

Implementação de uma Automação na Agricultura de Precisão do Colégio Técnico de Teresina Utilizando Módulos LoRa

Jocines D. F. Silveira¹, Artur.F.da S.Veloso¹, Thyago A. da Silva²,
Ketlen R. Machado², Arthur de S. Silva², José V. dos R. Junior² e
Ricardo A. L. Rabêlo¹

¹Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina – PI, Brasil

²Colégio Técnico de Teresina (CTT), Teresina – PI, Brasil

{jocines.silveira, arturfdasveloso, thyago.alves90834, ketlenmachado1234, artsousa16}@gmail, {valdemirreis, ricardoalr}@ufpi.edu.br

Abstract. *In the Technical College of Teresina of the Federal University of Piauí (CTT/UFPI) are being conducted studies on the feasibility and implementation of new solutions to automate the process of agricultural production. With this in mind, this work proposes the implementation and analysis of an automation application for a low cost and renewable irrigation using the Long Range technology (LoRa) in the agricultural sector of CTT. These technologies were implemented and spread over thirteen different distances in the CTT area, in order to analyze the received signal intensity indicator (RSSI) in each scenario. As a result, all controllers were able to communicate with the central manager without interference and with the average RSSI in close proximity.*

Resumo. *No Colégio Técnico de Teresina da Universidade Federal do Piauí (CTT/UFPI) estão sendo realizados estudos quanto a viabilidade e implantação de novas soluções para automatizar o processo de produção agrícola. Pensando nisso, este trabalho propõe a implementação e análise de uma aplicação de automação de uma irrigação de baixo custo e renovável utilizando a tecnologia Long Range (LoRa) no setor agrícola do CTT. Essas tecnologias foram implementadas e espalhadas em treze distâncias diferentes na área do CTT, de modo a analisar o indicador de intensidade do sinal recebido (RSSI) em cada cenário. Como resultados, todos os controladores conseguiram se comunicar com o gerenciador central sem interferência e com RSSI médio bem próximo.*

1. Introdução

Há algumas décadas tem-se a necessidade de aumento da demanda por energia, água, alimentos e outros, tendo em vista o crescimento populacional que vem ocorrendo devido a intensa urbanização e longevidade da população. Nas últimas décadas, o Brasil que importava muito de seus alimentos, passou a ser um dos mais importantes produtores e exportadores mundiais, alimentando aproximadamente 1,5 bilhão de pessoas no mundo. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [Cepea 2019], da Esalq/USP, estudo realizado em 2018, o agronegócio brasileiro é responsável por 25% do Produto Interno Bruto (PIB), nacional. Em 2019, o agronegócio brasileiro iniciou com perspectivas otimistas, mesmo com um cenário marcado por incertezas. Segundo

a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA 2019], o PIB do agronegócio brasileiro deverá crescer 2% em relação a 2018. Com o avanço das tecnologias e a necessidade de cada vez mais produzir em larga escala, surge conceitos como, agricultura de precisão ou agricultura digital, como também é chamada, ou ainda *smart farming* termo em inglês usado para definir essa prática agrícola que utiliza-se dos benefícios que a alta tecnologia oferece.

A agricultura de precisão tem um vínculo imenso com a tecnologia de Internet das Coisas (IoT), que segundo [Atzori et al. 2010], é um novo paradigma que vem ganhando rapidamente terreno no cenário das modernas redes sem fio. A ideia básica deste conceito é a presença generalizada em torno de nós de uma variedade de coisas ou objetos, tais como identificadores de RFID, sensores, atuadores, telefones celulares, etc., capazes de interagir uns com os outros e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns. Informações de campo são coletadas e analisadas pelos sensores, possibilitando o sistema tomar decisões automaticamente e aplica-las em equipamentos como atuadores, que são equipamentos elétricos acionados automaticamente e sem ajuda humana, exemplo bombas d'água, pivôs, reles, entre outros [Al-Rubaye et al. 2019].

Um dos problemas na agricultura principalmente nos cultivos de hortifruticultura é em relação a irrigação, devido em sua grande maioria serem realizados de forma manual e com isso havendo ou um grande desperdício de água ou até mesmo a falta de irrigação devida. Com base nisso, este trabalho busca soluções na área de agricultura de precisão para automatizar a irrigação numa área de teste de cultivos do Colégio Técnico de Teresina (CTT) utilizando Internet das Coisas (IoT). Pensando nisto, este trabalho propõe a implementação de um protótipo para automatizar os aspersores do setor agrícola do CTT, utilizando módulos de longa distância (LoRa) para prover uma infraestrutura de comunicação bidirecional de modo a cobrir todo o terreno a ser automatizado, conforme a figura 1.



Figura 1. Foto aérea do CTT.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma, na seção 2 é apresentada

o estado da arte da agricultura de precisão. Já na seção 3 são apresentados os detalhes referentes a prototipagem para o cenário de agricultura de precisão. Os resultados são apresentados na seção 4 juntamente com os cenários de testes. E por fim segue a conclusão e um breve levantamento dos trabalhos futuros.

2. Agricultura de Precisão

A Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão, órgão esse vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), adere a definição que agricultura de precisão trata-se de um conjunto de ferramentas e tecnologias aplicadas que permite um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal da produção, aspirando o aumento do retorno econômico e a redução do impacto ambiental. Segundo [Fuglie 2016], agricultura de precisão pode ser conceituado como a gestão da variabilidade espacial e temporal para melhorar os retornos econômicos após o uso de insumos e reduzir o impacto ambiental. Onde inclui-se Sistemas de Apoio à Decisão (DSS) para gerenciamento de fazendas como um todo.

As tecnologias de IoT estão crescendo cada vez mais, o que aumenta a quantidade de opções para diferentes tipos de aplicações. No cenário de agricultura de precisão, alguns pontos devem ser considerados antes de escolher qual tecnologia usar, e os principais deles é a distância, preço, bateria e custo operacional. Com base nisso, das tecnologias que mais se enquadra a estes pontos é o LoRa. Em [Teixeira and Almeida 2017], os autores propuseram a utilização de uma rede LoRa® como alternativa para evitar o alto consumo de energia e baixa eficiência dos dispositivos atualmente usados para este fim. A evolução da IoT na agricultura de precisão foi observada com base nos trabalhos presentes no atual estado da arte, esta análise foi realizada em [Khanna and Kaur 2019].

Em [Feng et al. 2019], os autores sugerem a utilização de três tipos de arquitetura de Wireless Sensor Networks (WSN), baseadas em tecnologias de internet de banda estreita (NB-IoT), LoRa e ZigBee, tecnologias estas que são utilizadas para aplicações de agricultura de precisão. A medição do tempo de comunicação normal, o consumo de energia de três tecnologias de comunicação sem fio são comparados. Os resultados desta análise mostrou que o ZigBee é uma opção melhor para monitorar a agricultura de instalações com distâncias pequenas, enquanto o LoRa e o NB-IoT foram identificados como duas tecnologias de comunicação sem fio adequadas para cenários de agricultura de campo, ou seja, com distâncias maiores. Usando a tecnologia LoRa, os autores de [Al-Rubaye et al. 2019], buscaram o baixo consumo de energia e a longa duração da bateria, implementado essa tecnologia no controle de bombas elétricas em fazendas.

Neste contexto, neste artigo realizou-se o estudo e a implementação da irrigação de precisão num cenário de teste com até 100 metros de distância entre o módulo LoRa fixado ao gerenciador central da rede e o outro LoRa atrelado as válvulas solenóides utilizadas neste processo de automação que será descrito a seguir.

3. Implementação e análise do LoRa na agricultura de precisão

Nas agriculturas um dos problemas é a falta de monitoramento dos atuadores como bombas, aspersores, entre outros. Este problema também acontece no CTT, onde existe um alto consumo de água nas irrigações por conta do desperdício ocasionado pela falta de monitoramento bem como por este processo ser manual. Para viabilizar a atuação da

agricultura de precisão em um ambiente real aproveitando todos os recursos de tecnologias disponíveis, este trabalho busca implementar um protótipo capaz de acionar uma válvula solenoide por meio de uma infraestrutura de comunicação bidirecional de longa distância (LoRa) de modo a garantir uma comunicação entre os atuadores e o gerenciador central da fazenda.

3.1. Teste no Colégio Técnico de Teresina

Para viabilizar a proposta deste trabalho em um cenário real, foi implementado um protótipo conforme apresentado na figura 2 utilizando tecnologias de baixo custo, baixo consumo de energia e com comunicação de longa distância. Na figura 2, verifica-se que em (A) está o painel solar que irá alimentar todo o circuito eletrônico; (B) bateria de 12V para estabilizar a tensão e alimentar o circuito em caso de falta de geração; (C) o controlador de cargas responsável por encaminhar a energia que está sendo gerada para a bateria e para todo o circuito eletrônico; (D) case composta por um relé que irá acionar a válvula solenoide, uma placa de alimentação que irá transformar a tensão de entrada 19v para 5v que é a voltagem operacional dos demais equipamentos, e o módulo ESP32 LoRa [Al-Rubaye et al. 2019]; (E) válvula solenoide responsável por bloquear/liberar a água que vai para o aspersor (F).

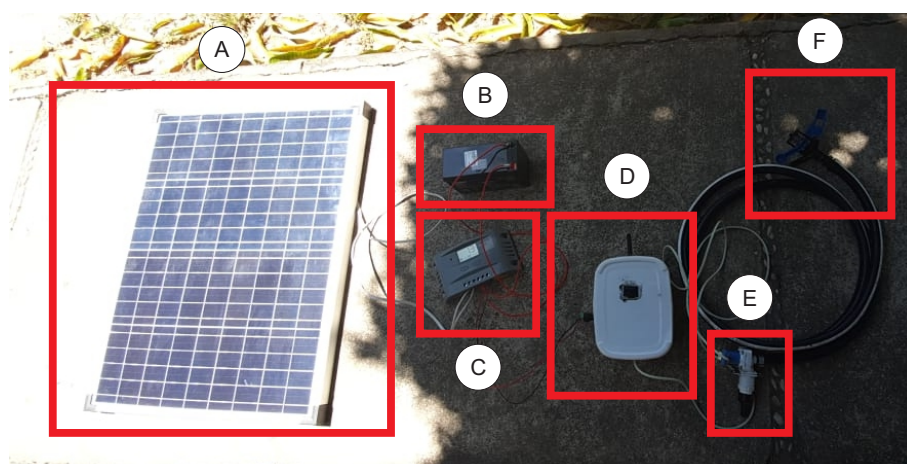


Figura 2. Prototipação implementada e utilizada em um cenário real.

Na imagem está somente o controlador do aspersor, utilizado na agricultura de precisão, enquanto que o outro módulo está presente no galpão que é onde fica localizado o gerenciamento central de todo o CTT.

3.2. Cenário da Rede LoRaWAN Utilizado

Foram analisadas as indicações da Intensidade do Sinal Recebido (RSSI) pelo módulo ESP32 LoRa nos controladores para 13 distâncias distintas: 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 metros. Ou seja, o gerenciador central envia o comando de ligar/desligar o aspersor para o controlador que está no campo, que então retorna uma mensagem de confirmação do recebimento do comando, o estado atual do aspersor e o RSSI do mesmo. O protocolo de comunicação utilizado é o LoRaWAN [Grunwald et al. 2019] que já é implementado por padrão nos módulos ESP32 LoRa utilizados neste trabalho. O ESP32 LoRa possui dual-core yensilica LX6, clock de até 240 MHz, memória interna

de 520kB de Memória de Acesso Randômico Estática (SRAM), módulo 802.11 b/g/n WiFi integrado, conexão Wifi 2.4Ghz, dual Bluetooth (clássico e Bluetooth Low Energy - BLE), tensão de operação entre 2,2 V e 3,6 V, 36 pinos programáveis e tem frequência de comunicação de 868/915Mhz. Para cada controlador, foi feita a média de 10 leituras do RSSI, e essas médias foram analisadas.

4. Resultados

Neste trabalho foi implementada uma infraestrutura de comunicação bidirecional utilizando módulos LoRa de forma a prover uma comunicação entre o gerenciador central do CTT com os controladores responsáveis por ligar/desligar a válvula solenoide. Além do mais, foi implementado um sistema elétrico de alimentação do circuito eletrônico com fontes renováveis de geração de energia com uma painel solar de 50W e uma bateria de 12v. Como resultados, todos os controladores conseguiram um RSSI muito perto dos controladores com distâncias menores, conforme visto na figura 3. Ainda na figura, é possível observar o cenário de testes, e o quanto de RSSI médio, cada controlador conseguiu obter em um cenário de até 100m no campo agrícola do CTT. Em todos os cenários, os controladores conseguiram obter comunicação sem interrupções e sem afetar a infraestrutura, visto que as antenas utilizadas são antenas pequenas, de 3dpis e de baixo custo. Além disso, o cenário possui pequenas barreiras, mas não afeta na visada dos módulos. Outro detalhe importante é que a comunicação é feita ponto a ponto, o que não implica dizer que os controladores mais próximos auxiliam a troca de dados entre o gerenciador central e os controladores mais longe.

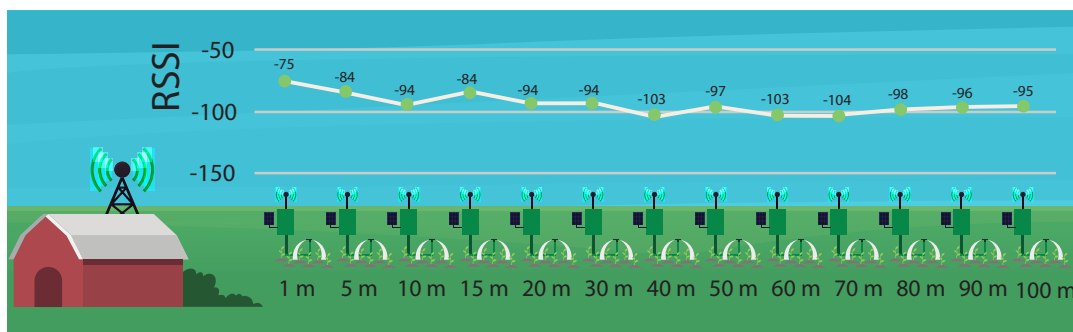


Figura 3. Cenário de testes e os resultados obtidos.

Finalmente, foi possível notar que o controlador a 100 metros de distância do gerenciador central, não possui um RSSI tão diferente do controlador que está a 1 metro. O que implica dizer que nesta amplitude de sinal, todos os controladores poderão chegar a RSSI piores, tão como poderão estar com RSSI tão suficiente como o controlador que está a 1 metro de distância do gerenciador central.

5. Conclusões e trabalhos futuros

No Colégio Técnico de Teresina (CTT), trabalhos estão sendo realizados para implementar novas soluções para automatizar a agricultura de precisão. Pensando nisso, neste trabalho foi implementado e analisado o uso do módulo ESP32 com LoRa em um cenário real, de modo a descobrir se este será um módulo capaz de ser utilizado para aplicações como a automação dos aspersores de irrigação das plantações.

Neste contexto, os controladores implementados foram espalhados entre distâncias de 1 à 100 metros do gerenciador central, que é um módulo ESP32 LoRa que gerencia os controladores e recebe a confirmação de recebimento das mensagens com a intensidade do sinal recebida de cada controlador. Além disso, ele armazena esses dados em um computador via USB para posteriormente, serem estudados os resultados conforme apresentados neste trabalho. Em todas as distâncias, o módulo conseguiu fazer uma comunicação sem falhas e consistente com o gerenciador central. Além disso, o acionamento da válvula solenoide funcionou conforme o esperado e a automação foi feita conforme o proposto. Este trabalho tem como principal contribuição a implementação do protótipo utilizando um módulo de longa distância (ESP32 LoRa) em um cenário real, onde as aplicações são instaladas e várias interferências existem, diferentemente de simuladores, de modo a viabilizar aplicações deste porte em cenário de fazendas inteligentes e agricultura de precisão.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar os controladores para distâncias maiores, além disso, adicionar sensores e até mesmo implementar algoritmos de roteamento de forma a automatizar a infraestrutura de comunicação proposta.

Referências

- Al-Rubaye, M. J. M., Ali, A., and Chisab, R. (2019). A smart monitoring and controlling for agricultural pumps using lora iot technology. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 13(1):286–292.
- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*.
- Cepea (2019). Centro de estudos avançados em economia aplicada (cepea). <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>.
- CNA (2019). Confederação da agricultura e pecuária do brasil (cna). <https://www.cnabrazil.org.br/>.
- Feng, X., Yan, F., and Liu, X. (2019). Study of wireless communication technologies on internet of things for precision agriculture. *Wireless Personal Communications*, pages 1–18.
- Fuglie, K. (2016). The growing role of the private sector in agricultural research and development world-wide. *Global Food Security*.
- Grunwald, A., Schaarschmidt, M., and Westerkamp, C. (2019). Lorawan in a rural context: Use cases and opportunities for agricultural businesses. In *Mobile Communication-Technologies and Applications; 24. ITG-Symposium*, pages 1–6. VDE.
- Khanna, A. and Kaur, S. (2019). Evolution of internet of things (iot) and its significant impact in the field of precision agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 157:218–231.
- Teixeira, G. B. and Almeida, J. V. P. d. (2017). Rede lora® e protocolo lorawan® aplicados na agricultura de precisão no brasil. B.S. thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.