

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
GRUPO DE ESTUDOS APLICADOS À ROBÓTICA**



MINI SUMÔ

**Manaus - AM
2025**



RESUMO

O projeto teve como principal objetivo a confecção de robôs na modalidade mini sumô, especificamente desenvolvidos para participar da competição Robocore 2025 em Brasília. Realizado por membros universitários, este projeto visou não apenas a construção dos robôs, mas também proporcionar uma experiência prática e aprofundada em áreas da engenharia, desde o trabalho em equipe, comunicação, planejamento, design, testes até a execução. A participação na Robocore 2025 representou uma oportunidade valiosa, tendo em vista como sendo a primeira vez que a liga acadêmica GEAR participa nesta modalidade. Além disso, foi uma oportunidade valiosa para aplicar conhecimentos teóricos, desenvolver habilidades multidisciplinares e fomentar o espírito de equipe e inovação entre os estudantes.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
Mecânica:.....	4
Eletrônica:.....	5
Programação:.....	6
3. METODOLOGIA.....	7
1. Etapas de Desenvolvimento.....	7
2. Levantamento de Requisitos.....	7
3. Cronograma e Divisão de Tarefas.....	7
4. Projeto Mecânico.....	8
5. Projeto eletrônico.....	8
6. Programação.....	9
4. DESENVOLVIMENTO.....	10
● Estrutura mecânica.....	10
● Arquitetura eletrônica.....	11
● Sistema de alimentação.....	11
● Lógica de Programação e Integração entre os Sistemas.....	11
5. RESULTADOS PRELIMINARES.....	13
6. RESULTADOS FINAIS.....	15
7. CONCLUSÃO.....	16
8. REFERÊNCIAS.....	16



1. INTRODUÇÃO

Este relatório detalha o desenvolvimento de dois robôs de mini sumô rádio controlados de 500g, realizados por membros universitários do G.E.A.R. (Grupo de Estudos Aplicados à Robótica). O objetivo principal foi projetar e construir esses robôs para participar da competição *Robocore Experience 2025*. Este documento descreve todas as fases do projeto, desde o projeto mecânico e eletrônico até a programação dos sistemas de controle. São discutidos aspectos técnicos importantes, incluindo a comunicação *Bluetooth* entre o microcontrolador e o controle remoto, os diagramas do circuito e as considerações para o gerenciamento de energia. Em sua primeira participação nesta categoria, a equipe conquistou o 15º e o 18º lugar de 20 competidores.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

Mecânica:

- Modelagem do robô: Foi utilizado o software de CAD 3D Autodesk Inventor para realizar todas as medições dos componentes eletrônicos que seriam utilizados, o esboço do projeto e, por fim, a sua modelagem final. Aspectos de como os componentes seriam organizados para que o centro de massa fosse concentrado um pouco mais à frente do meio do robô, como estaria a sua distribuição de peso e o custo do material que seria utilizado foram considerados.
- Impressão do robô: Nossa laboratório possui a impressora 3D da Creality, portanto, foi usado o software fatiador Creality Print. Nele foram definidos parâmetros como o tipo de preenchimento, a forma da impressão e o tipo de material. Nesta etapa houve várias tentativas de impressão até chegar ao modelo final.
- Chapa Metálica: Para a construção da chapa foi usado um material mais resistente, uma lâmina de aço de mais ou menos 20cm x 20cm fora utilizado para a produção da mesma. Utilizando ferramentas como uma tesoura de cortar para reduzir suas dimensões, uma mini retífica para retirar as rebarbas e lixar a chapa para deixá-la mais fina.
Este método, revisado depois da competição da RoboCore Experience, tornou-se inviável a nível de competição - visto que utilizam-se chapas fabricadas exclusivamente para robôs sumôs mini.

Eletrônica:

- Componentes utilizados no Mini Robô Sumô
 - Microcontrolador ESP 32
 - Baterias Li-ion 7,4v 3300mah Modelo 18650 Recarregável
 - Drive Motor Ponte H Dupla L298N
 - Motores JGA 25-370
 - Buzzer Ativo 5v
 - Chave Interruptor
- O projeto do mini robô sumô rádio controlado utiliza como núcleo de processamento a placa ESP32, um microcontrolador de arquitetura Xtensa dual-core, amplamente empregado em sistemas embarcados



devido à sua conectividade Wi-Fi e Bluetooth integrada, capacidade de processamento e número elevado de GPIOs (General Purpose Input/Output).

- A alimentação elétrica do sistema é gerenciada por meio de uma ponte H L298N, a qual, além de controlar a direção e a velocidade dos motores DC, possui um regulador de tensão interno pré-ajustado para fornecer 5 V. Esse regulador é responsável por alimentar a ESP32 e periféricos, como o buzzer ativo, que atua como sinalizador sonoro para indicar tanto a energização do circuito quanto a conexão estabelecida entre o robô e o controle remoto.
- Para tração, foram utilizados motores JGA, conectados diretamente à bateria Li-Po de 7,4 V, garantindo torque e velocidade adequados às exigências da competição. O controle do robô é realizado através de gamepads de PS4 e Xbox, via comunicação Bluetooth, em conformidade com as normas especificadas no regulamento do campeonato.
- A integração eletrônica descrita fornece a base para a atuação da equipe de programação, responsável pela implementação dos algoritmos que interpretam os sinais enviados pelos controles e convertem essas entradas em comandos para a ponte H e demais atuadores. Nesse contexto, podem ser empregados algoritmos de controle, como o BluePad 32 , para otimizar a resposta dos motores, além de rotinas para gerenciamento de estados do robô, comunicação Bluetooth e tratamento de eventos. Assim, o trabalho conjunto entre hardware e software assegura que o mini robô atue de forma eficiente, responsiva e em conformidade com os parâmetros da competição.

Programação:

- Sistema embarcado (Parte do Software): o sistema embarcado atuou como um receptor e interpretador dos comandos em tempo real. A programação foi robusta o suficiente para receber dados por rádio frequência, os processar rapidamente e acionar os atuadores (Motor e Buzzer) sem atrasos perceptíveis para o operador. Isso envolve a configuração de interrupções e o gerenciamento eficiente do loop principal no código para garantir o retorno. A escolha da linguagem C foi ideal para essa atividade devido a eficiência e controle de hardware (ESP32).



- Comunicação via Rádio Frequência: o ESP32 possui um módulo Wi-Fi e Bluetooth integrado que pode ser configurado para comunicação por rádio frequência, como usamos controle de Xbox não houve a necessidade do módulo Wi-Fi, assim trabalhamos somente com o bluetooth. Estabelecemos um protocolo de comunicação entre o transmissor (Controle de Xbox) e o receptor (ESP32 do robô) para garantir que os dados fossem enviados e recebidos de forma decifrável. Uma comunicação exclusiva entre dois dispositivos, com o transmissor e receptor pelo emparelhamento via ID (Identificador do Transmissor), evitando interferência externa.
- Utilização de biblioteca para comunicação bluetooth da ESP32 com o controle: A biblioteca utilizada foi a **Bluepad 32**, do autor Ricardo Quesada, que permitiu que a placa pudesse se comunicar via Bluetooth com o controle de Xbox e de PS4. Essa biblioteca permite que placas como ESP32, ESP32 da linha S e Arduino, possam se conectar a diversos periféricos, como mouses, teclados e controles de Xbox, PS e Nintendo Switch, para diversos fins.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a construção dos robôs mini sumo foi estruturada para garantir um processo organizado e eficiente, desde o planejamento inicial até os ciclos de testes e melhorias.

1. Etapas de Desenvolvimento

O desenvolvimento dos robôs mini sumo seguiu um fluxo de trabalho interativo e adaptativo, buscando otimizar a colaboração da equipe e o progresso do projeto. As principais etapas incluíram:

1. **Planejamento Inicial:** Definição dos objetivos do projeto e das estratégias gerais.
2. **Levantamento de Requisitos:** Detalhamento das funcionalidades e especificações de cada robô.
3. **Cronograma e Divisão de Tarefas**
4. **Projeto Mecânico:** Concepção e construção da estrutura física do mini robô sumô.



5. **Projeto Eletrônico:** Desenvolvimento dos circuitos e seleção dos componentes eletrônicos.
6. **Programação:** Criação dos algoritmos de controle e inteligência.

2. Levantamento de Requisitos

A fase de levantamento de requisitos teve início com uma reunião entre todos os integrantes da equipe de mini sumo. Durante esse encontro, foram realizadas trocas de ideias e discussões para definir as especificações e funcionalidades de cada um dos quatro robôs mini sumo a serem construídos. O objetivo inicial era desenvolver dois mini sumôs RC e dois mini sumôs autônomos. Entretanto, ao final do projeto, foi possível desenvolver a construção de dois mini sumôs RC.

3. Cronograma e Divisão de Tarefas

O planejamento inicial incluiu a elaboração de um cronograma de atividades com base nas discussões da reunião inicial. Embora ferramentas como o Trello tenham sido consideradas pela gestão, a equipe adaptou-se a um acompanhamento direto via WhatsApp devido a dificuldades de uso por parte de alguns membros.

A equipe, composta por cinco membros e um líder, passou por uma reestruturação para otimizar a distribuição de responsabilidades:

- **Divisão Inicial:** Duas duplas e uma área de mecânica.
- **Divisão Final por Áreas de Especialização:** Eletrônica, Programação e Mecânica.

O monitoramento das atividades e o acompanhamento do progresso eram realizados por meio de relatórios semanais enviados via WhatsApp. Estes relatórios continham os seguintes tópicos:

- **O que fizeram durante a semana:** Detalhamento das atividades concluídas.
- **O que irão fazer na próxima semana:** Planejamento das próximas tarefas.
- **Bloqueios:** Identificação de qualquer impedimento ou desafio enfrentado.
- **Andamento do projeto:** Resumo geral do progresso.

O líder da equipe também atuava ativamente no monitoramento do projeto, prestando apoio e tirando dúvidas dos membros, garantindo que os obstáculos fossem superados rapidamente.



4. Projeto Mecânico

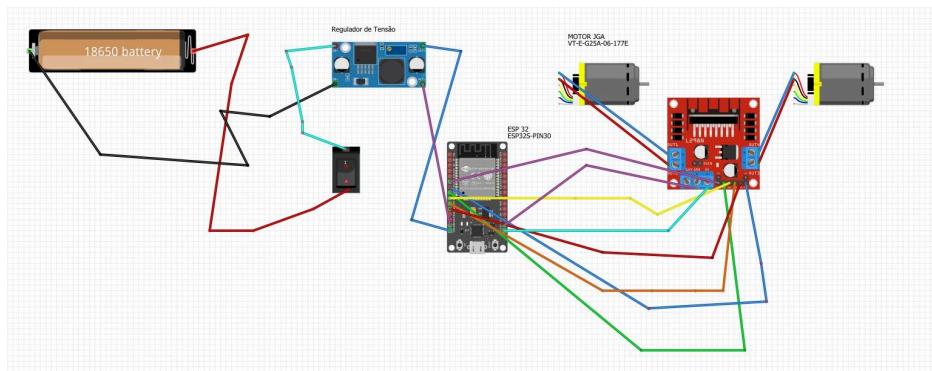
O projeto mecânico foi fundamental para a concepção e materialização da estrutura física dos robôs mini sumô. Esta etapa concentrou-se em um estudo aprofundado dos chassis tipicamente utilizados em competições dessa modalidade, buscando as melhores práticas para:

- **Equilíbrio e Desenvolvimento:** Foram exploradas estratégias para garantir a estabilidade do chassi, crucial para um bom desempenho em combate, permitindo que o robô mantivesse sua posição e executasse manobras eficazmente.
- **Acoplamento de Componentes:** A estrutura foi projetada para permitir o acoplamento seguro e otimizado de todos os componentes eletrônicos e mecânicos (motores, baterias, sensores, etc.), visando uma distribuição de peso eficiente e um design compacto.
- **Controle do Atrito:** Analisou-se o atrito gerado entre o robô e a arena, bem como entre os próprios componentes, para otimizar a tração e a movimentação do mini sumo, influenciando diretamente sua capacidade de empurrar o oponente.

5. Projeto eletrônico

O sistema eletrônico do mini robô sumô é responsável por receber os comandos do piloto via rádio, acionar os motores e executar as manobras previstas para o combate. O projeto foi desenvolvido em conformidade com as regras da competição, priorizando eficiência, baixo consumo de energia e resposta rápida.

Inicialmente, a dupla responsável simulou um circuito completo para o robô no software Fritzing, incluindo um módulo Regulador de Tensão Step Down LM2596.





Dois pontos importantes considerados no projeto eletrônico do mini robô sumô foram:

1.Compatibilidade com as regras da competição: Todos os componentes e a disposição do circuito foram escolhidos para respeitar os limites de peso, dimensões e requisitos de segurança.

2.Integração dos componentes eletrônicos: Garantir a correta integração entre todos os componentes, como a bateria, o driver de motores, os motores DC e o microcontrolador ESP32. Essa integração assegura que as tensões e correntes estejam dentro dos limites operacionais de cada módulo, evitando sobrecargas, aquecimento excessivo ou falhas de comunicação.

Entretanto, ao longo da competição, foi observado que a ESP 32 suportava a tensão fornecida diretamente pela bateria e que o regulador gerava perdas e aumentava o peso do robô. Após análise, optou-se pela sua remoção, simplificando o circuito, diminuindo o número de conexões e eliminando um ponto potencial de falha.

6. Programação

A estrutura da lógica de programação foi simples, sendo a inteligência do robô residindo inteiramente na programação baseada na linguagem C/C++ que foi desenvolvida para o ESP 32, utilizando a Arduino IDE. Após estudos, a biblioteca **bluepad 32** se mostrou mais versátil por permitir ao microcontrolador se conectar com uma gama maior de periféricos, ao contrário de bibliotecas como a **PS4 Controller**, que, como o nome sugere, só permite a conexão de controles de PS4.

Por conseguinte, a escolha da Arduino IDE também se deu pela sua facilidade de uso e fácil configuração, ao invés do VS Code (que aliás usa o *framework* da Arduino IDE através do PlatformIO para programação em Arduino) e da ESP-IDF, que apesar de permitir um controle maior do hardware, requer programação mais avançada e refinada, ou seja, de mais baixo nível de abstração.

Logo, por se tratar de uma biblioteca versátil, o controle do robô tornou-se mais fácil, pois não houve necessidade de projetar um joystick do zero, sendo utilizável no lugar controles populares de *Xbox Series* e *Playstation 4*, que são permitidos pelo regulamento da competição.



4. DESENVOLVIMENTO

- **Estrutura mecânica**

A modelagem do chassi em seu início foi trabalhosa por dois motivos principais: o tamanho dos motores **JGA25-370** e da falta de um Placa de Circuito Impresso (**PCI**).

Um motor **JGA25-370** combinado com o suporte e a roda somavam quase 100mm de comprimento, então um design para o robô partiu de uma ideia não convencional que foi deixá-lo disposto de uma forma antiparalela em relação ao outro motor. Isso possibilitou a integração dos motores, porém resultou em um centro de massa que classifica-se como um equilíbrio estático instável. A solução para amenizar tal impacto foi modelar o encaixe das baterias na frente do robô, projetando ele pra frente.

A falta de uma **PCI** resultou em um chassi bastante robusto e sem contornos, tendo uma aparência bastante cúbica e deixando-o no limite de seu peso (497g) e área (97mm x 95mm) prevista no edital: 500g e 100mm x 100mm.

Apesar disso, foi possível modelar, fatiar, imprimir e montar o robô sem muitos problemas. O espaço exigido pelos componentes foi atendido pela modelagem do robô e o problema do centro de massa foi diminuído pelo contrapeso das baterias e chapa metálica.

- **Arquitetura eletrônica**

A arquitetura eletrônica do mini robô sumô foi concebida de forma a garantir simplicidade. O sistema é composto pelo **microcontrolador ESP32**, responsável pelo processamento central e pela comunicação Bluetooth com os controles de PS4 e Xbox; pela **ponte H L298N**, utilizada para o acionamento bidirecional dos motores DC; pelos **motores JGA25-370** (posteriormente reavaliados quanto ao peso); pela **bateria Li-ion 7,4 V**, que fornece a energia principal; além de um **buzzer ativo 5 V**, empregado como sinalizador sonoro, e de uma **chave interruptora** para desligar o circuito do robô.

- **Sistema de alimentação**

O sistema do robô é alimentado por uma bateria Li-Po de 7,4 V, utilizada tanto para a lógica quanto para a potência dos motores. A tensão da bateria é



aplicada diretamente ao terminal VMOT do driver L298N, responsável por alimentar os motores de corrente contínua. Para a parte lógica, não foi necessário o uso de reguladores externos, pois o próprio driver disponibiliza uma saída interna regulada de 5 V, utilizada para alimentar a ESP32. Dessa forma, a alimentação é simplificada, reduzindo a quantidade de componentes. Além disso, todos os terminais de GND foram conectados em um ponto comum, garantindo a referência elétrica única para o correto funcionamento do circuito e a comunicação estável entre ESP32 e driver.

- **Lógica de Programação e Integração entre os Sistemas**

Como discutido anteriormente, a lógica foi dividida da seguinte forma:

1. Comunicação por Rádio Controlado (Controle de Xbox)

O coração da operação do robô é a comunicação sem fio com o controle de Xbox. A programação ficou focada em:

1.1. Inicialização e Emparelhamento: O código inicia o módulo de comunicação (Bluetooth Low Energy - BLE). Uma rotina foi implementada para procurar e estabelecer a conexão com o controle, quando a conexão é feita, o buzzer emite um som específico, fornecendo um feedback audível.

1.2. Decodificação de Dados: Uma vez conectado, o ESP32 envia dados pelo controle. A programação inclui um parser para decodificar esses comandos, interpretando os estados dos botões e os valores dos eixos analógicos (joysticks) para determinar a direção e a velocidade dos motores. Típico, os valores de X e Y de um joystick eram mapeados para o controle diferencial dos motores.

1.3. Restrição de Controle: Uma das principais regras da competição é a de que o controle não pode se conectar a nenhum outro robô a não ser o do competidor. Esta restrição foi desenvolvida a partir da utilização mais avançada da biblioteca, através de uma função específica que lê um determinado parâmetro do periférico (o escolhido no projeto foi o PID – *Product Identification*), e o compara com o do periférico escolhido como único a ser pareado e retorna erro se for um dispositivo diferente, senão, o periférico irá se conectar e ter controle das funções. Foram realizados testes com resultados satisfatórios, nos quais controles diferentes do que havia sido pré-determinado via código se conectaram, mas não exerciam nenhum controle sob o robô, confirmando a restrição.

2. Controle de Atuadores (Motores N20)



A lógica de movimentação do robô foi desenvolvida para ser precisa e responsiva aos comandos do controle:

2.1. Mapeamento de Comandos: Os valores decodificados dos joysticks são traduzidos em sinais PWM (Pulse Width Modulation) para cada motor. Houve a implementação de um algoritmo para converter as entradas X e Y do joystick em velocidades individuais para o motor esquerdo e direito, permitindo manobras como avançar, recuar, girar no próprio eixo e realizar curvas.

2.2. Controle de Velocidade e Direção: A programação manipula os pinos GPIO conectados aos drivers de motor para controlar a direção de rotação e utiliza as funções de `analogWrite()` para variar o ciclo de trabalho do PWM, controlando a velocidade de forma suave e proporcional à inclinação do joystick.

3. Feedback Sonoro (Buzzer)

O buzzer foi programado para fornecer informações importantes como previsto pelo edital:

3.1. Indicação de Ligado: Ao energizar o robô, o código inicia com um som tocado pelo buzzer, confirmando que o sistema embarcado está ativo.

3.2. Confirmação de Conexão RC: Conforme mencionado, um som distinto é emitido quando o robô se conecta ao controle de Xbox, indicando que está pronto para receber comandos.

- Desafios enfrentados e soluções aplicadas

1. Problemas de Conectividade: Em alguns momentos, a conexão por rádio frequência se mostrava instável. Para resolver isso, retardamos o acionamento do sinal feito por um dos joysticks para ganharmos tempo de conexão. Ajustes nos parâmetros de emparelhamento também foram explorados.

2. Latência na Comunicação RF: Inicialmente, notamos um pequeno atraso entre o comando no controle e a resposta do robô. A solução envolveu a otimização do loop principal do código e também o “ponto morto” garantindo que a leitura dos dados por RF fosse prioritária e não fosse bloqueada por outras operações. Além disso, ajustamos a frequência de atualização dos dados no lado do controle e a taxa de amostragem no ESP32.



5. RESULTADOS PRELIMINARES

• Mecânica

O início dos testes para observar os resultados preliminares foi de extrema importância para analisar todo o desempenho físico por parte do mini robô sumô, nesta fase buscava-se:

1. **Chassi:** analisar se o material usado para modelar o robô suportaria o estresse mecânico que o mesmo estava sujeito, realizando testes que simulavam o peso do robô adversário. O resultado foi satisfatório, o material usado mostrou-se resistente aos embates em diferentes tipos de materiais usados;
2. **Chapa metálica:** testemunhar se a chapa estava adequada para oferecer uma melhor rampagem e se estava bem fixada. Os testes haviam mostrado que o robô conseguia rampar os robôs simulados por objetos que haviam no laboratório;
3. **Espaço para os componentes:** testar se o espaço fornecido para os componentes estava adequado a modo que não houvesse danos e se os mesmos não alterariam o centro de massa do robô. A observação preliminar ressaltou a dificuldade de organizar a quantidade de componentes eletrônicos dentro do chassi permitido pelo edital, resultando em um interior poluído visualmente, porém não o impedia de funcionar como o esperado.

• Eletrônica

Nos resultados preliminares, observou-se que a montagem eletrônica do mini robô sumô apresentou algumas limitações durante a competição. A ausência de uma placa de circuito impresso dificultou a organização do sistema elétrico, pois o uso excessivo de jumpers ocasionava falhas de contato. Esse tipo de montagem, embora funcional nos testes iniciais, não se mostrou o mais adequado para as exigências da competição, evidenciando a necessidade de um circuito otimizado e mais robusto para garantir maior confiabilidade.

Outro ponto relevante foi a escolha dos motores JGA25-370. Apesar de serem motores de alto torque, mostraram-se desvantajosos para a categoria de mini sumô, pois apresentavam peso elevado em relação ao tamanho reduzido e à agilidade exigida nos combates. Essa experiência permitiu concluir que a utilização de motores N20, mais leves e compactos, seria uma



alternativa mais adequada, equilibrando torque e velocidade com menor impacto no peso total do robô.

Para as próximas etapas, pretende-se redesenhar o sistema em uma placa dedicada, revisar a seleção dos motores e aprimorar a integração dos componentes, visando maior eficiência e competitividade.

● Programação

A fase de resultados preliminares foi crucial para validar a lógica de programação desenvolvida para o robô. Após a conclusão da montagem e da primeira versão do firmware, iniciamos os testes funcionais que focaram em:

- 1. Resposta aos Comandos por Rádio Controlado:** Verificamos a latência e a confiabilidade da comunicação entre o controle de Xbox e o ESP32. Ajustes na frequência de envio de comandos pelo controle e otimização na rotina de leitura e decodificação no robô foram implementados para minimizar qualquer atraso perceptível. Testes de alcance da comunicação também foram realizados para simular as condições da arena.
- 2. Controle de Motores:** Realizamos testes para calibrar o mapeamento dos valores do joystick para o PWM dos motores. O objetivo foi alcançar uma resposta de aceleração e direção suave e previsível. Inicialmente, observamos que o robô realizava movimentos bruscos. Para solucionar isso, implementamos uma curva de resposta não-linear no código, que suaviza as transições de velocidade e permite manobras mais precisas e controladas, essenciais para empurrar o oponente.
- 3. Feedback Sonoro do Buzzer:** Confirmamos que os bipes de "ligado" e "conectado" eram claros e funcionavam conforme programado, fornecendo um feedback audível e instantâneo.
- 4. Comportamento em Perda de Sinal:** A perda de conexão foi o maior dos problemas que tivemos, não solucionamos a perda de conexão, mas contornamos tardando essa perda de conexão. Como as lutas finalizaram em poucos segundos, não tivemos problemas por perda de conexão no campeonato.



6. RESULTADOS FINAIS

A participação da equipe na Robocore Experience 2025 resultou no 15º e 18º lugares, um desempenho que reflete o processo de aprendizado da equipe em sua primeira competição. O controle via Bluetooth e a resistência da estrutura mecânica foram pontos positivos. No entanto, o resultado foi negativamente impactado pelo peso excessivo dos motores JGA25-370 e pela montagem eletrônica com jumpers, que se mostrou pouco confiável durante os combates, indicando a necessidade de uma placa de circuito impresso.

A competição expôs uma lacuna entre o planejamento e o desempenho prático. O projeto inicial foi reduzido pela metade, focando em dois robôs rádio controlados em vez de quatro. A chapa metálica, eficaz em testes de laboratório, não performou bem contra adversários reais, e o sucesso na implementação da biblioteca de software Bluepad 32 contrasta com as dificuldades de hardware. Isso demonstrou a importância da adaptação e revelou pontos fortes e fracos do projeto.

Os aprendizados obtidos foram o resultado mais importante da experiência. Ficou claro que, para o futuro, é crucial otimizar o peso utilizando motores mais leves como o N20, desenvolver uma placa de circuito impresso para maior confiabilidade e aprimorar o design mecânico para um centro de massa mais estável. A gestão do projeto também foi identificada como um ponto de melhoria. A competição funcionou como um diagnóstico, oferecendo um direcionamento claro para futuras melhorias técnicas e organizacionais.

7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do mini sumô foi uma experiência desafiadora e, ao mesmo tempo, muito enriquecedora para a equipe. Tivemos que lidar com a dificuldade de conciliar os horários de todos, já que muitos tinham aulas e provas no mesmo período. Isso atrasou algumas etapas e, em certos momentos, quase paralisou o andamento do projeto. Esse desafio nos mostrou a importância de planejar melhor o tempo e buscar alternativas.

A participação na competição foi um ponto marcante, pois permitiu colocar em prática todo o esforço investido e visualizar, de forma clara, os resultados do nosso trabalho. Durante o torneio, conseguimos perceber os aspectos que precisam de melhorias, essa experiência prática foi fundamental para entender onde podemos evoluir, seja na parte técnica, como ajustes de programação e mecânica.



Mais do que os resultados, o aprendizado coletivo foi o maior ganho. A comunicação, a cooperação e a superação das dificuldades mostraram o potencial da equipe para enfrentar novos desafios. A competição não foi apenas uma oportunidade de mostrar o robô, mas também de crescer como grupo e já pensar em melhorias para futuros projetos, com mais foco, organização e confiança.

8. REFERÊNCIAS

QUESADA, Ricardo. **bluepad32**: Joystick, Gamepad and Bluetooth library for ESP32 and Arduino boards. [Código-fonte]. Disponível em: <https://github.com/ricardoquesada/bluepad32>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SANTOS, Rui; SANTOS, Sara. **ESP32 Pinout Reference: GPIOs**. Random Nerd Tutorials, [S. I.], 16 jan. 2024. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>. Acesso em: 29 mai. 2025.

DE BARROS, Rachel. **Connect Your Game Controller to an ESP32: The Complete Guide**. Rachel De Barros, [S. I.], [2025]. Disponível em: <https://racheldebarros.com/connect-your-game-controller-to-an-esp32/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

NERY, GUSTAVO. **Guia Definitivo de uso da Ponte H L298N**. Blog Eletrogate, 5 mar. 2020. Atualizado em: 1º set. 2022. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-definitivo-de-uso-da-ponte-h-l298n>. Acesso em: 20 mai. 2025.

Manaus, 7 de setembro de 2025

Documento assinado digitalmente



JENNYFER LIMA DE SOUZA

Data: 06/09/2025 19:58:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jennyfer Lima De Souza

G . E . A . R

Grupo de Estudos Aplicados a Robótica



Documento assinado digitalmente

gov.br

CASSIO PACHECO REIS LIMA

Data: 06/09/2025 21:21:26-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Cássio Pacheco Reis Lima

Documento assinado digitalmente

gov.br

JULIO DA ROCHA COSTA

Data: 06/09/2025 21:27:40-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Júlio Da Rocha Costa

Ana Paula Monteiro Coelho

Suely Amélia Casilla Nina

Gabriele Lima De Souza

Eduardo Araújo de Oliveira

Eduardo Araújo De Oliveira

Almir Kimura Júnior

G . E . A . R

Grupo de Estudos Aplicados a Robótica



Almir Kimura Junior

Samya de Castro Carvalho

Samya De Castro Carvalho