



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:

Carlos Eduardo Couto Gonçalves,	RA: 22000931
Diego Furlan Tardelli,	RA: 22001752
Fábio Mota Rodrigues,	RA: 22001446
Letícia Vieira Inácio,	RA: 21001793
Pedro Rufino Fernandes,	RA: 24001594
Vinicius Altero Moreira,	RA: 22000879

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	8
3.2	ROBÓTICA	9
3.2.1	CONCEITO DO SISTEMA	9
3.2.2	DESENVOLVIMENTO DAS SOLUÇÕES	10
3.2.3	INTEGRAÇÃO E CONTROLE	10
3.3	MACHINE LEARNING	11
3.3.1	IMPLEMENTANDO ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING EM SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS	11
3.3.2	PROTÓTIPO ROBÓTICO: INTEGRAÇÃO DE MACHINE LEARNING E VISÃO COMPUTACIONAL	12
3.3.3	ABORDAGENS DE VALIDAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS DE MACHINE LEARNING	13
3.4	ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA	13
3.4.1	VETORES	14
3.4.2	TRANSFORMAÇÕES LINEARES	14
3.4.3	TRANSFORMAÇÕES RÍGIDAS	15
3.5	CONTEÚDO DA FORMAÇÃO PARA A VIDA: DESENVOLVENDO IDEIAS	16
3.5.1	DESENVOLVENDO IDEIAS	16
3.5.2	ESTUDANTES NA PRÁTICA	18
4	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	22
	ANEXOS	23

1 INTRODUÇÃO

No módulo de Robótica do curso Ciência da Computação, a proposta do Projeto de Extensão é a de soluções sustentáveis e inclusivas através do uso da automação robótica. Neste projeto, usamos o objetivo sustentável (ODS) – da ONU – de Indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9).

O objetivo é criar um robô “lenhador”, responsável por coletar madeira que idealmente além da coleta irá realizar a separação do material em espaços determinados, de forma autônoma, reduzindo o impacto de práticas nocivas e aumento da eficiência desse tipo de transporte. O robô projetado é em uma escala reduzida do que seria utilizado para realmente realizar essa tarefa, sendo então um protótipo para fins acadêmicos.

O projeto utilizará conhecimentos diversos das unidades de estudos abordadas em módulo. São elas: Robótica, de responsabilidade do Prof. Marcelo Ciacco de Almeida, introduzindo-nos conhecimentos de robótica para a montagem do robô, identificação de movimentos, classificação e possíveis cálculos; Machine Learning, de responsabilidade do Prof. Rodrigo Marudi de Oliveira, introduzindo-nos ao desenvolvimento do aprendizado de máquina que controla o robô, e fazendo ponte à unidade Cálculo Diferencial e Integral, de responsabilidade do Prof. Carlos Alberto Collozzo de Souza; e Álgebra Linear e Geometria Analítica, também de responsabilidade do Prof. Carlos Alberto Collozzo de Souza, que nos introduz às noções algébricas relacionadas à movimentação geral do robô, como a dirigibilidade e a movimentação do braço robótico.

Através deste projeto, desenvolvemos um protótipo de máquina autônoma, equipado com visão computacional e braços robóticos, capaz de identificar, localizar e coletar diferentes tipos de matéria-prima em ambientes industriais complexos. Essa solução inovadora promete aumentar significativamente a eficiência dos processos produtivos, reduzir custos operacionais e garantir maior segurança aos trabalhadores, ao automatizar tarefas repetitivas e potencialmente perigosas.

2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

O Centro Universitário Octávio Bastos, conhecido como Unifeob, é uma instituição de ensino fundada por Octávio Silva Bastos em 1966. Iniciando com o curso de Direito e posteriormente expandindo para Ciências, Letras e Fisiologia em 1971, a Unifeob tem crescido constantemente desde então.

A instituição oferece cerca de 30 cursos universitários, incluindo modalidades presenciais e online, e conta com aproximadamente 5 mil estudantes. Com uma área de mais de 25.000 m², o campus principal abriga o Palmeiras Futebol Clube, uma fazenda-escola e o Centro de Extensão, localizados na região da Mantiqueira. Além disso, a Unifeob possui polos de ensino em Poços de Caldas, Araras e Mogi Guaçu.

A visão da Unifeob é se tornar uma referência em educação e serviços com resultados financeiros, enquanto sua missão é transformar pessoas em empreendedoras e protagonistas. Os valores fundamentais da instituição são sustentabilidade, transparência nas relações, rede colaborativa e comprometimento.

Com o CNPJ 59.764.555/0002-33 e a razão social Fundação de Ensino Octávio Bastos, a Unifeob está localizada na Avenida Dr. Octávio da Silva Bastos, 2439, Jardim Nova São João, São João da Boa Vista, SP, no Campus Mantiqueira. Atualmente, a Unifeob é uma das maiores faculdades da região centro-oeste do estado de São Paulo, formando profissionais qualificados para o mercado de trabalho e contribuindo para o desenvolvimento da cidade em que está inserida.

3 PROJETO INTEGRADO

Para a criação de um robô madeireiro, unimos os conhecimentos adquiridos em cada unidade de estudo buscando atender as necessidades principais para essa máquina, sendo elas a locomoção em terrenos irregulares, manipulação dos troncos de árvore, através de um braço mecânico e autonomia para navegar em diversos ambientes.

Através dos cálculos realizados foi possível definir de forma específica cada movimento que o robô deverá desempenhar em suas tarefas, e com machine learning será possível aperfeiçoar as suas habilidades conforme a necessidade, além de permitir que o próprio robô tome certas decisões baseadas em sua base de dados.

3.1 CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Através dessa unidade, foi possível definir através de cálculos cada movimento que será realizado pelo robô para facilitar o trabalho da I.A. nas suas funções. Durante as aulas, foram estudados todos os passos necessários para calcular equações mais complexas, como integrais.

Também foram definidos os limites que os motores e movimentos são capazes de alcançar para que não ocorra nenhuma pane dos sistemas. Pelo grupo ter optado pela compra de uma base pronta, alguns dos cálculos foram facilitados, mas ainda assim foram necessários.

3.1.1 CÁLCULO DE VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

Para calcular a velocidade e a aceleração do robô consideramos tanto o movimento linear quanto o movimento angular dos motores. “Quanto maior a aceleração de um corpo, maior será a mudança da velocidade desse corpo, tanto no sentido de aumento de velocidade como no sentido de redução.” (ENCCEJA). Primeiramente, para a velocidade linear, precisamos calcular a velocidade angular do motor usando a rotação por minuto conhecida como RPM e convertendo-a para radianos por segundo por meio da fórmula $\omega = (\text{RPM} \times 2\pi)/60$. A partir da velocidade angular podemos então determinar a velocidade linear na borda da roda de esteira multiplicando a velocidade angular ω pelo raio r da roda de esteira.

Com a velocidade linear em mãos, passamos ao cálculo da aceleração linear que representa a variação da velocidade ao longo do tempo. Para isso, usamos a derivada da velocidade em relação ao tempo escrita como $a(t) = dv/dt$, na qual $a(t)$ representa a aceleração linear e dv/dt indica a taxa de aumento ou diminuição da velocidade do robô. Esse cálculo é essencial para entender como o robô acelera ou desacelera ao se mover.

Para o movimento angular analisamos tanto a velocidade angular quanto a aceleração angular: a velocidade angular é obtida pela primeira derivada da posição angular θ em relação ao tempo, o que é expresso como $\omega = d\theta/dt$, enquanto a aceleração angular é obtida pela segunda derivada da posição angular ou pela derivada da velocidade angular ao longo do tempo, sendo representada por $\alpha = d\omega/dt$ ou $d^2\theta/dt^2$.

Dessa forma conseguimos avaliar como o robô muda de direção ou gira sobre seu eixo com a força total aplicada, e a massa do robô, podemos também usar a segunda lei de Newton na qual a aceleração linear é obtida pela divisão da força pela massa expressa por $a = F/m$ onde F é a força e m é a massa do robô.

Finalmente para obtermos a posição ao longo do tempo, integramos as funções de velocidade e de aceleração, permitindo prever a trajetória do robô em função do tempo.

3.1.2 PLANEJANDO CAMINHOS

O projeto requer um planejamento cuidadoso das trajetórias que o robô seguirá durante a execução de suas tarefas. A otimização destas trajetórias é essencial para garantir a eficiência e autonomia do sistema, minimizando o consumo de energia e tempo. “A trajetória será o histórico temporal das variáveis cartesianas, (...) é necessário fazer o mapeamento da trajetória no espaço cartesiano para a trajetória no espaço das juntas.” (LAGES, 7 dez 2022)

O cálculo integral, como ferramenta matemática, permite modelar e resolver os problemas de otimização relacionados às trajetórias. Ao definir as funções que representam o custo associado às diferentes trajetórias (como consumo de energia ou tempo de execução), é possível determinar a trajetória ótima que minimiza esse custo. No contexto específico do projeto do robô de madeira, o Cálculo Integral pode ser aplicado em diversas etapas do processo de planejamento do caminho.

Modelagem do ambiente de trabalho do robô na forma de um gráfico, onde os nós representam pontos de interesse como a localização do robô, colheita de madeira e as arestas representam trajetórias possíveis, é possível usar algoritmos de busca baseados em gráficos para encontrar a trajetória mais curta entre dois pontos. O cálculo integral pode ser utilizado para

calcular o comprimento de cada aresta do gráfico, levando em consideração as restrições impostas pelo terreno irregular.

Ao modelar o consumo de energia do robô em função da velocidade e aceleração, é possível utilizar técnicas de otimização baseadas no cálculo de variações para determinar a trajetória que minimiza o consumo total de energia ao longo de uma determinada viagem. Ao modelar o ambiente de trabalho do robô como um campo potencial, onde regiões de obstáculos possuem alto potencial, é possível utilizar técnicas de planejamento de movimento baseadas em campos potenciais para gerar trajetórias que evitem colisões com obstáculos. O cálculo integral pode ser utilizado para calcular o gradiente do campo potencial, que indica a direção na qual o robô se move para minimizar o potencial e, portanto, a probabilidade de colisão.

Também devemos fazer outras considerações com a complexidade ambiental caracterizado por terreno irregular e presença de obstáculos, requer o uso de técnicas robustas e eficientes de planejamento de movimento. Restrição cinemática: As restrições cinemáticas do robô, como restrições de velocidade e aceleração, devem ser consideradas durante o processo de planejamento do caminho. Implementação computacional: A implementação computacional de algoritmos de planejamento de trajetória requer o uso de ferramentas de software apropriadas, como bibliotecas de otimização numérica e software de simulação.

3.1.3 ESTABILIDADE

A estabilidade de sistemas robóticos é crucial para garantir que o robô opere de forma eficiente e segura durante suas atividades autônomas, como movimentação e manipulação de objetos. Em sistemas complexos, como o protótipo “Lenhador”, a análise de estabilidade é realizada por meio de equações diferenciais que descrevem o comportamento dinâmico do robô e suas interações com o ambiente.

A dinâmica do robô pode ser modelada com equações diferenciais que representam o movimento das rodas, motores e o braço robótico. O sistema dinâmico pode ser descrito por uma função $\dot{x} = f(x, u)$, onde x representa os estados do robô (posição, velocidade, etc.), u as entradas (forças aplicadas pelos motores, movimentos do braço) e $f(x, u)$ é a função que descreve as interações.

A estabilidade do sistema é geralmente analisada usando métodos como o critério de Lyapunov, que verifica se o sistema converge para um comportamento desejado após uma perturbação. Para que um sistema seja estável, a função de Lyapunov $V(x)$ deve ser tal que sua

derivada $V'(x)$ seja menor ou igual a zero. Isso garante que o sistema não se desvie de seu comportamento estável ao longo do tempo.

Em robôs autônomos, imprecisões nos sensores e atuadores podem afetar a estabilidade. Para lidar com essas incertezas, é fundamental utilizar controle adaptativo, que ajusta os parâmetros de controle em tempo real, e controle robusto, que assegura estabilidade mesmo na presença de falhas ou perturbações no sistema.

Para garantir a estabilidade durante a movimentação autônoma, o robô utiliza feedback dinâmico a partir de sensores, ajustando constantemente sua posição e trajetória para evitar oscilações ou desvios. No caso do braço robótico, a estabilidade é mantida por um controle preciso das forças aplicadas ao objeto durante a manipulação, utilizando cinemática para calcular os movimentos articulares necessários para agarrar e mover as madeiras com segurança.

3.2 ROBÓTICA

A robótica desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento do projeto. Através dela é possível criar um sistema que combina software e hardware, e é capaz de agir de forma automatizada realizando tarefas designadas. O robô proposto pode contribuir nos campos de pesquisa científica voltadas à diminuição de impactos ecológicos e também na área tecnológica, de forma que irá facilitar o trabalho dos profissionais.

Para esse projeto, foi decidido realizar a compra de um robô comercializado pela RoboCore que atendia perfeitamente às necessidades de montagem e peças. Essa atitude foi tomada para que a equipe pudesse focar no desenvolvimento do software e implementação concreta da inteligência artificial, tornando possível entregar um produto de qualidade.

3.2.1 CONCEITO DO SISTEMA

O sistema operacional do robô foi programado através de uma placa Vespa, desenvolvida pela empresa RoboCore e utiliza o ESP32, placa de hardware amplamente utilizada, como base. “É reconhecido por sua versatilidade, oferecendo suporte a Wi-Fi, Bluetooth e outras tecnologias de conexão.” (MAKIYAMA, victorvision.com.br, 2023). Esse

sistema foi escolhido pois é capaz de conectar-se à internet e ser controlado de forma remota pelo usuário, já que o robô é feito para transitar em ambientes exteriores.

3.2.2 DESENVOLVIMENTO DAS SOLUÇÕES

A locomoção do robô foi um ponto muito importante, já que sua principal utilidade se dá em terrenos irregulares. Para realizar todas as suas tarefas a movimentação através de esteiras se mostra a mais eficiente pela capacidade de adaptação às mudanças repentinas que podem ocorrer em um ambiente de floresta, por exemplo. Também será uma boa opção para garantir uma maior estabilidade para que o braço robótico realize a coleta dos troncos de madeira de maneira precisa.

O braço mecânico é a principal ferramenta do robô e através dele que são realizadas todas as coletas. Possui três pontos de movimentação, também conhecidos como ‘graus de liberdade’, que de acordo com LIMA (2021), “eles indicam qual é o máximo que os valores podem variar para que nossas estatísticas ainda sejam válidas.” A máquina projetada possui um na base, outro no meio e um na ponta, onde se localiza a garra para segurar a madeira. O kit comprado pela equipe atendeu todas as necessidades para que fosse possível cumprir todos os objetivos propostos, não sendo necessário alteração de nenhuma peça.

3.2.3 INTEGRAÇÃO E CONTROLE

O desafio principal consiste em integrar o hover (plataforma móvel) e o braço robótico do Kit do Robô para criar um sistema capaz de coletar as toras de madeira. Essa integração exige um sistema de controle robusto que permita a coordenação precisa dos movimentos de ambas as partes.

Considerando a plataforma do Kit Robô Explorer Deluxe que já oferece uma base sólida para o projeto, a plataforma Rocket Tank dando mobilidade e o braço robótico, os sensores ultrassônicos e de flexão, que são utilizados para navegação, detecção de obstáculos e manipulação de objetos. A placa Vespa é responsável pelo controle e por receber os comandos, processar informações dos sensores e controlar os atuadores. É importante destacar que o projeto será programado em linguagem Python, que oferece uma ampla biblioteca e ferramentas para o controle do protótipo.

A integração do braço com o hover foi realizada da seguinte forma: a calibração dos sensores e atuadores para garantir a precisão dos movimentos, modelagem da cinemática do

braço para permitir o cálculo das posições dos servos a partir de uma posição e a coordenação do hover com o braço para garantir que a garra é capaz de coletar a madeira de forma precisa e segura.

3.3 MACHINE LEARNING

Machine learning, conforme descrito no site da Google Cloud (2023) nada mais é que a capacidade que um sistema virtual pode aprender e aperfeiçoar suas funções conforme adquire experiência. Essa unidade foi necessária para a implementação de uma inteligência artificial que fosse capaz de tomar decisões baseadas nas informações que ela é capaz de coletar através da câmera, sendo elas: identificar o tamanho de cada madeira e onde a máquina deverá armazená-las.

O aprendizado de máquina também é responsável por permitir que o sistema se adapte rapidamente ao ambiente ao seu redor, otimizando sua atuação em campo e trabalho de coleta. Conforme o robô trabalha, a I.A. continuará a aprender com suas ações sendo capaz de aprimorar suas decisões sozinha.

3.3.1 IMPLEMENTANDO ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING EM SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Em nosso projeto, estamos implementando diversos algoritmos de Aprendizado de Máquina (ML) para criar soluções criativas e sustentáveis, que atendam às exigências do trabalho. Durante as aulas de Aprendizado de Máquina, adquirimos as habilidades essenciais para a execução do projeto, que se direciona à resolução de desafios específicos, como a otimização de processos e o aumento da eficiência dos sistemas.

Para identificar e distinguir a madeira, empregamos a avançada rede neural de detecção de objetos conhecida como YOLO (You Only Look Once). Essa abordagem de deep learning é extremamente eficaz, permitindo a identificação e classificação de vários objetos simultaneamente e em tempo real, com base em imagens obtidas por câmeras e sensores acoplados ao robô. A grande vantagem do YOLO reside em sua habilidade de realizar essa detecção de forma imediata, o que é crucial para que o robô reconheça diferentes variedades de madeira e separe os materiais de maneira autônoma enquanto se desloca.

A rede YOLO foi capacitada com um conjunto de imagens obtidas por uma câmera, e durante o desenvolvimento do protótipo, a inteligência artificial foi alimentada com fotografias de tubos de PVC que imitam madeiras de diversas dimensões. Isso foi feito para que a IA pudesse aprender a reconhecer e distinguir os objetos de maneira eficaz. Em uma fase posterior, a IA seria treinada com um banco de dados que incluísse imagens de madeiras, utilizando Tensor Flow e Keras, que são bibliotecas populares para o treinamento e a implementação de redes neurais profundas. O processo de treinamento do modelo incluiria o uso de imagens rotuladas, nas quais as madeiras fossem identificadas e categorizadas, permitindo que o robô aprendesse a reconhecer e diferenciar os diferentes tipos de madeira.

3.3.2 PROTÓTIPO ROBÓTICO: INTEGRAÇÃO DE MACHINE LEARNING E VISÃO COMPUTACIONAL

O início do desenvolvimento do protótipo envolveu a definição dos requisitos e funções do robô. Ele precisava ser capaz de detectar e classificar diferentes tipos de madeira, movimentar-se autonomamente, evitar obstáculos e controlar um braço robótico com precisão. Para isso, foi escolhido o YOLO (You Only Look Once) para detecção e classificação de objetos, integrado a sistemas de controle de movimento baseados em aprendizado de máquina.

Algoritmos de aprendizado de máquina foram implementados para orientar as decisões autônomas do robô, utilizando o YOLOv8 para identificação de madeira e SVMs para classificação com base em propriedades físicas. Baseados nas informações fornecidas pelo site da Ultralytics (2024) a escolha dessa versão em específica se dá pela sua versatilidade, precisão e velocidade, mesmo não sendo a versão mais recente. Além disso, oferece uma grande gama de modelos pré-treinados, ideais para o nosso projeto e um grande auxílio para poupar tempo de desenvolvimento. Redes neurais controlaram o movimento do robô, permitindo que ele se deslocasse eficientemente até as áreas pré-determinadas. A combinação dessas tecnologias garantiu ao robô a capacidade de decidir rapidamente o melhor caminho para coletar cada tipo de madeira, otimizando seu desempenho de forma autônoma. Por meio da integração de aprendizado de máquina e visão computacional, o robô foi capaz de desempenhar suas funções sem intervenção humana, sendo eficaz em todas as etapas da coleta de madeira.

Como forma de documentar o processo de criação do robô, a equipe registrou através de fotos o progresso até chegar ao produto final, imagens de interesse e demonstrações feitas pela equipe podem ser encontradas na seção anexos, nas figuras 4 a 9.

3.3.3 ABORDAGENS DE VALIDAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE MODELOS DE MACHINE LEARNING

Para garantir que os modelos de machine learning fossem eficazes, utilizamos várias técnicas. Primeiro, dividimos os dados em conjuntos de treinamento e testes. Em seguida, implementamos a validação cruzada k-fold para avaliar o desempenho do modelo de maneira robusta. Realizamos também a otimização de hiperparâmetros com Grid Search para ajustar aspectos cruciais do modelo.

De acordo com o site da Amazon Web Service, “A validação cruzada é uma técnica para avaliar modelos de ML por meio de treinamento de vários modelos de ML em subconjuntos de dados de entrada disponíveis e avaliação deles no subconjunto complementar dos dados.”

As métricas de avaliação utilizadas incluíram precisão, recall e pontuação F1 para a detecção de madeira, bem como RMSE e tempo de execução para o controle de movimento do braço robótico. Com base nos resultados, fizemos ajustes contínuos nos dados de treinamento, parâmetros do modelo e hiperparâmetros. Essas abordagens garantiram que os modelos fossem eficientes e adaptáveis às diferentes condições de operação do robô. O modelo escolhido para o projeto, como dito anteriormente, foi o modelo YOLOv8, e um gráfico comparativo dele com as outras versões pode ser visualizado na seção anexos, figura 10.

3.4 ÁLGEBRA LINEAR E GEOMETRIA ANALÍTICA

A matéria de álgebra linear e geometria analítica foi essencial para o desenvolvimento do projeto pois com ela foi possível definir uma área no qual o robô deverá fazer determinados movimentos com o chassi e com a garra, dependendo de sua distância e do que está acontecendo no local, se utilizando de vetores, transformações lineares e transformações rígidas.

Em conjunto a unidade de cálculo, foi possível definir com precisão como o robô se comporta no espaço, e que cada movimento é decidido baseado nos resultados obtidos pelas operações realizadas pela equipe.

3.4.1 VETORES

Para o funcionamento do robô, calcular os vetores das suas forças é um ponto crucial para o sucesso de suas ações. Ao manipular uma tora de madeira e mudar a orientação de seu movimento a inteligência artificial, através dos cálculos já conhecidos, deve equilibrar esses pontos para manter o robô em equilíbrio translacional.

Outro processo que é de extrema importância é o de equilíbrio rotacional. Ele é atingido com uma dosagem do torque dos movimentos para que o robô não perca estabilidade, principalmente quando está transportando troncos ou se movendo em terrenos irregulares. “Ambas as condições devem ser satisfeitas simultaneamente para que um corpo extenso esteja em equilíbrio. Se apenas uma das condições for cumprida, o corpo ainda pode estar sujeito a movimentos translacionais ou rotacionais” (PLANEJATIVO, app.planejativo.com, 2024).

3.4.2 TRANSFORMAÇÕES LINEARES

A determinação precisa da posição relativa dos obstáculos é essencial para a navegação autônoma e segura do robô. As transformações lineares, ferramentas poderosas da álgebra linear, desempenham um papel crucial neste processo, permitindo que os dados brutos recebidos dos sensores sejam mapeados em um espaço vetorial onde a informação pode ser processada e interpretada de forma eficiente.

As transformações lineares são funções que mapeiam um espaço vetorial para outro, preservando as operações escalares de adição e multiplicação. Na robótica, essas transformações são usadas para representação de movimentos: Rotações, translações e escalas podem ser representadas por matrizes, que permitem descrever os movimentos do robô e dos objetos no ambiente; Alterar o sistema de coordenadas: As transformações lineares permitem converter as coordenadas de um ponto de um sistema de coordenadas para outro, facilitando a integração de dados de diferentes sensores; Filtragem e processamento de dados: A aplicação de processamento linear, como projeção ortogonal, pode ser usada para filtrar ruído e extrair informações relevantes dos dados do sensor.

Para determinar a posição relativa dos obstáculos, o gravador do robô utiliza sensores como “Lidar” e câmeras. Os dados recebidos desses sensores são convertidos em representações digitais, como pontos no espaço tridimensional. As etapas envolvidas são a aquisição de dados, em que sensores capturam dados sobre o ambiente, como distâncias até obstáculos ou imagens, pré-processamento de dados para remover ruídos e valores discrepantes, transformação de coordenadas homogêneas, que permitem translações e rotações

representadas em uma única matriz e cálculo da transformação utilizando as informações obtidas dos sensores e dos modelos geométricos dos objetos.

A transformação linear é calculada e mapeia as coordenadas dos obstáculos do sistema de coordenadas do sensor para o sistema de coordenadas do robô. Para isso, a posição relativa dos obstáculos é estimada aplicando a transformação calculada aos dados do sensor. Os sensores estão sujeitos a ruídos e incertezas, que podem afetar a precisão da estimativa do obstáculo, como a presença de objetos em movimento no ambiente que podem dificultar a tarefa de rastreamento. Determinar a posição relativa de obstáculos pode exigir alto poder de computação, especialmente em ambientes complexos. A implementação de transformações lineares pode ser feita com bibliotecas de álgebra linear como 'NumPy' e 'SciPy' para sistemas Python ou 'Eigen' para linguagem C++.

3.4.3 TRANSFORMAÇÕES RÍGIDAS

As transformações lineares preservam distâncias e ângulos. Na robótica, é importante descrever a posição e orientação de um objeto no espaço e permitir que o robô mova e manipule objetos com precisão. Como mencionado por Craig (2004), “as transformações rígidas são fundamentais para descrever a posição e orientação de um objeto no espaço.”

Essas transformações podem ser representadas por matrizes '4x4', chamadas matrizes de transformação homogêneas. Elas podem ser usadas para mover o robô, calculando o caminho que ele deve percorrer para se mover de um lugar para outro no ambiente, além de ajustar a posição e a orientação dos sensores para obter as melhores medições do local. Os sensores e atuadores robóticos devem garantir um processamento confiável com algoritmos poderosos que podem ser implementados com bibliotecas de álgebra linear, como as mesmas das transformações lineares.

3.5 CONTEÚDO DA FORMAÇÃO PARA A VIDA: DESENVOLVENDO IDEIAS

A unidade de Formação para a vida, lecionada de forma totalmente online, busca ensinar e preparar os alunos para os diversos desafios sociais e profissionais que acontecem e podem vir a acontecer na vida dos estudantes.

Através de uma plataforma com vários conteúdos interativos e atividades, neste semestre o tema principal foi “Desenvolvendo Ideias”, que trouxe assuntos pertinentes para auxiliar os alunos em futuras decisões e como promover ideias de sucesso na carreira.

3.5.1 DESENVOLVENDO IDEIAS

O material disponibilizado pela faculdade, chamado de “Desenvolvendo Ideias”, trouxe uma boa reflexão sobre a forma que compreendemos ideias e como isso pode impactar diretamente tanto o pessoal quanto o profissional. Ele também demonstra que essas várias ideias, que acontecem a todo momento durante o dia, devem ser vistas como oportunidades para buscar novos conhecimentos e um futuro mais próspero. Um link de acesso para a apostila pode ser encontrado na seção de ‘referências’ para mais informações.

O primeiro tópico aborda as “ideias e oportunidades”, e afirma que uma ideia empreendedora vai além de um simples pensamento. Ela é a semente de um negócio, um conceito inovador que tem o potencial de gerar valor e resolver um problema real no mercado. Por isso, devemos nos inspirar ao criar ou desenvolver uma ideia, para ter essas ideias é preciso olhar para vários fatores como por exemplo o dia a dia, em que muitas vezes, as melhores ideias surgem da identificação de problemas que enfrentamos no cotidiano.

Como identificar essa oportunidade de negócio? É preciso analisar alguns fatores como a viabilidade; se a ideia é tecnicamente viável e economicamente sustentável; se existe um mercado para o produto ou serviço; o valor, para analisar se a ideia terá um valor real para os clientes; e por último o diferencial competitivo, que é analisar o que torna sua ideia única e diferente. Um exemplo prático disso são as empresas que apresentam ideias simples como a Uber e o Airbnb que oferecem hospedagem em casas e chalés.

O segundo tópico, “Equipes”, discute a importância do trabalho em equipe para alcançar o sucesso, e como a união de diferentes pessoas com perspectivas, habilidades e culturas distintas podem enriquecer um projeto e torná-lo capaz de alcançar melhores resultados. Trabalhar em grupo pode trazer inúmeros benefícios, o principal deles sendo a grande diversidade de ideias e o compartilhamento de conhecimento que acontecerão durante todo o período de desenvolvimento. Também deve ser levado em conta a motivação entre os colegas de uma equipe em sintonia, em que um ajuda o outro, superando os desafios, para alcançar o objetivo final.

O trabalho de reunir pessoas em uma equipe não é uma tarefa simples, é necessário buscar aqueles que possuem a mesma visão e o mesmo objetivo que deseja alcançar, com

disposição para evoluir uns com os outros. Um bom time atua em harmonia e com respeito, mantendo uma comunicação clara e objetiva, trabalhando juntos para que assim todos alcancem o objetivo principal. Um claro exemplo disso pode ser visto cotidianamente nas escolas, quando os alunos devem fazer algum tipo de trabalho didático, as equipes mais bem organizadas e com boa relação interpessoal acabam com uma maior nota se comparados a outros que não funcionam juntos.

No terceiro tópico temos os Fatores Chave de Sucesso, que são os elementos essenciais que determinam o sucesso ou não de um negócio, como peças de um quebra-cabeça que, quando bem montadas, formam um quadro completo. Portanto, temos que estar atentos aos fatores internos e externos. Os fatores internos abrangem a qualidade de produto ou serviço, pois um atendimento de alta qualidade é essencial para atrair e fidelizar clientes, referindo-se não apenas às características do produto, mas também à experiência do cliente. Além da qualidade, temos o modelo de negócio como um modelo bem estruturado que define como o negócio gera receitas e lucros, incluindo a proposta de valor, canais de distribuição e estrutura de custos. Para o próximo passo temos uma gestão financeira eficaz, porque é essencial para qualquer negócio se manter. Também é preciso ter uma equipe talentosa e motivada, pois é um dos ativos mais valiosos de uma empresa. Por fim temos a cultura organizacional que define a identidade da empresa e influencia o comportamento dos colaboradores.

Quanto aos externos, temos o mercado que é o ambiente em que a empresa atua e afeta diretamente o seu desempenho. Fatores como o tamanho do mercado, taxa de crescimento, tendências e sazonalidade são importantes a serem considerados. A concorrência é um fator externo que afeta diretamente a empresa, é fundamental conhecer seus concorrentes, seus produtos e serviços. A Legislação que afeta o poder de compra dos consumidores e o custo dos insumos e, por fim, a tecnologia, que está em constante evolução e pode representar uma oportunidade e uma ameaça para as empresas, como exemplo prático de tudo isso, temos a Blockbuster, que não se adaptou para a mudança comportamental do seu consumidor.

O quarto e último tópico do material, “Definindo uma ideia empreendedora”, explica sobre o ‘Project Model Canvas’ (ou modelo de projeto de canvas) e o indica como uma poderosa ferramenta para colocar em prática ideias empreendedoras e desenvolvê-las de maneira organizada, seguindo um planejamento. O canvas nada mais é do que uma espécie de mapa que divide o planejamento em pequenas partes, e ajuda os colaboradores a identificar pontos fortes e fracos do projeto, além de permitir a tomada de decisões mais estratégicas.

Para utilizar esse modelo, a equipe deve responder a cinco perguntas: “Por quê?” Qual é o objetivo do projeto? O que quer alcançar?; “O quê?” O que vai oferecer? Qual é o produto

ou serviço que está sendo desenvolvido?; “Quem?” Quem são os clientes? Quem se beneficiará do projeto?; “Como?” Como será realizado o projeto? Quais são os passos necessários? e; “Quando e quanto?” Qual é o prazo para conclusão do projeto? Quanto custará?. Essa ferramenta se mostra muito flexível, podendo ser encaixada em qualquer tipo de ideia, além de organizar e conceder uma visão ampla de tudo que será realizado durante o desenvolvimento do projeto.

O material aborda muitos pontos interessantes que sem dúvidas farão a diferença na organização das ideias da equipe, além de demonstrar que todo pensamento pode ser trabalhado e realizado. Acreditamos que com o conhecimento adquirido ao estudar a apostila fará uma grande diferença em como os próximos trabalhos, tanto no âmbito acadêmico como também no ambiente profissional, serão compreendidos.

3.5.2 ESTUDANTES NA PRÁTICA

Para colocar em prática os assuntos abordados, a equipe desenvolveu um banner ilustrado que explica como funciona o modelo de projeto de canvas e um quiz sobre o tema para complementar o entendimento do modelo. Essa estrutura auxilia o planejamento de um projeto, que através de uma divisão lógica, determina como e de que maneira cada execução das tarefas será realizada. O banner desenvolvido pode ser visualizado abaixo. Um link de acesso ao quiz interativo pode ser encontrado na seção ‘referências’.

Alavancando seu Negócio

Modelo de Projeto de Canvas

Um modelo de projeto em canvas é uma representação visual e estruturada de um projeto, geralmente utilizada para facilitar o planejamento, a comunicação e a gestão de todas as suas etapas.

Modelo

contém 13 pequenos blocos que a equipe deve preencher em uma ordem lógica. Agrupando-se esses pequenos blocos em 5 grandes blocos de afinidade, simbolizados por perguntas bem definidas.

BLOCOS

01

Por quê? Este é o primeiro bloco principal que deve ser preenchido, pois é o que vai orientar tudo o mais, e é provavelmente uma das partes mais importantes. É aqui que são definidas a justificativa, o objetivo Smart e os benefícios.

02

O quê? Dentro deste bloco você deve responder o que está sendo proposto, qual é o produto, o que vai sair no final de tudo. Também é importante deixar claro que pode haver atualizações e correções ao longo do projeto.

03

Quem? Aqui o objetivo é detalhar quem está envolvido na execução do projeto, ou seja, os responsáveis por cada atividade e os parceiros necessários.

04

Como? Aqui serão definidos os objetivos do projeto e os caminhos para alcançá-los, bem como as atividades desenvolvidas e as condições para sua execução.

05

Quando e quanto? Esta é talvez uma das partes mais desafiadoras, que é prever o tempo e o custo para o desenvolvimento de todas as fases do projeto.

Figura 1 - Banner Modelo de Projeto de Canvas. Fonte: Grupo 4



Figura 2 - Quiz interativo Modelo de Projeto de Canvas. Tela inicial. Fonte: Grupo 4



Figura 3 - Quiz interativo Modelo de Projeto de Canvas. Tela Pergunta. Fonte: Grupo 4

4 CONCLUSÃO

No projeto desenvolvemos o protótipo de um robô explorador, com base na (ODS 9), um protótipo que tem a intenção de auxiliar empresas madeiras, na coletas e separação de madeiras em seu devidos recipientes, o protótipo foi desenvolvido em C++ e Phantom com o auxílio da inteligência artificial Yolo que é uma inteligência artificial de reconhecimento de imagem, o projeto conta com sensores ultra sônico, rgb e também da câmera ESP CAM, para auxiliar no movimento e na identificação de madeira e terreno.

O projeto utiliza o conhecimento de várias áreas para o seu desenvolvimento, algumas delas foram a Robótica onde desenvolvemos o chassi e o braço do projeto além da mecânica, também utilizamos o conhecimento de machine learning, para a escolha da I.A. e o treinamento da inteligência para realizar as tarefas desejadas, e também a utilização de cálculos matemáticos para a movimentação do protótipo, para que o robô tenha um movimento seguro além de força e ângulos para que ele execute todos os passos com êxito.

Durante o desenvolvimento tivemos alguns empecilhos como a montagem do robô, onde tivemos um problema com uma peça e tivemos que fazer uma adaptação, tivemos também dificuldade com o treinamento da I.A. Yolo, além de encontrar a versão que fosse compatível com a placa, encontramos dificuldades no momento de instalar a câmera pois não havia mais espaço nas entradas da placa e por isso tivemos que adquirir um extensão de conexões. e por último tivemos uma séria dificuldade na parte de codificação do robô para o seu movimento autônomo devido ao calculos.

No final tivemos um projeto totalmente funcional e com excelência, o protótipo realizou suas tarefas com precisão e concluídas com êxito coletando a madeira e a separando corretamente nos recipientes. Para visualização de algumas imagens do projeto, visualizar as figuras em anexos, página 23.

REFERÊNCIAS

AMAZON WEB SERVICES. *Validação cruzada*, docs.aws.amazon.com. c2024. Disponível em: <https://docs.aws.amazon.com/pt_br/machine-learning/latest/dg/cross-validation.html>. Acesso em: 8 nov 2024.

Craig, J. J. *Introduction to robotics: mechanics and control (3rd ed.)*. McGraw-Hill. 2004. Disponível em: <<https://www.changjiangcai.com/files/text-books/Introduction-to-Robotics-3rd-edition.pdf>>. Acesso em: 8 nov 2024.

GOOGLE CLOUD. “O que é machine learning (ML)?”, cloud.google.com. 17 ago 2023. Disponível em: <<https://cloud.google.com/learn/what-is-machine-learning?hl=pt-BR>>. Acesso em: 8 nov 2024

LIMA, Marcos. “O que são graus de liberdade?”, blog.psicometriaonline.com.br. 12 ago 2021. Disponível em: <<https://www.blog.psicometriaonline.com.br/o-que-sao-graus-de-liberdade/>>. Acesso em: 8 nov 2024.

MAKIYAMA, Márcio. “Placa ESP 32: Descubra o que é, para que serve e muito mais!”, victorvision.com.br. 6 nov 2023. Disponível em: <<https://victorvision.com.br/blog/placa-esp32/>>. Acesso em: 8 nov 2024.

PLANEJATIVO. “Resumo de Estática de um corpo extenso e Centro de massa”, app.planejativo.com c2024. Disponível em: <<https://app.planejativo.com/estudar/264/resumo/fisica-estatica-de-um-corpo-extenso-e-centro-de-massa>>. Acesso em: 8 nov 2024.

TARDELLI, Diego Furlan. *Quiz Interativo Projeto de Vida*, genially.com. 13 set 2024. Disponível em: <<https://view.genially.com/66e43726a7e6fe16ac5557f4/interactive-content-quiz-projeto-de-vida>>. Acesso em: 8 nov 2024.

ULTRALYTICS. *Ultralytics YOLOv8*, docs.ultralytics.com. c2024. Disponível em: <<https://docs.ultralytics.com/pt/models/yolov8/>>. Acesso em: 8 nov 2024.

UNIFEOB. *Apostila - Desenvolvendo ideias*. 2024. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1JzuIn5WREefkXFGVLn7CnW8ynxxVEPxM/view>>. Acesso em: 8 nov 2024.

LAGES, Prof. Walter Fetter. *Geração de Trajetórias*, UFRGS. 7 dez 2022. Disponível em: <<https://www.ece.ufrgs.br/~fetter/eng10026/traj.pdf>>. Acesso em: 8 nov 2024.

ANEXOS

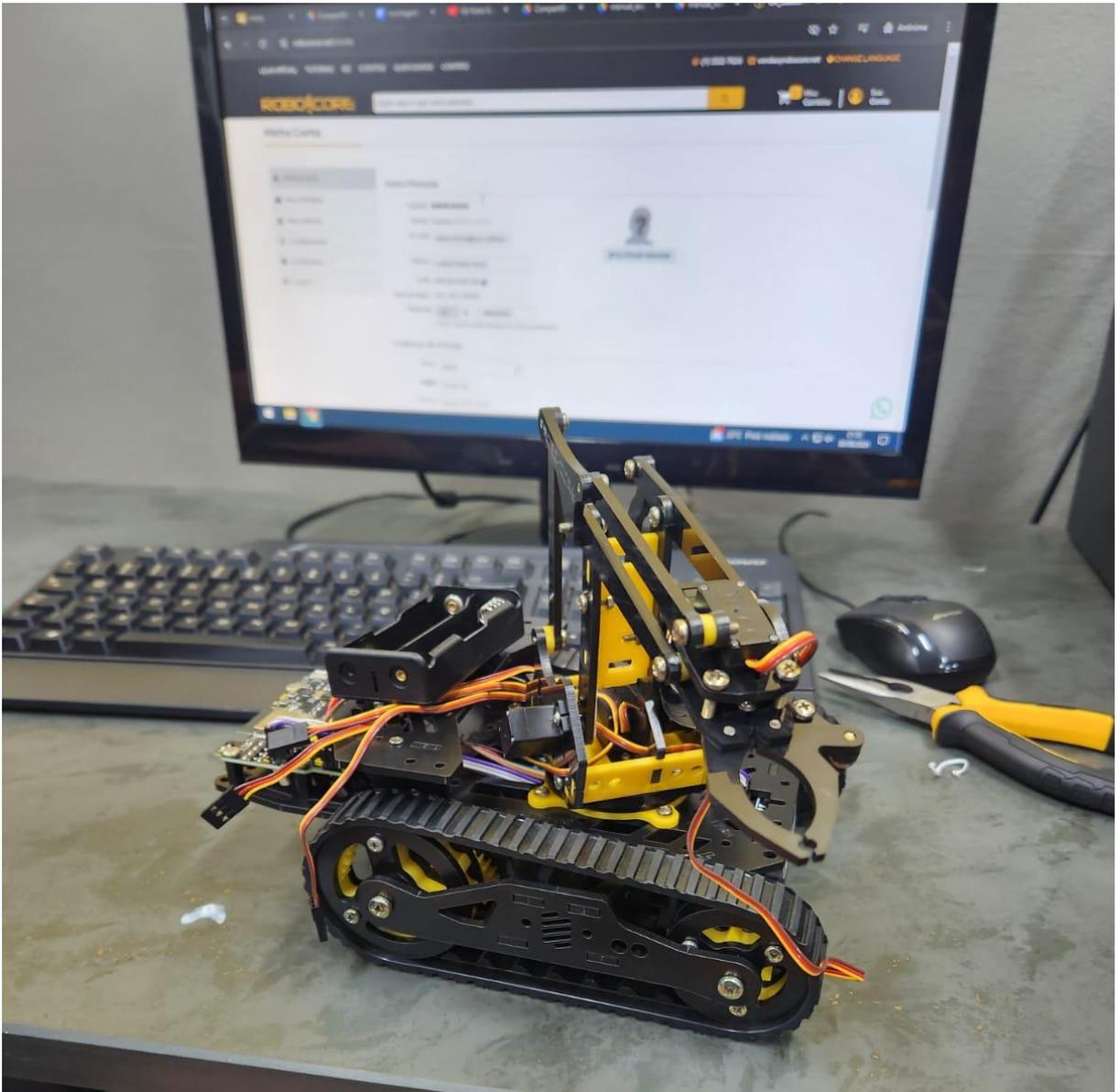


Figura 4 - Término da montagem do robô. Fonte: Grupo 5



Figura 5 - Robô Real Infinity no Universo UNIFEOB. Fonte: Grupo 5

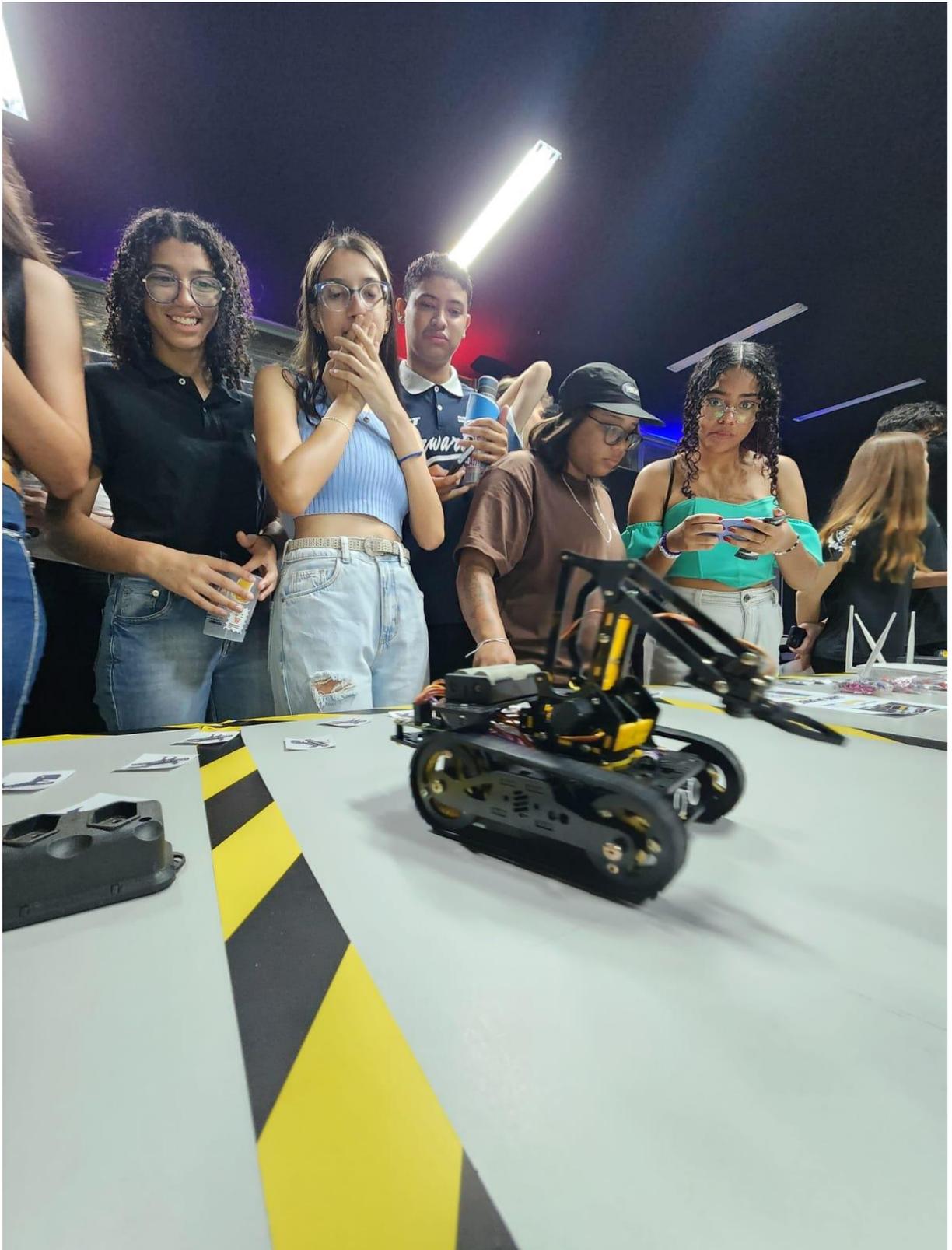


Figura 6 - Robô Real Infinity no Universo UNIFEOB Noturno. Fonte: Grupo 5



Figura 7 - Programação da câmera. Fonte: Grupo 5

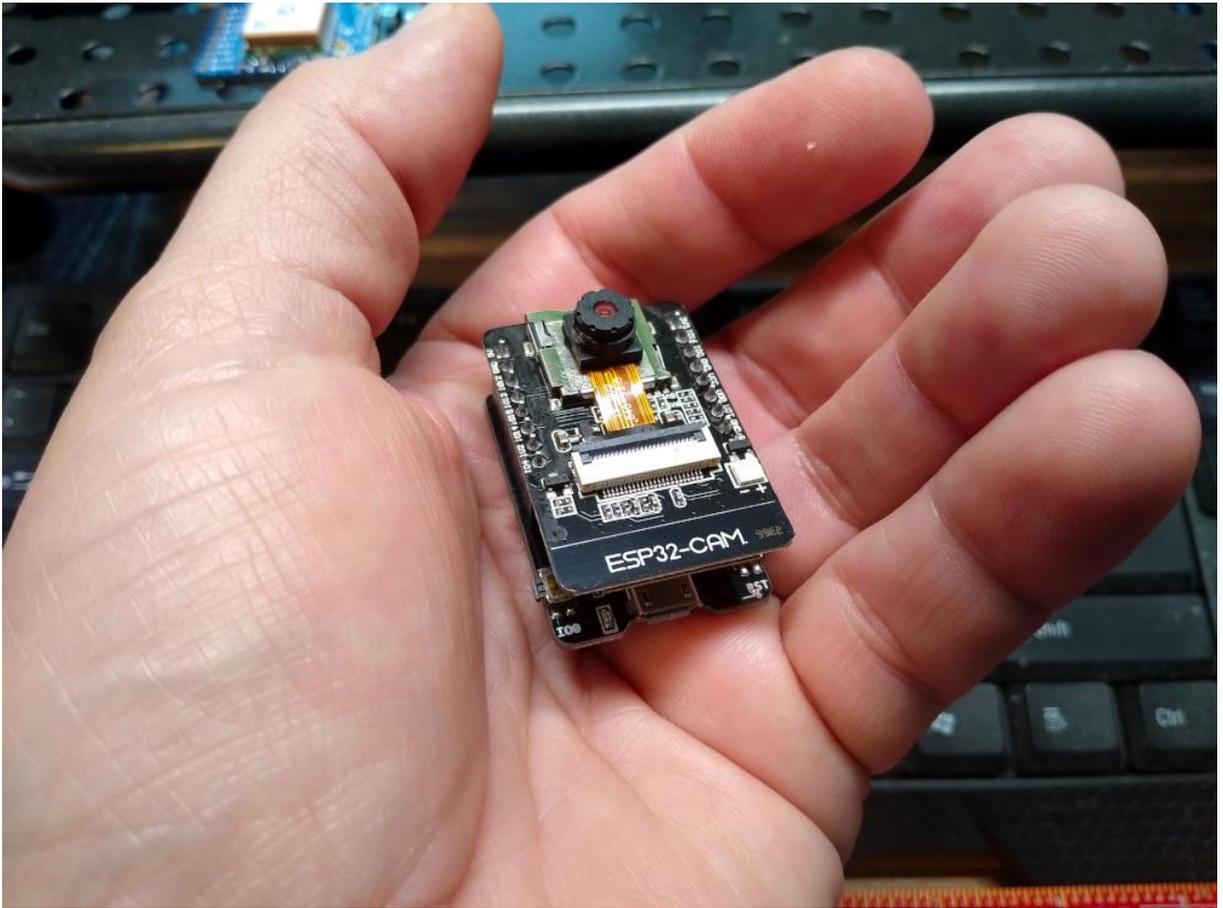


Figura 9 - câmera ESP 32 CAM. Fonte: Tech Blogs.

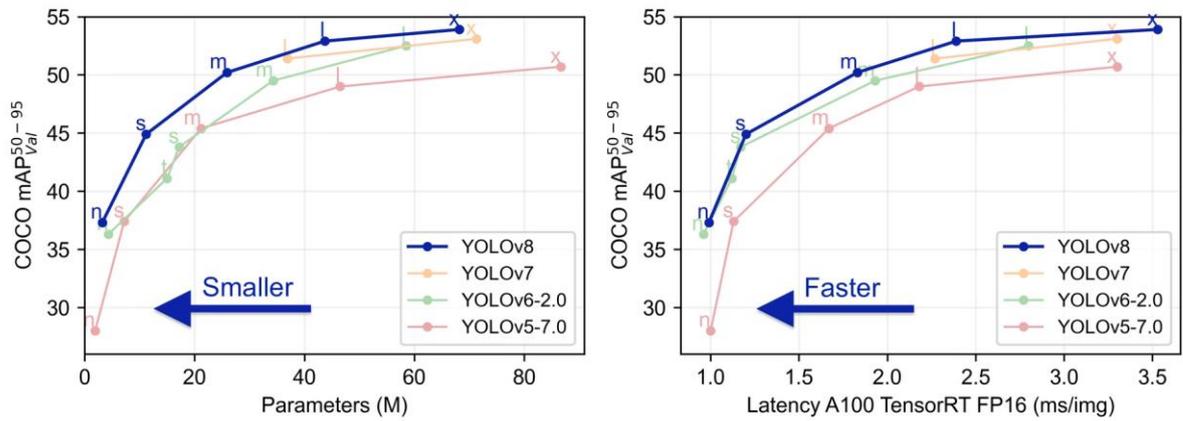


Figura 10 - Gráfico comparativo das versões da I.A. YOLO. Fonte: Ultralytics.