

# CRIAÇÃO DE BASE DE CONHECIMENTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO MULTIAGENTE DE BAIXO CUSTO

DANIEL WILSON DA SILVA BATISTA<sup>1</sup>; ELMER ALEXIS GAMBOA PEÑALOZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [daniel-sky@hotmail.com](mailto:daniel-sky@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [eagpenaloza@ufpel.edu.com.br](mailto:eagpenaloza@ufpel.edu.com.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O surgimento e a rápida atualização de novas tecnologias permitem, na atualidade, ter sistemas de comunicações eficientes e de baixo custo que consigam comunicar diferentes dispositivos (agentes) de forma inteligente. Uma aplicação importante deste tipo de plataformas de comunicação robusta e distribuída é na execução de tarefas cooperativas realizadas por um conjunto de robôs móveis (BITTENCOURT; COSTA, 2006). Adicionalmente, diferentes tecnologias de baixo custo vem sendo estudadas para serem aplicadas em diferentes processos, como é o caso da agricultura inteligente envolvida na agricultura 4.0 (MILES et al., 2020).

Neste sentido, o presente trabalho apresenta a construção de uma base de conhecimento para o projeto e implementação de uma plataforma de comunicação para um sistema multiagente, a qual permita a distribuição espacial de diferentes agentes, seja robusta, permita a troca de mensagens de forma eficiente e seja de baixo custo. Resultados mostram que a arquitetura de comunicação proposta permite a distribuição de diferentes agentes num ambiente de trabalho, assim como a execução confiável e eficiente de trocas de informação entre os agentes.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho tem o foco na criação e implementação de uma arquitetura de comunicação que suporte comunicação inteligente entre vários agentes. Assim, é proposta uma rede multiagente de baixo custo, de comando centralizado. Esta arquitetura de comunicação, a qual é objetivo principal no projeto de iniciação científica, está sendo desenvolvida no Laboratório de Sistemas Inteligentes e Controle. A seguir são descritos os passos metodológicos executados neste trabalho de iniciação científica:

1. **Estudo de viabilidade:** estudo para verificar a viabilidade das tecnologias escolhidas para ambientes estáticos (agentes da rede em posições fixas, condições de ambiente controlados) ou dinâmicos (agentes da rede em movimento, ambientes abertos), para uma aplicação multiagente inteligente e autônoma.
2. **Verificação da funcionalidade:** implementação de uma rede multiagente em um ambiente controlado para testes operacionais das tecnologias, a fim de verificar a funcionalidade da rede de forma empírica.
3. **Desenvolvimento da ontologia:** desenvolvimento da forma como os agentes entendem e utilizam a comunicação, padronização das mensagens e consolidação da rede.
4. **Implementação de uma aplicação:** implementar a rede desenvolvida em uma aplicação de caráter expositivo, para sua consolidação e inspeção dos problemas para melhoria e aumento de robustez.

5. **Documentação:** incorporar os resultados em um documento ou site com especificações e ontologia da rede para sua reprodução e uso em outras aplicações.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A arquitetura centralizada desenvolvida está ilustrada em Fig. 1. Pode-se observar que cada agente está formado por uma estrutura básica: uma placa de desenvolvimento chamada “*Blue Pill*” (placa desenvolvida pela comunidade), que utiliza o microcontrolador STM32F103C8T6 da empresa ST®, o qual conta com um processador Cortex-M3 core (ST, 2021); e para ter acesso à rede sem fio Wifi, se comunica via serial a um módulo *wireless lot* ESP-01, baseado no microcontrolador ESP8622EX, utilizando os comandos AT disponibilizados pela fabricante Espressif® (Espressif, 2021) para comandá-lo. Para realizar a comunicação, este módulo permite realizar as trocas de mensagens com os outros agentes via TCP/IP e UDP/IP. O agente mestre cria o ponto de acesso sem fio e delega tarefas para os agentes escravos. As tarefas são dadas com base em seu objetivo e em parâmetros como localização e capacidade energética disponível nos escravos.

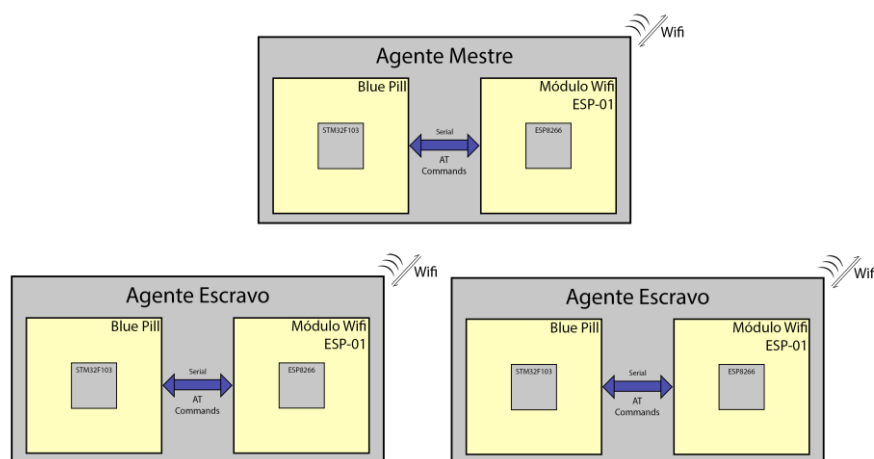


Fig. 1: Arquitetura da Rede proposta. Elaborado pelo Autor.

Até o momento foi realizado o estudo de viabilidade e a verificação da funcionalidade do sistema proposto, desta forma, já é possível criar um link de comunicação entre vários agentes. Para verificar a comunicação, foi utilizado uma placa conversora USB para TTL e um software de comunicação simples chamado *Termite* para facilitar a leitura das mensagens do módulo ESP-01. Resultados deste processo estão ilustrados em Fig. 2.

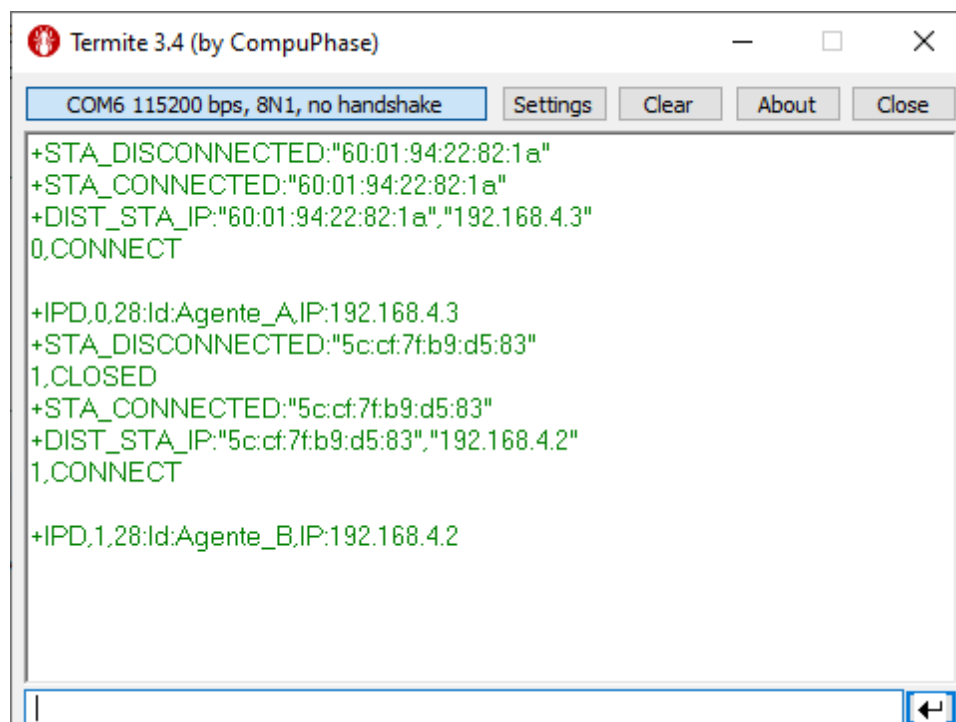


Fig. 2: Conexão e autodeclaração dos agentes escravos para o mestre.  
Elaborado pelo autor.

A partir deste link, é possível o envio de mensagens utilizando o protocolo TCP/IP e UDP/IP, através da criação de servidores TCP e UDP tanto no agente mestre quanto nos agentes escravos. Dessa forma, é possível o tráfego de dados de forma espontaneamente bidirecional. Atualmente está sendo desenvolvida a ontologia da rede multiagente para a troca de dados de forma robusta.

A estrutura inicialmente definida é simples, de baixo custo e possui um bom desempenho de processamento para aplicações gerais. No entanto, esta arquitetura pode ser implementada utilizando qualquer outro microcontrolador da família STM32 da empresa ST®, o que permite que poder de processamento seja escalável e dá mais versatilidade para seu uso.

#### 4. CONCLUSÕES

Foi apresentada uma proposta de rede de comunicação de baixo custo para comunicação multiagente. Os resultados preliminares expostos permitem concluir um grande potencial para a sua aplicação em comunicação de sistemas que necessitem robustez e eficiência, como é o caso de sistemas cooperativos dinâmicos. É importante concluir que com o desenvolvimento deste projeto de iniciação científica, se contribui para a construção de uma base de conhecimento sobre novas tecnologias de comunicação de baixo custo que sejam aplicáveis a diferentes sistemas dinâmicos para a execução de tarefas complexas em ambientes agroindustriais.

Como trabalho futuro, pretende-se implementar esta rede a um conjunto de agentes dinâmicos (robôs móveis) para trabalhos cooperativos em ambientes complexos como os que estão presentes nos processos agroindústrias, para assim, contribuir com a aplicação e criação de novas tecnologias e metodologias com foco na agricultura 4.0.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, A. L.; BITTENCOURT, G. Cooperative Mobile Robots: A Cognitive Multi-agent Approach. In: **1st IFAC WORKSHOP ON MULTIVEHICLE SYSTEMS**. Istambul, Turquia, 2006. IFAC Proceedings Volumes. Istambul: IFAC, 2006, p. 77-82.

MILES, B.; BOURENNANE, E.; BOUCHERKHA, S.; CHIKHI, S. A Study of LoRaWAN Protocol Performance for IoT Applications In Smart Agriculture. **Computer Communications**, v. 164, p. 148 -157, 2020.

KUMAR, K. N.; PILLAI, A. V.; NARAYANAN, M. K. B. Smart agriculture using IoT. In: International Conference on Advances in Materials and Manufacturing Applications. Karnataka, Índia, 2021. Materials Today: Proceedings. Karnataka, 2021.

ST. **STM32F103**. Microcontrollers & Microprocessors, 2021. Acessado em 06 agosto. 2021. Online. Disponível em: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32f103.html#overview>

Espressif. **ESP8266 Non-OS**. AT Instruction Set, 2021. Acessado em 06 agosto. 2021. Online. Disponível em: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/4a-esp8266\\_at\\_instruction\\_set\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/4a-esp8266_at_instruction_set_en.pdf)