade mínima necessária para que o *bluetooth* possa transmitir os dados obtidos.

Especificações	Valores
Dimensões	26,9mm x 13mm x 2,2mm
Protocolo Bluetooth	v2.0+EDR
Firmware	Linvor 1.8
Frequência	2.4GHz Banda ISM
Modulação	GFSK
Sensibilidade	Maior ou igual a 84dBm com 0.1% BER
Velocidade Assíncrona	2.1Mbps(Max)/160Kbps
Velocidade Síncrona	1Mbps/1Mbps
Segurança	Autenticação e Encriptação
Perfil	Porta serial Bluetooth
CSR chip	Bluetooth v2.0
Tensão	3.3V (2.7 a 4.2V)
Corrente	Pareado: 35mA Conectado: 8mA
Alcance	10m

Tabela 2 – Especificações do Módulo *Bluetooth* HC-05.

Fonte: Autores (2021).

Definidos os componentes, foi feita a montagem do projeto. Inicialmente, a pinagem entre o sensor de temperatura e umidade e o Arduino, através de jumpers ligados ao protoboard: o pino VCC do sensor, com o pino de 5V do Arduino. Em seguida, conectou-se o sensor ao pino 2 na placa por meio do resistor de 10 K Ω , este conectado ao segundo pino do sensor. E ainda, o GND (*Ground*) do sensor ao GND do Arduino. Feito isso, utilizou-se o código teste para o sensor DHT11, a fim de verificar a conexão executada.

Prosseguindo para conectar o módulo *bluetooth* ao Arduino, utilizando, também o protoboard, foi feito: a conexão entre o terra de ambos; o pino para alimentação “VCC” do módulo à entrada “3.3V” do Arduino; a porta “TX” do Arduino à entrada “RXD” do módulo *bluetooth*; e, por fim, a porta “RX” da placa à saída “TXT” do módulo. Já a conexão do *cooler* com o Arduino precisou-se utilizar o diodo, o transistor, o dissipador e o resistor de 1K Ω mencionados. O diodo, conectado em uma fonte externa de 12V, pôde ser ligado ao *cooler* e esses foram ligados ao transistor que está conectado ao pino 9 do Arduino através do resistor. O dissipador térmico foi utilizado no transistor, exercendo sua função de forma que o calor emitido pelo transistor foi absorvido, protegendo o equipamento e aumentando sua eficiência. Com essas conexões, tem-se o sistema de ventilação se comportando como saída, dependendo dos dados de entrada emitidos pelo sensor.

Para concluir o funcionamento da parte física, precisou ser realizada a construção do código na plataforma do Arduino, indicado pelo fluxograma da Figura 1. Onde foi feita a adição da biblioteca do sensor DHT11 ao código. Em primeiro lugar, o código verifica o sensor, e se necessário mostra uma mensagem para indicar que não está funcionando

ou está mal conectado. Então, quando funcionando corretamente, há a leitura e o envio da temperatura e da umidade captados pelo sensor, seguidos de uma condição para que o sistema de ventilação possa ser ligado. Finalizando, se o programa não é encerrado, o código se repete.

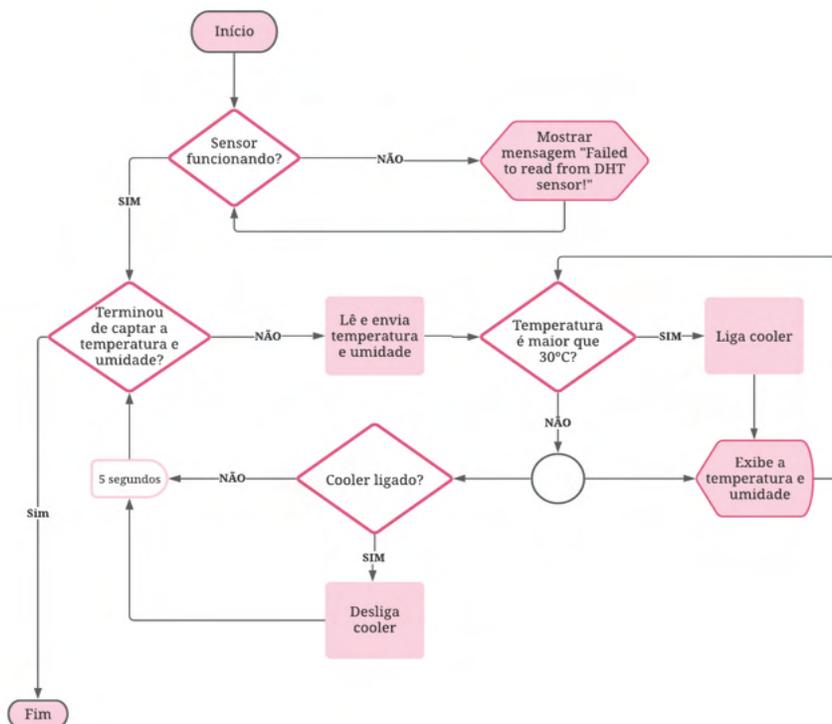


Figura 1 – Fluxograma indicando a relação entre o funcionamento do código na plataforma do Arduino e os sensores como componentes físicos.

Fonte: Autores (2021).

2.2 INTERFACE

Para o desenvolvimento inovativo do projeto descrito no tópico anterior, foi criada a interface a partir da plataforma *MIT App Inventor*. Assim, definiu-se as partes visuais da aplicação estabelecendo a localização dos botões, e das caixas para as respostas do sensor. Nesse momento, para fins estéticos e de organização, foi definida uma nova tela, a qual seria iniciada por meio de um botão e teria como finalidade a seleção de um dispositivo bluetooth. Após determinar os elementos necessários para o aplicativo móvel, foi possível realizar a construção do código e estabelecer a sua relação com os componentes do projeto, como apresentado pelo fluxograma da Figura 2.

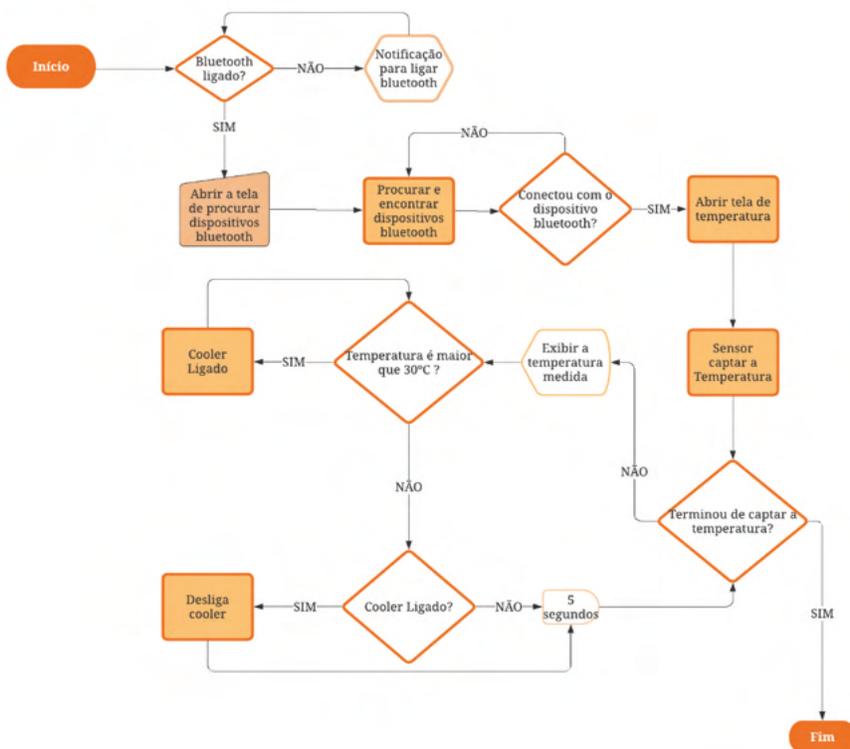


Figura 2 – Fluxograma indicando a relação entre o código e os componentes físicos da interface do aplicativo.

Fonte: Autores (2021).

A fim de estabelecer o fluxograma da Figura 2, usou-se a área *Blocks* da plataforma *MIT App Inventor*, onde pode ser realizada a programação dos componentes adicionados à parte visual. Quando a tela inicial do aplicativo abrisse caso o *bluetooth* do dispositivo não estivesse ligado, uma notificação para indicar que fosse ligado apareceria. Dessa forma, o botão *procurar* deveria ser clicado para que um dispositivo *bluetooth* próximo pudesse ser selecionado. Se nenhum dispositivo conectar, o processo de procurar é repetido, caso contrário a tela de temperatura se abre.

Ao abrir essa tela e receber os dados do sensor, os valores de temperatura e umidade irão aparecer, sendo a faixa em que a temperatura se encontra indicada por uma imagem de termômetro, onde será um termômetro vermelho para temperaturas quentes, azul para frias e preto para temperaturas ambiente. Ainda, ao lado da imagem aparecerá o estado do *cooler*, se estiver ligado: *on*; e desligado: *off*. Por fim, caso queira continuar a examinar as temperaturas obtidas, basta permanecer no aplicativo, senão, basta sair e

finalizar o *app*.

Para simplificar os testes do programa e definir o funcionamento do sistema de ventilação foram estabelecidos como limites de temperatura: acima de 30°C quente, abaixo de 20°C frio e entre ambas temperaturas, ambiente. Apesar disso, o código pode ser adaptado de acordo com sua finalidade. Por exemplo, em estufas a melhor temperatura de crescimento é de 21-24°C, o mínimo sendo 18.5°C e o máximo 26.5°C (JONES JR., 2002). Medicamentos a serem guardados em temperatura ambiente devem ser mantidos em um lugar bem ventilado, entre 15 e 25°C, ou até 30°C, dependendo da zona climática (HEWSON *et al.*, 2013). Assim, as temperaturas do código devem ser definidas conforme seu propósito.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a parametrização dos valores das temperaturas em três níveis: quente, ambiente e fria, foi verificado o funcionamento de todas as partes do projeto, tendo como resultado a visualização das medidas do ambiente como temperatura e umidade, por meio do aplicativo e em tempo real. Os resultados também incluíram o funcionamento do sistema de ventilação definido nos códigos desenvolvidos, se comportando de acordo com a variação de temperatura. A visualização desses, trata-se das telas da interface do aplicativo no dispositivo móvel, apresentada na Figura 3. A limitação do trabalho desenvolvido impõe que o dispositivo móvel deve estar nas proximidades do sensor para o alcance do sinal e a transmissão dos dados obtidos pelo mesmo sensor.



Figura 3 – Vistas das interfaces do aplicativo para controle de temperatura.

Fonte: Autores (2021).

A montagem do circuito está representada na Figura 4, com os *hardwares* mencionados na Tabela 3, sendo que sua esquematização está representada na Figura 5 com a pinagem realizada no projeto.

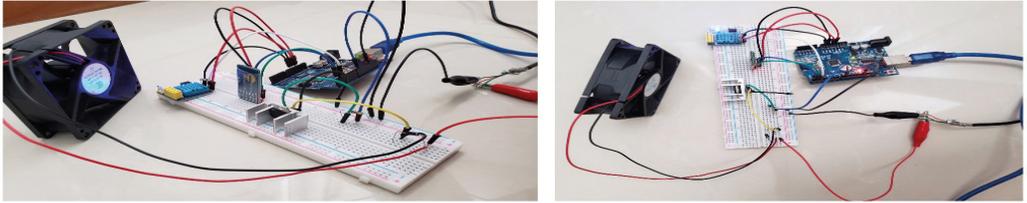


Figura 4 – Sistema para controle de temperatura e seus *hardwares*.

Fonte: Autores (2021).

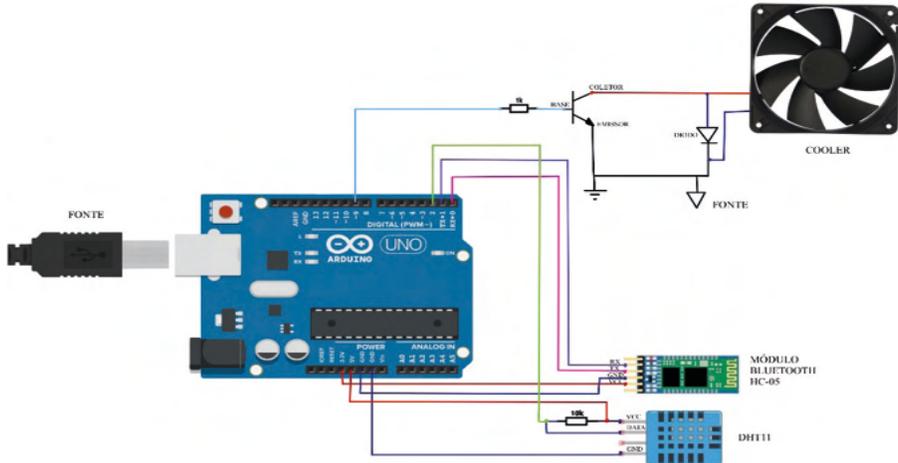


Figura 5 – Esquemático do hardware do sistema de controle de temperatura.

Fonte: Autores (2021).

Neste trabalho, foram adquiridas as partes físicas do projeto, consultados e estabelecidos os valores dos dispositivos e equipamentos. Na Tabela 3 são mostrados os valores de cada componente físico utilizado para a construção do projeto. Enquanto a Tabela 4 mostra alguns dos componentes apresentados na literatura que são utilizados atualmente em indústrias, sendo que a tabela tem valores (mínimo e máximo) que variam de acordo com a qualidade do componente, ou seja, variam de acordo com a precisão e a faixa de medição de temperatura requerida pelo setor industrial, comercial, médico ou residencial.

Dispositivo	Preço (R\$)
Arduino Uno SMD e Cabo de alimentação do hardware	56,91
Sensor de umidade e temperatura DHT11	21,76
Módulo Bluetooth HC-05	52,86
10 Resistores	1,43
Protoboard	19,80
65 unidades Jumpers	23,50
Smartphone Android	300,00*
Diodo 1N4007	0,10
Transistor NPN – TIP122	1,50
2 Garras jacaré	1,24
Cooler	9,00
Dissipador	3,12
Fonte de alimentação externa	40,00*

*Valores aproximados.

Tabela 3 – Valores dos dispositivos.

Fonte: Autores (2021).

Aparelho	Preço Mínimo (R\$)	Preço Máximo (R\$)
Termopar	13,50	2000,00
Termômetro Infravermelho	12,00	7000,00

Tabela 4 – Valores de alguns dos equipamentos apresentados na literatura.

Fonte: Autores (2021).

Além do benefício da visualização em tempo real, essa aplicação é vantajosa na questão do custo necessário para obtê-la. Em processos de produção, em laboratórios, indústrias, estufas e ainda outras áreas com a necessidade de controle de temperatura, aparelhos como termopar, termômetros digitais ou analógicos, infravermelho e de contato são utilizados para medir a temperatura. A Tabela 4 apresenta componentes presentes em um ambiente profissional que requer instrumentos de qualidade. Porém ao comparar os valores apresentados na Tabela 4 com os valores apresentados na Tabela 3, conclui-se vantajosa a utilização do sistema de controle desenvolvido como trabalho de inovação.

Outrossim, destaca-se a vantagem e facilidade proporcionada pelo aplicativo por ser controlada com valores digitais. Não precisa depender de um sistema analógico, que em casos de precisão, está sujeito a erros de paralaxe. Os ajustes de controle dado pela aplicação proporcionam uma precisão maior da temperatura a ser controlada e medida.

4 | CONCLUSÃO

Este trabalho desenvolveu um sistema de baixo custo composto de um aplicativo móvel, dispositivos eletrônicos e placas de desenvolvimento para controle de temperatura. Por ser um sistema de custo baixo, sua aplicação torna-se viável em diversas áreas comerciais, nas cadeias logísticas, nos processos industriais, nos transportes de produtos e uso em laboratórios. A inovação em destaque é descrita na literatura como etapas que começam a acontecer de forma rápida para criar produtos novos incrementando peças separadas em cima de uma infraestrutura já existente. Sobre o sistema desenvolvido, pode-se construir uma aplicação com conexão Wi-Fi ou Ethernet, de forma que a necessidade de proximidade com o dispositivo seja dispensável. Assim, será agregado valor ao projeto com um sistema baseado em uma estrutura IoT (*Internet of Things*) para controlar dispositivos eletrônicos em um sistema inteligente.

Ademais, a implementação de novos comandos ao aplicativo, como aumentar ou diminuir a temperatura com o auxílio de novos botões via interface e uso de ferramentas de ventilação, enriqueceria o atual sistema. Dessa forma, teria-se um sistema diferenciado, onde a temperatura seria controlada através de uma interface de fácil acesso, monitorada e controlada em tempo real a distância. Outra forma de incrementar o aplicativo seria o seu desenvolvimento em uma multiplataforma para que o aplicativo possa ser instalado em sistemas diferentes, como IOS e Android.

Da literatura, em Gunarathne e Kalingamudali (2019), foi desenvolvido um aplicativo que comunica com o sistema de controle inteligente para reduzir o consumo de energia. Há uma necessidade de revisar como a energia elétrica é utilizada, a fim de se evitar o seu desperdício. O uso racional da energia elétrica é um dos desafios aos sistemas elétricos de potência com a finalidade de diminuir o consumo de energia e por consequência reduzir custos econômicos. Nesse sentido, o sistema de controle de temperatura desenvolvido reduz o desperdício de energia dado que se evita o acionamento do sistema de ventilação na forma periódica e colabora com perdas indevidas de energia elétrica. O processo de ventilação somente será acionado quando os níveis de temperatura forem ultrapassados. Como trabalho futuro, sugere-se que seja desenvolvido uma pesquisa com a finalidade de medir o consumo de energia do sistema desenvolvido via uma interface e dispositivos, podendo ser mostrado os cálculos da redução do consumo.

Finalmente, numa pesquisa futura propõe-se desenvolver outros aplicativos para controle de irrigação, acesso a condomínios e para automação residencial. E ainda, é possível avaliar por usuários de várias áreas nessa pesquisa, se os aplicativos móveis atendem aos outros requisitos como: usabilidade, funcionalidade e eficiência.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ifes e ao CNPq pelo financiamento parcial deste trabalho, Edital PRPPG 02/2020 Pibic/Pivic, projeto nº PJ00004373/PT00008998.

REFERÊNCIAS

ARCELORMITTAL. Trabalhos Acadêmicos. Comunicação Privada. Período: 19/10/2020 a 22/10/2020.

CHOAB, Nouredine et al. **Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies.** Solar Energy, v. 191, p. 109-137, 2019.

CIRIELLO, Raffaele Fabio; RICHTER, Alexander; SCHWABE, Gerhard. **Digital innovation.** Business & Information Systems Engineering, v. 60, n. 6, p. 563-569, 2018.

GUNARATHNE, SBMSS; KALINGAMUDALI, S. R. D. **Smart Automation System for Controlling Various Appliances using a Mobile Device.** In: 2019 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT). IEEE, 2019. p. 1585-1590.

HEWSON, Campbell et al. **Personal medicines storage in New Zealand.** Journal of primary health care, v. 5, n. 2, p. 146-150, 2013.

JONES JR, J. Benton. **Tomato Plant Culture In the Field, Greenhouse, and Home Garden.** CRC Press, 2002.p. 18.

LIU, Zhuofu et al. **Design of vehicle-mounted medical temperature control system.** In: 2016 Sixth International Conference on Instrumentation & Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC). IEEE, 2016. p. 57-60.

MCRBERTS, Michael; BÁSICO, Arduino. tradução. Rafael Zanolli. **Arduino Básico.** Editora Novatec. São Paulo, p. 32, 2011.

MON, Y. **The Bluetooth based LED control for Arduino test platform by using mobile APP.** International journal of scientific & technology research, v. 4, n. 6, p. 330-332, 2015.

PINEM, Ave Adriana et al. **Designing a health referral mobile application for high-mobility end users in Indonesia.** Heliyon, v. 6, n. 1, p. e03174, 2020.

SAWIDIN, Sukandar; PONGO, Deitje S.; RAMSCHIE, Ali AS. **System Design Temperature and Humidity Control Room with Android.** International Journal of Computer Applications, v. 975, p. 8887.

SUBAHI, Ahmad F.; BOUAZZA, Kheir Eddine. **An Intelligent IoT-Based System Design for Controlling and Monitoring Greenhouse Temperature.** IEEE Access, v. 8, p. 125488-125500, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aplicativo 23, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 82, 91
Arduino 23, 25, 26, 27, 28, 32, 34, 69, 70, 71, 72, 77
Azure cognitive services 80, 81, 84

C

Cambio climático 1, 2
Cereal básico 1, 2, 3, 4
Cloudmersive 80, 81, 82, 84, 85, 88, 89, 90, 91
Comunicação sem fio 23, 24, 25
Controle Adaptativo 3, 57, 58
Controle de temperatura 3, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33

D

Daño a cultivo 1

E

Energia Solar Fotovoltaica 10

F

Fontes Alternativas de Energia 10
Fundos de investimento 35, 36, 37, 38, 39, 48, 54, 55

G

Google Cloud 45, 80, 81, 83, 85, 88, 89, 90, 91

I

Identificação de sistemas 57, 68
Inovação 23, 25, 32, 33

M

Modelo Computacional 10, 11, 13, 14, 16, 19, 20

O

OCR 82, 92
OCRSspace 80, 81, 82, 85, 88, 89, 90, 91

P

Perfil de investidor 35, 40, 45, 46

Placa de desenvolvimento 23, 26

Processamento de imagens 80, 82, 85, 91

R

Raspberry-Pi 4, 69, 70, 72, 74, 77, 78

Reconhecimento de texto 80, 83, 85

Redes Neurais Artificiais 2, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21

Rehabilitación de muñeca 4, 69, 70, 77

Rekognition 80, 81, 82, 84, 91

Robótica 57, 84

S

Sistema eletrônico agnóstico 35, 54

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 4

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 4

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br