

## SIMULAÇÃO DA APLICAÇÃO DO FRAMEWORK ROS2 EM UMA PLATAFORMA ROBÓTICA AGRÍCOLA

ARTUR V. A. SANTOS<sup>1</sup>, FLÁVIO R. F. GONÇALVES<sup>2</sup>, EDNA C. M. POLANIA<sup>3</sup>, DANIEL ALBIERO<sup>4</sup>, ANGEL P. GARCIA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Técno. Sistemas Elétricos, Doutorando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, artur.santos@unicamp.feagril.com

<sup>2</sup>Técno. Mecatrônica, Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>3</sup>Eng. Elétrica, Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>4</sup>Eng. Agrícola, Professor Livre Docente, Faculdade de Eng. Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>5</sup>Eng. Agrícola, Professor Livre Docente, Faculdade de Eng. Agrícola FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** A robótica para agricultura sempre teve grandes desafios, um dos exemplos, é o baixo consumo de energia, mantendo alto poder computacional. Cada vez mais, surgem novas tecnologias com o intuito de sanar os problemas relacionados a robótica, não só a robótica para agricultura. O framework denominado *Robot Operating System (ROS)*, no português, sistema de operação de robôs, é de código aberto e possui um conjunto de ferramentas capaz de interagir com o baixo nível do sistema fazendo a leitura de sensores e atuadores por meio de nós e tópicos. A versão 2 do ROS surge como proposta de sanar o problema de operação de tempo real de robôs, simplificando a troca de informação entre nós, sem a necessidade de um master. Diante do exposto, o trabalho tem o intuito de simular uma aplicação conectando o framework com um ESP32 para troca de mensagens entre sensores e atuadores via os nós e tópicos do ROS2 visando a aplicação em um robô para agricultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** robótica móvel, framework, agricultura

## SIMULATION OF THE ROS2 FRAMEWORK APPLICATION ON AN AGRICULTURAL ROBOTICS PLATFORM

**ABSTRACT:** Robotics for agriculture has always faced great challenges, one example being low energy consumption while maintaining high computational power. Increasingly, new technologies are emerging with the aim of solving problems related to robotics, not just robotics for agriculture. The framework called Robot Operating System (ROS), in Portuguese, robot operation system, is open source and has a set of tools capable of interacting with the low level of the system by reading sensors and actuators through nodes and topics. Version 2 of ROS appears as a proposal to solve the problem of real-time operation of robots, simplifying the exchange of information between nodes, without the need for a master. In view of the above, the work aims to simulate an application connecting the framework with an ESP32 to exchange messages between sensors and actuators via ROS2 nodes and topics with a view to applying it to an agricultural robot.

**KEYWORDS:** mobile robotics, framework, agricultural

**INTRODUÇÃO:** O desafio relacionado a robótica para agricultura, é projetar complexos sistemas com configuração móvel com baixo consumo de energia, mantendo o alto poder computacional (MACENSKI, 2022). No trabalho desenvolvido por Fernandes (2022), é proposto um veículo que possibilite o controle de estabilidade e altura de trabalho da plataforma para aplicações agrícolas. O trabalho é simulado com o ROS (*Robot Operating System*) e mostrou que a estabilidade é um fator relevante a ser controlado na utilização de veículos autônomos na agricultura. O ROS é um framework com grupo de bibliotecas de software e ferramentas que servem para construção e programação de robôs. Atualmente, o ROS está na sua versão 2 e tem como características de desenvolvimento, rodar em sistema embarcados diversos, computação em tempo real e a necessidade de estar conforme padrões de segurança/industrial. Uma das grandes diferenças entre ROS1 e ROS2 é que no ROS1 o mesmo possui um nó central que gerencia a troca de informações, isso quer dizer que se um novo nó surgir e tentar se comunicar com os já criados, não vai haver troca de comunicação. Já na versão 2, não existe um nó central, e os nós, podem se comunicar entre si, melhorando a comunicação do sistema (MACENSKI, 2022). Dentro dessa perspectiva, levantou-se a hipótese de viabilidade de implementação do framework ROS2 em uma plataforma de robô agrícola. Nesse primeiro trabalho, será verificado por meio de simulação a conexão do framework com um sistema embarcado ESP32 para futuras aplicações.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Por meio da Figura 1, visualiza-se a arquitetura de simulação para futuras implementações em um robô agrícola real. Foi utilizado um computador com sistema operacional Ubuntu para rodar o framework ROS2 versão Humble e uma placa microprocessada Esp32 DevKitC para simular o sistema embarcado da máquina. Para uma primeira interação de controle do robô, foi utilizado o pacote *teleop\_twist\_keyboard* para simular um joystick e possibilitar comandar a velocidade angular e linear do robô móvel. Visando o interfaceamento das entradas e saídas do robô via ESP32 para o framework, foi utilizado o pacote *micro-ros* para possibilitar a troca de mensagens entre o Esp32 por meio do Wi-Fi ou Serial. Com o intuito de criar interação e visualizar os comandos chegando no mais baixo nível e a troca de dados entre atuadores e sensores com os nós ROS criado, foi utilizado dois micro-motores com encoder.

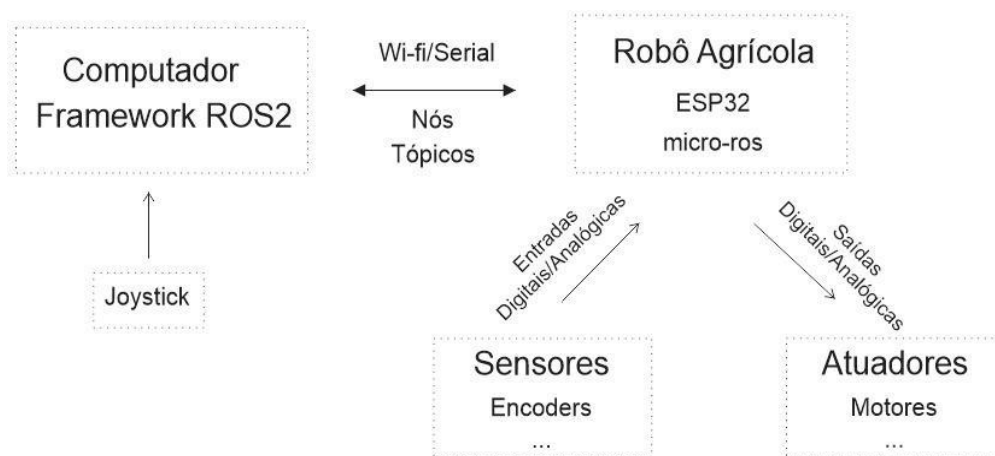


FIGURA 1. Arquitetura de simulação.

Para possibilitar a movimentação do robô, foi simulado com base em um robô diferencial de duas rodas, conforme visualizado na Figura 2, sendo a velocidade na roda esquerda e direita, regida pelas Equações 1 e 2.

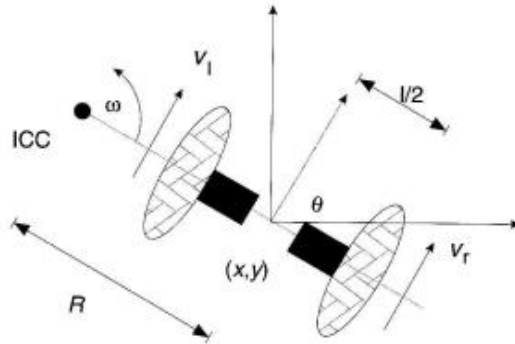


FIGURA 2. Robô diferencial, adaptado de Dudeck e Jenkin (2010).

$$\omega(R + l/2) = Vr \quad (1)$$

$$\omega(R + l/2) = Vl \quad (2)$$

em que,

$V_r$  - Velocidade linear da roda direita;  $V_l$  - Velocidade linear da roda esquerda;  $\omega$  - velocidade angular; ICC - Centro instantâneo de curva;  $l$  - Metade do comprimento do eixo entre as rodas do motor;  $R$  - Raio instantâneo da curva medido a partir do meio do robô até ao ponto ICC.

Para a visualização de conexão e troca de informação entre os nós do ROS2, é utilizado a ferramenta rqt. Por meio do terminal do sistema operacional Ubuntu, com o comando `micro_ros_agent micro_ros_agent`, estabeleceu a conexão com o sistema embarcado via Wi-fi ou Serial, para os testes realizados, foi utilizado o Wi-fi. Com o software IDE Arduino é possível visualizar o monitor serial do ESP32 recebendo ou enviando os dados para o framework.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 3, observa-se os tópicos criados para recebimento dos comandos pelo robô agrícola via joystick (`/cmd_vel`) e a leitura do *encoder* da roda direita (`/leitura_encoder_motor_direito`) e esquerda (`/leitura_encoder_motor_esquerdo`) para verificar o deslocamento e futuramente aplicar controle de movimentação autônomo.

```
ros2@ROS2:~$ ros2 topic list
/cmd_vel
/leitura_encoder_motor_direito
/leitura_encoder_motor_esquerdo
/parameter_events
/rosout
ros2@ROS2:~$
```

FIGURA 3. Visualização dos tópicos de sensores e atuadores criados no Esp32 através do framework ROS2.

Na Figura 4, observa-se a interação entre o nó de comando do joystick e o nó de controle do robô agrícola pelo tópico `/cmd_vel` que controla as velocidades lineares e angulares. A medida que for adicionando interação no robô e necessidade de controle de sensores e atuadores, pode-se configurar mais tópicos e nós para aumentar as funcionalidades do robô agrícola. É importante ressaltar que como o sistema é em tempo real, só vai aparecer os nós e tópicos correspondentes dos dispositivos conectados.

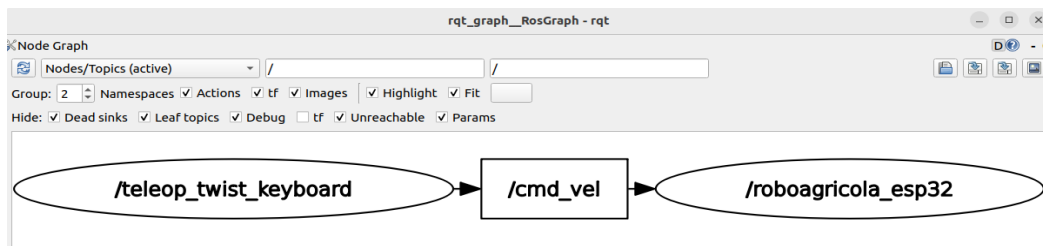


FIGURA 4. Visualização dos Nós e tópicos por meio da ferramenta rqt do framework ROS2.

Na Figura 5, verifica-se o serial monitor do Esp32 retornando a informação conectado na rede Wi-fi e o recebimento do comando para movimentação das rodas direita e esquerda do robô. É importante ressaltar que a conexão Wi-Fi só será estabelecida com o ROS2 se o micro-ros estiver ativado.

```

Saída Monitor Serial x
Mensagem (ESP32 Dev Module + Enter para enviar mensagem para 'COM5' em 'undefined') Nova linha 115200 baud
ets Jul 29 2019 12:21:46

rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0030,len:1344
load:0x40078000,len:13924
ho 0 tail 12 room 4
load:0x40080400,len:3600
entry 0x400805f0
Configuração Iniciada!
Conexão Wifi Iniciada!
E (480) wifi:Association refused temporarily, comeback time 1024 mSec
Wifi conectado! Aguardando dados de operação.
Roda Esquerda: 0.25 / Roda Direita: 0.25
Roda Esquerda: 0.00 / Roda Direita: 0.00
Roda Esquerda: -0.25 / Roda Direita: 0.25
Roda Esquerda: 0.25 / Roda Direita: -0.25
  
```

FIGURA 5. Conexão do Esp32 com o framework ROS2 e recebendo o comando de velocidade para movimentação da roda esquerda e direita.

Para trabalhos futuros, pretende-se aplicar o framework ROS2 em uma plataforma robótica móvel e por meio dos recursos disponíveis do framework, possibilitar a movimentação e controle para operação autônoma da plataforma.

**CONCLUSÕES:** O framework ROS2 mostra-se como candidato na utilização em robôs agrícolas para possibilitar a movimentação e controle em tempo real. Possui pacotes para interação de sensores e atuadores, além de possibilitar comunicação com GPS para movimentação autônoma, entre outras ferramentas. Ele é de código aberto e possui pacotes desenvolvidos pela comunidade para o planejamento de trajetória de robôs na agricultura.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Laboratório de Instrumentação e Controle da Unicamp.

## REFERÊNCIAS:

FERNANDES, H. R. **Pandora: Robô com controle ativo de estabilidade para aplicações agrícolas.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, 2022.

DUDEK, G.; Jenkin, M. **Computational Principles of Mobile Robotics (2nd. ed.).** Cambridge University Press, USA, 2010.

MACENSKI, S. F.; T.; GERKEY, B.; LALANCETTE, C.; WOODALL, W. **Robot operating system 2: Design, architecture, and uses in the wild.** 2022.

ROS, **Robot Operating System**, Disponível em: <https://www.ros.org/>. Acessado em 16/09/2023