



UNifeob
| ESCOLA DE NEGÓCIOS



2024

PROJETO INTEGRADO



UNIFEOB

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO DE ENSINO
OCTÁVIO BASTOS

ESCOLA DE NEGÓCIOS

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PROJETO INTEGRADO

AUTOMAÇÃO ROBÓTICA: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS
E INCLUSIVAS

<UNIFEOB>

SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP

NOVEMBRO 2024

UNIFEOB
CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO DE ENSINO
OCTÁVIO BASTOS
ESCOLA DE NEGÓCIOS
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PROJETO INTEGRADO
**AUTOMAÇÃO ROBÓTICA: SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS
E INCLUSIVAS**
<UNIFEOB>

MÓDULO DE ROBÓTICA

Cálculo Diferencial e Integral – Prof. Carlos Alberto Collozzo de Souza

Robótica – Prof. Marcelo Ciacco de Almeida

Machine Learning – Prof. Rodrigo Marudi de Oliveira

Álgebra Linear e Geometria Analítica – Prof. Carlos Alberto Collozzo de Souza

Projeto de Robótica – Prof^ª. Mariângela M. Santos

Estudantes:

Arthur Tavares de Paula Valim, RA 22000357

Bruno Henrique do Prado Franco, RA 22001702

João Vitor da Silva, RA 22000871

Kamily de Oliveira Muniz, RA 22001481

Leonardo Santello Garino, RA 22000048

Luiz Felipe dos Santos Pereira, RA 22000049

Marcos Valverde de Mira Ferreira, RA 22001184

SÃO JOÃO DA BOA VISTA, SP
NOVEMBRO 2024

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	5
3	PROJETO INTEGRADO	6
3.1	CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	6
3.1.1	CÁLCULO DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO	6
3.1.2	PLANEJANDO CAMINHOS	7
3.1.3	ESTABILIDADE	7
3.2	ROBÓTICA	8
3.2.1	CONCEITO DO SISTEMA	8
3.2.2	DESENVOLVIMENTO DAS SOLUÇÕES	9
3.2.3	INTEGRAÇÃO E CONTROLE	10
3.3	MACHINE LEARNING	10
3.3.1	IMPLEMENTANDO ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING EM SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS	11
3.3.2	PROTÓTIPO ROBÓTICO: INTEGRAÇÃO DE MACHINE LEARNING E VISÃO COMPUTACIONAL	13
3.3.3	ABORDAGENS DE VALIDAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS DE MACHINE LEARNING	15
3.4	ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA	17
3.4.1	VETORES	17
3.4.2	TRANSFORMAÇÕES LINEARES	18
3.4.3	TRANSFORMAÇÕES RÍGIDAS	18
3.5	CONTEÚDO DA FORMAÇÃO PARA A VIDA: DESENVOLVENDO IDEIAS	19
3.5.1	DESENVOLVENDO IDEIAS	19
3.5.2	ESTUDANTES NA PRÁTICA	20
4	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22
	ANEXOS	23

1 INTRODUÇÃO

Com o mundo cada vez mais voltado para práticas sustentáveis, a busca por novas tecnologias que contribuem para a preservação do meio ambiente tem se tornado uma prioridade global. Nesse contexto, o grupo decidiu focar em uma solução inovadora para a gestão de resíduos, um dos grandes desafios da sociedade moderna. A ideia central foi desenvolver um robô que não apenas facilite o processo de coleta de lixo, mas que também colabore diretamente para a criação de um ambiente mais limpo e sustentável.

Esse projeto propõe a criação de um robô autônomo, capaz de se locomover e coletar lixo de forma automatizada. A tecnologia desenvolvida permite que o robô identifique, recolha e armazene os resíduos, proporcionando uma solução prática para áreas urbanas e industriais. Além de otimizar a coleta de lixo, essa inovação contribui para a preservação ambiental, ajudando a reduzir a poluição e promovendo uma gestão mais eficiente dos resíduos sólidos. Como afirma o site FIA, (2024) “Ao adotar práticas sustentáveis, projetamos um futuro mais próspero, com biodiversidade, respeito ao meio ambiente e riqueza compartilhada. [...]”.

O desenvolvimento desse robô foi possível graças à aplicação de uma série de conhecimentos adquiridos ao longo desse curso, especialmente nas disciplinas de Robótica, Machine Learning, Álgebra Linear e Geometria Analítica e Cálculo Diferencial e Integral. Cada uma dessas áreas forneceu uma base sólida para o avanço do projeto, desde o controle de movimentos autônomos até a criação do código para a detecção dos objetos. Esse conhecimento interdisciplinar foi essencial para o sucesso da solução proposta.

2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa alvo do nosso projeto é a Fundação de Ensino Octávio Bastos, mais conhecida como UNIFEOB, seu CNPJ é: 59.764.555/0001-52 que está localizada em São João da Boa Vista - SP, localizada na Av. Doutor Octávio da Silva Bastos, 2439 - Jardim Nova São João, Campus Mantiqueira 13.874-149.

Ela tem como objetivo a educação e formação escolar de nível superior, porém tendo como atividades secundárias educação profissional de nível técnico, educação profissional de nível tecnológico, pesquisas e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais e atividades veterinárias voluntárias.

3 PROJETO INTEGRADO

3.1 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Nesse projeto, a matéria de cálculo diferencial e integral tem um papel muito importante, especialmente quando se fala sobre os movimentos e o equilíbrio do robô. Como afirma a Universidade Estadual de Londrina (2020),

A derivada e a integral são duas noções básicas do Cálculo Diferencial e Integral. Do ponto de vista geométrico, a derivada está ligada ao problema de traçar a tangente a uma curva enquanto que a integral está relacionada com o problema de determinar a área de certas figuras planas, mas também possui muitas outras interpretações possíveis.

Os conceitos dessa disciplina ajudam a garantir que o robô funcione de maneira eficiente e controlada.

Foi usado equações diferenciais para entender e prever como o robô vai se comportar ao se mover pelo ambiente. Essas equações são essenciais para ajustar a velocidade e a aceleração. Por exemplo, quando o robô precisa seguir uma trajetória, as derivadas ajudam a ajustar o controle das rodas tornando o movimento mais preciso e estável. Outro ponto em que o cálculo se torna fundamental, é no funcionamento do braço robótico. É preciso muita precisão para que a garra pegue e manipule diferentes tipos de resíduos. Aqui, os conceitos de derivadas e integrais entram em ação para calcular a força certa que deve ser aplicada, evitando danos aos materiais coletados.

3.1.1 CÁLCULO DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

Para o desenvolvimento do projeto, o cálculo de velocidade e aceleração é um aspecto crítico, pois envolve a aplicação prática de equações diferenciais para garantir a precisão do robô.

Ao utilizar equações diferenciais, é possível determinar a velocidade ideal que o robô deve-se manter ao se deslocar por diferentes terrenos, como ruas ou terrenos irregulares. Isso permite ajustar a aceleração de modo que o robô não perca instabilidade e seja capaz de reagir rapidamente a um obstáculo.

Além disso, esses cálculos também são aplicados ao funcionamento do braço robótico. É preciso calcular a aceleração para que o braço robótico se mova ao se aproximar de um

resíduo, garantindo que a coleta será feita sem danificar o objeto. Controlar a velocidade de abertura e fechamento do braço é crucial para o sucesso da operação, principalmente quando o robô lida com diferentes tamanhos e pesos.

Segundo o blog Khan Academy, “A velocidade (v) é uma grandeza vetorial que mede o deslocamento (ou alteração na posição, Δs) sobre a alteração no tempo (Δt) representado pela equação $v = \Delta s / \Delta t$.”

3.1.2 PLANEJANDO CAMINHOS

Para o projeto, o planejamento de caminhos é uma tarefa essencial e para isso foi utilizado conceitos integrais para otimizar as trajetórias que o robô deve seguir. A ideia é que ao planejar a melhor rota, isso possa minimizar o consumo de energia e reduzir o tempo necessário do robô chegar ao seu destino.

A aplicação de integrais permite calcular o percurso mais eficiente levando em consideração as condições do ambiente, como a presença de obstáculos ou variações no terreno. Como diz o blog Khan Academy, “A integral de uma função descreve a acumulação da grandeza cuja taxa de variação é dada [...]”. Por exemplo, ao inserir a distância de uma trajetória conseguimos determinar a distância total percorrida e identificar ajustes necessários para evitar paradas ou desvios desnecessários.

Além disso, ao planejar a trajetória ideal também foram considerados alguns fatores como a aceleração e desaceleração. Isso garante que ele se mova de maneira suave e constante evitando desperdícios de energia ao acelerar demais ou frear bruscamente. A otimização do caminho é especialmente importante quando o robô precisa cobrir grandes áreas ou realizar múltiplas tarefas de coleta.

3.1.3 ESTABILIDADE

A estabilidade é fundamental para assegurar que o robô opere de forma segura e controlada. Foi utilizado equações diferenciais para estudar e manter a estabilidade do robô garantindo que ele permaneça em equilíbrio.

A estabilidade é particularmente importante quando o robô se desloca por diferentes tipos de terrenos ou quando realiza tarefas que exigem precisão, como o uso do braço robótico para a coleta de resíduos.

Além disso, o controle de estabilidade envolve garantir que o robô possa rapidamente retornar a um estado estável após uma perturbação. Isso significa que se o robô ficar inclinado ou desviar de sua rota ele conseguirá corrigir movimentos sem uma grande perda de controle.

3.2 ROBÓTICA

A robótica é um dos pilares principais do projeto, sendo responsável pelo funcionamento integral do robô. O principal objetivo da robótica no desenvolvimento é criar uma solução automatizada e eficiente para a coleta de resíduos, utilizando tecnologias avançadas que permitem ao robô realizar essa tarefa de forma autônoma, sem a necessidade de supervisão humana constante.

Como diz Schoba (2021),

Apesar de conseguirem fazer atividades humanas de forma mais rápida e ágil, os robôs estão sempre sujeitos aos humanos, visto que são eles que controlam essas máquinas. Por isso, também, sempre estão subordinados a um roteiro de ações estabelecidas.

O modelo escolhido para o robô é um modelo *hoover* com duas rodas motorizada e uma roda boba, que proporciona equilíbrio e estabilidade durante o deslocamento. Esse design oferece uma excelente combinação de mobilidade e capacidade de manobra, permitindo que o robô se mova com facilidade em diferentes tipos de superfícies, como asfaltos, ruas pavimentadas e calçadas.

Além disso, o robô conta com um braço robótico especialmente projetado para agarrar e levantar resíduos de diferentes tamanhos e formas, garantindo uma coleta eficaz e precisa. O braço é controlado por servo motores, que ajustam sua abertura e fechamento com precisão, permitindo a coleta de resíduos. Os servos motores oferecem um controle detalhado dos movimentos, otimizando o processo de coleta e evitando danos ao material recolhido, independentemente do tipo ou tamanho dos resíduos.

3.2.1 CONCEITO DO SISTEMA

O sistema robótico desenvolvido para este projeto baseia-se nos fundamentos essenciais da robótica, abordando aspectos como a arquitetura do robô, seu funcionamento autônomo e a sua capacidade de operar em diferentes cenários. Esses conceitos são

necessários para garantir que o robô execute suas tarefas de forma eficiente e confiável, sem necessidade de intervenção humana direta.

A arquitetura do robô é uma combinação de vários componentes mecânicos, eletrônicos e de software, todos centrados em um raspberry pi 3b como sistema de controle. O raspberry pi 3b atua como o cérebro do robô, coordenando os servos motores do braço robótico, as rodas e a execução do modelo de visão computacional. Esse tipo de arquitetura modular facilita a integração de novos componentes e caso seja necessário a modificação de alguma peça existente.

O funcionamento autônomo do robô é garantido por algoritmos de visão computacional, que permite que o robô ‘veja’ e se adapte a diferentes obstáculos e ambientes. Um modelo de visão computacional, que foi treinado para esse projeto, processa em tempo real os dados fornecidos pela webcam, permitindo que o robô tome decisões automaticamente, sem a necessidade de supervisão humana.

Em resumo, o robô foi projetado para ser robusto e flexível, com o Raspberry pi 3b no centro de controle, e com um forte foco em autonomia, garantindo que ele opere de forma inteligente e sustentável em uma variedade de cenários.

3.2.2 DESENVOLVIMENTO DAS SOLUÇÕES

O desenvolvimento das soluções no projeto envolve a integração de dois componentes principais: o *hover* e o braço robótico. Ambos foram projetados para trabalhar em conjunto, oferecendo mobilidade e capacidade de manipulação, o que permite que o robô realize uma ampla gama de tarefas de forma autônoma e eficiente.

Segundo o blog Kalatec (2024), “O conceito trata de replicar a habilidade humana a partir da combinação de mecânica, eletrônica e software para manipular objetos e executar tarefas específicas de forma eficiente, controlada e autônoma. [...]”

O *hover* será responsável por fornecer a mobilidade necessária ao robô, permitindo que ele se desloque em diferentes tipos de terrenos, como asfalto, calçadas ou ruas. Ele é projetado para que o robô se mova de forma segura e autônoma, ajustando sua trajetória automaticamente conforme os obstáculos e condições do ambiente.

Integrado ao sistema do robô, está o braço robótico. Esse braço foi projetado para realizar tarefas que exigem manipulação delicada e precisa, como a coleta de resíduos. Graças a sua flexibilidade, o braço permite que o robô não apenas localize e agarre itens, mas também se adapte a diferentes tamanhos e formas de resíduos..

A integração dessas duas partes permite que o robô realize uma grande variedade de funções, combinando mobilidade e uma manipulação precisa. Isso torna o robô uma solução versátil para tarefas como a coleta automatizada de lixo, além de outras possíveis aplicações que envolvem movimentação ou manuseio de objetos.

3.2.3 INTEGRAÇÃO E CONTROLE

A integração do *hoover* e do braço robótico foi realizada por meio de um sistema de controle centralizado, utilizando o raspberry pi 3b como o núcleo de processamento. Esse controlador será responsável por coordenar as operações tanto do *hoover* quanto do braço robótico, garantindo que ambos funcionem em harmonia durante a execução de suas tarefas.

No projeto o robô será capaz de realizar as suas tarefas de maneira autônoma graças à visão computacional. O processo começa com a webcam do robô que a partir da detecção de algum lixo coordena o movimento do hover que irá até a localização do lixo.

Como afirma o Opencadd (2024), “A partir de tecnologias como inteligência artificial (IA), sensores e drones, é possível desenvolver sistemas que permitam um uso mais eficiente dos recursos naturais, reduzindo desperdícios e minimizando impactos ambientais. [...]”

Uma vez que o robô se aproxima do lixo, o braço robótico entra em ação. Controlado por servomotores, ele será ativado para coletar o resíduo. Após a coleta a garra irá jogar o lixo coletado em uma caçamba que está acoplada ao robô.

3.3 MACHINE LEARNING

A disciplina de Machine Learning desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do projeto. Conforme o site da Oracle, “O machine learning (ML) é o subconjunto da inteligência artificial (IA) que se concentra na construção de sistemas que aprendem, ou melhoram o desempenho, com base nos dados que consomem. [...]”.

De acordo com os conhecimentos adquiridos nas aulas, tem sido aplicado de forma prática, permitindo que o robô execute suas tarefas com autonomia e inteligência. Através de técnicas de aprendizado de máquina, foi implementado algoritmos que possibilitam ao robô ‘enxergar’ o ambiente por meio de webcam e tomar decisões de maneira precisa.

No projeto foi utilizado o YOLOv8 (You Only Look Once, oitava versão), um dos algoritmos mais avançados na detecção de objetos. Esse algoritmo de machine learning é essencial para que o robô reconheça o ambiente ao seu redor e identifique os resíduos a serem coletados de maneira eficiente. O YOLOv8 analisa as imagens pré capturadas de certos resíduos e depois elas são passadas para um modelo próprio, que está sendo treinado especificamente para o reconhecimento de resíduos, assim, permitindo que o robô execute as suas funções com maior eficiência, precisão e autonomia, proporcionando uma solução robótica sustentável e inovadora para a gestão de resíduos.

3.3.1 IMPLEMENTANDO ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING EM SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

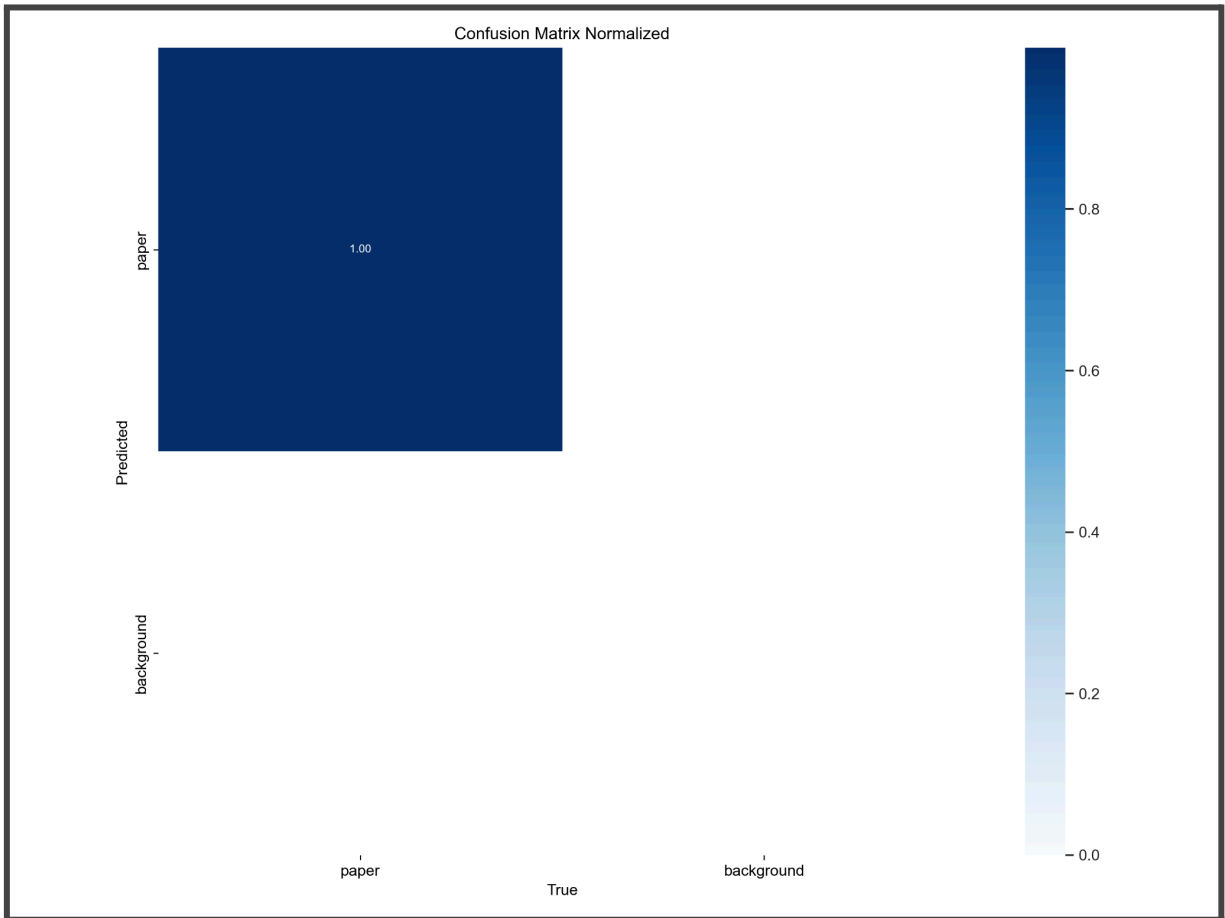
No projeto, foi aplicado o conhecimento adquirido nas aulas de Machine Learning, para desenvolver algoritmos que solucionem problemas específicos de detecção e classificação de objetos como bolas de papel, usando metodologias de treinamento do modelo YOLOv8 (You Only Look Once).

O YOLOv8 é uma versão avançada e otimizada para tarefas de visão computacional para aprendizado supervisionado. No contexto deste projeto, o YOLOv8 permite detectar e identificar objetos em imagens em tempo real.

Neste projeto, foi aplicada técnicas de aprendizado supervisionado utilizando um conjunto de dados rotulados. Com isso, o modelo aprende a identificar padrões e prever as classes dos objetos, baseando-se em anotações manuais que indicam suas coordenadas e categorias.

Além disso, foi utilizadas técnicas de classificação e regressão: a classificação ocorre no processo de rotulagem dos objetos, onde o YOLOv8 é treinado para categorizar corretamente cada item. Já a regressão é usada para prever as coordenadas das caixas delimitadoras, aprimorando a precisão na detecção das posições dos objetos nas imagens.

Figura 1 - Relatório Gerado pelo YOLOv8



Fonte: Autores

No gráfico acima demonstra-se um dos relatórios gerados pelo YOLOv8 após a finalização dos treinamento e validação, conhecido como matriz de confusão, que é uma ferramenta de avaliação que mostra o desempenho de um modelo de classificação, ajudando a visualizar onde ele está acertando e errando.

Ela é organizada como uma tabela em que as linhas representam as classes reais (ou verdadeiras), e as colunas representam as classes previstas pelo modelo. Cada célula da matriz indica a quantidade de previsões para cada par de classes reais e previstas, facilitando a análise dos acertos e dos tipos de erros cometidos pelo modelo. No relatório, são possíveis 4 resultados possíveis para cada categoria:

Verdadeiros Positivos (VP): Previsões corretas em que o modelo classificou um exemplo como positivo, e ele realmente era positivo.

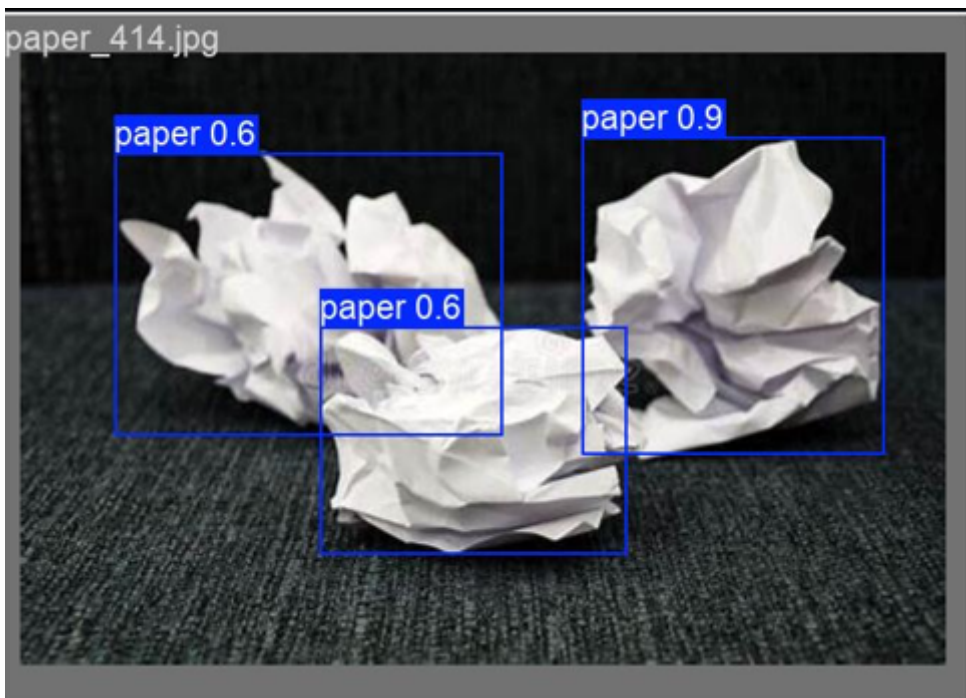
Verdadeiros Negativos (VN): Previsões corretas em que o modelo classificou um exemplo como negativo, e ele realmente era negativo.

Falsos Positivos (FP): Erros onde o modelo classificou um exemplo como positivo, mas ele era negativo .

Falsos Negativos (FN): Erros onde o modelo classificou um exemplo como negativo, mas ele era positivo.

Durante o treinamento do modelo, atingiu-se 100% de precisão ao identificar as bolas de papel, significando que nosso modelo não se confundiu erroneamente com objetos diversos.

Figura 2 - Modelo reconhecendo as bolas de papel



Fonte: Autores

Acima, demonstra-se o modelo reconhecendo corretamente as bolas de papel, utilizando o banco de imagens dedicado para testes.

3.3.2 PROTÓTIPO ROBÓTICO: INTEGRAÇÃO DE MACHINE LEARNING E VISÃO COMPUTACIONAL

Para implementar o reconhecimento de resíduos neste projeto, foi utilizado o YOLOv8 para treinar um modelo de machine learning capaz de reconhecer padrões. Foi aplicado a divisão de conjuntos de dados em treinamento e teste para preparar o modelo configurando-o para identificar bolas de papel, que são os resíduos alvo. A fase de

treinamento foi realizada com uma variedade de imagens, garantindo que o modelo fosse robusto e eficiente em diferentes condições.

O protótipo robótico integra esse modelo com uma webcam, que captura imagens em tempo real. Esse modelo de visão computacional então, processa esses dados rapidamente, reconhecendo os resíduos e permitindo que o robô tome decisões autônomas, como coletar e descartar objetos corretamente. Essa integração com a visão computacional também ajuda o robô a ajustar a sua trajetória e evitar colisões.

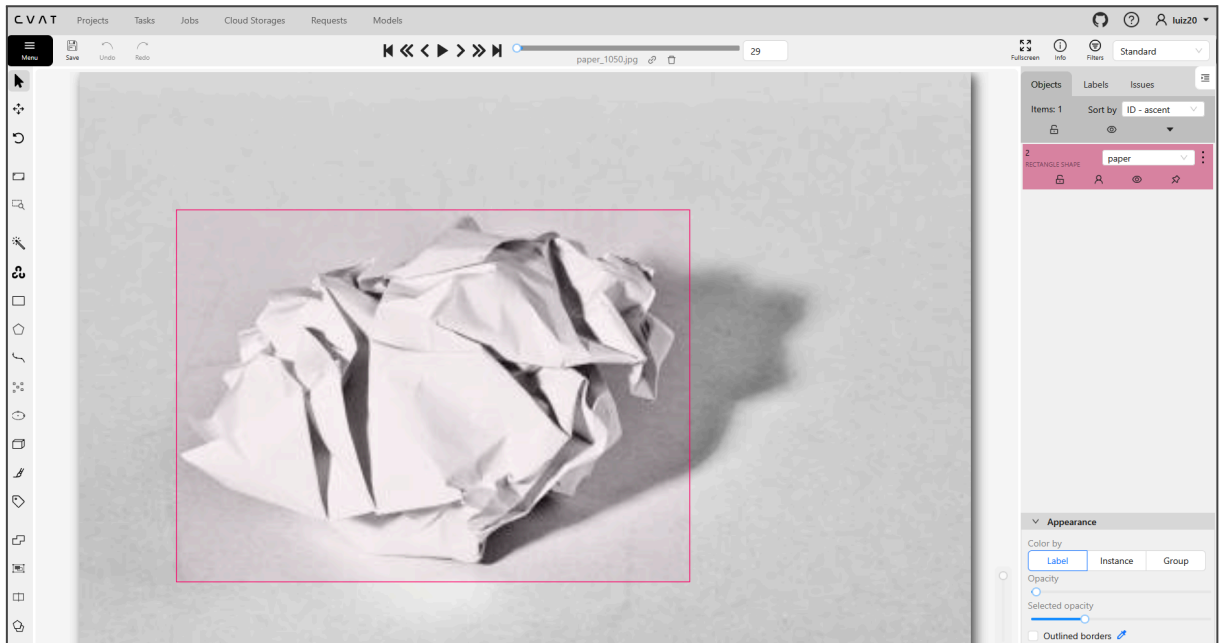
Figura 3 - Banco de Imagens

```
1 import cv2
2 from ultralytics import YOLO
3 import time
4
5 print("1")
6
7 model = YOLO('walle/exp/weights/best.pt')
8 print("2")
9
10 cap = cv2.VideoCapture(0)
11 print("3")
12
13 if not cap.isOpened():
14     print("Error: Could not open video stream.")
15     exit()
16 print("5")
17
18 cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 1920)
19 cap.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 1080)
20 print("6")
21
22 original_fps = cap.get(cv2.CAP_PROP_FPS)
23 print(f"Original FPS: {original_fps}")
24
25 desired_fps = 10
26
27 frame_skip = int(original_fps // desired_fps)
28 frame_count = 0
29
30 while True:
31
32     ret, frame = cap.read()
33
34     if not ret:
35         print("Error: Failed to grab frame.")
36         break
37
38     frame_count += 1
39
40     if frame_count % frame_skip != 0:
41         continue
42
43     start_time = time.time()
44     results = model(frame)
45     end_time = time.time()
46     print(f"Inference time: {end_time - start_time:.3f} seconds")
47
48     annotated_frame = results[0].plot()
49
50     cv2.imshow("YOLOv8 Real-Time Paper Trash Detection", annotated_frame)
51
52     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
53         break
54
55 cap.release()
56 cv2.destroyAllWindows()
```

Fonte: Autores

Para gerar a base de imagens pro treinamento, foram utilizados bancos de imagens, como kaggle e huggingface. Neles, foi capaz de selecionar e baixar centenas de imagens relacionadas a bolas de papel.

Figura 4 - Banco de Imagens



Fonte: Autores

Depois de ter o banco de imagens padronizado, foi consumido o website para anotações cvat.ia. Nele, subiram todas as imagens coletadas e manualmente passou as coordenadas de onde está a bola de papel. Após anotar todas as imagens, foi baixado um arquivo zip com as pastas padronizadas da forma como o YOLOv8 exige: uma pasta com as imagens e outra com as anotações.

Por fim, configurou-se o YOLOv8 para consumir a base de dados gerada pelo cvat e temos como produto final o modelo de reconhecimento de objetos e visão computacional.

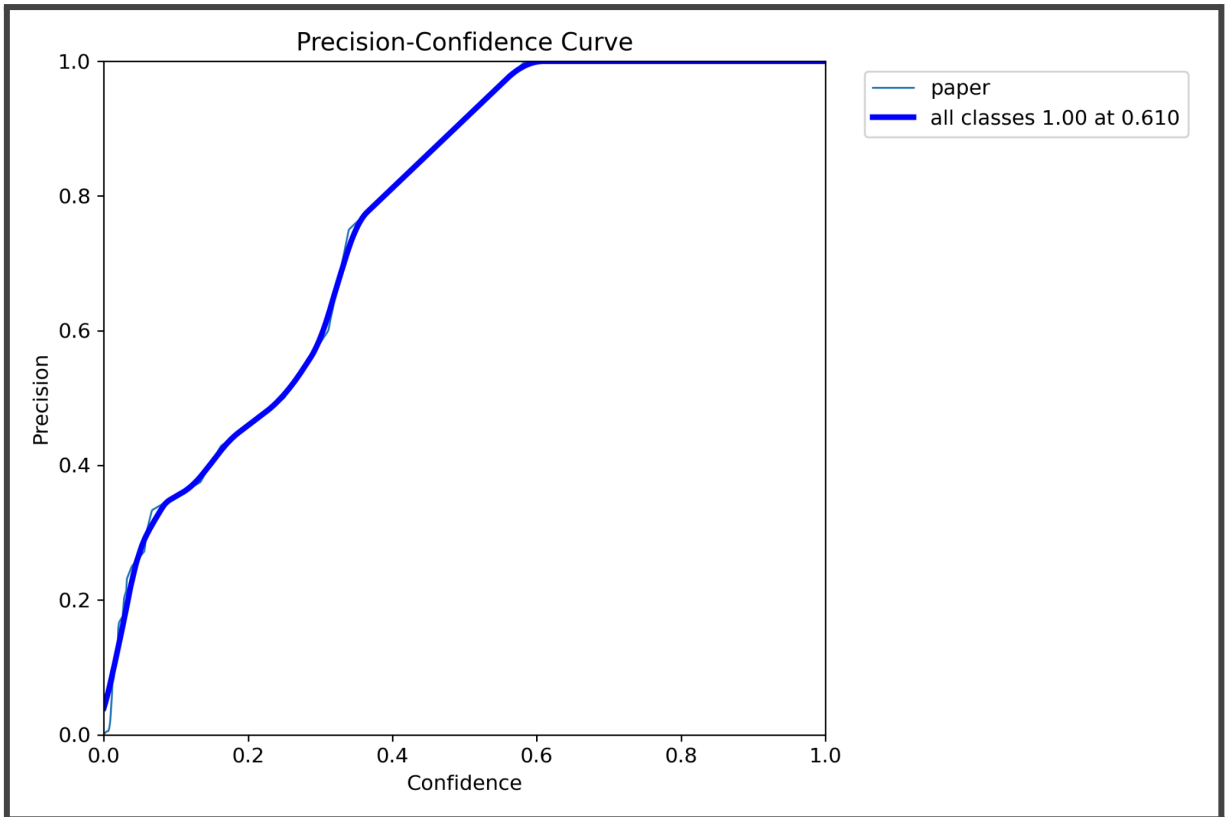
3.3.3 ABORDAGENS DE VALIDAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS DE MACHINE LEARNING

Para garantir que o modelo consiga identificar os resíduos com uma grande taxa de acerto, usou-se a divisão de conjuntos de dados em treinamento e teste para o projeto, tinha em torno de 300 imagens de bolas de papel para o treinamento, foi utilizado cerca de 260 dessas imagens para os resultados dos testes e a validação dos resultados do modelo usados.

Para validar o desempenho do modelo treinado, realizou-se testes com imagens que não faziam parte do conjunto de treinamento inicial. Esse processo permite avaliar a capacidade do modelo de reconhecer corretamente os resíduos em novas situações. Durante esses testes, foi analisado o nível de certeza que o modelo apresenta ao identificar um objeto como resíduo.

Essa confiança é essencial, pois permite ajustar o modelo para aumentar a precisão garantindo que ele seja eficaz na identificação dos resíduos em diferentes condições e ambientes.

Figura 5 - Relatório de precisão



Fonte: Autores

Outro relatório gerado é o acima, que mostra a precisão do modelo em função dos diferentes valores de confiança. Usa-se ele para avaliar como a precisão do modelo se comporta quando se ajusta o nível de confiança necessário para classificar uma detecção como positiva.

Cada detecção recebe uma pontuação de confiança que indica a probabilidade de a detecção ser correta.

Dessa forma, pode-se aumentar a confiança mínima necessária para considerar uma detecção como positiva, o que normalmente reduz falsos positivos, mas também pode aumentar os falsos negativos.

Em contrapartida, pode-se diminuir a confiança mínima, o que aumenta a cobertura, capturando mais verdadeiros positivos, mas podendo introduzir mais falsos positivos.

Ao interpretar o gráfico, percebe-se que à medida que a confiança aumenta, a precisão também aumenta. Isso é esperado, pois ao aumentar o limiar de confiança, o modelo tende a fazer previsões mais seguras, o que diminui a quantidade de falsos positivos e melhora a precisão.

Além disso, a curva atinge uma precisão de 100% em torno de uma confiança de 0.61, o que significa que, com esse nível de confiança, o modelo terá precisão máxima, evitando falsos positivos.

Por fim, observa-se que em valores de confiança baixos (próximos de 0), a precisão também é baixa. Isso ocorre porque o modelo faz previsões mais "agressivas", classificando mais exemplos como positivos, o que resulta em uma quantidade maior de falsos positivos e, conseqüentemente, reduz a precisão.

3.4 ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA

A álgebra linear e a geometria analítica são fundamentais nesse projeto. Utiliza-se matrizes para manipular coordenadas e ajustar a direção do robô em tempo real, o que é crucial para calcular seu movimento e evitar que ele deslize ou colida com obstáculos ou objetos em seu caminho. Além disso, os vetores são empregados para representar trajetórias e direcionar o robô considerando as forças envolvidas.

Outro uso importante dessas áreas, é na análise de grandezas físicas que afetam o robô, como a força e torque. Por exemplo, calcula-se a força necessária para que o robô realize certas ações, como pegar um resíduo ou mudar de direção, garantindo que ele se mova de maneira eficiente. A álgebra linear também é aplicada na manutenção do equilíbrio do robô, ajudando a distribuir corretamente as forças e evitar que ele tombe, mesmo em superfícies irregulares.

3.4.1 VETORES

Segundo o site Gran, “Os vetores são tipos que permitem o armazenamento de uma coleção de valores do mesmo tipo, ou seja, os vetores são estruturas de dados homogêneas (formados por elementos de mesmo tipo) e unidimensionais.”

Os conceitos de vetores são fundamentais para analisar e calcular as forças envolvidas no movimento e equilíbrio do robô. Vetores são ferramentas essenciais para representar

grandezas físicas como direção, força, velocidade e aceleração. Para garantir que o robô opere de maneira estável, foram utilizados vetores para determinar as forças que atuam sobre as diferentes peças do robô, como o braço robótico, o *hoover* e as rodas. Por exemplo, ao calcular a força necessária para o movimento do robô em um terreno inclinado, pode-se analisar a força da gravidade a do atrito e a força aplicada pelas rodas, representando essas grandezas por meio de vetores.

Além disso, os vetores também são utilizados para analisar situações de equilíbrio, especialmente quando o terreno é acidentado ou quando o robô está coletando um resíduo que exige grande precisão. Dessa forma, é possível visualizar a distribuição de peso e verificar se o robô está equilibrado, prevenindo possíveis quedas e garantindo a sua estabilidade.

3.4.2 TRANSFORMAÇÕES LINEARES

De acordo com a UFRGS, “Uma transformação linear é um tipo especial de função que associa um vetor a outro vetor [...]”.

A câmera captura imagens do ambiente em um espaço para que o robô compreenda a posição e a distância dos obstáculos aplicando a transformação de lineares. Essas transformações permitem ajustar e converter dados das imagens capturadas, relacionando as coordenadas da câmera com o ambiente em que o robô se encontra. Isso é fundamental para calcular a posição relativa dos objetos para o robô conseguir se orientar.

Por exemplo, ao identificarem um obstáculo ou resíduo, o algoritmo usa a transformação de lineares para ajustar a perspectiva e estimar corretamente onde o objeto está no espaço em relação ao robô. Esses cálculos são essenciais para planejar o movimento do robô e garantir que ele consiga se aproximar do lixo.

Portanto, as transformações de lineares são aplicadas para processar os dados visuais da câmera, permitindo que o robô compreenda o ambiente ao seu redor e navegue com precisão, mesmo sem o uso de sensores adicionais.

3.4.3 TRANSFORMAÇÕES RÍGIDAS

As transformações rígidas são utilizadas para orientar e movimentar o robô de forma precisa no ambiente em que se encontra. Essas transformações são fundamentais para manipular a posição e a rotação do robô enquanto ele se desloca pelo ambiente. Transformações rígidas incluem operações com translações (movimentos lineares) e rotações (alteração na orientação) que preservam a distância e os ângulos. Essas transformações são

essenciais para que o robô possa ajustar a sua direção ao navegar por diferentes terrenos ou a se posicionar corretamente ao coletar resíduos.

Conforme o robô se movimenta, é aplicado às transformações para calcular seu deslocamento em relação à posição inicial e rotações para mudar o seu caminho de acordo com os obstáculos. Por exemplo, quando a câmera detecta um objeto de interesse ou um obstáculo em seu caminho, o sistema utiliza transformações rígidas para determinar o melhor ângulo e a posição correta, permitindo que o robô se ajuste eficientemente.

3.5 CONTEÚDO DA FORMAÇÃO PARA A VIDA: DESENVOLVENDO IDEIAS

O tema da formação para a vida, mostra como é importante a criatividade e a inovação. Ao estimular o pensamento e a colaboração em equipe, cria-se um ambiente onde as ideias podem ser promovidas e refinadas pelos indivíduos. Dessa forma, não apenas ajuda no aprendizado, mas também ajuda a se preparar para os desafios que serão enfrentados fora do mundo acadêmico.

3.5.1 DESENVOLVENDO IDEIAS

Para o empreendedorismo, a identificação de ideias e oportunidades é fundamental. Por exemplo, a grande demanda por produtos sustentáveis nos dias atuais oferece uma oportunidade para negócios que adotem práticas ecológicas.

A formação de uma equipe diversificada é essencial para uma empresa, pois cada pessoa possui diferentes habilidades e experiências que contribuem para a inovação e a rápida resolução de problemas. Um exemplo prático é uma startup que reúne profissionais de marketing, design e tecnologia para desenvolver um aplicativo. Além disso, os fatores chave de sucesso incluem a pesquisa de mercado e adaptação da empresa às necessidades dos consumidores.

Por fim, definir uma ideia empreendedora envolve validar a viabilidade de uma proposta. Um exemplo, é um serviço de entrega local que atende a pedidos específicos das pessoas e se ajusta rapidamente ao feedback dos clientes. Esse processo ilustra como a prática diária e a análise dos feedbacks podem levar a criação de negócios bem sucedidos.

3.5.2 ESTUDANTES NA PRÁTICA

Figura 6 - Banner do Modelo de Projeto de Canvas



Fonte: Autores

4 CONCLUSÃO

Este projeto trouxe uma série de desafios e aprendizados para a equipe. Ao longo do desenvolvimento, foram abordados os conceitos de todas as matérias que se foi ensinado ao longo do semestre, aplicando esse conhecimento foi possível criar uma solução inovadora para a coleta automatizada de resíduos.

Entre os principais pontos discutidos, destacam-se o uso de algoritmos avançados de visão computacional como o Yolov8, a importância do Raspberry pi 3b como sistema de controle centralizado e a aplicação das disciplinas de cálculo, álgebra linear e geometria analítica, que contribuiu para o desenvolvimento das soluções voltadas à movimentação e ao equilíbrio do robô.

Durante a execução do projeto, foi enfrentado diversas dificuldades, especialmente na montagem do robô e na compreensão de como ele seria energizado. No entanto, graças ao apoio dos professores e a um maior aprofundamento na matéria de robótica, foi possível superar esses desafios.

REFERÊNCIAS

FIA. **Sustentabilidade: conceito, importância e os pilares.** Blog FIA. 2024. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/sustentabilidade/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

GRAN CURSOS ONLINE. **Tipos de dados: vetores da lógica de programação.** Disponível em: <https://blog.grancursosonline.com.br/tipo-de-dados-vetores-da-logica-de-programacao/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

KALATEC. **Braço robótico: como ele funciona e como pode ser aplicado?** Kalatec, 2024. Disponível em: <https://blog.kalatec.com.br/braco-robotico/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

KHAN ACADEMY. **Calculando velocidade média ou rapidez.** Disponível em: <https://pt-pt.khanacademy.org/science/physics/one-dimensional-motion/displacement-velocity-time/v/calculating-average-velocity-or-speed>. Acesso em: 6 nov. 2024.

OPENCADD. **Robótica e os sistemas autônomos na sustentabilidade.** Opencadd, 2024. Disponível em: <https://www.opencadd.com.br/blog/robotica-e-os-sistemas-autonomos-na-sustentabilidade>. Acesso em: 6 nov. 2024.

ORACLE. **O que é Machine Learning?** Disponível em: <https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

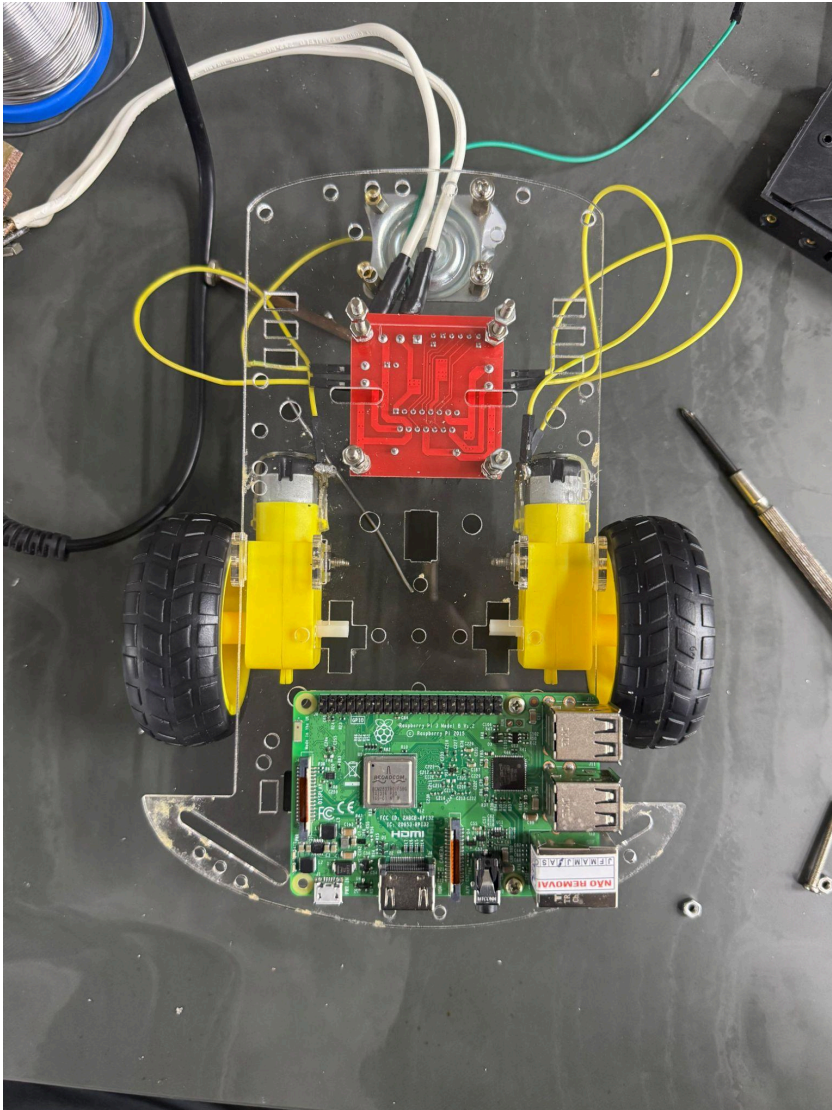
SCHOBA, Thiago. **Otimização de Recursos – Robótica.** Inobag, 16 dez. 2021. Disponível em: <https://inobag.com.br/blog/otimizacao-recursos/roboticas/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

UFRGS. **Transformações lineares.** Disponível em: https://www.ufrgs.br/reatmat/AlgebraLinear/livro/s3-transformax00e7x00f5es_lineares.html. Acesso em: 6 nov. 2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. **Introdução ao Cálculo – Aula 01: Noções Intuitivas de Integral.** Projeto Matemática Essencial, Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <https://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/calculo/int01.html>. Acesso em: 5 nov. 2024.

ANEXOS

Figura 7 - Montagem do Chassi



Fonte: Autores