

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA ROBÓTICA OMNIDIRECIONAL COM ARQUITETURA DISTRIBUÍDA

Herick Dallagnol Nunes¹; Alexandre Silva Lucena²; Rafael de Oliveira Fabres³;
Marlon Soares Sigales⁴; Sigmar Lima⁵; Elmer Alexis Gamboa Peñaloza⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas – herick.nunes@ufpel.edu.br*

²*Universidade Federal de Pelotas – alexandre.lucena@ufpel.edu.br*

³*Universidade Federal de Pelotas – rafael.fabres@ufpel.edu.br*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – marlon.sigales@ufpel.edu.br*

⁵*Universidade Federal de Pelotas – sigmar.lima@ufpel.edu.br*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – eagpenaloza@ufpel.edu.br*

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

No cenário atual de desenvolvimento tecnológico, sistemas autônomos e inteligentes vêm sendo cada vez mais aplicados para a execução ações reativas e deliberativas em processos que se caracterizam por ter tarefas repetitivas. Exemplos disso, são as plataformas robóticas usadas na agricultura (ZHANG, et al.,2025), manipuladores utilizados na indústria (KADRI, et al.,2025) e robôs utilizados para transporte de mercancias (BENČO, et al.,2025). Dentre dos grandes desafios para a implementação deste tipo de sistemas não só estão os custos elevados das plataformas robóticas (*hardware*) em si, mas também custos em *software* e *firmware* especializados para realizar e implementar estratégias de controle inteligentes. Adicionalmente, as empresas que desenvolvem e comercializam sistemas robóticos comerciais possuem arquiteturas fechadas que limitam a integralização e controle distribuído de diferentes marcas e modelos de sistemas robóticos.

Neste contexto este artigo propõe uma metodologia de construção de arquitetura de baixo custo baseada em distribuição de processamento através de plataformas de controle para robôs de código aberto. Este tipo de desenvolvimento metodológico de construção de integração de hardware de sistemas robóticos, baseado em distribuição de processamento, permite o uso de atuadores, sensores e unidades de controle de baixo custo que pode ser implementado em pequena e média indústria como solução de integração.

2. ANÁLISE DE MERCADO

A proposta metodológica para projeto de engenharia exposta neste artigo tem como público-alvo pequenas e medianas empresas que possuem plataformas robóticas e precisem ser integradas ou atualizada com novos sensores e atuadores. Adicionalmente, este embasamento metodológico serve como base de projeto para pequena e mediana indústria interessada em desenvolver e comercializar este tipo de sistemas, assim como instituições de pesquisa e ensino que pesquisem nesta área.

Existem várias empresas que desenvolvem e comercializam este tipo de sistemas, do ponto de vista industrial empresas multinacionais como ABB® e KUKA AG® que produzem sistemas eficientes, de alto custo e com arquiteturas fechadas. No mercado local empresas como Xmobots® no setor de drones e aplicações

agrícolas e a Human Robotics® em robôs de logística e de interação com humanos. Além, dos mercados de atuação das empresas citadas esta proposta de inovação metodológica pode ter bastante aplicabilidade e impacto no setor da educação em ensino e pesquisa.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

A metodologia de implementação de integração distribuída para plataformas robóticas é descrita no diagrama de blocos da Figura 1. Sendo um sistema modular subdividido em uma parte responsável por embarcar toda lógica de funcionamento, encarregado do processamento de alto desempenho como algoritmos de visão computacional e cálculos de matrizes e uma parte dedicada apenas para atuação de baixo nível, como o controle individual de cada motor.

Desta forma optou-se por utilizar uma Raspberry Pi4 para o processamento de alto nível, no qual se comunica com qualquer outro dispositivo ou sensor através de suas portas USB ou Entradas/Saídas de Uso Geral (GPIOs). Para o baixo nível é utilizado um microcontrolador de controle, no qual se comunica via serial com outro microcontrolador de atuação, desta forma, é possível separar totalmente o processamento de dados, do processamento do controle dos motores, sendo possível alterar separadamente ambos os controles.

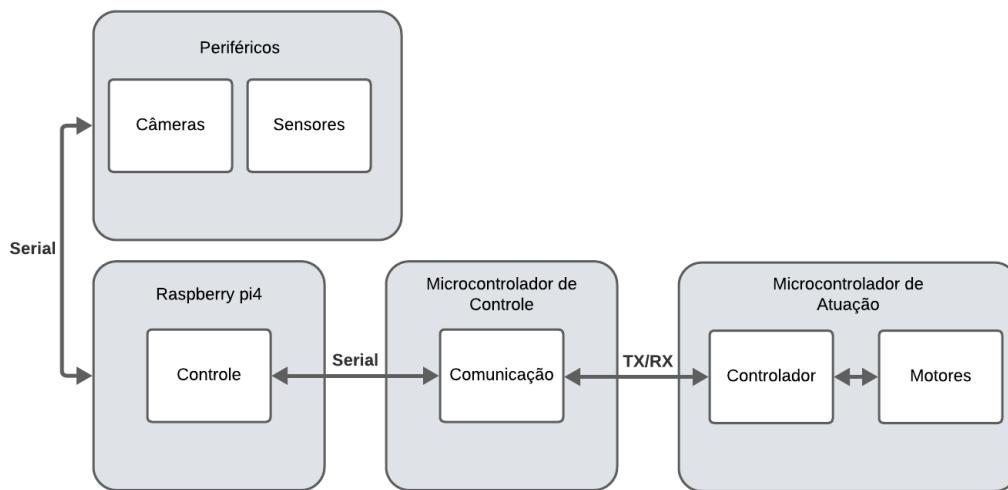


Figura 1. Diagrama de integração para plataforma robótica

A base estrutural da plataforma foi confeccionada em acrílico transparente, recortada a laser, possibilitando precisão dimensional e acabamento de alta qualidade, servindo como chassi único para a fixação dos mancais dos quatro motores com rodas omnidirecionais, do pack de bateria e dos demais componentes eletrônicos. Os mancais dos motores foram fabricados por impressão 3D por deposição de filamento, tanto em ácido poliláctico (PLA), como em acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS), oferecendo uma maior variedade de possibilidades de fabricação das peças.

É importante destacar que esta metodologia está na etapa de implementação e teste. Neste contexto, está sendo aplicada aos projetos de robótica do Grupo de

Sistemas Inteligentes e Controle (GSIC) da Universidade Federal de Pelotas com bons resultados. A caracterização desta pesquisa de inovação é social, i.e., pretende-se socializar na academia e na indústria local. Assim, a socialização dela para outras instituições de pesquisa e indústria é um dos grandes desafios ainda em aberto. No futuro próximo, espera-se obter propriedade intelectual de desenvolvimentos realizados a partir da mesma.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Dentre os principais objetivos do desenvolvimento da plataforma Figura 2 estão criar bases de conhecimento que permitam a incubação de empresas na área da robótica e fornecer uma visão abrangente sobre sistemas para distribuição de processamento e controle baseados em dispositivos de baixo custo eficientes.

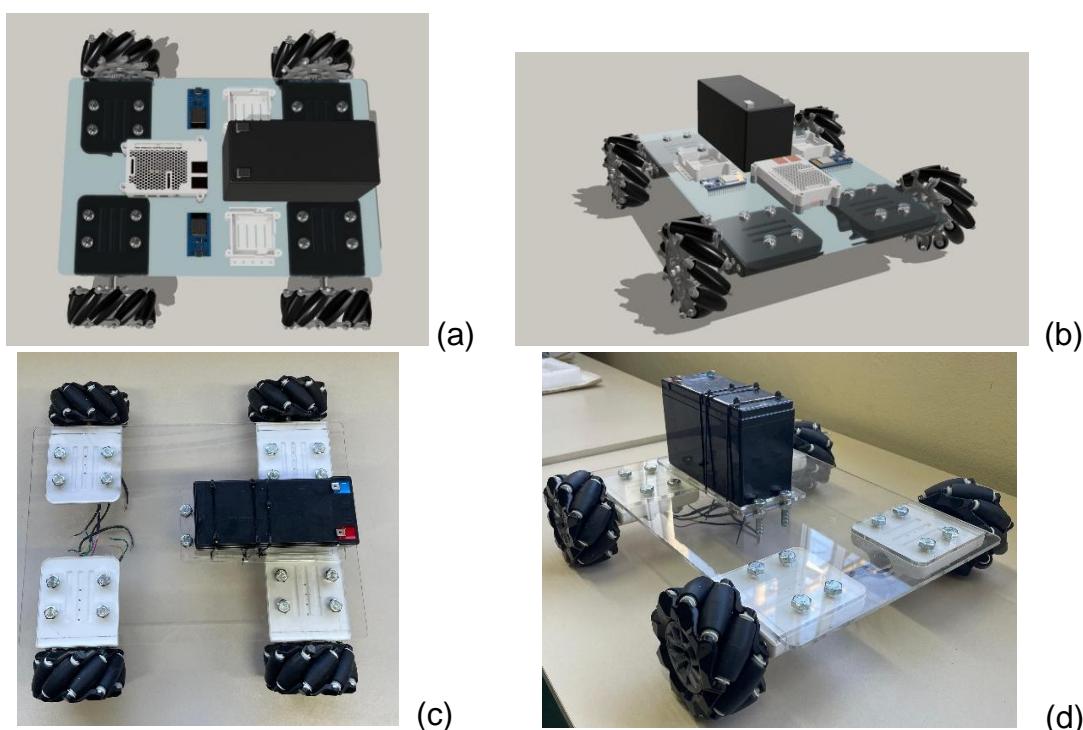


Figura 2. Plataforma em desenvolvimento em fase de modelagem (a) e (b) e protótipo real (c) e (d).

Adicionalmente, este trabalho visa criar e desenvolver protótipos robóticos para voltados ao ensino, pesquisa e extensão. Dessa forma, dentre os exemplos de aplicação em controle está o desenvolvimento do controlador proporcional-integrativo para as rodas da plataforma robótica, conforme pode ser visto na Figura 3.

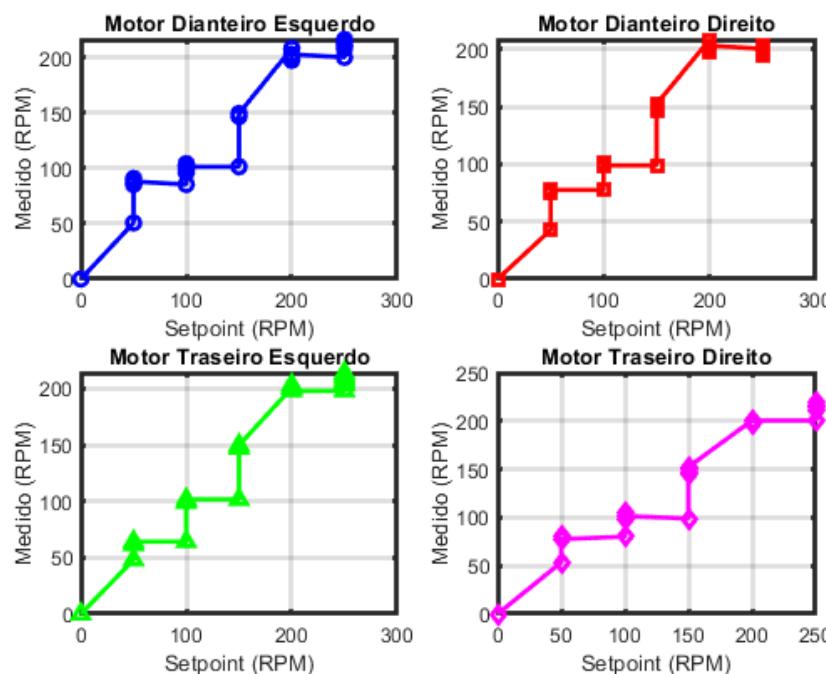


Figura 3. Validação do desempenho do controlador Proporcional-Integrativo no rastreamento de referência de velocidade para os quatro motores.

5. CONCLUSÕES

A inovação proposta constitui o desenvolvimento de uma plataforma robótica omnidirecional com arquitetura distribuída, de código aberto e de baixo custo que separa o processamento de alto nível da atuação das malhas de controle, reduzindo assim atrasos e interferências entre tarefas.

De forma complementar, a plataforma baseada em código aberto permite atender um público variado, possibilitando o desenvolvimento de protótipos independentes com diversidade de aplicações.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ZHANG, W.; SUN, T.; LI, Y.; HE, C.; XIU, X.; MIAO, Z. Optimal motion planning and navigation for nonholonomic agricultural robots in multi-constraint and multi-task environments. **Computers And Electronics In Agriculture**, v. 238, p. 110822, nov. 2025. Elsevier BV.

KADRI, I.; SELOUANI, S. A.; GHRIBI, M.; GHALI, R.; MEKHOUKH, S. LLM-driven agent for speech-enabled control of industrial robots: a case study in snow-crab quality inspection. **Results In Engineering**, v. 27, p. 106660, set. 2025. Elsevier BV.

BENČO, D.; KUBASÁKOVÁ, I.; KUBÁňOVÁ, J.; KALAĽOVÁ, A. Automated Robots in Logistics. **Transportation Research Procedia**, v. 87, p. 103-111, 2025. Elsevier BV.