

# Sistemas Embarcados e suas aplicações na agricultura IOT: revisão bibliográfica

## *Use of free software for Computer Science students*

Marco Aurélio Guerra Pedroso\*

Victor Emanuel Almeida

11 de dezembro de 2020

### Resumo

Conforme a ABNT NBR 6022:2018, o resumo no idioma do documento é elemento obrigatório. Constituído de uma sequência de frases concisas e objetivas e não de uma simples enumeração de tópicos, não ultrapassando 250 palavras, seguido, logo abaixo, das palavras representativas do conteúdo do trabalho, isto é, palavras-chave e/ou descritores, conforme a NBR 6028. (...) As palavras-chave devem figurar logo abaixo do resumo, antecidas da expressão Palavras-chave:, separadas entre si por ponto e finalizadas também por ponto.

**Palavras-chave:** internet das coisas, sistemas embarcados.

### Abstract

According to ABNT NBR 6022:2018, an abstract in foreign language is optional.

**Keywords:**

---

\*“Estudante do curso de Ciências da Computação do Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Foz do Iguaçu, Brasil.”

# 1 Introdução

Tendo em vista a crescente popularização da internet, melhorias nos protocolos de comunicação e a maior capacidade do hardware, abre-se espaço para integrar a rede diversos dispositivos ou “coisas”, até então nunca imaginados, tais como geladeiras, televisores, entre outros. Esse conceito é chamado de internet das coisas, “*internet of things*” (IOT), e segundo [TZOUNIS et al.](#) o setor agrícola será um dos mais afetados pelos avanços dessa área.

Observando esse potencial, porém notando as muitas ideias, métodos e sistemas diferentes que realizam funções similares, faz-se necessário que se analise o que o mundo tem feito para implementar sistemas IOT em áreas agrícolas.

## 2 Conceitos Importantes

Antes de abordar as principais tecnologias, bem como os principais e mais atuais estudos relacionados a IOT, faz-se necessário elucidar alguns pontos.

- Estrutura do IOT: baseada em três camadas ([TZOUNIS et al., 2017](#))
  1. A de percepção que seria uma camada de sensores, hardware, que obtém-se dados relevantes a respeito dos fenômenos meteorológicos tais como clima, temperatura do solo, umidade do ar, entre outros, no caso dessa revisão bibliográfica os sensores são utilizados são focados em obter informações a respeito do solo.
  2. A camada de rede, camada a qual é responsável por se comunicar com os outros dispositivos. Possuindo diversos protocolos de comunicação tais como **Ipv4** e **Ipv6** ([SOARES, 2019](#)).
  3. A de aplicação, camada a qual trás sentido aos dados coletados pelos sensores, pois é nesse momento que ocorre o processamento dos dados, nessa revisão bibliográfica essa camada será responsável principalmente por mostrar ao agricultor informações relevantes de forma simples e compreensível, bem como informá-lo qual o melhor momento para plantar ([KATH; PEMBLETON, 2019](#)), ou em quais lugares da plantação tem doenças ([TRILLES et al., 2019](#)).

## 3 Material e Método

## 4 Plataformas de tomada de decisão (camada de aplicação)

Em relação às plataformas de tomada de decisão segundo a pesquisa de [KATH; PEMBLETON](#) até onde sabe-se no ano de [2019](#) não havia nenhuma plataforma ou *framework* que baseando-se na temperatura do solo fornecesse dados dinâmicos para informar em tempo real decisões agronômicas dependentes do solo, tal como momento do plantio, irrigação entre outros.

Considerando essa lacuna do conhecimento, desenvolveu-se uma ferramenta de suporte à decisão da temperatura do solo, “*temperature decision support tool*”, seguindo uma metodologia de cinco passos:

1. Comparação dos dados climáticos e ambientais, conseguindo a variabilidade em larga escala da temperatura do solo.
2. Comparação das temperaturas médias em séries históricas.
3. Comparar variáveis preditoras de clima com as medições realizadas, obtendo previsões.
4. Transformar o sistema para funcionar em tempo real.
5. Investigações a longo prazo.

Com o objetivo de aumentar a precisão utiliza-se nove variáveis preditoras de clima, sendo elas: temperatura máxima, radiação diária, diferença entre temperatura máxima e mínima, taxa pluviométrica, latitude, elevação, conteúdo de água do solo, difusão térmica do solo, dia do ano.

Este sistema foi desenvolvido Shiny (R), e possui uma alta taxa de predição de 92% de validação cruzada  $R_2$ ,  $RMSE = 1,91$ , tendência percentual =  $-0,01$ . Com essas taxas de predição pode-se auxiliar os agricultores de algodão a realizarem o plantio no momento certo, classificando o solo como “bom” após três dias com temperaturas acima de  $14^{\circ}\text{C}$ , dessa maneira após utilizar dados de variáveis preditoras supracitadas recomenda-se ou não o plantio.

Outro sistema de apoio à decisão desenvolvido por [TRILLES et al.](#), com o objetivo de monitorar vinhedos para encontrar e tratar “míldio” (mofo). O míldio é uma doença fúngica causada pela *plasmopara viticola oomycete*, doença essa que causa muito prejuízo nas vinícolas ([TRILLES et al., 2019](#)). Doença essa muito estudada, sendo assim nessa pesquisa baseando-se nos modelos já existentes de detecção a acompanhamento do fungo, buscou-se a automatização dos mesmos.

O principal modelo utilizado para descobrir qual o momento mais propício de aparecimento do míldio foi o de Goidanich ([GOIDANICH; GIAVARINI; WILSON, 1964](#)), também chamado de “regra dos três dez” pois quando a temperatura média ultrapassa  $10^{\circ}\text{C}$ , a germinação ultrapassa os 10 cm e o volume de chuva superior a 10 mm, este é o momento propício para uma primeira contaminação da vinha. Sabendo desses dados expostos por Goidanich ([GOIDANICH; GIAVARINI; WILSON, 1964](#)) percebe-se a necessidade de monitorar três fenômenos, sendo eles: temperatura, umidade e índice pluviométrico, sendo assim precisando de três sensores.

Para desenvolver esse sistema o autor utilizou o sistema “Sense Our Environment” (SEnviro), uma plataforma que utilizando-se de software e hardware livres visa baixar o custo e aumentar a eficiência energética dos sensores ([TRILLES et al., 2019](#)), esse *framework* base da pesquisa tem suas funcionalidades melhor explicado em outra pesquisa ([TRILLES et al., 2015](#)) do mesmo autor, e como já citado nessa seção possui todos os códigos fonte disponível ao público no github ([GONZÁLEZ et al., 2016 - 2020](#)).

Em relação a hardware utilizou-se os sensores de temperatura, umidade e pluviométrico, além de uma bateria alimentada por um painel solar, para controlar e enviar os dados

utilizados no sistema utilizou-se uma placa Arduino LinkIt ONE, e para comunicação O módulo “*Sensor Data Management*” (SDM).

Com a estação pronta iniciou-se os testes, detectando de maneira precisa em 96,9% dos casos em que houve o alerta de infecção com isso os agricultores puderam aplicar o tratamento de controle de praga apenas quando necessário, reduzindo assim a quantidade de produtos químicos no solo, a quantidade de horas gastas para verificação e correção de doenças dentro do vinhedo bem como os custos da plantação.

## 5 Sensoriamento do solo (camada de percepção)

## 6 Considerações Finais

## Referências

GOIDANICH, G.; GIAVARINI, I.; WILSON, E. O. **Manuale di Patologia vegetale**. [S.l.]: Edizioni Agricole, 1964. v. 2. Citado na página 3.

GONZÁLEZ, A. et al. **Geospatial Technologies Research Group**. 2016 – 2020. Disponível em: <<https://github.com/GeoTecINIT/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2020. Citado na página 3.

KATH, J.; PEMBLETON, K. G. A soil temperature decision support tool for agronomic research and management under climate variability: Adapting to earlier and more variable planting conditions. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 162, p. 783 – 792, 2019. ISSN 0168-1699. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918317629>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2020. Citado na página 2.

SOARES, R. F. R. D. **Comparação entre protocolos da camada de aplicação para IoT**. Dissertação (B.S. thesis) — Brasil, 2019. Citado na página 2.

TRILLES, S. et al. Senviro: a sensorized platform proposal using open hardware and open standards. **Sensors**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 15, n. 3, p. 5555–5582, 2015. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/15/3/5555/htm>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2020. Citado na página 3.

TRILLES, S. et al. Development of an open sensorized platform in a smart agriculture context: A vineyard support system for monitoring mildew disease. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, 2019. ISSN 2210-5379. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210537918302270>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2020. Citado nas páginas 2 e 3.

TZOUNIS, A. et al. Internet of things in agriculture, recent advances and future challenges. **Biosystems Engineering**, v. 164, p. 31 – 48, 2017. ISSN 1537-5110. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511017302544>>. Acesso em: 3 de dezembro de 2020. Citado na página 2.