

22ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do IFBA - 2025

Do Sertão ao Mar: Conexões entre Territórios, Saberes e Águas
21 a 25 de Outubro de 2025 - BA - Brasil

Implementação de um Robô Autônomo com Arduino Nano com estratégias de luta para a modalidade Mini Sumô

Elias dos Santos Cosme ¹
Evellyn Telles Letícia ²
Fabricio Luis Teixeira da Cruz ³
Hilquias Rodrigues de Oliveira ⁴
João Vitor Reis da Silva ⁵
Daniel dos Anjos Costa ⁶
Flavio Pereira Silva ⁷

Área Temática: CIEEX - Ciências Exatas e da Terra

Palavras-chave: Robótica, Arduino nano, Automação.

RESUMO - Este trabalho desenvolveu um robô autônomo com estratégia de luta para a modalidade Mini Sumô com Arduino Nano, visando aplicar sensoriamento, controle e navegação. O protótipo utiliza lógica reativa, sensor infravermelho (TCRT5000) para identificação dos limites da arena, e ultrassônico (HC-SR04) para localizar e determinar a distância ao oponente. O sistema foi implementado com um código otimizado para tornar mais eficiente os processos de detecção, tomada de decisão e ataque. A calibração dos sensores e um chassi robusto implementado em impressora 3D foram essenciais para a estabilidade e desempenho.

INTRODUÇÃO

A robótica é um campo multidisciplinar que tem despertado crescente interesse ao abranger o estudo e a aplicação de tecnologias na concepção e operação de sistemas robóticos (Fresnillo et al., 2023). Esses sistemas, sejam autônomos ou semi-autônomos, são projetados para executar tarefas que se assemelham às humanas, com aplicações que variam da produção industrial à medicina (Fresnillo et al., 2023). O incentivo à robótica é crucial para promover o aprendizado

¹ Elias dos Santos Cosme; IFBA- Campus Amaro, eliascosme88@gmail.com.

² Evellyn Telles Letícia; IFBA- Campus Amaro, evellyn.l.s.t.vaz@gmail.com.

³ Fabricio Luis Teixeira da Cruz; IFBA- Campus Amaro, luisfabricio515@gmail.com.

⁴ Hilquias Rodrigues de Oliveira; Gran centro universitário, hilquiasro10@gmail.com.

⁵ João Vitor Reis da Silva; IFBA- Campus Santo Amaro, joaovitorreis426@gmail.com.

⁶ Daniel dos Anjos Costa; IFBA- Campus Santo Amaro, daniel.anjos@ifba.edu.br.

⁷ Flavio Pereira Silva; IFBA- Campus Santo Amaro, flavio.pereira@ifba.edu.br.

prático em tecnologia, programação e engenharia, preparando estudantes para os desafios do mercado e da inovação (Silva e Barbosa, 2021).

Nesse contexto, a robótica autônoma desempenha um papel crucial no progresso da automação em diversos setores, exigindo a capacidade de executar tarefas com maior desempenho, eficiência e precisão (Cosme et al, 2025). Os robôs de mini sumô, em particular, representam um desafio significativo, pois demandam agilidade, resistência e a habilidade de tomar decisões estratégicas em tempo real, baseadas em informações sensoriais, para controlar seus atuadores e reagir contra adversários no ringue.

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um robô autônomo de mini sumô, utilizando a plataforma Arduino Nano, com foco na aplicação de técnicas de sensoriamento, algoritmos de controle e estratégias de navegação. A inteligência de combate do robô é estruturada em uma hierarquia de comportamentos fundamentais – recuo, busca e ataque – que garantem uma operação adaptativa e eficaz em tempo real, crucial para o desempenho competitivo no ringue.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desenvolvimento de robôs autônomos para competições, como o mini-sumô, requer integração de hardware e software que garantam sensoriamento, processamento e atuação eficientes, permitindo que o robô execute de forma autônoma os comportamentos estratégicos de recuo, busca e ataque. Na tentativa de facilitar o entendimento dos leitores foi organizado na Tabela 01 um resumo das tecnologias utilizadas no projeto.

Tabela 01. Resumo das tecnologias utilizadas.

Tecnologias Utilizadas	Descrição
Sensor infravermelho TCRT5000	O TCRT5000 é um transceptor óptico infravermelho amplamente usado na detecção de contrastes de superfície. Sua função no projeto é identificar a borda da arena, diferenciando áreas claras e escuras, permitindo que o robô evite ultrapassar os limites do ringue (Cosme et al, 2025).
Sensor ultrassônico HC-SR04	O sensor ultrassônico HC-SR04, responsável pela detecção de obstáculos e da presença do oponente. Ele opera por meio da emissão de pulsos sonoros de alta frequência e calcula a distância com base no tempo de retorno do eco, oferecendo medições de até 4,5 metros com precisão de ± 3 mm (Cosme et al, 2025).

<p>Mini Ponte H Dupla L298N</p>	<p>A Mini Ponte H Dupla L298N permite que microcontroladores, como o Arduino, controlem motores DC e motores de passo, regulando direção e velocidade de forma independente. Ela converte sinais de baixa potência em correntes capazes de movimentar os motores, usando pinos lógicos e de habilitação para controle via PWM, essencial em robôs mini sumô para manobras rápidas e reversões (Cosme et al, 2025).</p>
<p>Mini Motor com Redutor N20 - DC 6V N20</p>	<p>O Mini Motor para identificação dos limites da arena, e ultrassônico (HC-SR04) para localizar e determinar a distância ao oponente. O sistema foi implementado com um código otimizado para tornar mais eficiente os processos de detecção, tomada de decisão e ataque. A calibração dos sensores e um chassi robusto implementado em impressora 3D foram essenciais para a estabilidade e desempenho. or Redutor DC 6V N20 30:1 – 500RPM oferece agilidade e torque equilibrado, convertendo alta rotação em força útil para movimentação eficiente, mesmo em superfícies com atrito. Controlado pela Ponte H L298N, permite ajustar direção e velocidade via PWM, favorecendo estratégias de ataque e defesa em robótica (Cosme et al, 2025).</p>
<p>Arduino Nano ATmega328</p>	<p>A unidade de processamento escolhida foi o Arduino Nano, um microcontrolador compacto e versátil baseado no ATmega328. Ele executa a lógica de controle condicional do robô, processando as leituras dos sensores em tempo real e comandando os motores. Sua ampla documentação e comunidade ativa reforçam sua importância como plataforma educacional e de prototipagem (Arduino, 2025).</p>
<p>Baterias 18350</p>	<p>A alimentação do sistema é garantida por baterias 18350 de íon-lítio, conhecidas pela leveza e eficiência energética, o que assegura maior autonomia durante as partidas (Cosme et al, 2025).</p>

TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos estudos têm explorado a construção de robôs mini-sumô com diferentes abordagens tecnológicas. Tirian et al. (2015) desenvolveram um robô baseado em Arduino Uno, utilizando sensores infravermelhos e de distância Sharp, além da ponte H L298N para controle dos motores, destacando a importância da plataforma Arduino como núcleo de processamento.

Gallina (2019) propôs um projeto de baixo custo para competições de mini-sumô, combinando

sensores infravermelhos e ultra sônicos com lógica reativa. O autor destacou a eficiência do sistema, mas sugeriu melhorias, como o uso de giroscópio e otimizações na lógica de combate.

Os autores Tronto et al. (2024) construíram um robô móvel utilizando a plataforma ESP32, sensores TCRT5000 e HC-SR04, integrando hardware e software no contexto da cultura *maker*. Essa pesquisa reforça a viabilidade de soluções acessíveis e funcionais em robótica autônoma.

Carvalho et al. (2016) abordaram a importância da seleção criteriosa dos componentes, como motores de alto torque, rodas de alta aderência e chassi personalizado em aço inox. O estudo evidenciou como as escolhas de design e materiais podem impactar diretamente o desempenho do robô em combate.

Esses trabalhos possuem em comum o uso de microcontroladores (principalmente Arduino Uno e similares), sensores infravermelhos e ultrassônicos e o driver L298N, demonstrando que a combinação dessas tecnologias é consolidada na área. O diferencial do presente projeto está na integração de tais componentes em um sistema compacto com Arduino Nano, aliado a uma lógica condicional hierárquica de três estágios (recuo, busca e ataque), otimizando a autonomia e a eficiência em combate (Cosme et al., 2025).

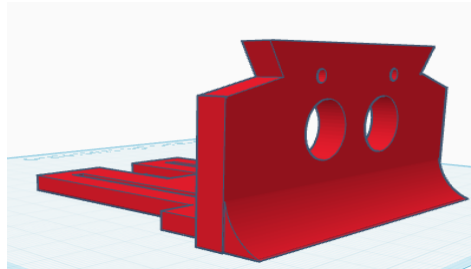
DESENVOLVIMENTO

Esta seção detalha a engenharia do sistema. Serão descritos os aspectos físicos e lógicos da implementação, destacando como as escolhas de design garantem a eficácia do funcionamento e, especificamente, o desempenho da lógica de combate aplicada.

MONTAGEM FÍSICA DO SISTEMA

O chassi físico do sistema foi construído em impressora 3D com plástico em PLA, conforme exibido na Figura 01. O projeto do chassi para esse tipo de robô é bastante desafiador pelo fato dos limites de tamanho do mesmo para participar de competições, não podendo ultrapassar 10 cm de largura e comprimento. Na Figura 01 pode-se observar uma área plana para montagem dos dispositivos eletrônicos, motores e baterias.

Figura 01. Imagens do Chassi implementado.

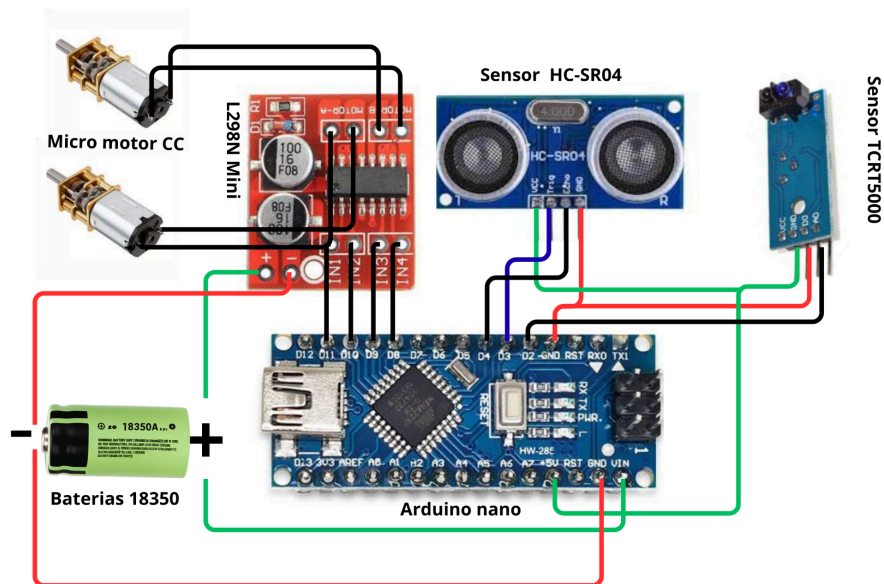


O robô mini sumô foi desenvolvido para atuar de forma autônoma na arena, integrando sensores, unidades de controle e atuadores. O sensor TCRT5000 foi utilizado para identificar os limites da arena e impedir que o robô saia do ringue. Nesse projeto utilizamos apenas um sensor posicionado na parte traseira do robô, com o objetivo de detectar a borda em manobras de localização do adversário com movimentação para trás. Optou-se em não utilizar outros nas laterais ou na frente por causa dos limites de tamanho físico do robô e também porque o robô só se movimenta para frente em uma situação de ataque para retirar o adversário da arena.

O desenvolvimento do robô mini sumô exige a integração de componentes eletrônicos e mecânicos, aliados a um chassi projetado para garantir resistência, leveza e funcionalidade durante os combates. Na construção do protótipo, foram utilizados dois sensores principais: o TCRT5000, posicionado na parte inferior do robô para identificar a linha limite da arena, evitando que ele ultrapasse a borda delimitadora; e o HC-SR04, instalado na parte frontal para detectar a presença do adversário e auxiliar nas estratégias de movimentação e ataque. A Figura 02 apresenta o esquema de montagem do circuito eletrônico do sistema.

O sensor HC-SR04 foi usado para detectar a posição e distância para o adversário. O Arduino Nano recebe essa informação, processa, toma uma decisão e envia sinais de controle aos motores. Como o arduino nano não tem potência suficiente para acionar e controlar os motores diretamente, utilizou-se o driver de corrente L298N, conhecido como mini ponte H.

Figura 02. Esquema físico do circuito eletrônico do sistema.



Fonte: Autor (2025).

Por fim, destacamos que foram usadas no projeto um par de baterias de lítio 18350 de 4.2V cada, o que dá um total de aproximadamente 8 V para alimentação de todo o sistema robótico. Essas baterias são recarregáveis e dão um bom tempo de autonomia do sistema.

MONTAGEM LÓGICA DO SISTEMA

A lógica de controle do robô mini sumô foi implementada no Arduino Nano utilizando uma estrutura condicional reativa, responsável por interpretar as informações dos sensores e definir as ações no ringue. A primeira parte do código está apresentada na Figura 03 e contém a função *Setup()*. Nessa função é configurados os pinos de entrada (que estão ligados aos sensores) e os pinos de saída que enviarão os sinais de controle dos motores com mediação do driver L298N.

Após a configuração inicial do sistema, o código estabelece um conjunto de rotinas essenciais para gerenciar o deslocamento do robô. Estas funções definem as capacidades operacionais do Mini Sumô, permitindo-o avançar (*moverParaFrente()*), recuar (*moverParaTras()*), interromper o movimento (*pararMotores()*) e girar sobre o próprio eixo (*girar()*) para manobras de posicionamento. Além disso, uma função dedicada (*medirDistancia()*) calcula a proximidade do oponente com base no tempo de resposta do sensor ultrassônico. Em conjunto, essas rotinas de controle e sensoriamento constituem a inteligência embarcada do sistema, traduzindo os estímulos ambientais em ações mecânicas efetivas dentro da arena.

Figura 03 - Primeira parte do Pseudocódigo de controle do sistema.

```
1 // IMPORTAR BIBLIOTECAS
2 void setup() {
3   // Configura os pinos dos sensores
4   // Configura os pinos de controle dos motores como saída
5 }
6 void moverParaFrente() {
7   // Função para mover o robô para frente (ambos os motores avançam)
8 }
9 void moverParaTras() {
10  // Função para mover o robô para trás (ambos os motores recuam)
11 }
12 void pararMotores() {
13   // Função para parar todos os motores
14 }
15 void girar(int angulo) {
16   // Função para girar o robô no próprio eixo
17   // Motor esquerdo para frente e motor direito para trás.
18 }
19 int medirDistancia() {
20   // Mede a duração do pulso HIGH no pino Echo do HC-SR04
21   // que equivale ao tempo que o som leva para ir e voltar
22   // Velocidade do som no ar é aprox. 0.0343 cm/microsegundo.
23   // A distância é (velocidade * tempo) / 2, pois o som vai e volta.
24   // Retorna a distância calculada em centímetros
25 }
```

Fonte: Autor(2025)

A Figura 04 apresenta a segunda parte do código do sistema que tem a lógica de controle autônomo do robô. Quando o sensor infravermelho detecta a linha branca da borda, o robô entra no modo de recuo, afastando-se do limite e realizando um giro de 180° para retornar ao centro. Na ausência desse sinal, o sistema avalia a distância obtida pelo HC-SR04: se um adversário estiver dentro do limite estabelecido, o robô ativa o modo de ataque e avança em máxima velocidade. Caso contrário, ele entra no modo de busca, girando continuamente até localizar o inimigo. Essa sequência

garante que o robô atue de forma autônoma e adaptativa, alternando rapidamente entre defesa, exploração e ataque conforme as condições do combate.

Figura 04 - Segunda parte do Pseudocódigo de controle do sistema.

```
26 // Função com os 3 comportamentos do robô, que são: recuo, ataque e busca
27 void controleAutonomo() {
28     // MODO RECUO. O sensor de infravermelho localizou a borda da arena.
29     if ( SENSOR_INFRA == BORDA_BRANCA ) {
30         moverParaTras(); // Mover para trás
31         pararMotores(); // Parar
32         girar(180);      // Girar 180° para voltar à arena
33         pararMotores(); // Parar
34     }
35     else { // O robô encontra-se dentro da arena
36         int distanciaInimigo = medirDistancia();
37         if (distanciaInimigo < LIMITE_ARENA) { // MODO ATAQUE. Localizou o inimigo
38             moverParaFrente(); // Avançar em velocidade máxima para frente
39         }
40         else { // MODO BUSCA.
41             girar(); // Girar sobre seu eixo para localizar adversário
42         }
43     }
44 }
45
46 void loop() {
47     controleAutonomo(); // Chama a função principal de controle continuamente
48 }
49
```

Fonte: Autor(2025)

RESULTADOS

A construção do robô mini sumô demonstrou que a integração dos sensores TCRT5000 e HC-SR04 com a lógica embarcada permitiu a detecção precisa do adversário e da borda da arena. A programação das estratégias de movimento garantiu autonomia contínua durante a partida, enquanto os motores redutores proporcionaram agilidade, força e estabilidade necessárias para ataques eficazes. O chassi cuidadosamente projetado protegeu os componentes e assegurou robustez estrutural, permitindo que o robô operasse de forma confiável e competitiva.

As funcionalidades do robô foram avaliadas em eventos práticos, com destaque para a competição promovida pela Elektrons durante a ERBASE (SE-2025), na qual o projeto conquistou o 3º lugar, evidenciando sua eficiência e estabilidade em situações reais de disputa. Já no XVII Robodori – Festival de Cultura Japonesa (2025), o robô foi desclassificado devido ao tamanho do chassi, que excedia os limites permitidos pelo regulamento. A falha ocorreu por um erro na impressão do chassi, que resultou em dimensões ligeiramente maiores do que o estipulado, reforçando a importância da verificação rigorosa antes das competições.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento do robô Mini Sumô envolveu a integração de eletrônica, programação e modelagem mecânica, utilizando sensores TCRT5000 e HC-SR04, motores DC controlados pela mini ponte H L298N e um chassi impresso em 3D, passando por todas as etapas desde a fundamentação teórica até os testes práticos em arena.

Os objetivos do projeto foram plenamente alcançados, pois o robô operou de forma autônoma, identificando a borda da arena e o adversário, e executando estratégias de ataque, recuo e busca conforme planejado, demonstrando desempenho competitivo.

Como sugestões para aprimoramento, recomenda-se a incorporação de algoritmos de inteligência artificial para otimização das estratégias, o uso de sensores adicionais para maior precisão nos movimentos e a miniaturização do hardware, além da exploração de novas arquiteturas de chassi que aumentem a estabilidade e a velocidade, possibilitando aplicações mais complexas em robótica autônoma.

REFERÊNCIAS

- Arduino (2025). “Uno R3”. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3/> Acesso em: 21 .mar. 2025.
- CARVALHO et al. (2016). Pesquisa e construção de protótipo para competição sumô de robôs. In: Encontro latino-americano de iniciação científica, 20., 2016, [Local do Evento – Ex: São José dos Campos]. [Tipo de documento – Ex: Anais; Resumo]. São José dos Campos: UNIVAP.
- COSME, Elias dos Santos; SANTANA, Davi Fraga; SILVA, Flávio Pereira da; COSTA, Daniel dos Anjos. Desenvolvimento de um Robô Autônomo para a modalidade de luta Mini Sumo com Arduino Nano. In: ENCONTRO REGIONAL DE COMPUTAÇÃO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (ERBASE), 20., 2025, Lagarto, SE. Anais [...]. Lagarto: Instituto Federal de Sergipe, 2025.
- FRESNILLO, P. et al. (2023). A method for understanding and digitizing manipulation activities using programming by demonstration in robotic applications. *Robotics and Autonomous Systems*, Volume 170.
- GALLINA, A. (2019). Desenvolvimento de um robô de mini sumô autônomo destinado a competições de robótica. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2019.
- TRONTO, M. et al. Desenvolvimento de um robô móvel controlado por Arduino na cultura maker. *Ciência & Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal*, v. 16, n. 1, e16117, 2024. DOI: 10.52138/citec.v16i1.406.
- TIRIAN et. al. (2015). “The Design and Construction of an Autonomous Mobile Mini-Sumo Robot”. *Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering*, v. 8, n. 3, p. 151-154. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281748309>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- SILVA, M. P.; Barbosa, F. C. (2021). “Matemática e Física em experiências de Robótica Livre: explorando o sensor ultrassônico”. *Texto Livre*, v. 14, n. 3, p. e29629, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tl/a/6kcn8mRzBtrpVM5F78kx6mD/?format=pdf>. Acesso em: 18 out. 2023.