



# DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE ROBÔ AUTÔNOMO PARA TAREFAS DE ENTREGA

Nelson Lafaiete Soares Bezerra Ramos<sup>1</sup>, Marcelo Eugenio de Castro Goncalves<sup>2</sup>, Rhuigo Mendes de Oliveira<sup>3</sup>,  
Francisco Antonio Gudemberg Almeida Moura<sup>4</sup>.

## Resumo

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento do Buddy, um robô autônomo projetado para auxiliar em tarefas de entrega em ambientes controlados e urbanos simulados. A proposta surge diante do aumento da demanda por soluções inovadoras na logística urbana, alinhando-se à busca por maior eficiência, sustentabilidade e segurança. A metodologia contemplou a definição de requisitos técnicos, o projeto do hardware e software, a integração de sensores e atuadores, além da implementação de algoritmos de navegação e controle. Testes preliminares em ambientes controlados evidenciaram a capacidade do Buddy em realizar deslocamentos autônomos, detectar obstáculos e corrigir rotas. Os resultados mostraram tempo médio de entrega de 1 min 42 s em percursos de 20 metros, com desvio máximo de 15 cm da rota planejada, e taxa de sucesso inferior a 50% no desvio de obstáculos. Conclui-se que o protótipo apresenta potencial para aplicações em pequenas entregas, embora ainda exija melhorias em algoritmos de controle e no gerenciamento térmico do hardware.

**Palavras Chaves:** Robótica, Automação, Logística, Inteligência Artificial

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Meio Ambiente do IFMA Campus Bacabal; E-mail: [nelson.s@acad.ifma.edu.br](mailto:nelson.s@acad.ifma.edu.br).

<sup>2</sup>Professor do IFMA Campus Bacabal; E-mail: [marcelo.goncalves@ifma.edu.br](mailto:marcelo.goncalves@ifma.edu.br).

<sup>3</sup>Professor do IFMA Campus Bacabal; E-mail: [prof.rhuigo.oliveira@acad.ifma.edu.br](mailto:prof.rhuigo.oliveira@acad.ifma.edu.br).

<sup>4</sup>Professor do IFMA Campus Bacabal; E-mail: [prof.gudemberg.moura@acad.ifma.edu.br](mailto:prof.gudemberg.moura@acad.ifma.edu.br).



## 1. INTRODUÇÃO

Com a transformação digital e o avanço tecnológico, a demanda por otimização de processos logísticos, a utilização de robôs autônomos tem ganhado destaque. De acordo com Lopes et al. (2023), no Brasil, a adoção de robôs autônomos para entregas tem sido impulsionada pela busca por soluções eficientes e sustentáveis na logística urbana. Nesse contexto, o desenvolvimento do Buddy surge como uma alternativa inovadora e promissora para atender às demandas do mercado. Como ressaltado por Jones et al. (2019), a implementação de robôs autônomos na entrega, apresenta um potencial significativo para aprimorar a eficiência e reduzir os custos logísticos, alinhando-se com as necessidades atuais das empresas de logística e comércio eletrônico.

A implementação do Buddy se justifica diante da necessidade crescente por soluções inovadoras e eficientes na área de logística urbana. Conforme apontado por Santos et al. (2021), no Brasil, a logística enfrenta desafios significativos relacionados à congestionamento de tráfego e poluição, tornando essencial a busca por alternativas sustentáveis, como os robôs autônomos. Além disso, em um contexto de pandemia, como destacado por Souza et al. (2020), a utilização de robôs autônomos pode contribuir para a redução do contato humano e a prevenção de doenças transmissíveis durante as entregas.

## 2. METODOLOGIA

Este projeto seguiu uma abordagem iterativa e orientada por etapas para o desenvolvimento e implementação do Buddy, o robô autônomo de entrega. Inicialmente, foram definidos os requisitos e especificações do Buddy com base nas necessidades identificadas e nas tendências atuais em robótica autônoma e logística urbana (Silva et al., 2022). Em seguida, foi realizado o projeto e desenvolvimento do hardware e software do robô, integrando tecnologias avançadas de navegação autônoma, inteligência artificial e visão computacional.

Posterior a conclusão da fase de desenvolvimento, foram aplicados e conduzidos testes de integração e calibração dos sensores e atuadores do Buddy para garantir o devido funcionamento e desempenho. Paralelamente, foram implementados algoritmos de navegação e controle, com base em estudos anteriores sobre sistemas de robótica autônoma para entrega (Wang et al., 2018).



Posteriormente, foram realizados testes em ambientes controlados e reais para avaliar o desempenho do Buddy em diferentes cenários e condições operacionais. Esses testes incluíram a avaliação da capacidade de navegação autônoma, detecção e evasão de obstáculos, planejamento de rotas e eficiência nas entregas. Os dados coletados durante os testes foram analisados para identificar possíveis melhorias e otimizações no funcionamento do robô.

Para o devido acompanhamento da execução do projeto, foram realizadas reuniões periódicas de acompanhamento para monitorar o progresso, identificar desafios e ajustar o plano de trabalho conforme necessário. A avaliação do projeto foi realizada por meio de métricas de desempenho, como tempo de entrega, precisão de navegação e satisfação do usuário, alinhando-se às práticas recomendadas por Pereira et al. (2023). Além disso, os resultados obtidos foram documentados e apresentados de forma clara e concisa, com o objetivo de disseminar conhecimento e contribuir para o avanço da pesquisa em robótica autônoma e logística urbana.

## 2.1. Materiais utilizados

- Carcaça em ABS (primeiro protótipo) e chassi de aço (versão final).
- 4 (quatro) motores com escova 12v 421 rpm;
- 1 (um) sensor giroscópio;
- 1 (um) sensor ydlidar x3 lidar tof 360° laser radar scanner ranging sensor module 8 meters 10hz scanning frequency support robot ros1 ros2 eai;
- 5 (cinco) sensores de proximidade a laser; placa Raspberry Pi 5 - 8 GB RAM;
- 1 (uma) bateria zop power 6s 22,2 v 6500 mah 30c 144,3 wh lipo xt60 plug;
- 1 (uma) bateria Lipo - 11.1V/3S 1300mAh - 20C – LM;
- 1 (um) farol de led;
- 1 (um) Microfone e caixa de som.
- 1 (um) monitor touch screen;
- 1 (uma) câmera 5mp 1080 p;
- 1 (uma) Fechadura Eletroímã Magnética Intelbras Fe 20150.

## 2.2. Desenvolvimento do Buddy

Inicialmente o protótipo foi construído em uma carcaça feita em 3d utilizando filamento ABS. Ele tinha por volta da 60 centímetros, na sua parte superior ficava o monitor



juntamente com o sensor lidar, na sua parte media havia um baú trancado por uma fechadura magnética que destravava apenas se o usuário digitasse o código correto no monitor, no compartimento inferior localizava os motores com a placa Raspberry Pi 5 e a câmera.

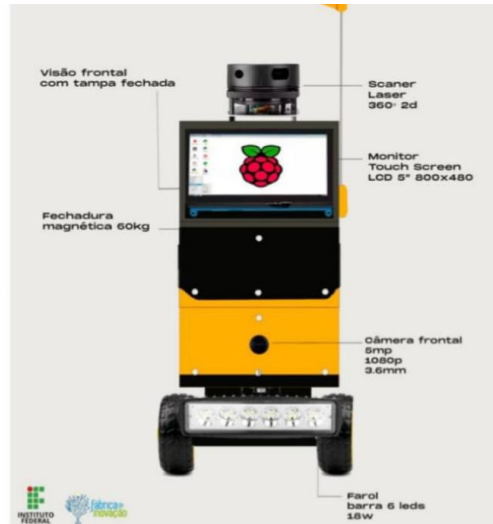


Figura 1- imagem frontal de como foi a o primeiro protótipo para o Buddy (fonte: figura do autor. local, Fabrica de Inovações – Campus Bacabal).

Posteriormente, por problemas de aquecimento, deixamos de utilizar peças feitas em impressão 3D, para usar um chassi feito de aço.

No novo protótipo usamos uma carcaça de aço, não usando mais da câmera nem do monitor. Ele conta com 3 sensores de proximidade a laser posicionados na parte frontal para detecção de obstáculos, 2 sensores de proximidade a laser voltados para o chão, permitindo a detecção de desníveis e obstáculos próximos ao solo, 4 motores, 1 sensor lidar, 1 bateria de 6500 mah, 1 bateria 1300mAh, 1 sensor giroscópio para medir a orientação e a aceleração do robô, um farou de led, 1 microfone para os comandos de vós e uma caixa de som.

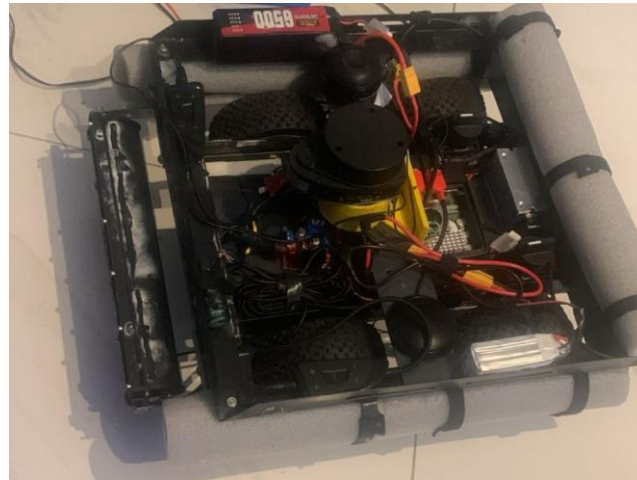


Figura 2- imagem superior da uma versão do buddy (fonte: figura do autor. local, Fabrica de Inovações – Campus Bacabal).

### 3. Resultados e Discussão

Os testes iniciais foram realizados em ambiente controlado e em solo rígido no IFMA Campus Bacabal, não sendo conduzidos experimentos em superfícies mais complexas, como areia ou água. Os resultados mostraram que o Buddy ainda apresenta limitações quanto à navegação autônoma em rotas pré-definidas. O robô conseguiu detectar obstáculos por meio de sensores de proximidade e da câmera frontal integrada ao sistema de visão computacional, mas apresentou dificuldades em realizar manobras de desvio de forma consistente.

Nos experimentos:

- O robô conseguiu detectar, mas não conseguiu desviar adequadamente de obstáculos fixos e móveis, apresentando taxa de sucesso inferior a 50% em 50 simulações. Além disso, os sensores infravermelhos enfrentaram dificuldades em ambientes com variação de iluminação, comprometendo a precisão das leituras.

- O tempo médio de entrega em percurso controlado (20 metros) foi de 1 min 42 s, apresentando desvio máximo de 15 cm em relação à rota planejada.

- Os algoritmos de navegação baseados em detecção de bordas mostraram boa resposta em corredores estreitos.



- Em ambientes simulados mais complexos, o Buddy necessitou de calibração refinada para lidar com múltiplos obstáculos e trajetórias dinâmicas.

- Durante alguns testes prolongados, ocorreram travamentos da placa de controle Raspberry Pi 5 em razão do aquecimento excessivo, o que comprometeu a continuidade das execuções. Esse problema reforça a necessidade de melhorias no sistema de refrigeração e no gerenciamento térmico do dispositivo.

Esses resultados indicam que, apesar dos avanços iniciais, ainda são necessários ajustes nos algoritmos de controle e navegação, bem como soluções para o superaquecimento do hardware e para a sensibilidade dos sensores em condições de iluminação variada, de modo que o Buddy alcance desempenho robusto e confiável em cenários reais de logística urbana.

O Buddy apresenta potencial relevante para enfrentar os desafios da logística urbana. Apesar das limitações observadas em sua fase inicial — como dificuldades no desvio de obstáculos, sensibilidade dos sensores à iluminação e problemas de aquecimento da placa de controle — o projeto demonstra avanços concretos na detecção de obstáculos, na navegação em rotas pré-definidas e na capacidade de operar em ambientes controlados. Esses aspectos apontam que, com melhorias em hardware (refrigeração, sensores mais robustos) e software (algoritmos de navegação mais inteligentes, possivelmente baseados em SLAM ou aprendizado de máquina), o Buddy poderá oferecer uma solução eficaz para reduzir atrasos, otimizar rotas e aumentar a confiabilidade das entregas.

#### **4. Conclusão**

O desenvolvimento e os testes do Buddy evidenciam o potencial de aplicação de robôs autônomos em entregas de pequena escala no contexto da logística urbana. Os resultados iniciais comprovam a viabilidade técnica do projeto, ao mesmo tempo em que apontam para a necessidade de otimizações em algoritmos de navegação e sistemas de visão.

O projeto deixa sua importância evidente em diversos aspectos, tanto do ponto de vista operacional quanto socioeconômico e ambiental. Mostrando-se promissor ao atacar diretamente os pontos críticos do setor logístico: eficiência operacional, oferecendo uma abordagem inovadora para o processo de entregas, que é frequentemente a parte mais complexa e custosa da cadeia logística; redução de custos, ao automatizar as tarefas de entrega, podendo ajudar a reduzir os custos operacionais das empresas de logística, eliminando a necessidade de motoristas e veículos humanos. Além disso, sua eficiência



energética e capacidade de operar de forma contínua podem resultar em economias significativas a longo prazo; e melhoria da experiência do cliente, com entregas mais rápidas, precisas e consistentes, podendo melhorar significativamente a experiência do cliente.

Conclui-se que o Buddy pode contribuir significativamente para o avanço das pesquisas em robótica aplicada no IFMA, além de representar um passo inicial para a adoção de soluções sustentáveis e inovadoras no setor de entregas. Futuramente, recomenda-se a ampliação dos testes em ambientes externos e a integração de novas tecnologias de IA para aperfeiçoar sua autonomia e confiabilidade.

## 5. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Maranhão (FAPEMA). Estendemos os agradecimentos à Fábrica de Inovações – Campus Bacabal.

## 6. Referências

Jones, B. et al. (2019). *Sistemas de Entrega Robótica: Uma Revisão Abrangente*. Int. J. Adv. Robotic Systems, 16(4).

Lopes, A. et al. (2023). *Automatização na Logística Urbana Brasileira: Desafios e Oportunidades*. Rev. Logística Sustentável, 8(2).

Pereira, T. et al. (2023). *Tendências em Robótica Autônoma para Entregas Urbanas: Uma Revisão Sistemática*. Anais do COBEM, 12(2).

Santos, M. et al. (2021). *Desafios da Logística de Última Milha no Brasil*. Rev. Bras. Logística Urbana, 6(3).

Silva, R. et al. (2022). *Avanços Recentes em Robótica Autônoma: Uma Revisão da Literatura*. Rev. Bras. Eng. Mecatrônica, 10(1).

Souza, F. et al. (2020). *Robôs Autônomos na Prevenção de Doenças Transmissíveis*. J. Robotics and Automation, 15(2).



Wang, C. et al. (2018). *Robótica Autônoma para Entrega na Última Milha*. IEEE Trans. Autom. Sci. Eng., 15(3).