

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Alexandre Henrique Soares de Queirós, 1812516

Bruno Fialho De Araújo, 1827085

Bruno Leonardo Rosa da Silva, 1827457

Cláudio Izeppato Del Priore, 1825081

Cléber Pereira de Oliveira, 1820744

Isaac Meneguini Albuquerque, 1808161

Toni de Almeida, 1818984

Vanderlei Aparecido de Lima, 1700762

UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS COM FUNDAMENTOS EM MACHINE LEARNING NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM ARDUÍNO: desafios e oportunidades consultando o Chat GPT

Link para vídeo no YouTube: <https://youtu.be/RllywqF6HbQ>

Guarulhos - SP
2023

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

**UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS COM FUNDAMENTOS EM
MACHINE LEARNING NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM
ARDUÍNO: desafios e oportunidades consultando o Chat GPT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia da Computação da Universidade Virtual do Estado de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia da Computação.

Orientador(a): Prof. Msa. Viviane Cristina Marques

Guarulhos - SP
2023

RESUMO

A inteligência artificial (IA) é um ramo da Ciência da Computação que busca desenvolver máquinas capazes de realizar tarefas que imitam inteligência humana, como reconhecimento de padrões, aprendizado, raciocínio e tomada de decisões. A IA pode ser aplicada em diversas áreas, como saúde, finanças, educação, transporte, entre outras. Existem várias abordagens para a construção de sistemas com o uso de IA, como redes neurais artificiais, algoritmos genéticos e lógica difusa. O objetivo desta monografia é explorar como a utilização de Inteligência Artificial pode ser empregada no desenvolvimento de projetos que envolvem o uso de Arduino. Para isso, serão examinados os resultados providos pela inteligência artificial ao inserir como dados de entrada informações e diretrizes para o desenvolvimento de um protótipo de controle de reservatório de água utilizando-se o hardware Arduino. Entre as principais dificuldades e desafios, está a necessidade de treinamento adequado do modelo de IA, que deve ser capaz de compreender a linguagem natural e gerar respostas que sejam úteis para o controle de dispositivos eletrônicos. Além disso, é preciso levar em consideração a questão da ética e privacidade dos dados, uma vez que o uso de dados sensíveis pode ser necessário para a implementação de projetos com IA.

Por meio dessa pesquisa, espera-se fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias que possibilitem a utilização segura e eficiente de IA no contexto do desenvolvimento de projetos com Arduino. Além disso, espera-se contribuir para o debate acerca do papel da IA na transformação do mercado de trabalho e na sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: *Inteligência Artificial; Tecnologia da Computação; Automação.*

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is a branch of computer science that seeks to develop machines capable of performing tasks that mimic human intelligence, such as pattern recognition, learning, reasoning, and decision making. A IA pode ser aplicada em diversas áreas, como saúde, finanças, educação, transporte, entre outras. There are several approaches to building systems with the use of AI, such as artificial neural networks, genetic algorithms, and diffuse logic. The purpose of this paper is to explore how the use of Artificial Intelligence can be employed in the development of projects involving the use of Arduino. For this, the results provided by artificial intelligence will be examined when entering as input data information and guidelines for the development of a water reservoir control prototype using Arduino hardware.

Among the main difficulties and challenges is the need for proper training of the AI model, which must be able to understand natural language and generate responses that are useful for the control of electronic devices. In addition, it is necessary to consider the issue of ethics and data privacy, since the use of sensitive data may be necessary for the implementation of AI projects.

Through this research, it is expected to provide subsidies for the development of strategies that enable the safe and efficient use of AI in the context of the development of projects with Arduino. In addition, it is expected to contribute to the debate about the role of AI in transforming the labor market and society.

KEYWORDS: *Artificial Intelligence; Computer Technology; Automation*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Arduino NANO 33 IoT.....	3
Figura 2: Arduino USB-V2.....	3
Figura 3: "Wiring", precursor do Arduino	4
Figura 4: Arduino Education Starter Kit	6
Figura 5: Exemplo de uso da IA.....	11
Figura 6: Especificação técnica Arduino Uno R3	14
Figura 7: Especificação técnica Microcontrolador ESP32 integrado com Chipset LoRa SX127x	15
Figura 8: Interação inicial com o ChatGPT.....	19
Figura 9: Sugestões de projetos fornecidos pelo ChatGPT	20
Figura 10: Refinando a pesquisa no ChatGPT	22
Figura 11: Montagem dos componentes 1	23
Figura 12: Montagem dos componentes 2	23
Figura 13: Código gerado através do ChatGPT	24
<i>Figura 14: Compilação do código</i>	<i>25</i>
Figura 15: Validação da montagem e códigos	26
Figura 16: Códigos gerados pelo ChatGPT.....	27
Figura 17: Validação e testes	27
Figura 18: Validação e testes	28
Figura 19: Feedback aos desenvolvedores	29

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Características da bomba d'água	16
Tabela 2: Características dos sensores	16
Tabela 3: Componentes	24
Tabela 4: Componentes	26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DESENVOLVIMENTO	2
2.1. Introdução sobre Arduino	2
2.1.1. História do Arduino	3
2.2. O Arduino e a Educação	4
2.2.1. Uso do Arduino na Educação	5
2.3. Uso Do Arduino No Âmbito Profissional	6
2.3.1. Exemplos de projetos bem-sucedidos que utilizam Arduino	8
2.4. Inteligência Artificial	8
2.4.1. Principais Áreas de Atuação da IA	9
2.4.2. O ChatGPT	10
2.5. Internet das Coisas (IoT)	11
2.5.1. Principais aplicações de usos de IoT	12
2.5.2. Desenvolvimento de Protótipos IoT	13
2.6. Materiais	13
2.6.1. Kit de prototipagem eletrônica Arduino Uno R3	14
2.6.2. Microcontrolador ESP32 e transceptor SX127x	14
2.6.3. Bomba de água	15
2.6.4. Sensores	16
2.7. Métodos	16
2.7.1. Preparação do ambiente de desenvolvimento	17
2.7.2. Alimentação da inteligência artificial com parâmetros	17
2.7.3. Coleta dos dados fornecidos pela inteligência artificial	17
2.7.4. Montagem de protótipo	17
2.7.5. Análise de dados coletados	18
2.7.6. Discussão dos resultados	18
2.7.7. Conclusões	18
3. RESULTADOS	18
3.1. Solução	18
3.1.1. Montagens, Validação e teste	21
3.1.2. Programando o Arduino	26
3.1.3. Validação e Testes	27
3.1.4. Interação com a ferramenta	28
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
5. REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

Desde a sua concepção, a inteligência artificial (IA) tem sido vista como um campo de pesquisa promissor para a solução de diversos problemas complexos, tais como a automação de processos, a tomada de decisões e o reconhecimento de padrões. Com o avanço da tecnologia, a IA tem se tornado cada vez mais presente em nosso cotidiano, influenciando diretamente o modo como vivemos e trabalhamos.

Outro avanço notório é a expansão de aplicações da Internet das Coisas (IoT) onde segundo pesquisa (CONSULT, 2022) estima-se que mais de 27 bilhões de dispositivos conectados até 2025 sendo uma tendência a junção de IoT com Inteligência Artificial e com a Ciência de Dados.

O presente trabalho de conclusão de curso (TCC) tem como objetivo explorar a utilização da IA na criação de protótipos funcionais, buscando identificar suas potencialidades, limitações e desafios. A problemática da pesquisa consiste em compreender como a IA pode ser aplicada no desenvolvimento de protótipos funcionais, quais os benefícios e riscos envolvidos e como essa tecnologia pode influenciar a forma como protótipos são criados no futuro.

Os objetivos gerais e específicos deste trabalho são, respectivamente, analisar o estado da arte da aplicação da IA na criação de protótipos, identificar as principais vantagens e limitações dessa abordagem e propor diretrizes para a utilização da IA na criação de protótipos funcionais. Para atingir esses objetivos, será adotada uma metodologia de revisão sistemática da literatura e análise qualitativa dos resultados encontrados.

A criação de protótipos funcionais é um dos principais obstáculos que as empresas e organizações enfrentam ao buscar inovar e desenvolver novos produtos e serviços. A validação de um projeto e a identificação de problemas e limitações antes de sua produção em larga escala são cruciais nesta fase. Para otimizar esse processo, a Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma ferramenta promissora.

A relevância do tema está no fato de que a IA pode ser uma alternativa eficiente para tornar a criação de protótipos mais rápida, precisa e econômica. A IA pode ajudar a otimizar a seleção de materiais, a criação de desenhos e modelos 3D, a análise de dados e a simulação de cenários, entre outras aplicações. Além disso, a utilização da IA pode contribuir para uma redução significativa de erros e falhas, o que pode diminuir custos e prazos no processo de

desenvolvimento. A problemática da pesquisa consiste em compreender como a IA pode ser aplicada levantando quais os benefícios e riscos envolvidos e como essa tecnologia pode influenciar a forma como protótipos serão criados no futuro.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Introdução sobre Arduino

O Arduino é uma ferramenta de hardware e software de código aberto e fácil de usar, projetada para entusiastas de eletrônica, engenheiros e estudantes que desejam criar programas interativos.

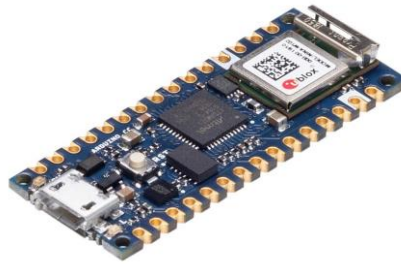
O projeto Arduino foi desenvolvido com base no conceito de “computação física”, que busca integrar computadores e dispositivos eletrônicos em atividades interativas.

O Arduino consiste em uma placa de circuito com um microcontrolador e um sistema de entrada e saída que permite a conexão de vários sensores, atuadores e outros componentes eletrônicos. O microcontrolador utilizado na placa Arduino é programável e pode ser programado na linguagem C/C++ utilizando o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) fornecido pelo Arduino. Um IDE é uma interface gráfica do usuário que permite escrever, compilar e fazer upload de código para a placa Arduino.

Uma das características mais importantes do Arduino é a sua acessibilidade. O hardware é barato e amplamente disponível em lojas de eletrônicos e online. Além disso, este software é gratuito e pode ser baixado do site oficial do Arduino.

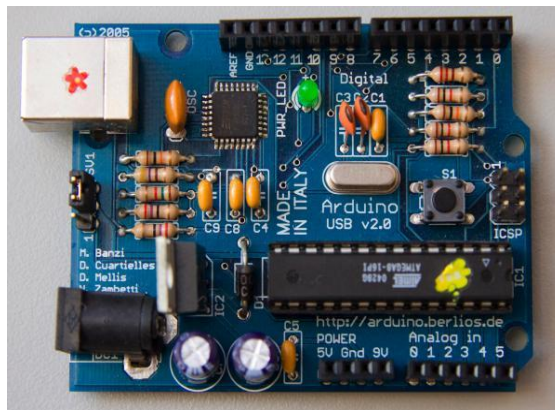
Desde o seu lançamento em 2005, o Arduino se tornou muito popular em todo o mundo e tem sido usado em uma ampla variedade de projetos, incluindo robótica, arte interativa, dispositivos domésticos inteligentes e muito mais. A comunidade Arduino é muito ativa e continua a desenvolver novas bibliotecas e exemplos, além de criar projetos interessantes e inovadores que são compartilhados on-line.

Figura 1: Arduino NANO 33 IoT



Fonte: www.arduino.cc (2021)

Figura 2: Arduino USB-V2



Fonte: www.docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-usb (2023)

2.1.1. História do Arduino

A história do Arduino começa em 2003, quando um grupo de estudantes de design da Interaction Design Institute Ivrea, na Itália, trabalhou em um projeto de prototipagem eletrônica para seus estudos acadêmicos. Os estudantes, liderados por Massimo Banzi, basearam seu projeto em um microcontrolador ATMELE AVR programável que era fácil de usar e podia ser programado em linguagem C/C++.

O projeto inicial foi chamado de "Wiring" e o grupo o usou para criar projetos interativos para apresentações de arte e design. Em 2005, o grupo decidiu criar uma versão simplificada do projeto Wiring, que pudesse ser usada por outros estudantes e entusiastas da área de eletrônica.

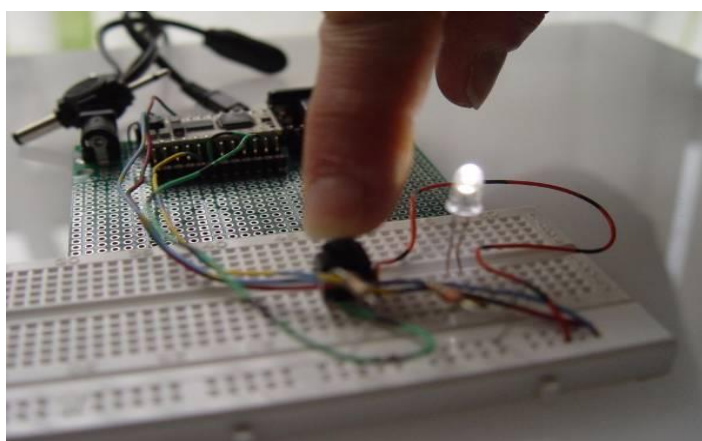
Essa versão simplificada foi chamada de "Arduino" e foi lançada como uma plataforma de hardware e software livre de fácil utilização.

Fato curioso: O nome "Arduino" foi inspirado em um bar local frequentado pelo grupo em Ivrea, na Itália.

O objetivo do projeto Arduino era fornecer uma plataforma de prototipagem eletrônica acessível e fácil de usar, que permitisse que pessoas com pouca ou nenhuma experiência em eletrônica pudessem criar projetos interativos. A placa Arduino consiste em um microcontrolador programável, uma série de pinos de entrada e saída e uma interface USB para conectar a placa a um computador.

O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino é gratuito e pode ser baixado no site oficial. Ele permite que os usuários escrevam, compilem e enviem código para a placa Arduino em linguagem C/C + +. Existem também muitas bibliotecas e exemplos disponíveis na comunidade Arduino, o que facilita o desenvolvimento de projetos.

Figura 3: "Wiring", precursor do Arduino



Fonte: <https://arduinohistory.github.io> (2003)

2.2. O Arduino e a Educação

Arduino é uma plataforma eletrônica que permite a criação de projetos de automação e robótica de forma simples e acessível. Por isso, tem sido cada vez mais utilizado em escolas como ferramenta para o ensino de programação, eletrônica e ciência.

Com o Arduino, os alunos podem desenvolver projetos reais, como robôs, sistemas de automação residencial, sensores de temperatura, entre outros. Além disso, a plataforma é de baixo custo, o que a torna acessível para muitas escolas.

O uso do Arduino em sala de aula também pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades importantes, como a criatividade, o pensamento crítico e a resolução de problemas. Além

disso, a plataforma permite que os alunos aprendam de forma prática, o que pode aumentar o interesse pela disciplina e facilitar a compreensão de conceitos teóricos.

Para ajudar os professores a utilizar o Arduino em sala de aula, existem diversos recursos e materiais de aprendizagem disponíveis online. Eles incluem tutoriais, projetos prontos, fóruns de discussão e outras ferramentas.

Um dos sites de referência sobre Arduino na educação é o Arduino Education, que oferece uma série de recursos e soluções para professores e alunos. Outra opção é o site da Fundação Arduino, que disponibiliza diversos projetos, tutoriais e materiais de aprendizagem.

Em resumo, o Arduino pode ser uma ferramenta poderosa para o ensino de programação e eletrônica em escolas. Com ela, os alunos podem desenvolver projetos reais e aprender de forma prática, o que pode aumentar o interesse e o engajamento na disciplina.

2.2.1. Uso do Arduino na Educação

O Arduino já é introduzido em diversas partes do mundo em setores educacionais. Um dos exemplos são os kits educacionais oferecidos pela Arduino Education, que contemplam três fases de aprendizado: Middle School (11-14 anos), High School (14-17 anos) e University (17+ anos).

A certificação em Arduino, também oferecida pela Arduino Education, é disponibilizada para alunos a partir dos 14 anos, considerando o nível High School. Cada tentativa deve ser adquirida, através da plataforma da Arduino Education, e essa tentativa de certificação consiste em uma prova online contendo 36 questões, com o tempo-limite de 75 minutos.

O certificado oficial Arduino é um documento que atesta a competência em assuntos relacionados à Arduino. Cada certificado conta com um QR Code único, que permite a validação online em Tempo Real, tornando o certificado impassível de forja ou cópia.

como temperatura, pressão e umidade, permitindo que os operadores monitorem a qualidade do produto em tempo real e façam ajustes quando necessário.

Também devemos mencionar o uso de Arduino em outros setores, como o da Aviação, onde o Arduino é aplicado na segurança dos aeroportos e companhias aéreas. A empresa RIoT Secure trabalha diretamente com o Grupo de Apoio em Solo da SAS (Scandinavian Airlines), utilizando soluções baseadas em MKR, produto OPEN SOURCE da Arduino, para prevenir o vazamento de informações ou acessos a conteúdos e áreas privadas por pessoas não-autorizadas.

Um dos exemplos do uso dessa solução é a checagem em tempo real de “geo-limitações”, evitando que pessoas adentrem zonas restritas. Um outro exemplo da utilização de Arduino consiste inclusive nos acessos dados aos funcionários, onde os mesmos devem utilizar crachás com tecnologia de identificação por radiofrequência para acesso a ambientes restritos e manuseamento de equipamentos.

Há vários setores onde o Arduino pode ser inserido, dentre eles, destacamos os seguintes:

- Área da Saúde: Há exemplos, hoje em dia, que agem diretamente no controle de acessos e visitas à pacientes.

- Modernização de Negócios: Muitos negócios sofreram com a recente pandemia de COVID-19, e uma das aplicações do Arduino consiste na consciência do distanciamento social, onde filas inteligentes, sensores de distanciamento social, interações com interfaces ‘touchless’, são facilitados pelo Arduino.

- Cidades Inteligentes: Manuseamento de dados em tempo real podem ser adquiridos facilmente utilizando a tecnologia “Arduino IoT Cloud”, facilitando a saúde, segurança e qualidade de vida dos cidadãos com o uso dessa tecnologia, por meio da implementação em lixeiras, árvores, radares. São inúmeras possibilidades

- Agricultura Inteligente: Desde monitoramento de gado até a colheita inteligente, o Arduino promove monitoramentos de irrigação, controle de plantação, tudo com uma interface fácil de utilizar. O

agricultor tem fácil acesso aos dados de sua fazenda, e com isso o desperdício cai exponencialmente enquanto a colheita é aperfeiçoada.

2.3.1. Exemplos de projetos bem-sucedidos que utilizam Arduino

- OpenBCI - uma plataforma de interface cérebro-computador (BCI) de código aberto, que usa o Arduino para controlar os eletrodos e registrar os sinais cerebrais. O OpenBCI é usado em pesquisa, arte e design para criar experiências interativas.
- FarmBot - um robô agrícola de código aberto, que usa o Arduino para controlar os motores e sensores. O FarmBot pode plantar, regar e colher automaticamente, e pode ser programado para trabalhar em diferentes áreas de cultivo.
- Makey Makey - uma placa de interface de hardware que permite transformar objetos do cotidiano em controladores de computador. O Makey Makey usa o Arduino para detectar quando um objeto é tocado e envia um sinal para o computador.
- RepRap - uma impressora 3D de código aberto, que usa o Arduino para controlar os motores e sensores. O RepRap é uma das primeiras impressoras 3D de código aberto e ajudou a impulsionar o movimento maker e DIY (Faça Você Mesmo).
- SmartCitizen - um projeto de monitoramento ambiental de código aberto, que usa o Arduino para coletar dados ambientais, como temperatura, umidade e qualidade do ar. O SmartCitizen é usado em projetos de pesquisa, planejamento urbano e engajamento cívico.

2.4. Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial (IA) é uma área da ciência da computação que tem como objetivo criar sistemas que apresentem características de inteligência humana, como aprendizado, raciocínio, tomada de decisão e percepção. A concepção da IA remonta ao final dos anos 1940, quando cientistas como John von Neumann e Norbert Wiener começaram a explorar a ideia de que máquinas poderiam ser programadas para realizar tarefas intelectuais. No início dos anos 1950, o matemático britânico Alan Turing, propôs um teste para determinar se uma máquina pode ser considerada inteligente: o teste de Turing (TURING,1950), que consiste em avaliar se um humano pode distinguir, apenas pela comunicação escrita, se está interagindo com outro humano ou com uma máquina.

Nos anos seguintes, a IA passou por diversas evoluções, com o desenvolvimento de técnicas como redes neurais artificiais, lógica difusa e sistemas especialistas. Nesse período, cientistas criaram algoritmos simples, como o (“Perceptron”, 1958), uma rede neural artificial capaz de reconhecer padrões em imagens, e o sistema especialista, um programa que usa regras de conhecimento para tomar decisões.

Nos últimos anos, houve um grande aumento no interesse pela IA, impulsionado pelo crescimento da capacidade de processamento e armazenamento de dados, bem como pelo desenvolvimento de algoritmos mais avançados, como *deep learning* e processamento de linguagem natural conforme (TELES, 2020).

Hoje, a IA é usada em diversas aplicações práticas, como assistentes virtuais, sistemas de reconhecimento de voz e imagem, sistemas de recomendação, carros autônomos e jogos. A tecnologia continua a evoluir rapidamente, impulsionada por pesquisas em áreas como redes neurais profundas, aprendizado por reforço e sistemas multiagentes.

Apesar dos avanços na área, a IA ainda enfrenta desafios, como a necessidade de garantir a segurança e privacidade dos dados, além de lidar com questões éticas e de responsabilidade. Um estudo (Panorama,2022) consolidado pela Divisão de Ciência, Tecnologia e Inovação do Ministério das Relações Exteriores de diversos países apresenta um relatório de políticas de IA em diversos países e a criação de institutos e programas governamentais para pesquisa em IA destacando sua importância para o desenvolvimento socioeconômico e a necessidade de cooperação internacional. Também aborda questões éticas e legais relacionadas à IA e a necessidade de políticas para abordá-las, concluindo que é necessário um compromisso de longo prazo dos governos para criar um ambiente favorável à inovação e desenvolvimento de tecnologias de IA.

2.4.1. Principais Áreas de Atuação da IA

Existem diversos tipos de IA, abaixo listamos as principais:

- **Aprendizado de máquina (*Machine Learning*):** É uma técnica de IA que permite que o sistema aprenda a partir de dados e experiências. Ele usa algoritmos para identificar padrões nos dados e, em seguida, usa esses padrões para fazer previsões ou tomar decisões. Os assistentes virtuais usam o aprendizado de máquina para entender e responder às perguntas dos usuários de forma cada vez mais precisa.
- **Redes Neurais Artificiais (Artificial Neural Networks):** É um conjunto de algoritmos de aprendizado de máquina que imita o funcionamento do cérebro humano. Ele usa camadas de neurônios artificiais para processar informações e aprender com ela. Um exemplo desse tipo de IA é o reconhecimento de voz usa redes neurais para identificar as palavras faladas pelos usuários.
- **Processamento de Linguagem Natural (*Natural Language Processing - NLP*):** É uma área da IA que lida com a interação entre seres humanos e computadores usando linguagem

natural. Ele permite que os computadores entendam e gerem texto e discurso. Os chatbots usam NLP para entender as perguntas e fornecer respostas adequadas aos usuários.

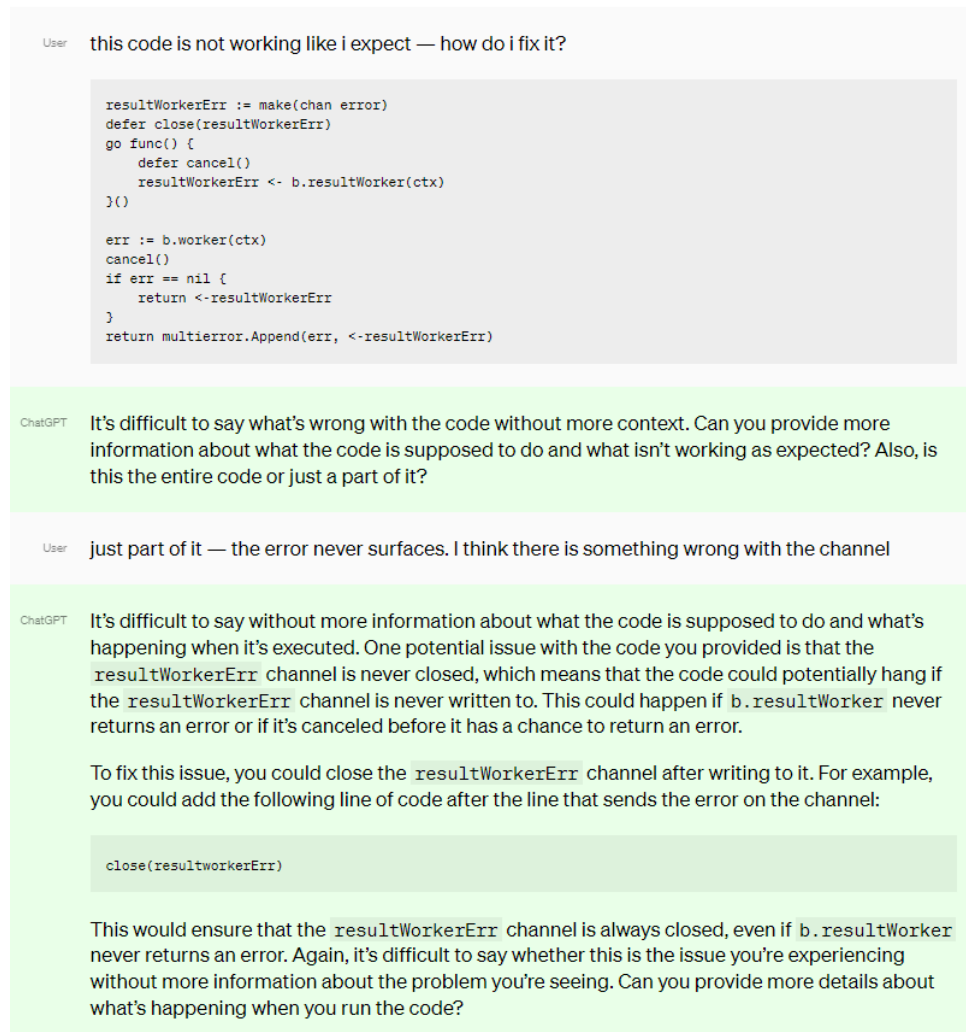
- Visão Computacional (*Computer Vision*): É uma área da IA que permite que as máquinas entendam e interpretem informações visuais a partir de imagens ou vídeos. A tecnologia de reconhecimento facial usa visão computacional para identificar e autenticar indivíduos.
- Robótica: É uma área da IA que envolve o uso de robôs para automatizar tarefas e realizar atividades complexas. Os robôs de produção em fábricas podem ser programados para executar tarefas repetitivas e de alta precisão, aumentando a eficiência e a produtividade.

2.4.2. O ChatGPT

O ChatGPT é uma inteligência artificial treinada desenvolvida pela OpenAI, segundo a empresa, seguem um modelo de negócio híbrido entre companhia com fins lucrativos e sem fins lucrativos, chamando-a de companhia de “lucro limitado” (BROCKMAN; SUTSKEVER, 2019).

O ChatGPT é treinado para seguir uma instrução, que é inserida por meio de texto em um console, e devolver ao usuário uma resposta detalhada. Ainda se encontra em fase de teste aberto ao usuário, que pode utilizá-lo sem restrições e em troca, prove feedbacks para o aprimoramento da IA. Este é um componente muito importante em nosso projeto, pois ele fornecerá, com base nos parâmetros inseridos pelo grupo, instruções para a construção do protótipo do controle de nível de reservatório e códigos de instrução para o Arduino. Assim, através da construção do protótipo sugerido por ele, coletaremos e analisar os dados. Na Figura 8, pode-se ver um exemplo de interação entre a IA e um usuário que a utiliza para ajudá-lo na correção de um código.

Figura 5: Exemplo de uso da IA



Fonte: <https://www.openai.com/blog/chatgpt> (2022)

2.5. Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT) é uma rede de dispositivos físicos conectados à Internet, que trocam dados entre si por meio de sensores, software e outras tecnologias. Essa tecnologia é possível graças aos avanços recentes em sensores de baixo custo, conectividade, computação em nuvem, big data, análise avançada, aprendizado de máquina e inteligência artificial conversacional. Atualmente, há mais de 7 bilhões de dispositivos IoT conectados em todo o mundo, um número que deve crescer para 10 bilhões em 2020 e 22 bilhões em 2025. (ORACLE, 2014)

A Internet das Coisas (IoT) é um conceito que se refere à interconexão digital de dispositivos físicos, veículos, edifícios e outros objetos por meio da internet, permitindo que

estes se comuniquem e troquem informações entre si e com o ambiente em que estão inseridos. A ideia de conectar dispositivos à internet não é nova, mas o termo IoT surgiu em 1999, em uma apresentação da Procter & Gamble na Auto-ID Center, uma iniciativa de pesquisa do MIT (Massachusetts Institute of Technology) que buscava desenvolver uma tecnologia para conectar objetos do mundo físico à internet.

2.5.1. Principais aplicações de usos de IoT

- Casa inteligente: um sistema de automação residencial que permite controlar a iluminação, temperatura, eletrodomésticos e outros dispositivos por meio de um smartphone ou assistente virtual.
- Monitoramento de saúde: dispositivos como relógios e pulseiras inteligentes que monitoram os sinais vitais, atividade física e sono do usuário, enviando dados para um aplicativo no smartphone.
- Logística e transporte: sensores instalados em caminhões, contêineres e outros veículos que permitem rastrear a localização, temperatura e condições dos produtos transportados em tempo real.
- Agricultura de precisão: sensores instalados em plantações que monitoram a umidade, temperatura e fertilidade do solo, permitindo que os agricultores tomem decisões mais precisas sobre o plantio e manejo das culturas.
- Indústria 4.0: sensores instalados em máquinas e equipamentos que monitoram o desempenho e o uso de energia, permitindo a manutenção preventiva e otimização da produção.
- Cidades inteligentes: sensores instalados em postes de iluminação pública que detectam a presença de pedestres e veículos, permitindo o ajuste automático da iluminação e redução do consumo de energia.
- Energia renovável: sensores instalados em painéis solares e turbinas eólicas que monitoram a produção de energia, permitindo o ajuste automático da produção de acordo com as condições climáticas.
- Wearables para pets: dispositivos como coleiras inteligentes que permitem monitorar a localização, atividade e saúde do animal de estimação, enviando dados para um aplicativo no smartphone do dono.
- Varejo inteligente: sensores instalados em prateleiras e produtos que monitoram o estoque e o comportamento dos consumidores, permitindo ajustes na exposição e oferta de produtos.

- Saúde pública: sensores instalados em locais públicos que monitoram a qualidade do ar e a presença de poluentes, permitindo que as autoridades tomem medidas para reduzir a poluição e proteger a saúde dos cidadãos

2.5.2. Desenvolvimento de Protótipos IoT

O desenvolvimento de protótipos IoT é uma etapa fundamental no processo de criação de soluções baseadas em IoT. Ele permite testar e validar o conceito de forma prática, identificar problemas e aprimorar a solução. Existem diversas plataformas e kits de desenvolvimento disponíveis no mercado que facilitam o processo de prototipagem, como o Arduino, Raspberry Pi e ESP32.

Para desenvolver um protótipo IoT, é necessário definir os requisitos funcionais e não-funcionais da solução, escolher os componentes e sensores necessários, definir a arquitetura da solução, desenvolver o software e configurar a plataforma de nuvem ou servidor para receber e armazenar os dados coletados pelos sensores. É importante também garantir a segurança da solução, protegendo os dados e dispositivos contra-ataques.

A prototipagem IoT pode ser realizada em diversas áreas, desde agricultura, saúde, indústria até residências inteligentes. Um exemplo de aplicação é a agricultura de precisão, que utiliza sensores para coletar dados sobre o solo, clima e cultivo, permitindo que os agricultores melhorem a eficiência e produtividade das plantações.

2.6. Materiais

A prototipação proposta para a elaboração desta monografia, construção de controle de nível de reservatório, envolve a integração de diversos componentes eletrônicos e software, sendo assim, de grande importância a descrição detalhada destes componentes, seja para que o leitor esteja informado dos requisitos necessários para a obtenção dos resultados deste projeto, ou seja, para a replicação deste estudo em laboratório ou até mesmo para produção deste equipamento para uso. Além da replicação deste projeto, busca-se informar sobre as novas tecnologias no âmbito da inteligência artificial, o que pode fomentar o surgimento de novos estudos e projetos explorando o potencial do desenvolvimento assistido por IA.

No desenvolvimento deste projeto, foram utilizados materiais como circuitos elétricos, sensores, microcontroladores e softwares de desenvolvimento de código e inteligência artificial. No decorrer deste tópico, apresentaremos a descrição destes componentes, assim como sua função dentro do escopo do projeto.

2.6.1. Kit de prototipagem eletrônica Arduino Uno R3

O Arduino Uno R3 é uma placa 8 bits com 14 pinos digitais, 6 entradas analógicas. Ele será o responsável por receber os parâmetros de controle de nível de água de um meio externo, como um smartphone e recepção dos dados dos sensores, que informarão o nível de água para o usuário. Os dados técnicos são fornecidos na Figura 6:

Figura 6: Especificação técnica Arduino Uno R3

Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

Fonte: www.Arduino.cc (2021)

2.6.2. Microcontrolador ESP32 e transceptor SX127x

O Microcontrolador ESP32 é um potente chip, possui um baixo consumo energético e já possui suporte para protocolo Wi-Fi e Bluetooth integrado, porém, para a nossa aplicação, será necessário um utilizar o protocolo de comunicação LoRa (Long Range), que nos permitirá ter maior alcance entre os dispositivos comunicantes. O transceptor SX127x é um módulo que pode ser acoplado ao chip ESP32, expandindo os protocolos de comunicação suportados pelo projeto. Os dados técnicos são fornecidos na Figura 7.

Figura 7: Especificação técnica Microcontrolador ESP32 integrado com Chipset LoRa SX127x

Parameters	Description
Master Chip	ESP32 (240MHz Tensilica LX6 dual-core+1 ULP, 600 DMIPS)
LoRa Chipset	SX1276/SX1278
USB to Serial Chip	CP2102
Frequency	470~510 MHz, 863~923 MHz
Max TX Power	19dB \pm 1dB
Receiving sensitivity	-135 dBm
Wi-Fi	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps)
Bluetooth	Bluetooth V4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specification
Hardware Resource	UART x 3; SPI x 2; I2C x 2; I2S x 1; 12-bits ADC input x 18; 8-bits DAC output x 2; GPIO x 22, GPI x 6
Memory	8MB(64M-bits) SPI FLASH; 520KB internal SRAM
Interface	Micro USB x 1; LoRa Antenna interface(IPEX) x 1; 18 x 2.54 pin x 2
Battery	3.7V Lithium (SH1.25 x 2 socket)
Operating temperature	-20 ~ 70 °C
Dimensions	51 x 25.5 x 10.6 mm
Low Power	Deep Sleep 800 μ A
Display Size	0.96-inch OLED

Fonte: www.Arduino.cc (2021)

2.6.3. Bomba de água

A bomba de água utilizada no trabalho tem as características descritas na tabela 3:

Tabela 1: Características da bomba d'água

Características	Valores
Potência	0,5 HP
Tensão	110V
Altura máxima de	7m
Fluxo máximo de água	1,8m³/h
Altura máxima de	8m

Fonte: Autores (2023)

2.6.4. Sensores

Os sensores utilizados no projeto terão a função de monitorar os níveis dos líquidos e tem suas características descritas na tabela 4:

Tabela 2: Características dos sensores

Características	Valores
Pressão máxima de trabalho	2 bar
Temperatura de trabalho	-10°C a 100°C
Densidade mínima do líquido	0,76

Fonte: Autores (2023)

2.7. Métodos

A metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto envolve revisão bibliográfica e pesquisa exploratória com a pesquisa, coleta de dados, análise e desenvolvimento do projeto, observação e coleta de dados. Experimentaremos diversos parâmetros de entrada para que a IA gere um resultado, e com posse desses dados, realimentaremos a IA refinando esses dados, até que se obtenha um produto viável ou que cheguemos à conclusão de que a tecnologia de IA que possuímos atualmente não permite o desenvolvimento de projetos complexos. Essa metodologia, que emprega dados obtidos anteriormente de maneira cíclica e sistêmica, é conhecida como Raciocínio Baseada em Casos (Case Based Reasoning). Como descrito (Aamodt & Plaza, 1994), este processo consiste na adoção de uma técnica chamada de “Os quatro Rs”, recuperar, reutilizar, revisar e reter. A IA recupera soluções já exploradas para o problema proposto, reusa a solução proposta, revisa e adapta a solução e por fim, retém a nova solução uma vez confirmada e validada. Os passos para a obtenção dos resultados serão descritos minuciosamente, de forma a permitir a replicação dos resultados obtidos.

2.7.1. Preparação do ambiente de desenvolvimento

Para dar início ao desenvolvimento do projeto, realizamos o download e a instalação da ferramenta de desenvolvimento Arduino IDE. Decidimos este como primeiro passo pois a ferramenta seria necessária constantemente para executar os testes dos códigos gerados pela IA. O download e uso do Arduino IDE é gratuito, podendo ser realizado no site da companhia (www.Arduino.cc/en/software).

2.7.2. Alimentação da inteligência artificial com parâmetros

A inteligência artificial escolhida para o desenvolvimento deste projeto é o ChatGPT da OpenAI. Este software é operado através do browser, não necessitando nenhum download ou instalações prévias por parte do usuário, sendo necessário apenas uma conexão com a internet e um login de usuário que pode ser feito ao acessar a aplicação pela primeira vez. O uso desta ferramenta é gratuito, e pode ser feito no site da OpenAI (www.openai.com/blog/chatgpt).

A IA será alimentada com dados fornecidos pelos autores, e os dados consistem em uma mescla de informações obtidas através das fichas técnicas dos componentes que integrarão o projeto e das funcionalidades e eficiência esperadas pelos autores, ou seja, informaremos a inteligência artificial como esperamos que o protótipo se comporte.

2.7.3. Coleta dos dados fornecidos pela inteligência artificial

Os dados que esperamos que a IA nos forneça são diagramas para a integração dos componentes de modo que operem otimizados para melhor performance e eficiência energética e os códigos de operação do Arduino. Os dados coletados serão testados, e serão submetidos a nova análise da IA até exaurimos as otimizações que podem ser feitas pela IA. Assim, esperamos ser capazes de afirmar se a IA pode gerar um produto viável.

2.7.4. Montagem de protótipo

A montagem do protótipo será feita utilizando abrangentes recursos como conhecimento adquirido ao longo dos anos de estudo na UNIVESP, diagramas dos fornecedores e as otimizações oferecidas pela IA. As otimizações que esperamos obter devem ser propostas pela IA com base na inserção das informações do fabricante combinados aos resultados que são esperados do projeto e subsequentes realimentações dos dados, refinando-os.

2.7.5. Análise de dados coletados

Os dados fornecidos pela IA serão coletados e analisados, com o objetivo de verificar a eficácia da abordagem de desenvolvimento de projetos assistida por IA e compará-la com abordagens de desenvolvimento mais tradicionais.

2.7.6. Discussão dos resultados

Serão discutidos os resultados obtidos com base nos objetivos específicos da pesquisa, identificando as principais vantagens e limitações da abordagem com IA no desenvolvimento de projetos com Arduino. Serão identificados também os principais problemas que podem ser solucionados ou gerados pelo avanço da Inteligência Artificial nas últimas décadas.

2.7.7. Conclusões

Serão apresentadas as principais conclusões da pesquisa, com base nos objetivos específicos e nos resultados obtidos. Serão apontadas também as principais limitações e perspectivas futuras para a pesquisa na área de Inteligência Artificial aplicada em projetos com Arduino.

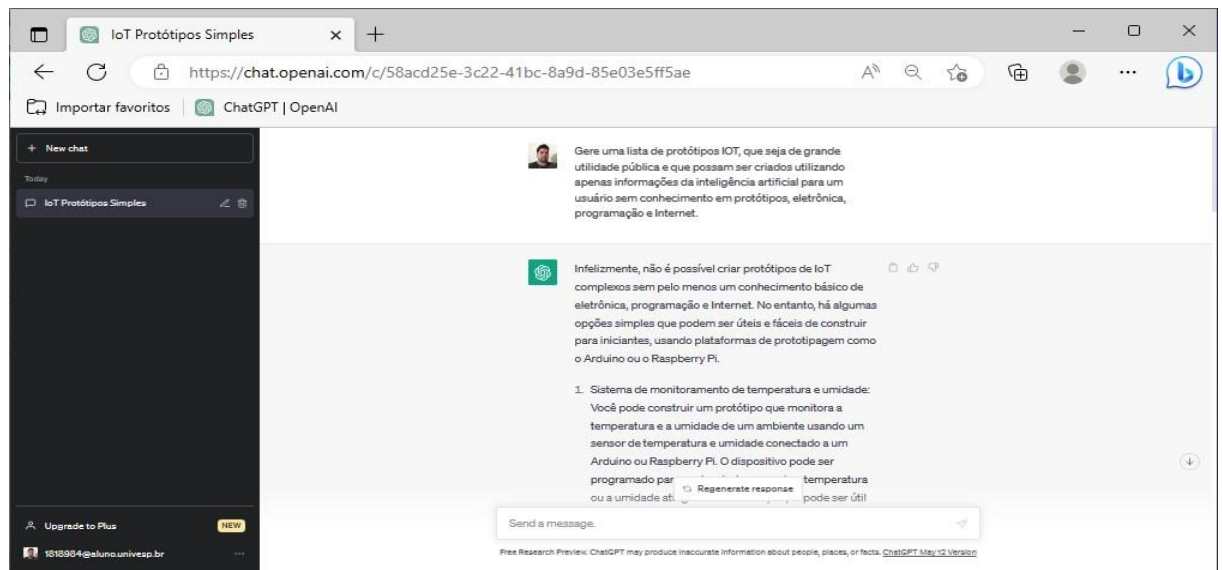
3. RESULTADOS

3.1. Solução

Iniciamos nossa pesquisa exploratória questionando a ferramenta de AI sobre o que seria possível criar de protótipos IoT que fossem de grande utilidade e informamos que não tínhamos conhecimento com as tecnologias envolvidas.

A resposta da AI do ChatGPT inicia informando que não é possível criar protótipos IoT complexos sem um conhecimento básico nos estudos envolvidos, porém responde à pergunta listando alguns projetos possíveis e finaliza a resposta enfatizando que apesar de ser possível a criação, é necessário que se realize outras pesquisas e busque mais informações sobre o assunto.

Figura 8: Interação inicial com o ChatGPT



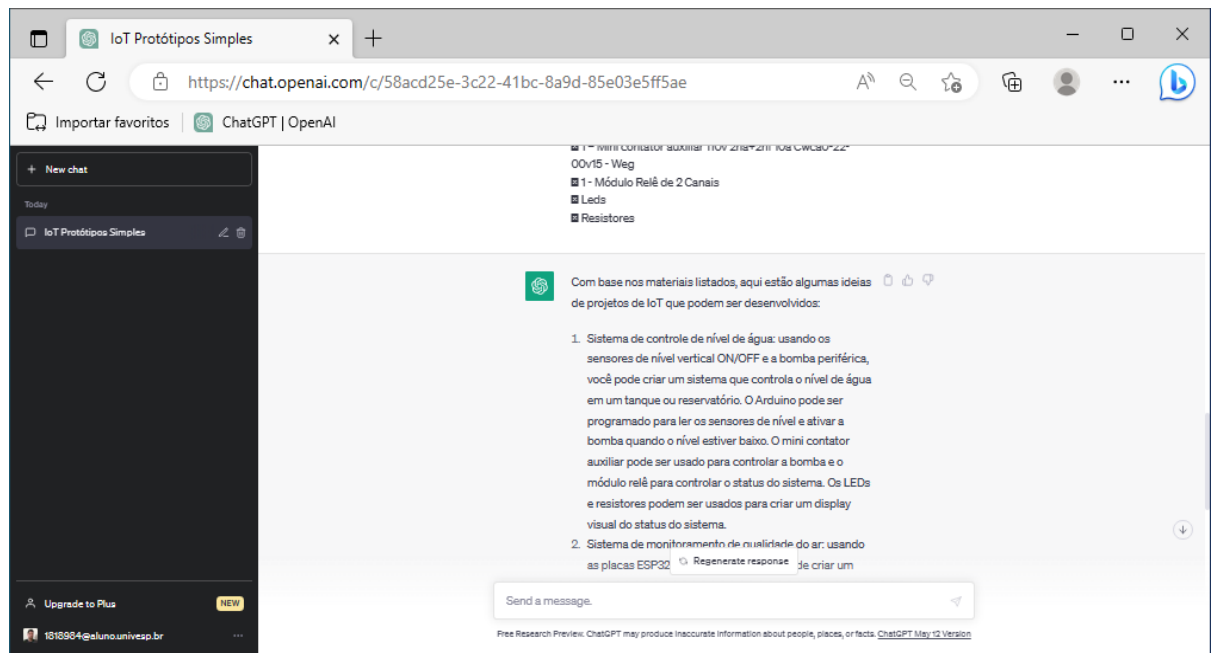
Fonte: Autores (2023)

Continuando na mesma conversa a ferramenta de AI entende que você ainda está falando sobre aquele determinado assunto. Desta forma continuamos nossa pesquisa fornecendo uma lista de materiais disponível que tínhamos em mãos e podem ser utilizados para protótipos IoT, com o objetivo de observar se a ferramenta consegue identificar os materiais e fornecer instruções validas para a criação de um protótipo funcional. A ferramenta nos forneceu uma lista de 5 possibilidades.

Lista de Materiais disponíveis

- 1 – Placa Arduino Uno R3
- 2 - Placas ESP32 LoRa V2 Heltec 863 a 928 MHz com Display OLED, Bluetooth e WiFi
- 4 - Sensor de Nível Vertical ON/OFF na marca Eicos LA16M-40
- 1 - Contraseco da marca Eicos
- 1 - Bomba Periférica 0.5hp 110v
- 1 – Minicontator auxiliar 110v 2na+2nf 10a Cwca0-22-00v15 - Weg
- 1 - Módulo Relê de 2 Canais
- Leds
- Resistores

Figura 9: Sugestões de projetos fornecidos pelo ChatGPT



Fonte: Autores (2023)

Escolhemos a primeira sugestão “Sistema de controle de nível de água” para dar continuidade. Agora precisamos validar se realmente é possível a criação desse protótipo, então solicitamos que a AI nos forneça passo a passo como executar esse projeto.

A ferramenta de AI sugeriu 5 etapas conforme relatado abaixo, exploraremos essas etapas e fazer novos questionamentos para validar se um usuário sem conhecimento conseguiria, só baseado nessas informações, criar o protótipo e o mais importante; saber se essas etapas são suficientes para ter um protótipo funcional.

Etapa 1: Conectando o Sensor de Nível Vertical ao Arduino

- Conecte os 4 sensores de nível vertical ON/OFF ao Arduino, seguindo o diagrama de pinagem do sensor e do Arduino.
- Certifique-se de que cada sensor esteja conectado em um pino diferente do Arduino.

Etapa 2: Programando o Arduino

- Abra o ambiente de desenvolvimento do Arduino (IDE).

- Crie um novo sketch e escreva o código para ler os valores dos sensores de nível vertical e enviar um sinal de controle para a bomba periférica quando o nível estiver baixo.
- O código deve ser capaz de monitorar continuamente o nível de água no reservatório e ativar a bomba periférica quando o nível estiver abaixo de um valor pré-determinado.
- Utilize o minicontator auxiliar para controlar a bomba.

Etapa 3: Conectando a bomba periférica

- Conecte a bomba periférica ao minicontator auxiliar.
- Certifique-se de que o minicontator auxiliar esteja conectado ao Arduino.

Etapa 4: Conectando o Módulo Relê e LEDs

- Conecte o módulo relê ao Arduino e configure-o para controlar o status do sistema.
- Utilize os LEDs e resistores para criar um display visual do status do sistema, por exemplo, um LED verde para indicar que o sistema está funcionando corretamente e um LED vermelho para indicar um problema.

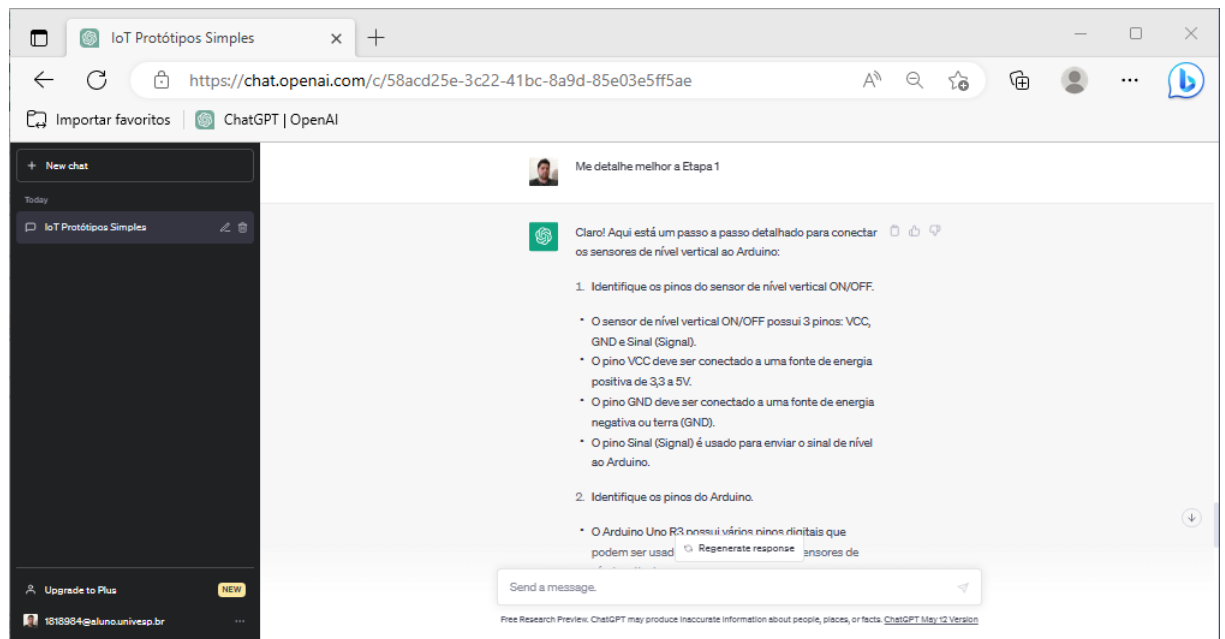
Etapa 5: Testando o Sistema

- Faça um teste do sistema para verificar se ele está funcionando corretamente.
- Encha o reservatório com água e verifique se o sistema é capaz de detectar o nível de água e ativar a bomba periférica quando o nível estiver baixo.
- Monitore o status do sistema através dos LEDs e certifique-se de que o sistema está funcionando corretamente.

3.1.1. Montagens, Validação e teste

Iniciamos a validação da primeira etapa, que consiste em fazer as ligações dos sensores de nível no Arduino, solicitando a AI que nos detalhasse o processo, lembrando que partimos de um pressuposto do usuário solicitante sem conhecimento nas tecnologias empregadas.

Figura 10: Refinando a pesquisa no ChatGPT

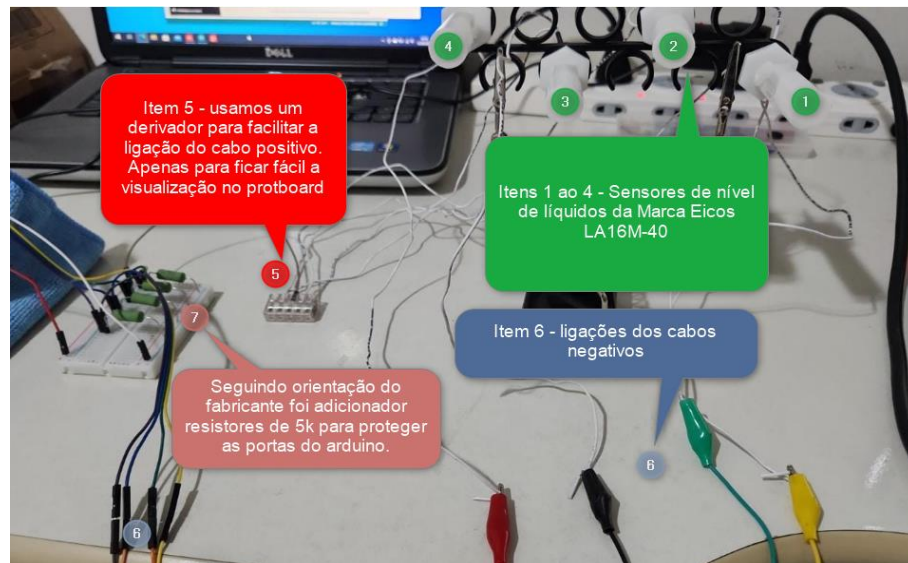


Fonte: Autores (2023)

A ferramenta nos mostrou um processo bem detalhado, porém nosso sensor é do tipo ON/OFF e só possui 2 fios de ligação e na primeira interação ela detalhou o processo demonstrando a montagem com um sensor de 3 fios. Interagimos informando que nosso sensor só possuía 2 fios, desta forma ela reescreveu o processo.

Para efeito de clareza e validações desses testes, seguiremos as orientações da ferramenta AI porém adicionaremos boas práticas de montagem de circuitos eletrônicos e orientações dos fornecedores para proteção dos componentes e posteriormente questionando a AI dessas boas práticas. Serão adicionados Protoboard e outros componentes de ligação que não influenciam no sistema, apenas deixam a visualização mais clara.

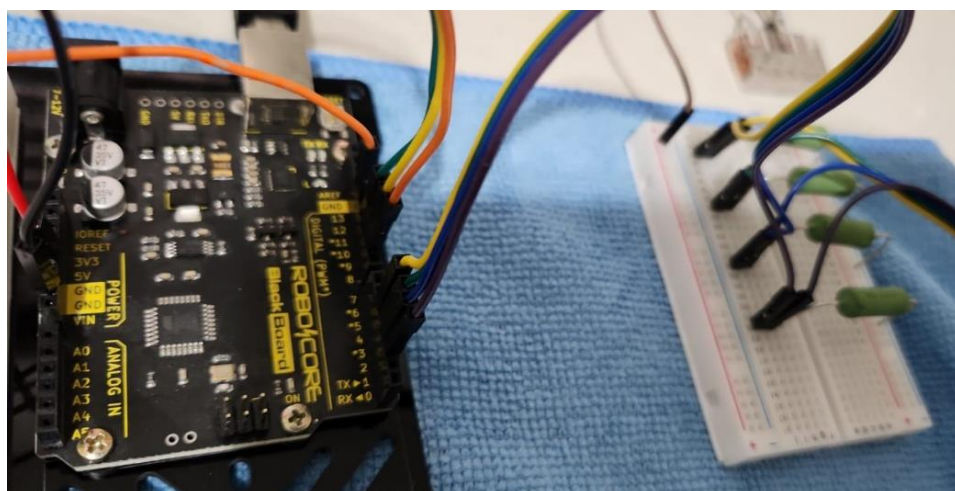
Figura 11: Montagem dos componentes 1



Fonte: Autores (2023)

Para montagem da ligação dos componentes, a AI conseguiu após o ajuste da quantidade de fios informar de forma correta de ligação. Faltou sugerir a adição de resistores as conexões para limitar o fluxo de carga e proteger os componentes, mas mesmo sem os resistores o sistema funcionaria, então concluímos que nessa etapa, como não foi solicitado nenhum mecanismo de segurança, a AI entregou satisfatoriamente a informação para que o sistema funcione. Como mencionado, seguimos as orientações do fornecedor para a montagem dos sensores de nível, adicionando resistores para proteger as portas do sistema. A ligação dos sensores de nível no Arduino ficou conforme tabela abaixo.

Figura 12: Montagem dos componentes 2



Fonte: Autores (2023)

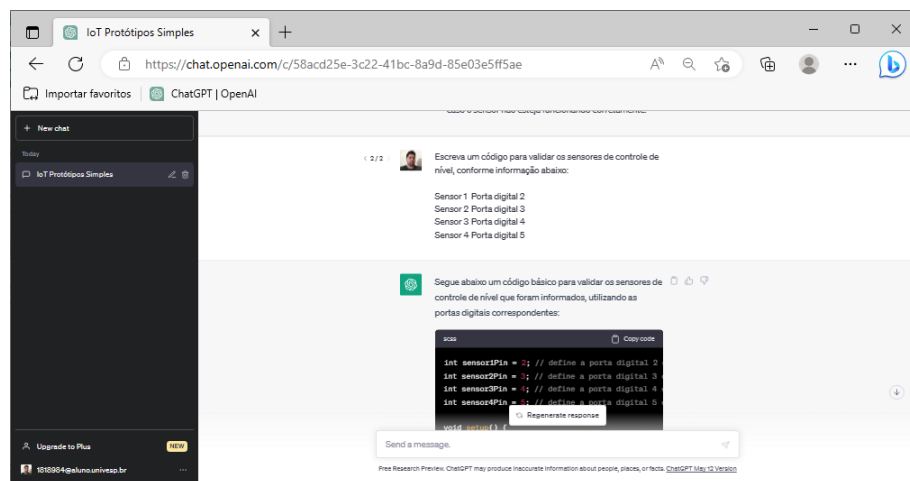
Tabela 3: Componentes

Componente	Arduíno UNO R3
Sensor 1	Porta digital 2
Sensor 2	Porta digital 3
Sensor 3	Porta digital 4
Sensor 4	Porta digital 5

Fonte: Autores (2023)

Foi solicitado a AI que crie um código para verificar o funcionamento dos sensores, passando a informação da tabela acima de como estava ligado cada sensor no Arduino.

Figura 13: Código gerado através do ChatGPT



Fonte: Autores (2023)

Com o código gerado foi aberta a IDE do Arduíno, criado um projeto, colado o código fornecido pela AI, compilado e publicado o upload para a placa do Arduino. Através do Monitor Serial foi possível validar se o sensor está aberto ou fechado, tendo como resposta 0 ou 1 conforme imagem abaixo.

Figura 14: Compilação do código

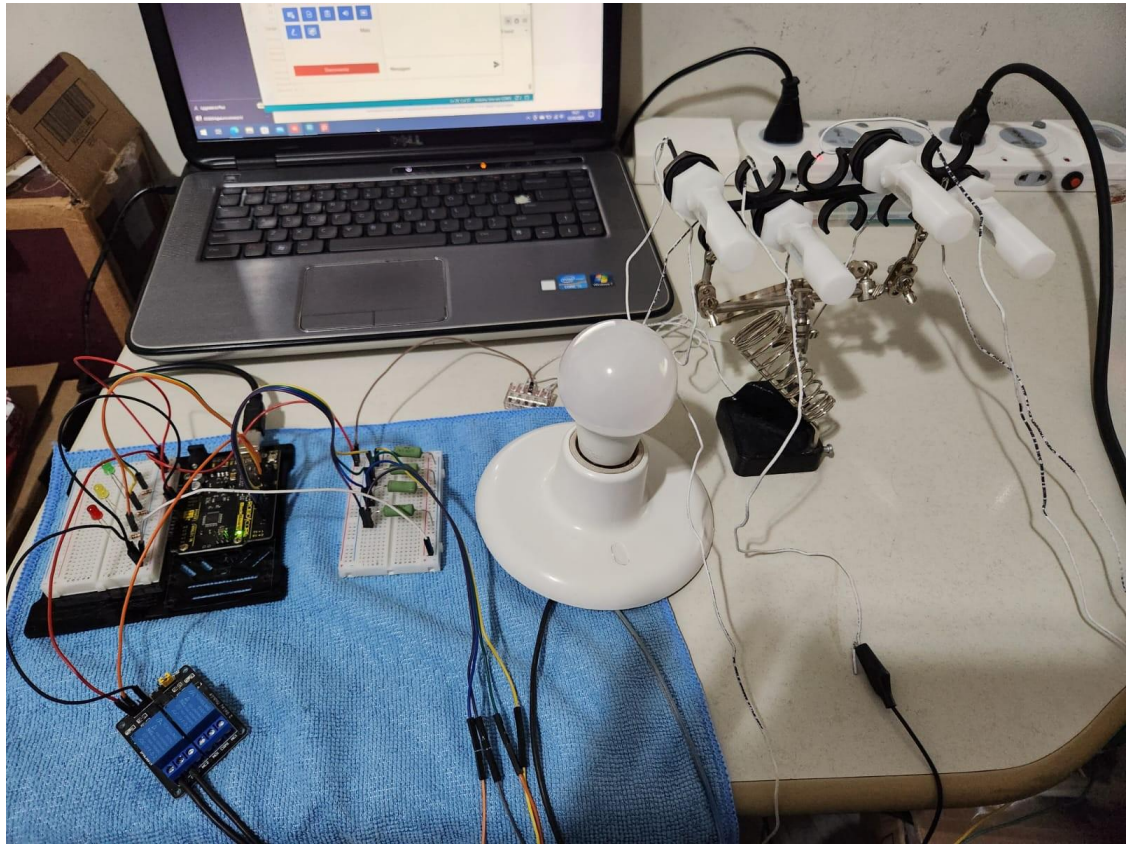
Fonte: Autores (2023)

Com isso iniciamos a etapa 2 que seria a programação do Arduino. Nesse primeiro exemplo de código gerado pela AI, foi possível verificar que o algoritmo da AI possui uma grande flexibilidade para poder receber uma informação e gerar todas as variáveis necessárias para resolver o problema proposto pelo usuário.

Com os sensores funcionando, ainda faltava os demais itens do sistema, ao pedir um melhor detalhamento dos itens, notamos que a AI não armazenou as informações de portas já utilizadas pelos sensores. Nesse caso fizemos os ajustes na montagem e definimos as outras portas livres do Arduino. Outra observação feita nessa etapa é que ele pede a ligação de 2 leds sendo um vermelho e outro verde que indicaria cheio ou vazio como não foi especificado nada quando iniciamos a AI gera as informações mínimas para geração.

Dando sequência nessa etapa de montagem e ligações, aqui vamos fazer um pequeno ajuste físico. Como o processo de ligação da bomba periférica depende de espaço físico e água para o perfeito funcionamento do equipamento, apenas para efeito do teste de validação do sistema e programação, substituiremos fisicamente a bomba periférica por uma lâmpada e na protoboard deixaremos um led a mais que terá a função de alerta. O terceiro LED não está previsto pela AI até o momento, mas ficará fisicamente montado na protoboard para uma interação futura.

Figura 15: Validação da montagem e códigos



Fonte: Autores (2023)

Tabela 4: Componentes

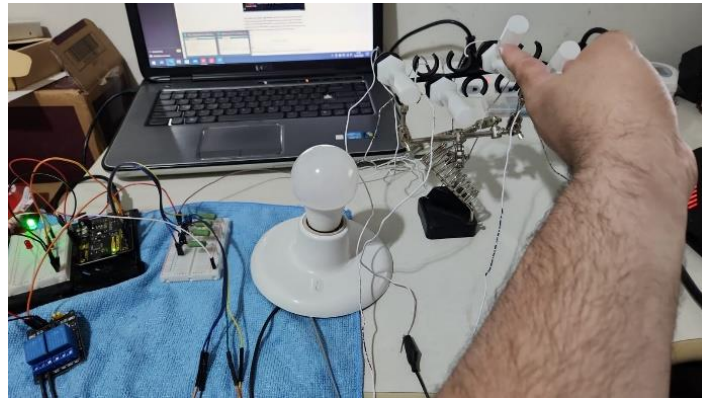
Componente	Arduíno UNO R3
Led Vermelho	Porta digital 9
Led Amarelo	Porta digital 10
Led Verde	Porta digital 11
Módulo Relê	Porta digital 13

Fonte: Autores (2023)

3.1.2. Programando o Arduino

Solicitamos que a ferramenta de AI gerasse o código conforme etapas informadas, devendo ser capaz de atender todos os requisitos informados. Foi informado a AI durante o questionamento todas as portas conectadas do nosso sistema.

Figura 18: Validação e testes



Fonte: Autores (2023)

Vamos fazer mais uma interação com a ferramenta a fim de passar um retorno do teste e modular o funcionamento do sistema.

Preciso que o sistema funcione assim:

- Quando o reservatório estiver cheio, o led verde estará ligado e a bomba desligada;
- Quando o nível do reservatório estiver abaixo da metade o led verde estará deligado e a bomba será ligada;
- Se por algum motivo o reservatório chegar no nível mínimo acenda o led vermelho;
- Adicione um percentual de nível baseado nos sensores;
- Adicione um monitoramento serial para que possa validar o sistema.

A ferramenta de AI apresentou alguns códigos incompletos na elaboração de sua resposta. Não temos como precisar se isso ocorre devido a limitação da versão gratuita ou se é algum erro de conexão que interrompe o processo de geração. Reportando a ferramenta que o código apresentado “parece” estar incompleto, ela tenta gerar novamente com algumas modificações em seu conteúdo, quando finalmente gerou o código completo após a terceira tentativa, o código apresentado não funcionou seguindo as premissas passadas a ferramenta. Reportamos o que não estava correto e então ela novamente gerou um código, que desta vez está funcional seguindo as premissas informadas anteriormente.

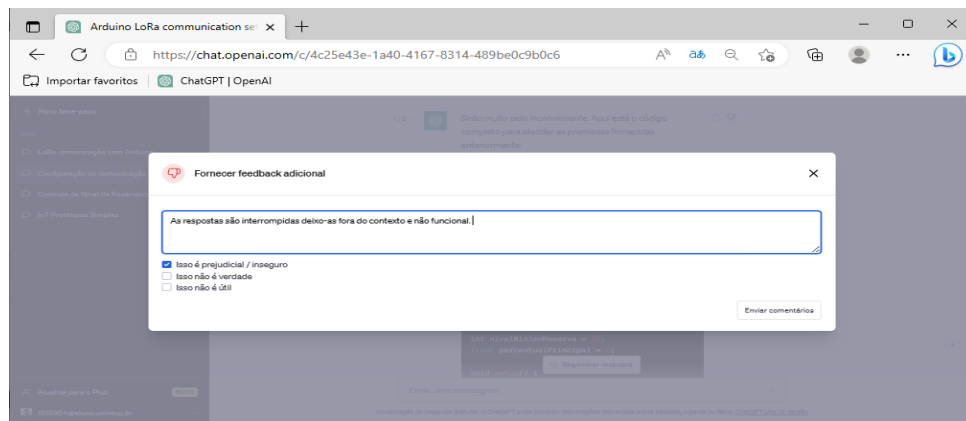
3.1.4. Interação com a ferramenta

Na nossa solução de controle de reservatório ela conseguiu deixar o projeto funcional somente depois de várias interações. Informar os erros e novamente explicar como o sistema

deveria funcionar foram fundamentais para que a ferramenta de AI ChatGPT conseguisse atender o que estava sendo criado.

Precisamos frisar que a ferramenta ainda está em período de testes em larga escala. Ela fornece possibilidade de reprovar uma resposta ou solicitar que seja gerada novamente. É possível corrigir o código apresentado ensinando o algoritmo a devolver uma resposta mais eficiente.

Figura 19: Feedback aos desenvolvedores



Fonte: Autores (2023)

Um dos maiores problemas encontrando em nossa validação é os códigos apresentados serem interrompidos durante a resposta. Quando solicitado que continuasse, não fica claro se não se perdeu um trecho do código. Essa interrupção não está clara se é um erro de comunicação ou uma limitação da versão gratuita. Na versão paga esse comportamento também se repete com menos frequência. Notamos que na versão paga as repostas só são mais rápidas.

Como estamos falando em um algoritmo que está em constante aprendizado, as respostas são diferentes a cada pergunta, mesmo que a pergunta seja repetida de forma idêntica.

Foi observado que algumas vezes as respostas se perdem do contexto que está sendo tratado naquela interação (Chat). Talvez na tentativa de uma resposta mais assertiva, ele tente buscar informações de outras fontes e mistura os assuntos, devolvendo uma resposta totalmente fora do que foi solicitado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o notável crescimento do uso da Inteligência Artificial nos últimos tempos podemos afirmar que a tendência é somente aumentar. Essa grande popularidade trouxe pontos positivos e negativo para a sociedade. O principal ponto positivo que podemos citar no

momento é agilidade na resolução de problemas, que diretamente influenciam no planejamento, organização, inovação e redução de tarefas repetitivas. Como principal ponto negativo tem o uso da tecnologia de forma errada, seja na alimentação de dados falsos ou no uso antiético da ferramenta para tirar vantagens ilícitas.

Em conclusão, a inteligência artificial tem demonstrado impacto em diversas áreas, desde a medicina até os sistemas de transporte. Através da automação e do aprendizado de máquina, a inteligência artificial pode oferecer benefícios significativos, como melhorias na eficiência, redução de custos e maior precisão em processos complexos. Ao mesmo tempo, é importante reconhecer que a inteligência artificial apresenta desafios significativos em relação à ética e à segurança. A capacidade de coletar e processar grandes quantidades de dados pessoais também levanta questões sobre privacidade e proteção de dados. Além disso, a crescente dependência de sistemas de inteligência artificial também pode resultar em falhas e vulnerabilidades significativas.

Portanto, é importante continuar a estudar e discutir a ética, a confiança e a segurança na inteligência artificial e desenvolver regulamentações adequadas para garantir que sua implementação seja responsável e benéfica para todos.

Durante a realização desse trabalho ficou claro que as ferramentas de Inteligência vieram para auxiliar os humanos nas tarefas do dia a dia e não substituir eles como muitos imaginam. Apesar do crescimento exponencial, as AI ainda não são capazes de tomar decisões, prever cenários e variáveis para deter o conhecimento aprofundado sobre um determinado assunto, precisando ser alimentadas de forma correta para que gere um resultado satisfatório.

5. REFERÊNCIAS

História e About: <https://www.Arduino.cc/en/about> e <https://Arduinohistory.github.io>
(Acesso em 30/03/2023, às 20h12)

Arduino Education: <https://www.Arduino.cc/education> (Acesso em 30/03/2023, às 21:07)

Arduino Education Catalogue: <https://online.flippingbook.com/view/537535952/> (Acesso em 30/03/2023, às 21:07)

Arduino Pro: <https://www.Arduino.cc/pro/use-cases/> (Acesso em 30/03/2023, às 21:34)

OpenBCI: <https://openbci.com> (Acesso em 30/03/2023, às 21:51)

FarmBot: <https://farm.bot> (Acesso em 30/03/2023, às 22:04)

Makey Makey: <https://makeymakey.com> (Acesso em 30/03/2023, às 22:19)

RepRap: <https://reprap.org/wiki/RepRap> (Acesso em 30/03/2023, às 22:38)

SmartCitizen: <https://smartcitizen.com.br/#fazemos> (Acesso em 30/03/2023, às 22:49)

BITTENCOURT, Guilherme. Inteligência artificial: ferramentas e teorias. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006.

FERNANDES, Anita Maria da Rocha. Inteligência artificial: noções gerais. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

Franco; Cristiano Roberto. Inteligência Artificial: Editora UNIASSELVI, 2017.

Alan Turing - Legados para a Computação e para a Humanidade<<https://www.ufrgs.br/alanturingbrasil2012/area2.html#2>> acessado em 30/03/2023 as 10:59.

Inteligência Artificial: O que é, como funciona<<https://blog.neoway.com.br/inteligencia-artificial/>>. Acessado em 31/03/2023 as 08:15.

AAMODT, A.; PLAZA, E. Case-Based Reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approaches. AI Communications, IOS Press, v. 7, n. 1, p. 39-59. Disponível em: [http:// www.iiia.csic.es/People/enric/AICom_ ToC](http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom_ToC). Acesso em: 31 mar. 2023.

Arduino (Itália). Arduino Uno R3. In: Arduino (Itália). Arduino Uno R3. Monza: Arduino, 2020. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.

HELTEC AUTOMATION (China). WiFi LoRa 32 (V2): LoRa Node Development Kit. In: HELTEC AUTOMATION (China). WiFi LoRa 32 (V2): LoRa Node Development Kit. China: Heltec, 2020. Disponível em: <https://resource.heltec.cn/download/Manual%20Old/WiFi%20Lora32Manual.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.

ESP32. In: SANTOS, Rullyan Gabriel dos. ESP32. Paraná: UEPG, 2019. Disponível em: <https://deinfo.uepg.br/~alunoso/2019/SO/ESP32/HARDWARE/>. Acesso em: 31 mar. 2023.

BROCKMAN, Greg; SUTSKEVER, Ilya. OpenAI LP. OpenAI LP, 2019. Disponível em: <https://www.openai.com/blog/openai-lp>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CONSULT, E. T. ISG Provider Lens™ Internet of Things - Services and Solutions - Brazil 2022. Disponível em: <https://www.tgt.com.br/blog/2022/08/10/isg-provider-lens-internet-of-things-services-and-solutions-brazil-2022/>. Acesso em: 21 mar. 2023.

TURING, A. M. Computing Machinery and Intelligence. Mind 49: 433-460. 1950. Disponível em: <https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf> Acesso em: 20 mar 2023.

Perceptron. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Perceptron> Acesso: 20 mar 2023

TELES, S. A Revolução no Processamento de Linguagem Natural com Deep Learning. Disponível em: <https://medium.com/data-hackers/a-revolu%C3%A7%C3%A3o-no-processamento-de-linguagem-natural-com-deep-learning-eba175f64c01>. Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia, POLÍTICAS NACIONAIS E INSTITUTOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/ciencia-tecnologia-e-inovacao/PanoramaInternacionalPoliticasNacionaisInstitutosdeInteligenciaArtificialV2.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2023.

ORACLE. O que é Internet of Things (IoT)? Disponível em: <https://www.oracle.com/br/internet-of-things/what-is-iot/>.