

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL BENTO QUIRINO
Ensino Médio com Habilitação Profissional Técnica em Mecânica e
em Desenvolvimento de Sistemas**

**PIETRA LOPES APARECIDO
VINÍCIUS COAN PISSAROUK**

Robô AGV (VEÍCULO GUIADO AUTOMATICAMENTE) MAC

**Campinas/SP
2025**

Pietra Lopes Aparecido
Vinícius Coan Pissarouk

Robô AGV (Veículo Guiado Automaticamente) MAC

Relatório técnico elaborado por alunos da ETEC Bento Quirino, orientados pelo prof. Marcelus Guirardello e co-orientados pela profª. Regina Morishigue Kawakami, como documentação para participação na 15º Bragantec Feira de Ciência e Tecnologia.

Campinas - SP
2025

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tela de Login no FIGMA.....	13
Figura 2 - Tela de controle do pedido no FIGMA.....	14
Figura 3 - Tela de controle do armazém no FIGMA.....	15
Figura 4 - Tela de status para controle unitário dos carrinhos.....	16
Figura 5 - Fluxograma de estruturação das funções antigas.....	17
Figura 6 - Fluxograma de estruturação das funções novas.....	18
Figura 7 - Fluxograma de estrutura eletrônica simplificada.....	19
Figura 8 - Fluxograma de estrutura eletrônica refinada.....	19
Figura 9 - Fluxograma das páginas do Site e APP.....	20
Figura 10 - Logo do Site.....	21
Figura 11 - Tela de login no site, com os campos de “Login” e “Senha”, e o botão...	22
Figura 12 - Tela de controle no site, com exemplo de itens cadastrados, e alterações para reutilizar wireframes.....	22
Figura 13 - Tela de controle no modo escuro.....	23
Figura 14 - Tela de controle de armazenamento, após o refinamento do design.....	23
Figura 15 - Tela de Status.....	24
Figura 16 - Tela de gerenciamento de logins.....	24
Figura 17 - Tela de Análise do robô e do estoque.....	25
Figura 18 - Parte do código referente ao login de usuários.....	26
Figura 19 - Parte do código, referente a verificação de usuários.....	26
Figura 20 - Reconhecimento da linha disposta no chão.....	27
Figura 21 - Reconhecimento de Qr Code pelo celular no APP.....	28
Figura 22 - Desenho no SketchUp de como ficaria a base do robô com os itens que serão utilizados.....	29
Figura 23 - Estrutura montada.....	30
Figura 24 - Modelo desenvolvido pelo Youtuber.....	31
Figura 25 - Montagem com todas as peças.....	32
Figura 26 - Impressão da peça Servo 1.....	33
Figura 27 - Montagem Geral.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVO E RELEVÂNCIA.....	7
2.1. Objetivo Geral.....	7
2.2. Objetivos Específicos.....	7
2.3. Referencial Teórico.....	7
3. DESENVOLVIMENTO.....	9
3.1. Materiais.....	9
3.2. Métodos.....	10
3.3. Cronograma.....	11
3.4. Descrição Detalhada.....	12
3.4.1. Site.....	13
3.4.2. Estruturação.....	16
3.4.3. Design.....	20
3.4.4. Desenvolvimento da API (Interface de Programação de Aplicações)...	25
3.4.5. Visão Computacional.....	27
3.4.6. Protótipo.....	28
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	35
5. CONCLUSÃO.....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

RESUMO

A indústria 4.0 demanda soluções inteligentes e inovadoras para aprimorar a capacidade tecnológica e o fluxo de produção. Nesse contexto, a utilização de robôs, como os AGVs (Automated Guided Vehicle ou Veículo Guiado Automaticamente), tornaram-se essenciais para as indústrias. Embora os modelos atuais, que geralmente seguem linhas no chão com sensores infravermelhos para transportar pallets, já trazem alguns benefícios, contudo ainda apresentam limitações no controle de produção e na distribuição de materiais pela linha de fabricação, com tecnologias nem sempre atualizadas para as necessidades da Indústria 4.0. Por essa razão, o grupo está desenvolvendo um protótipo de um robô AGV, equipado com um braço articulado em 270 graus e visão computacional. Através de sua câmera e o braço mecânico, impressos em 3D, ele tem como objetivo otimizar a logística da fábrica, transportando materiais ou produtos de maneira autônoma. O projeto aborda a metodologia de engenharia, onde é proposto o desenvolvimento de um protótipo de um robô AGV, no qual, a partir de um dashboard (site e aplicativo), é possível controlar suas ações, como reposição de materiais na linha de produção. O protótipo, a partir da requisição dos itens, irá seguir a linha já disposta no solo do estoque, devidamente identificada com QR codes para caracterizar o local, e ao chegar no corredor do item selecionado, o robô ativará o seu braço robótico e o coletará da estante do estoque, realizando a identificação do objeto através de outro QR code, armazenando no estoque interno do próprio. Espera-se que com o desenvolvimento deste protótipo, e validação de seus conceitos base, os problemas no controle de produção e distribuição de materiais das fábricas sejam minimizados, assim possibilitando sistemas de fabricação mais interconectados e eficientes.

Palavras-chave: Indústria 4.0; logística; distribuição.

1. INTRODUÇÃO

O robô AGV é um projeto de engenharia que visa solucionar uma situação-problema vivenciada por algumas indústrias atualmente. No caso, logística interna na distribuição de materiais, desta forma otimizando o transporte de matéria prima e/ou mercadoria e agilizando os processos de produção.

Os motivos pelo qual foi adotado tal projeto e pesquisa foram os desafios que as algumas fábricas acabam enfrentando com o transporte de insumos, componentes e produtos finalizados de uma área para outra dentro do ambiente industrial, como por exemplo o transporte de peças até a linha de produção.

O objetivo está alinhado em otimizar a movimentação dos insumos e/ou mercadorias, desta maneira impactando diretamente na redução de tempo no ciclo de produção e no aumento da produtividade, visto que o seu intuito é criar um sistema de monitoramento, acessível via site e aplicativo, com um dashboard integrado ao robô móvel para controlar as suas funções básicas, como solicitação de itens, criação de rotinas de transporte e acompanhamento do status do robô. O projeto visa minimizar problemas no controle de produção e distribuição dos materiais pela fábrica, possibilitando um sistema de fabricação mais interconectado e eficiente.

Portanto espera-se que a implementação do protótipo possa auxiliar as indústrias na organização interna do deslocamento de cargas e na visualização de dados e métricas importantes através de uma interface visual interativa.

2. OBJETIVO E RELEVÂNCIA

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um robô AGV (Veículo Guiado Automaticamente) que otimize a logística interna da indústria, por meio de navegação autônoma e manipulação de materiais, utilizando o seu braço mecânico, visão computacional e um dashboard interativo para controlar tais ações, assim visando aumentar a eficiência na distribuição de matéria-prima pela fábrica e melhorar a exibição de informações de forma mais organizada e concisa.

2.2. Objetivos Específicos

- Projetar um sistema de navegação autônoma para o robô, baseado em visão computacional, utilizando de OpenCV e PyTesseract, para identificar os QR Codes e o trajeto a ser percorrido;
- Construir um protótipo de um robô AGV melhorado em relação aos presentes no mercado, impresso em 3D e equipado com uma Raspberry Pi 5 e um ESP32-C3;
- Desenvolver uma API em Flask para integrar o robô com o dashboard;
- Implementar um braço mecânico com rotação de 270 graus, para manipulação de materiais;
- Avaliar a eficiência do robô AGV MAC em testes simulados de logística industrial utilizando uma maquete.

2.3. Referencial Teórico

Os Veículos Guiados Automaticamente (AGVs) têm ganhado destaque grande no contexto da Indústria 4.0, sendo aplicados em processos de logística interna e movimentação de materiais. De acordo com *A Voz da Indústria* (2023), o canal de conteúdo da FEIMEC (Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos) e EXPOMAFE (Feira Internacional de Máquinas-Ferramenta e Automação Industrial), os AGVs consistem em veículos móveis autônomos que não necessitam de comandos humanos, eles operam a partir de rotas pré-definidas e utilizando sensores para navegar em ambientes industriais. Sua utilização está associada à otimização dos fluxos produtivos, a redução de custos operacionais e das falhas humanas, aspectos cada vez mais valorizados em um cenário de crescente automatização. Segundo o portal *Produza* (2025), o aumento da automação e da logística inteligente vêm se destacando na distribuição de materiais na indústria, permitindo maior eficiência e segurança. Além disso, reforçando a importância da integração entre tecnologia e gestão operacional.

No âmbito acadêmico, diversos trabalhos têm demonstrado a viabilidade técnica e prática dos AGVs em ambientes industriais. Um estudo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) apresenta o desenvolvimento de um robô autônomo para transporte de pallets, capaz de navegar por meio de sensores e controle autônomo, sem a necessidade de intervenção humana direta (UTFPR, 2019). Em outra pesquisa, também da mesma universidade, investigou-se a coordenação de robôs por visão computacional, utilizando algoritmos que permitem a localização de objetos, o acompanhamento de trajetórias e a adaptação em tempo real, ampliando a autonomia e a precisão dos dispositivos (UTFPR, 2017).

Nesse sentido, verifica-se que os robôs AGVs estão passando por um processo de evolução: de veículos limitados a rotas fixas e operações básicas para sistemas inteligentes e interconectados, capazes de interpretar o ambiente e interagir com ele. Esse avanço é alinhado às demandas da Indústria 4.0, que exige maior flexibilidade, autonomia e eficiência nos processos produtivos. Assim, a literatura indica que a integração de sensores, visão computacional e sistemas digitais de gestão representa o caminho para a consolidação dos AGVs como ferramentas estratégicas na logística interna industrial.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais para a construção do protótipo:

- 1 Filamento ABS Branco
- 3 Filamentos ABS Vermelho
- Kit Completo Raspberry Pi5 Pi
- Câmera para Raspberry Pi
- Módulo Câmera 5mp Câmera Raspberry Pi
- 1 Sensor Acelerômetro e Giroscópio
- 1 Esp32 C3 Mini Wifi / Bluetooth Usb-c
- 1 Google Coral Coprocessador USB Edge TPU ML Accelerator
- 2 XL Correias Dentadas 170xl 20mm de espessura
- 2 Barras Roscadas M3
- 100 porcas M3
- 6 porcas M4
- 10 parafusos M3
- 6 parafusos M4
- Kit completo Ventosa + Bomba de vácuo
- 1 Servo Motor MG996R 180° Tower Pro
- 1 Servo Motor DS3218 270°
- 2 Servos Motores MG995 Metálico 360° Tower Power
- 2 Micro Servos 12g 180°
- 1 Bateria de 7800mAh
- 1 Bateria de 5200mAh
- 1 Led power
- 10 Rolamentos

3.2. Métodos

O método utilizado para o planejamento, desenvolvimento e execução do projeto segue a abordagem de engenharia, iniciando-se de uma situação-problema ou necessidade com o objetivo de propor uma solução técnica e funcional. Inicialmente, foram realizadas pesquisas sobre os robôs AGVs (Veículos Guiados Automaticamente) disponíveis no mercado, analisando suas funcionalidades, limitações e possibilidades de melhoria. Logo em seguida, foram conduzidos estudos sobre a aplicação de visão computacional e braços mecânicos, avaliando como integrá-los ao projeto. Com base nisso, está sendo desenvolvido um protótipo utilizando impressão 3D com filamento ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), escolhido por sua resistência ao calor e às tensões mecânicas, juntamente com servo motores.

O sistema foi baseado em uma Raspberry Pi 5, responsável pelo processamento central, integrada a um ESP32-C3-Mini. Este que é programado em C++ para o controle de baixo nível dos motores e do braço mecânico, comunicando-se com o controlador principal via conexão serial USB. Enquanto a programação em Python é utilizada na Raspberry Pi para processamento de alto nível, incluindo visão computacional e comunicação com a API (Application Programming Interface ou Interface de Programação de Aplicação). A identificação de trajetos e itens será realizada por meio de visão computacional, utilizando OpenCV para processamento de imagens e detecção de QR codes no solo e nos objetos, complementado pelo PyTesseract.

O braço mecânico, com rotação de 270 graus, está sendo projetado para manipular diversos itens, como pallets e caixas, transportando-os do estoque para os locais requisitados, ele utiliza 1 servos mecânico metálico de 180 graus, 2 micro servos motores de 180 graus e 1 servo motor de 270 graus na base, uma bomba de vácuo, uma válvula solenóide e uma ventosa, capaz de aguentar até 350 gramas para facilitar na coleta do item selecionado. Ele também terá um cabeçote móvel, assim se adaptando conforme o serviço de transporte solicitado, a ponteira poderá ser mudada para uma garra ou ventosa. Já a estrutura base do robô conta com dois

servos motores de 360 graus e duas esteiras 170xl com rolamentos para facilitar a locomoção.

Para o controle do robô, será desenvolvida uma API em Flask, utilizando Python, que funcionará como um intermediário digital, permitindo a comunicação eficiente entre o robô, o site e o aplicativo, processando requisições como pedidos de itens, rotinas de transporte e atualizações de status, ela receberá comandos do site e do aplicativo, enviará instruções ao robô e retornará informações, como o status do robô ou métricas de operação. O site será criado em React, utilizando JavaScript e Tailwind CSS para uma estilização eficiente. O aplicativo, desenvolvido em React Native, garantirá compatibilidade com iOS e Android, reutilizando componentes do site e integrando-se à API.

O dashboard, acessível via site e aplicativo, será dividido em duas interfaces: para funcionários, com funções básicas como solicitação de itens, criação de rotinas de transporte e acompanhamento do status do robô (itens coletados, itens não encontrados e cancelamento de pedidos) e para gerentes, com todas as funcionalidades dos funcionários, além de recursos avançados como visualização de métricas (quantidade de pedidos, itens coletados, itens não encontrados), adição, exclusão e edição de itens e corredores. Após a finalização deste protótipo, serão realizados testes em uma maquete que simulará uma indústria, apresentando o estoque e uma linha de produção de uma indústria brasileira de médio porte, para assim avaliar a autonomia do robô, a precisão na identificação de QR codes, a eficiência na manipulação de objetos e realizar alterações caso necessário.

3.3. Cronograma

Tabela 1 - Cronograma de desenvolvimento do projeto.

Etapas	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Definição do tema	x	x								

Pesquisa bibliográfica		x	x	x	x	x				
Metodologia		x	x	x	x					
Estudo sobre o mercado	x									
Desenvolvimento do site, aplicativo e API				x	x	x	x	x		
Desenvolvimento do protótipo físico		x	x	x	x	x	x	x		
Testes					x	x	x	x		
Apresentação na feira									x	

Fonte: Própria, 2025

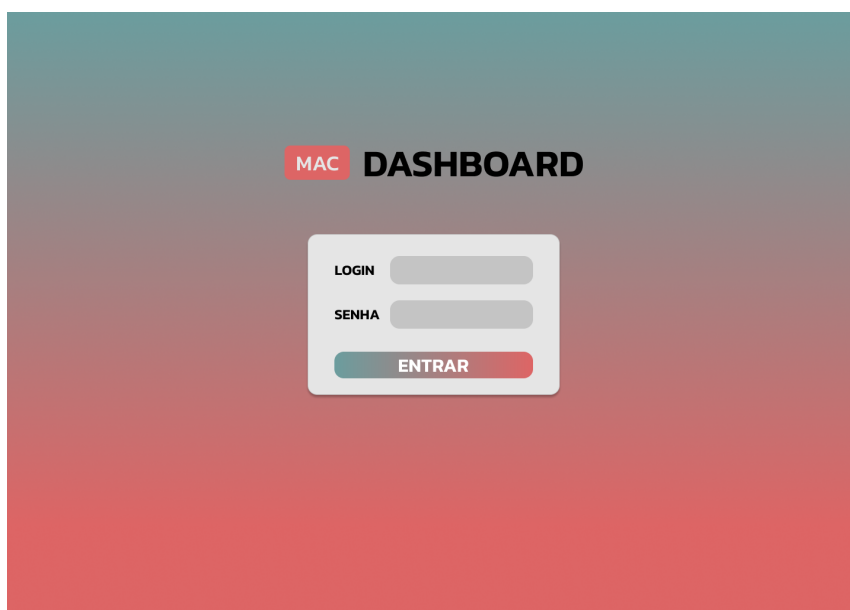
3.4. Descrição Detalhada

A princípio, foram designadas as etapas do processo de desenvolvimento que cada integrante do grupo deveria realizar, sendo elas: o dimensionamento e o modelamento das peças em 3D, a montagem do protótipo, a programação do site e aplicativo, o treinamento da visão computacional, a montagem do circuito eletrônico e por fim a parte escrita, que engloba o plano de pesquisa, a monografia, o relatório e etc. De maneira geral, a programação e a parte eletrônica foram designadas ao integrante Vinícius, enquanto as demais etapas foram atribuídas à integrante Pietra.

3.4.1. Site

Os primeiros passos para iniciar o desenvolvimento, foram definir os campos com as informações que seriam necessárias, para assim ter uma melhor noção de como seria feito. Desta maneira, foi decidido fazer o design no Figma, com o intuito de ter uma boa visualização do projeto. Ao realizar o design base, o integrante teve como objetivo principal deixar o site simples e intuitivo, separando os campos por categorias e funções. Um exemplo disso é a tela de login, a qual terá três campos apenas, um para colocar o nome/login, outro para a senha e outro, sendo um botão para efetuar o login. Além de facilitar a estruturação para a criação da API.

Figura 1 - Tela de Login no FIGMA

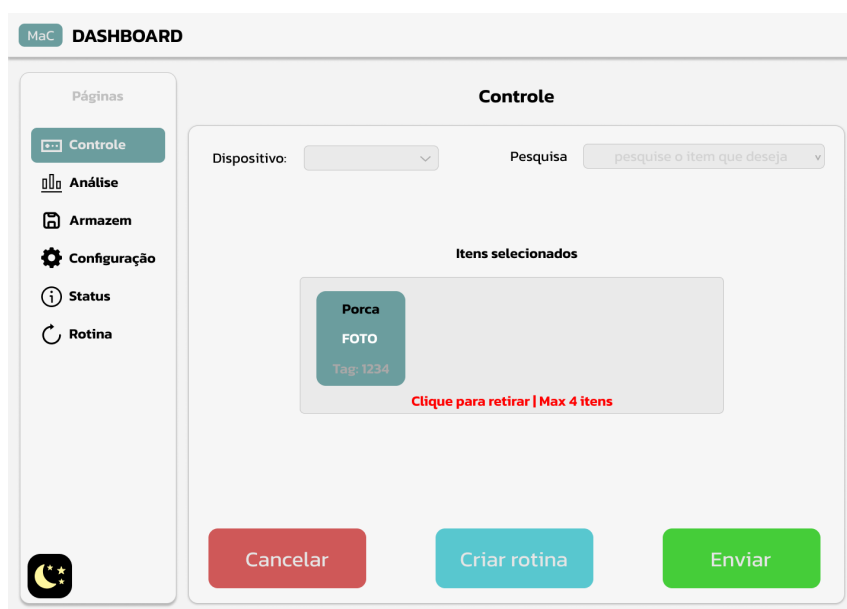


Fonte: Própria, 2025

Na tela de controle, tela principal do dashboard, será possível selecionar o robô AGV para executar determinada tarefa, como, por exemplo: selecionar os itens a serem pegos no estoque e criar uma rota de entrega para tal carga. A seleção do dispositivo é feita com um input de seleção, a pesquisa de um item específico por

um campo de texto e a seleção do item ao clicar nele. O padrão de cores para os botões foi definido na seguinte ordem: vermelho para o cancelar, verde para enviar e azul para o diferente, com uma versão também no modo escuro.

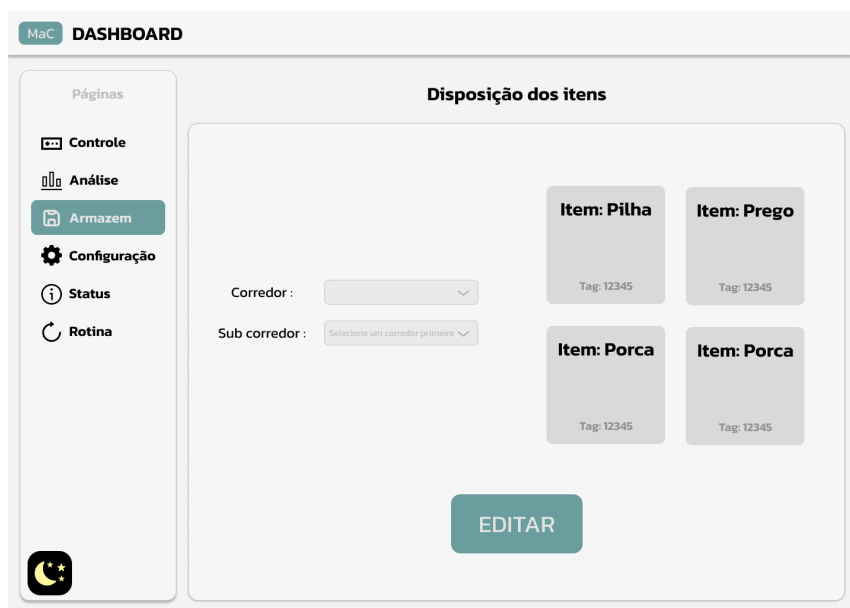
Figura 2 - Tela de controle do pedido no FIGMA



Fonte: Própria, 2025

Prosseguindo nas telas, a próxima a ser montada visualmente foi a de armazém. Nela é possível, de uma forma simples, inserir os itens presentes no estoque, para empresas que não tem esse controle mais refinado de localização dos itens em seu armazenamento, faz a função essencial de informar ao protótipo a provável posição física na estante. Na página, à esquerda, é possível informar o corredor e o sub corredor a ser analisado ou modificado e, à direita, a posição dos itens, podendo ser alterados ao clicar sob os mesmos.

Figura 3 - Tela de controle do armazém no FIGMA



Fonte: Própria, 2025

A quarta página do desenvolvimento no figma foi a de status dos robôs. Essa tela é a responsável por permitir aos funcionários o controle sobre a rota atual do robô, nela é informado os itens já coletados, os que faltam e os que não foram encontrados, sua posição, como corredor A, sub corredor 2, e se o robô está em uma rotina. É possível também retirar um item ainda não coletado da lista de pendências.

Figura 4 - Tela de status para controle unitário dos carrinhos

DASHBOARD

Status

Item	Rota atual		Status	
	Corredor	SubCorredor		
• Preço	1	1	P	
• Pilha	1	1	P	
• Resistor	1	2	F	
• Filamento	1	3	N	

P - Pego | F - Não encontrado | N - Não pego ainda

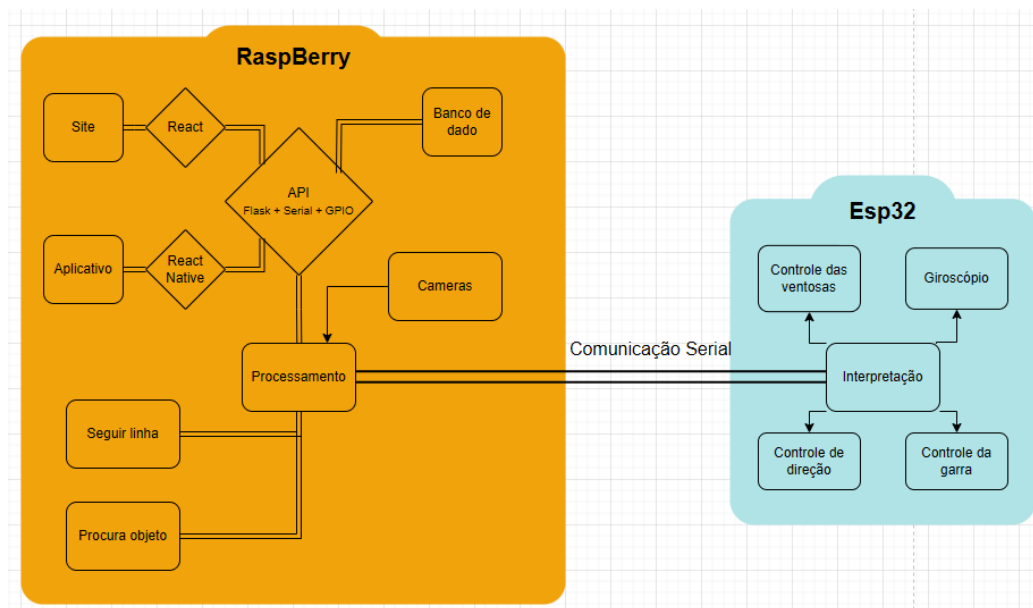
Rotina: reposição linha 2

Fonte: Própria, 2025

3.4.2. Estruturação

Antes de começar a desenvolver as páginas, foi necessário começar pela camada zero, da base. Nessa parte, o desenvolvimento da Interface de Programação de Aplicações, ou simplesmente API, conecta o site e o backend, a parte que valida os dados enviados ao site, seja com o banco de dados ou com as regras de negócio. Dessa forma, essa etapa tem como objetivo detalhar a funcionalidade de cada função e campo dentro do site e no backend, para, ao programar a API, tudo funcionar corretamente e claramente.

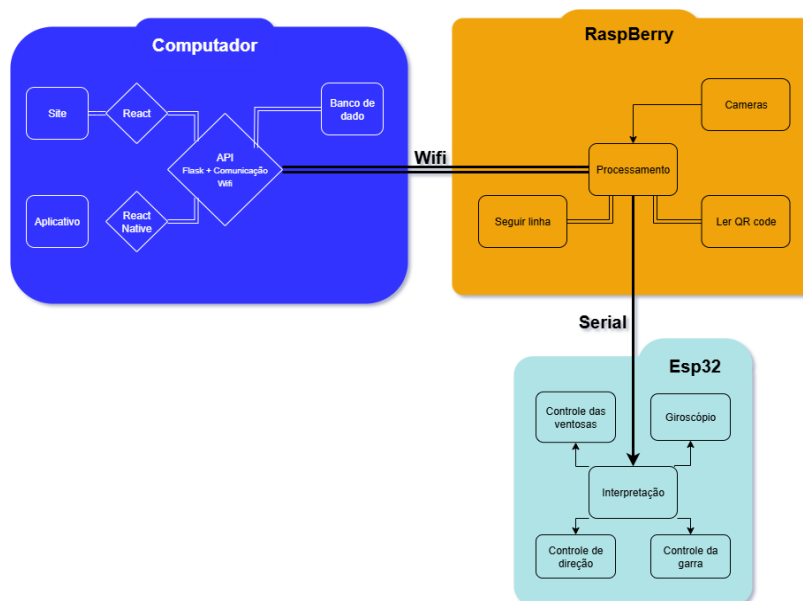
Figura 5 - Fluxograma de estruturação das funções antigas



Fonte: Própria, 2025

Após muito refletir sobre as funções, o integrante chegou a conclusão que o RaspBerry ficaria um pouco sobrecarregada, pois hospedaria o front-end (site + app) e o back-end (api + banco de dados), o processamento de imagem, e a comunicação com o esp32. Então foi decidido em separar os sistemas da seguinte forma, em um computador, na mesma rede que o raspberry, hospedar o front-end e o back-end, e via comunicação Wi-Fi o RaspBerry, manter apenas o processamento dos comandos enviados da API, no caso a leitura da câmera e a comunicação serial Esp32.

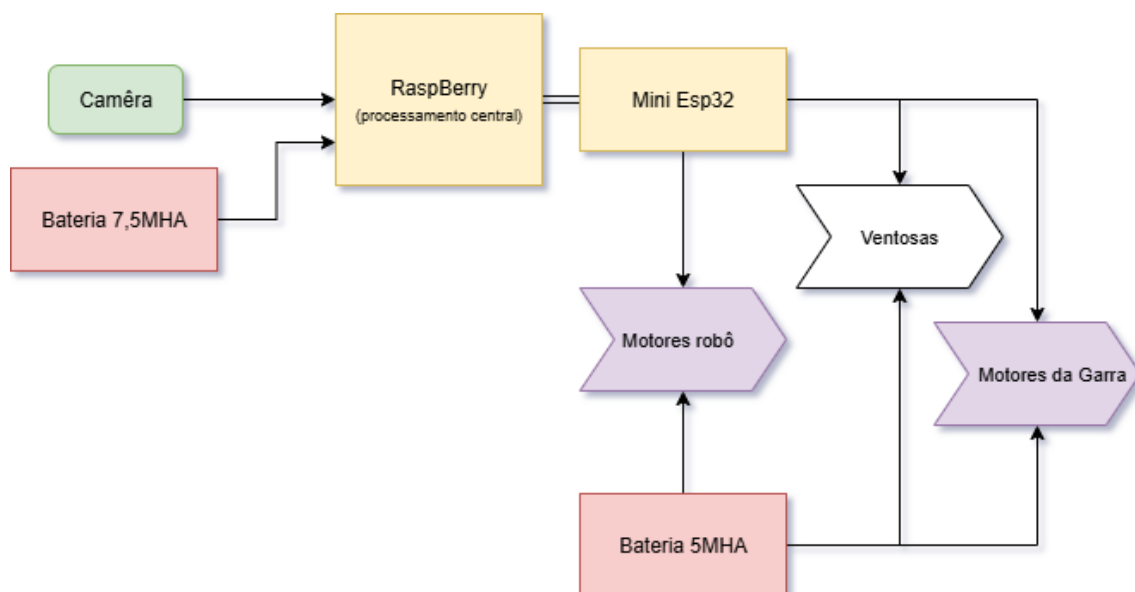
Figura 6 - Fluxograma de estruturação das funções novas



Fonte: Própria, 2025

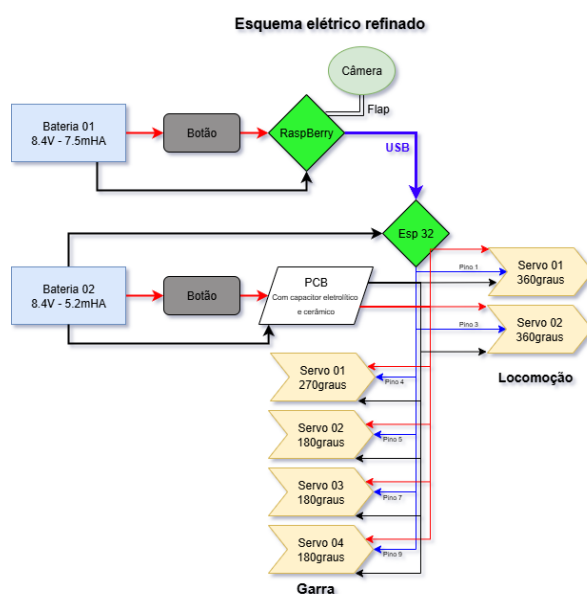
Além da estruturação da lógica dos sistemas, também foi feito o fluxograma da conexão eletrônica do robô AGV MAC. Nele é possível entender como será feito todo o sistema elétrico do robô, para evitar problemas.

Figura 7 - Fluxograma de estrutura eletrônica simplificada



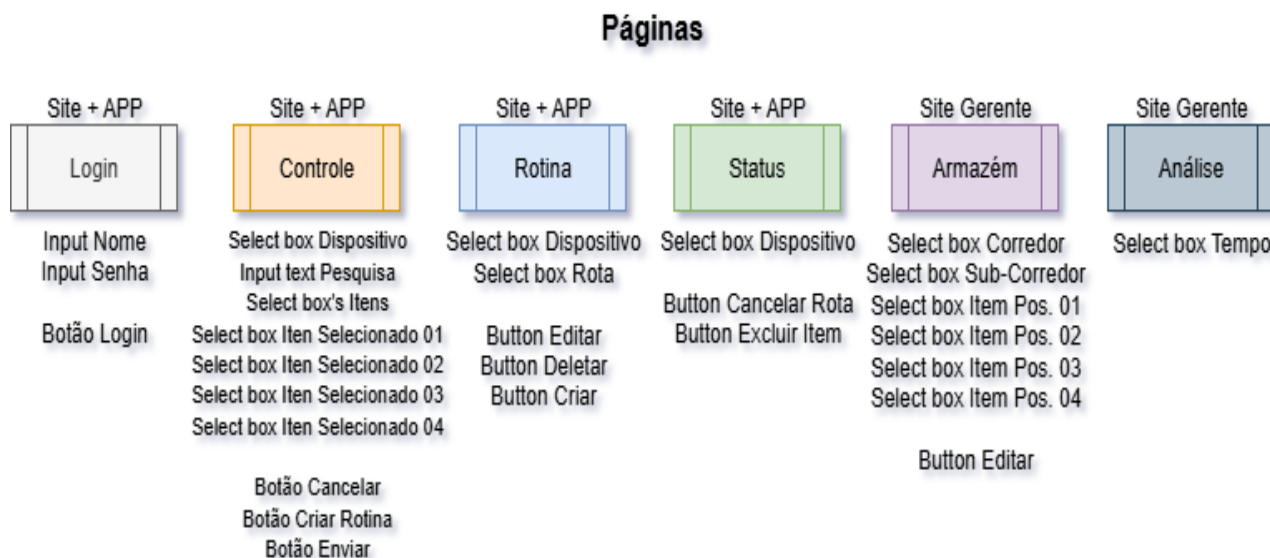
Fonte: Própria, 2025

Figura 8 - Fluxograma de estrutura eletrônica refinada



Fonte: Própria, 2025

Figura 9 - Fluxograma das páginas do Site e APP



Fonte: Própria, 2025

3.4.3. Design

Depois de finalizado a definição das categorias e detalhamento das funções, foi possível refinar o design para já começar a implementar no site real. Após uma pesquisa sobre um tipo de tipografia que apresentasse o site como sendo algo sério, foi definido então a fonte: Segoe UI. Algumas mudanças foram feitas, como a retirada de um header em todas as páginas, a mudança no armazém, para melhor compreensão dos usuários, a simplificação do sistema de controle dos carrinhos e a técnica de Wireframes para padronização das telas.

Segundo o site da MIRO, a técnica de wireframes é um método de criação de esquemas visuais simples que representam a estrutura e a funcionalidade básica de um site ou aplicativo. Atuando como um "esqueleto" do projeto, os wireframes focam no layout, hierarquia da informação e navegação, sem se aprofundar em detalhes estéticos como cores ou tipografia. Sendo utilizada para planejar a disposição dos elementos, validar ideias, identificar problemas de usabilidade e facilitar a comunicação entre designers, desenvolvedores e stakeholders.

Ao longo desse período, também foi desenvolvido uma logo para o projeto nessa etapa de Design.

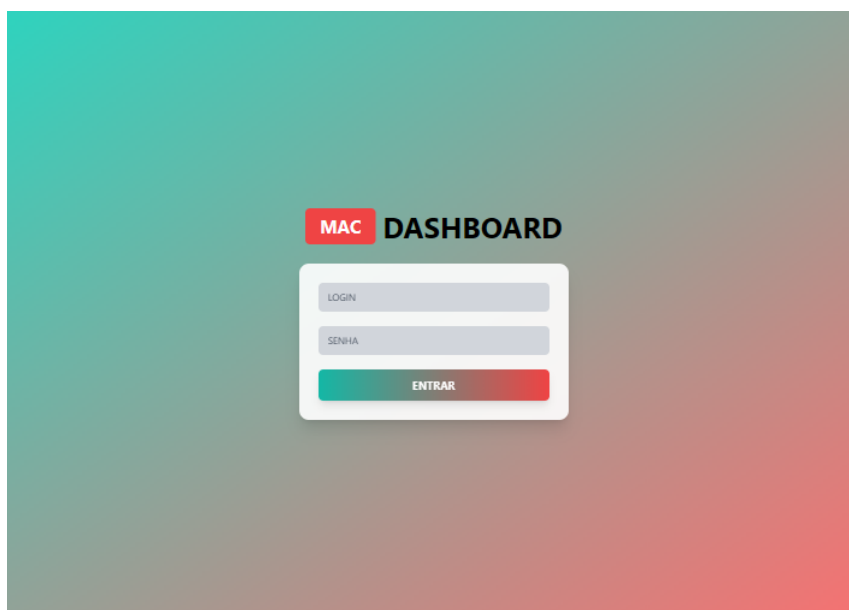
Figura 10 - Logo do Site



Fonte: Própria, 2025

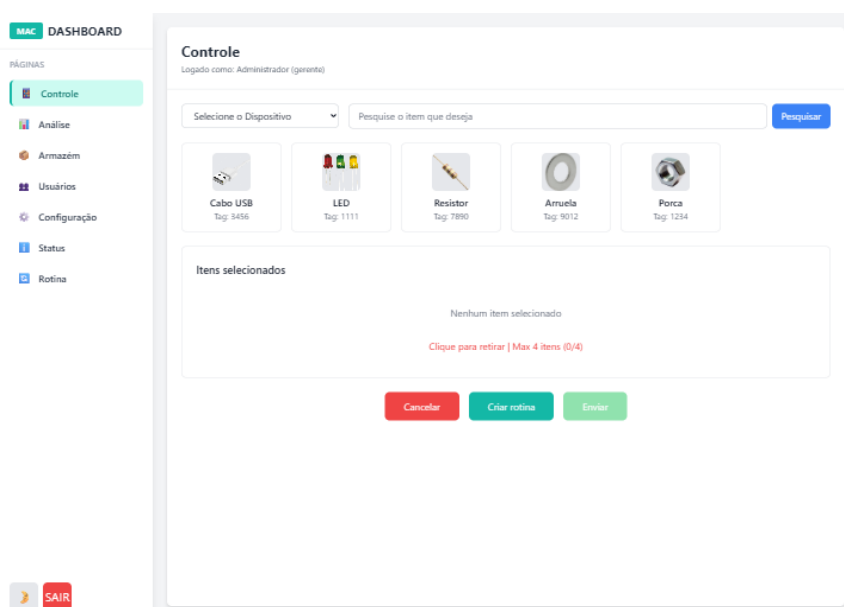
Após a confirmação dos requisitos para iniciar o desenvolvimento do site e API, foi iniciado seu processo de criação, começando pelo front-end, deixando todas as rotas para a API ainda em aberto, para processamento posterior.

Figura 11 - Tela de login no site, com os campos de “Login” e “Senha”, e o botão.



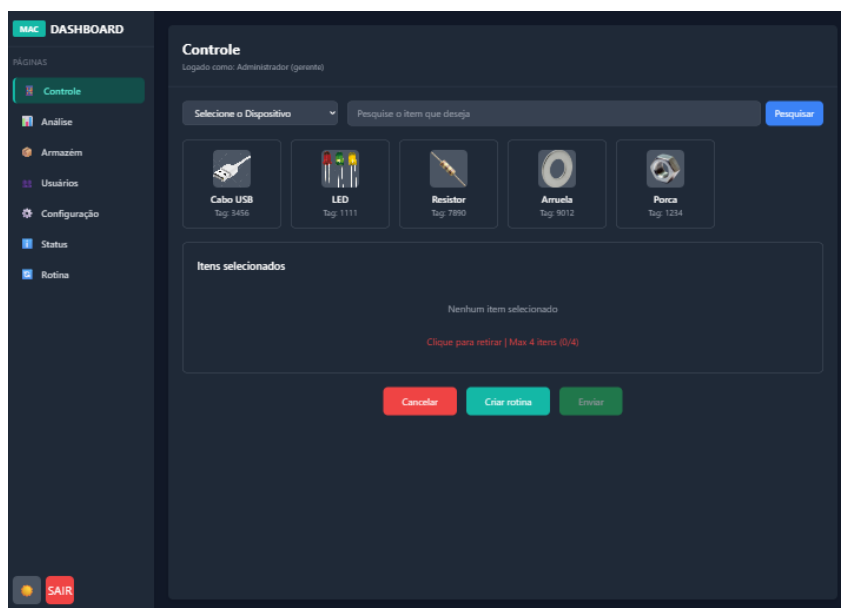
Fonte: Própria, 2025

Figura 12 - Tela de controle no site, com exemplo de itens cadastrados, e alterações para reutilizar wireframes.



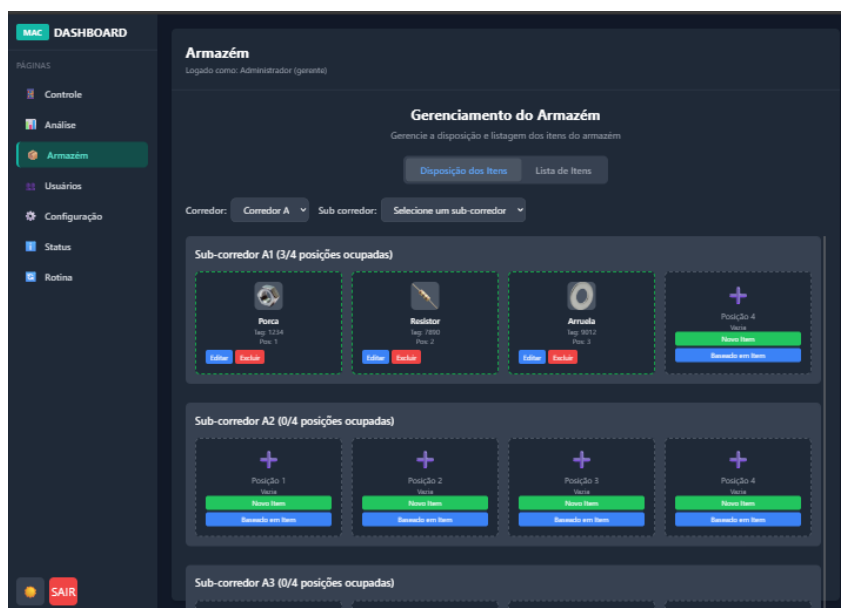
Fonte: Própria, 2025

Figura 13 - Tela de controle no modo escuro



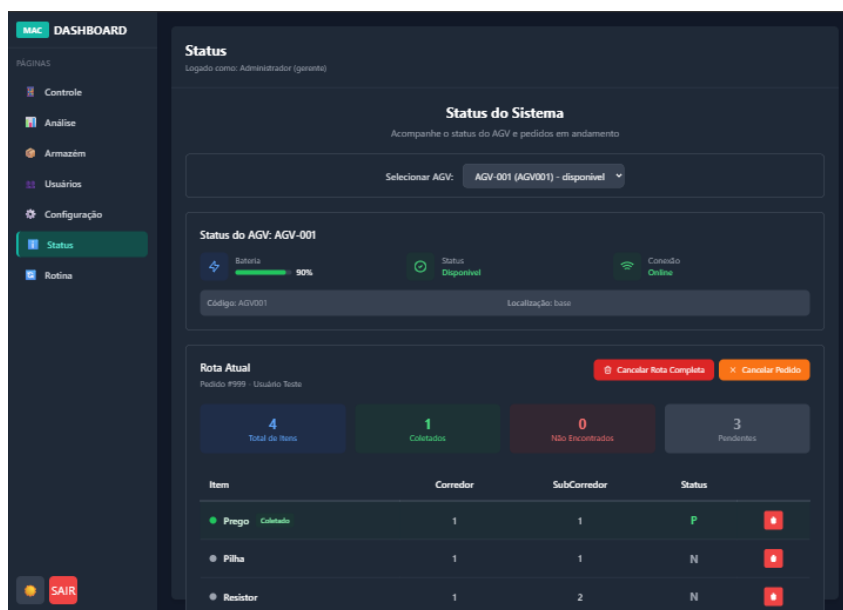
Fonte: Própria, 2025

Figura 14 - Tela de controle de armazenamento, após o refinamento do design



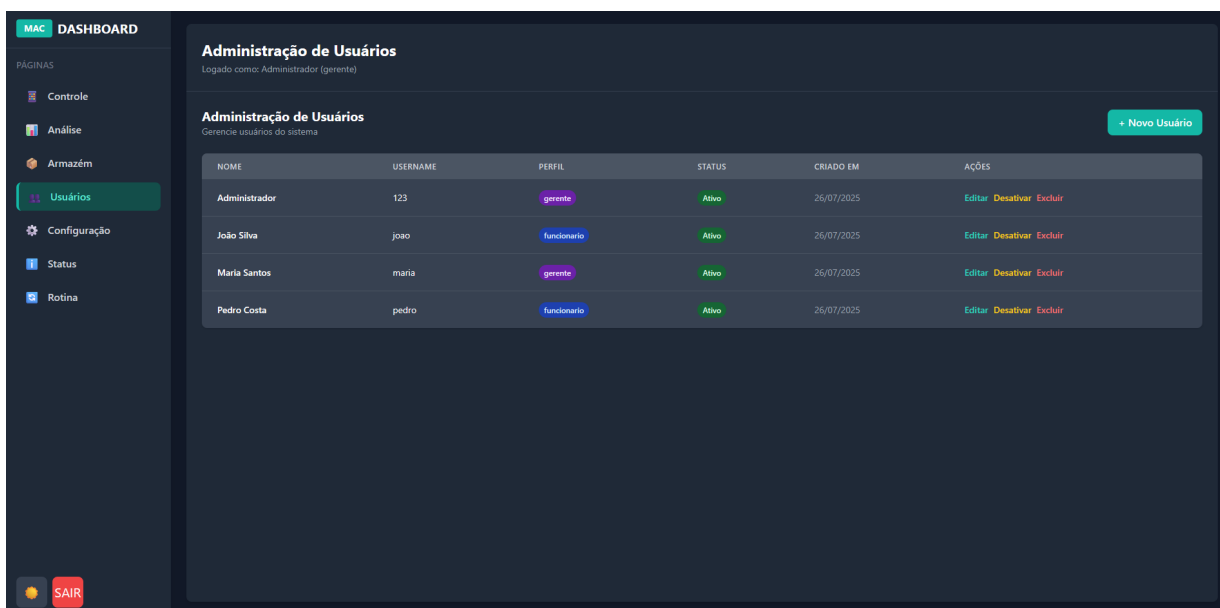
Fonte: Própria, 2025

Figura 15 - Tela de Status



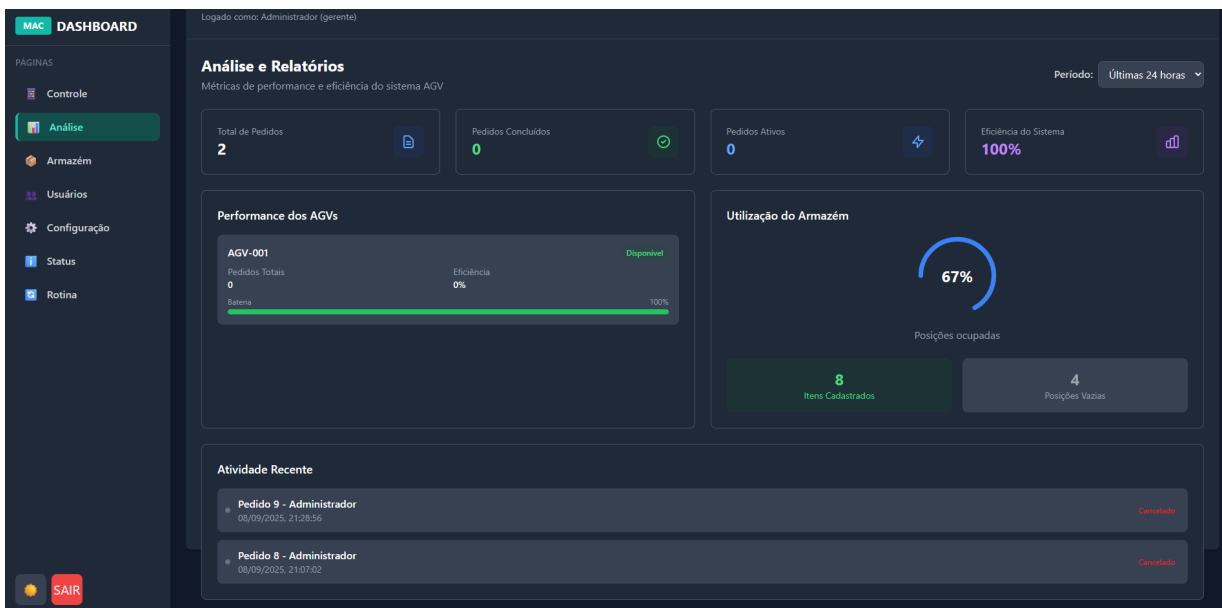
Fonte: Própria 2025

Figura 16 - Tela de gerenciamento de logins



Fonte: Própria, 2025

Figura 17 - Tela de Análise do robô e do estoque



Fonte: Própria, 2025

Na etapa de design/desenvolvimento do site, o design do site mudou, foi pesquisado alguns modelos já consagrados no mercado, como o do google ads, para referência. Para assim, melhorar a usabilidade dos usuários, aprimorando a forma de como as coisas são apresentadas.

3.4.4. Desenvolvimento da API (Interface de Programação de Aplicações)

Havendo grande parte do design já sendo executado e operando como o esperado, foi iniciado o desenvolvimento da API, ela que faz a conexão entre todas as requisições do site e a parte que processa elas. O integrante começou pelo login, realizando a autenticação dos usuários com o banco de dados e com seu cargo, até então apenas dois: o de gerente e o de funcionário. Contudo a partir do login as coisas começaram a ficar mais complicadas, pois mesmo tendo tudo já estruturado, eram muitos métodos a serem feitos de formas diferentes, além da parte do armazém, a mais complicada, pois foi necessário salvar e atualizar muitas funções já feitas anteriormente.

Figura 18 - Parte do código referente ao login de usuários

```

auth.py L:M X database.py M
agv-web > backend > api > authpy > login
1 from flask import Blueprint, request, jsonify
2 from database import verificar_usuario
3
4 auth_bp = Blueprint('auth', __name__)
5
6 @auth_bp.route("/login", methods=["POST"]) # Ao apertar o botão de realizar o login, é executado esse código
7 def login():
8     """Autenticar usuário"""
9     data = request.json
10    username = data.get('username', '').strip() # Recebe a informação do username/nome colocado no campo
11    password = data.get('password', '').strip() # Recebe a informação da senha colocada no campo
12
13    if not username or not password: # Verifica se há informação nos campos obrigatórios para o login
14        return jsonify({
15            "success": False,
16            "message": "Username e senha são obrigatórios" # Se não tiver, manda um alert para o site falando que falta informações
17        }), 400
18
19    usuario = verificar_usuario(username, password) # Chama a função verificar_usuario, passando as informações obtidas, isso é necessário pois deixa o código mais legível e explicativo,
20    # ainda mais que é utilizado criptografia na senha. Essa função retorna true ou false para a variável usuario.
21
22    # Se for encontrado as informações do usuário, ele será logado e essas informações guardadas em um Json para sua identificação
23    if usuario:
24        return jsonify({
25            "success": True,
26            "message": "Login realizado com sucesso",
27            "usuario": {
28                "id": usuario['id'],
29                "nome": usuario['nome'],
30                "username": usuario['username'],
31                "perfil": usuario['perfil']
32            }
33        })
34    else: # Se não forem encontradas, ou ele estiver desativado, não deixa login
35        return jsonify({
36            "success": False,
37            "message": "Credenciais inválidas"
38        }), 401
39

```

Fonte: Própria, 2025

Figura 19 - Parte do código, referente a verificação de usuários

```

def verificar_usuario(username, password): #Aqui é realizado a criptografia da senha e o retorno com as informações do usuário, se encontrado
    """Verifica credenciais do usuário"""
    conn = get_db_connection() #Coneção estabelecida com o Banco de dados
    password_hash = hash_password(password) #Criptografia da senha para verificar com a armazenada no banco de dados

    #Pesquisa no banco de dados, com as informações obtidas, e a reficiação de se o usuários está ativo
    usuario = conn.execute('''
        SELECT id, nome, username, perfil, ativo
        FROM usuarios
        WHERE username = ? AND password_hash = ? AND ativo = 1
    ''', (username, password_hash)).fetchone()

    conn.close() #Fecha a coeção com o Banco de dados

    if usuario: #Se encontrar usuário, retorna as informações dele, como nome, cargo, etc
        return dict(usuario)
    return None

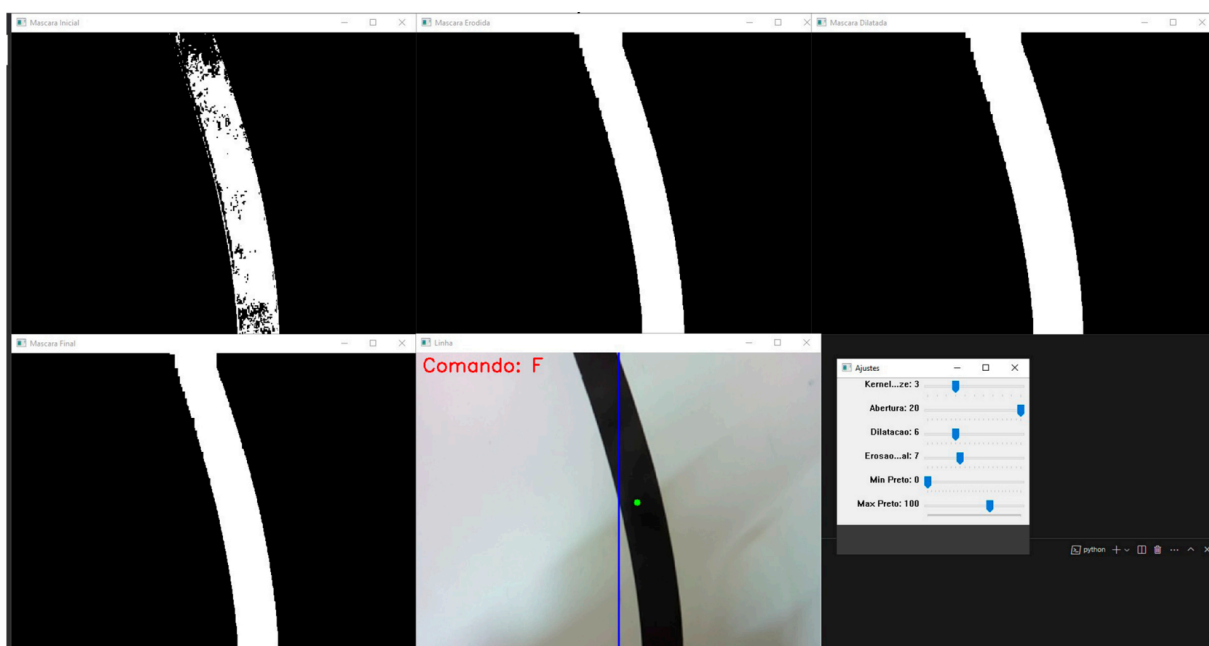
```

Fonte: Própria, 2025

3.4.5. Visão Computacional

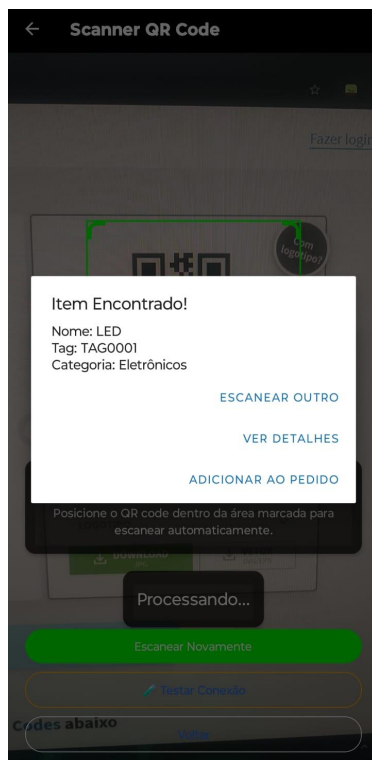
Essa parte ainda está sendo desenvolvida em conjunto com a movimentação do braço do carrinho. Por enquanto foram feitas as leituras dos QR codes, para testar se é possível utilizar para a locomoção

Figura 20 - Reconhecimento da linha disposta no chão



Fonte: Própria, 2025

Figura 21 - Reconhecimento de Qr Code pelo celular no APP



Fonte: Própria, 2025

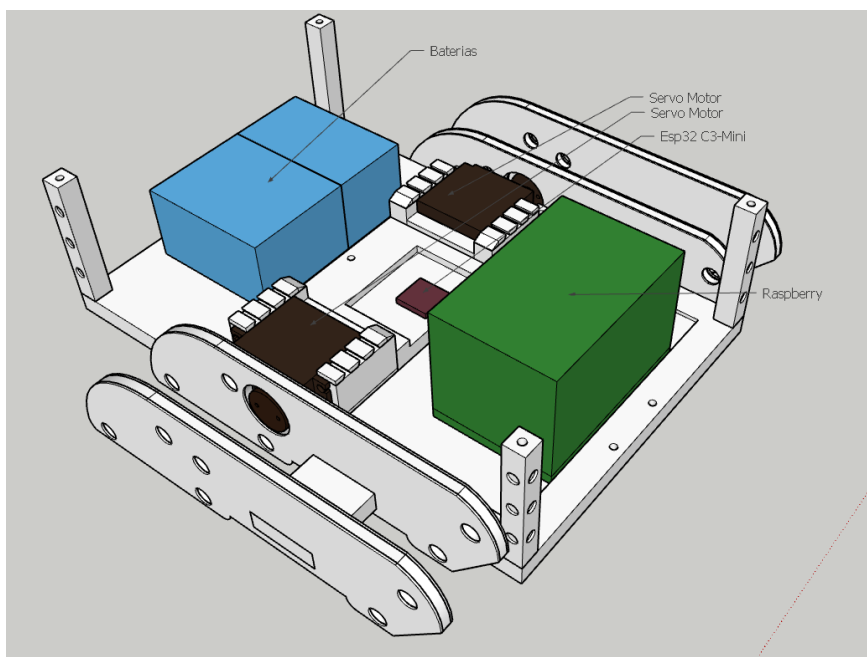
3.4.6. Protótipo

A princípio o protótipo seria desenvolvido utilizando motor de passo, contudo após algumas pesquisas e conversas com o orientador foi decidido utilizar servos motores TowerPro MG996R Metálico com 360 graus para a locomoção. Esta que acontece atrás de duas esteiras 170 xl com um sistema de rolamentos para facilitar esse processo.

Além dos servo motores de 360 graus, o projeto conta com uma Raspberry, para processamento geral, um ESP32, que controla os motores utilizados, um sensor acelerômetro e giroscópio, duas baterias, um de 7800mAh e outra de 5200mAh, um Google Coral Coprocessador USB Edge TPU ML Accelerator, um servo motor digital DS3218 de 270°, outro servo motor TowerPro MG996R Metálico com 180°, dois micro servos motores MG90D Metal Gear de 180° e por um último um kit ventosa completo integrado.

A partir disso, os equipamentos que seriam utilizados no robô para controle e movimento foram medidos e após isso foi iniciado pelo grupo o desenvolvimento dos desenhos das peças 3D.

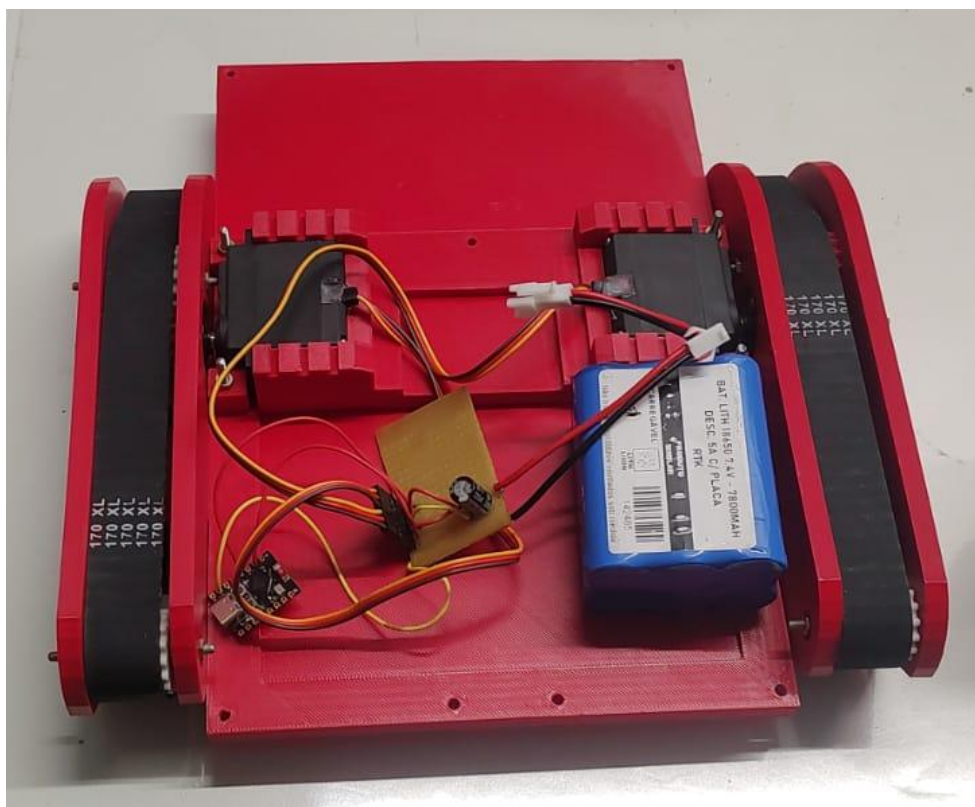
Figura 22 - Desenho no SketchUp de como ficaria a base do robô com os itens que serão utilizados.



Fonte: Própria, 2025

Após isso, as peças foram impressas e a estrutura das esteiras foi montada, com a adição de rolamentos e eixos. O suporte dos motores foi colado na placa com cola para PVC, visto que se houvesse algum problema não seria necessário reimprimir tudo novamente.

Figura 23 - Estrutura montada



Fonte: Própria, 2025

Com o desenvolvimento dessa parte concluído, foi feita uma pesquisa para analisar qual modelo de braço robótico seria mais viável para as necessidades do projeto, desta forma o modelo escolhido foi um desenvolvido por um youtuber, José Diaz, que se inspirou em modelo da empresa KUKA Industrial Robots.

Figura 24 - Modelo desenvolvido pelo Youtuber

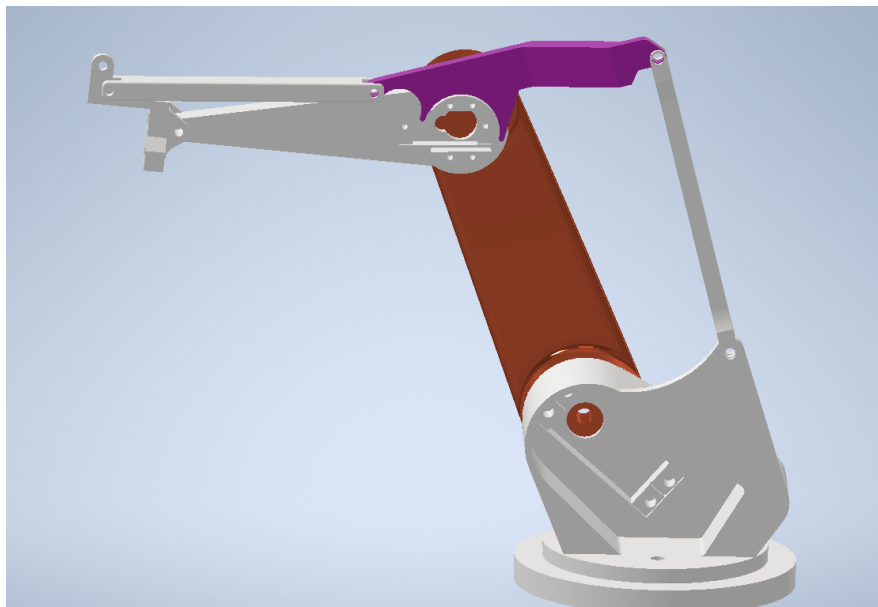


Fonte: José Diaz, 2023

A partir disso, foram iniciados a produção dos desenhos das peças do braço robótico e da estrutura responsável por sustentá-lo. Todas as peças foram feitas no aplicativo Autodesk Inventor, utilizando um vídeo disponibilizado no canal do youtuber como base.

Com todos os desenhos finalizados, foi feita uma montagem com todas as peças (Figura 25) para visualizar como ficaria o braço após a impressão de todos os componentes dele.

Figura 25 - Montagem com todas as peças.

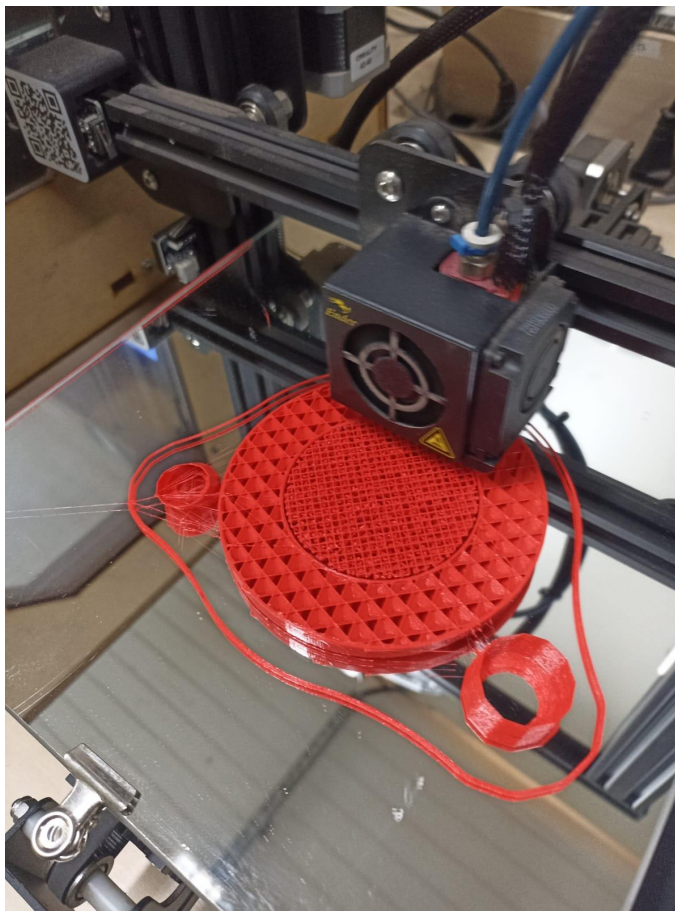


Fonte: Própria, 2025

Conforme esse estágio de desenvolvimento finalizado, começou a etapa de impressão das peças (Figura 26) juntamente com a de ajustes, esses feitos atrás de limas e micro retífica com o objetivo de dar um melhor acabamento a peça.

A maior parte das peças foram imprimidas na casa do integrante Vinícius, enquanto apenas as de menor porte foram impressas no Espaço Maker na Etec Bento Quirino.

Figura 26 - Impressão da peça Servo 1

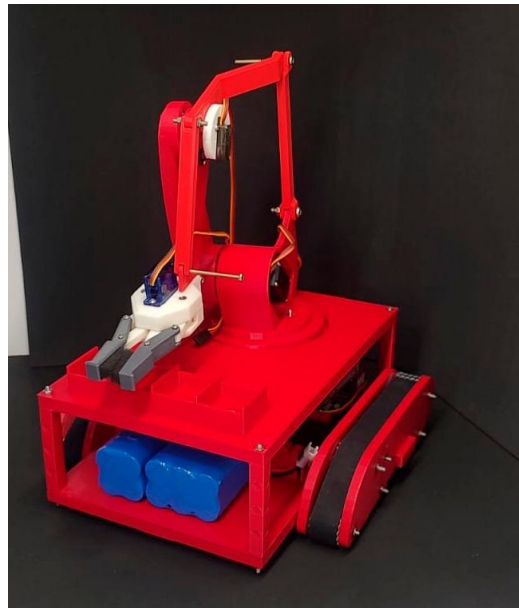


Fonte: Própria, 2025

Em seguida a esse momento, com todas as peças impressas e ajustadas, foi iniciado a montagem do membro e posteriormente a sua adição à parte de baixo do robô. A fixação dos componentes foi feita com parafusos e porcas.

Uma das ideias principais do braço robótico é que ele tenha um cabeçote móvel com o objetivo de possibilitar a troca da ferramenta da ponta através de um ímã, com o propósito de se adequar a necessidade de transporte. Desta forma, além da garra, o robô poderá ter também uma ventosa.

Figura 27 - Montagem Geral



Fonte: Própria, 2025

A garra encaixada no AGV é um antigo modelo impresso pelo professor Marcelus, que teve o encaixe adaptado para se encaixar no projeto.

4. RESULTADOS OBTIDOS

O projeto AGV MAC apresenta um protótipo de robô móvel autônomo, equipado com visão computacional e braço robótico articulado, capaz de se locomover em trajetos pré-definidos, identificar QR Codes e realizar a coleta de itens no estoque. Além disso, o sistema conta com dashboard integrado a um site e aplicativo, possibilitando o acompanhamento em tempo real de suas funções.

Os testes iniciais realizados com o protótipo demonstra uma locomoção consistente em percursos retilíneos e curvas, mantendo estabilidade durante os deslocamentos. O sistema de visão computacional foi capaz de reconhecer QR Codes dispostos no solo e nos objetos, apresentando taxa de acerto satisfatória em condições de iluminação controlada.

A análise dos testes evidencia que a integração entre hardware e software irá funcionar de maneira coerente, garantindo a comunicação entre os módulos de controle, o microprocessador central e o dashboard. Embora ainda sejam necessários ajustes na calibração da visão computacional e no alinhamento dos componentes do braço, os resultados preliminares comprovam a viabilidade técnica do protótipo.

Do ponto de vista educacional e tecnológico, o robô AGV MAC se consolida como uma solução aperfeiçoada e acessível, alinhada às demandas da Indústria 4.0. O desenvolvimento do protótipo contribui para a formação prática dos estudantes em áreas como eletrônica, programação, desenho técnico e robótica aplicada, além de fortalecer a aplicação da ciência na resolução de problemas reais da indústria, com potencial de otimizar a logística interna na distribuição de materiais e/ou insumos com melhor exibição de informações, apresentando-as de forma mais organizada e concisa.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada até o momento demonstra que, mesmo em fase de desenvolvimento parcial, o projeto do robô móvel autônomo apresenta resultados promissores para a automação e otimização na logística interna na Indústria 4.0. O protótipo já valida conceitos fundamentais, como locomoção autônoma e reconhecimento de QR Codes, reforçando a viabilidade técnica da proposta. Mais do que um dispositivo tecnológico, o projeto evidencia como a ciência e a engenharia podem ser aplicadas de forma prática com o intuito de tornar os processos produtivos mais eficientes e produtivos, além de transformar os ambientes industriais mais seguros.

Para prosseguir à etapa final, será necessário concluir a integração dos módulos de software (API, site e aplicativo) ao controle físico do robô, além de realizar a programação do braço robótico, alguns ajustes nele e aprimorar o sistema de visão computacional. Espera-se que a realização de testes em maquete de ambiente fabril valide o desempenho do protótipo em cenários simulados, garantindo maior confiabilidade para futuras aplicações reais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A VOZ DA INDÚSTRIA. **Descubra o que são os AGVs (Automated Guided Vehicle).** Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/artigos/descubra-o-que-sao-os-agvs-automated-guide-d-vehicle/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

CNN BRASIL. **Robôs ganham espaço em fábricas e no campo, assumindo tarefas de risco.** Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/robos-ganham-espaco-em-fabricas-e-no-campo-assumindo-tarefas-de-risco/>. Acesso em: 19 jun. 2025.

DÍAZ, José. **Construí un mini brazo robótico tipo KUKA desde CERO en SOLIDWORKS.** Disponível em: <https://youtu.be/4avPfvILkwE?si=dsFJKKkQlvSsdAeg>. Acesso: 27 jul. 2025.

DÍAZ, José. **Mini braço robótico KUKA AUK2.** Disponível em: https://cults3d.com/pt/modelo-3d/jogo/mini-kuka-robotic-arm-auk2?srsItid=AfmBOoplHhZbrbsAKIPUgvA3hB5mQ1k5D6szV_5pOJRYSDRbpYYRVcuy. Acesso: 30 jul. 2025.

FELIPE, Thiago. **Visão computacional: o guia completo.** [S.l.]: Udemy, 2023. Disponível em: <https://www.udemy.com/course/visao-computacional-o-guia-completo/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

GOUVEA, Marcelo. **Movimentação de materiais dentro da fábrica: o que você precisa saber.** Disponível em: <https://produza.ind.br/gestao/movimentacao-de-materiais/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

IBM. **APIs:** o que são e como funcionam. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/think/topics/api>. Acesso em: 23 jun. 2025.

MIRO. **Wireframe.** Disponível em: <https://miro.com/pt/wireframe/o-que-e-wireframe/#o-que-%C3%A9-wireframing-em-ux?>. Acessado: 4 ago. 2025.

PALLETS. **Flask documentation.** [S.l.]: Pallets Projects, 2025. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/stable/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SANTOS, Jones Granatyr; OLIVEIRA, Eduardo. **Deep learning com Python de A a Z:** o curso completo. [S.l.]: Udemy, 2023. Disponível em: <https://www.udemy.com/course/deep-learning-com-python-az-curso-completo/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SNEF BRASIL. **Impactos da automação robótica no dia a dia da indústria.** LinkedIn, [s.d.]. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/impactos-da-automa%C3%A7%C3%A3o-rob%C3%B3tica-dia-ind%C3%BAstria-snefbrasil-9oomf>. Acesso em: 15 jun. 2025.

TECH, Aventa. **Braço Mecânico Industrial:** Revolução Tecnológica na Produtividade Moderna. Disponível em: <https://www.aventatech.com.br/post/braco-mecanico-industrial>. Acesso em: 19 jun. 2025.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). **Coordenação de robôs autônomos por visão computacional.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29473/1/coordenacaoroboautonomovi-sao.pdf>. Acesso em: 04 set. 2025.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). **Robô autônomo para transporte de pallets.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/34489/1/roboautonomopallet.pdf>. Acesso em: 04 set. 2025.