

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

## *Embedded Systems and their applications in agriculture IOT: bibliographic review*

Victor Emanuel Almeida\*.

12 de janeiro de 2021

### Resumo

Escrever resumo

**Palavras-chave:** Agricultura, Internet das coisas, Tomada de decisão, Sensoreamento.

### Abstract

Escrever resumo

**Keywords:** Agriculture, Internet of things, Decision making, Sensing.

---

\*“Estudante de Ciência da Computação na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), campus de Foz do Iguaçu-PR, Brasil.” <<http://www.unioeste.br/>>

# 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 e características

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.
  2. A camada de comunicação, camada a qual é responsável por enviar os dados coletados pela camada de percepção supracitada para servidores ou aplicações na nuvem, de forma geral para algum tipo de armazenamento. 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 Materiais e Métodos

Perguntar

Tabela 1 – Palavras chaves que se repetem

Ocorrências	Palavra(s) chave
4	wireless sensor
4	precision agriculture
4	internet of things
4	sensor network
2	soil moisture
2	precision viticulture

Tabela 2 – Ano de publicação dos artigos Qualis A

Ano de publicação	Quantidade de artigos
2008	1
2014	1
2015	2
2016	1
2017	4
2018	1
2019	3

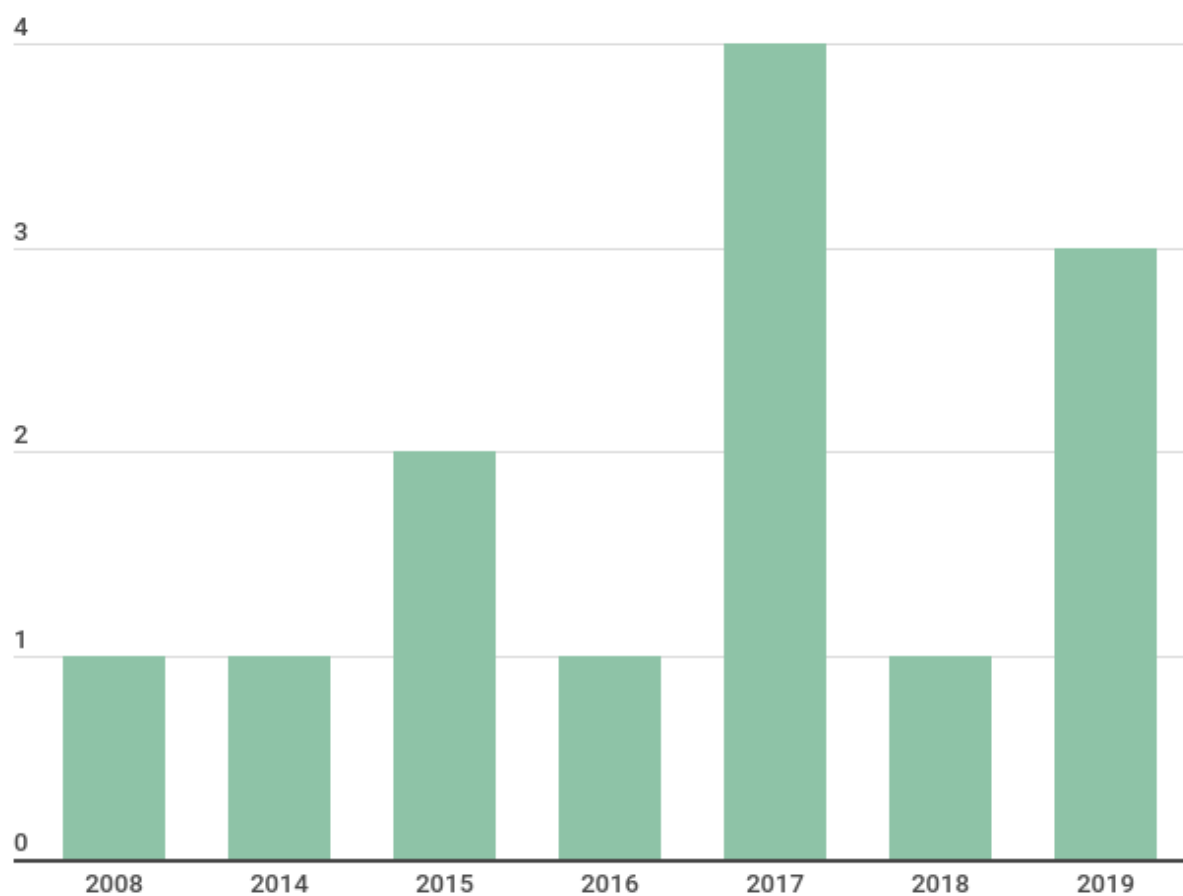


Figura 1 – Ano de publicação dos artigos Qualis A

#### 4 Sensoreamento (camada de percepção)

Tendo em vista a vasta variabilidade dos sensores utilizados nas diversas pesquisas apresentadas, agregamos os melhores resultados a cerca dos sensores.

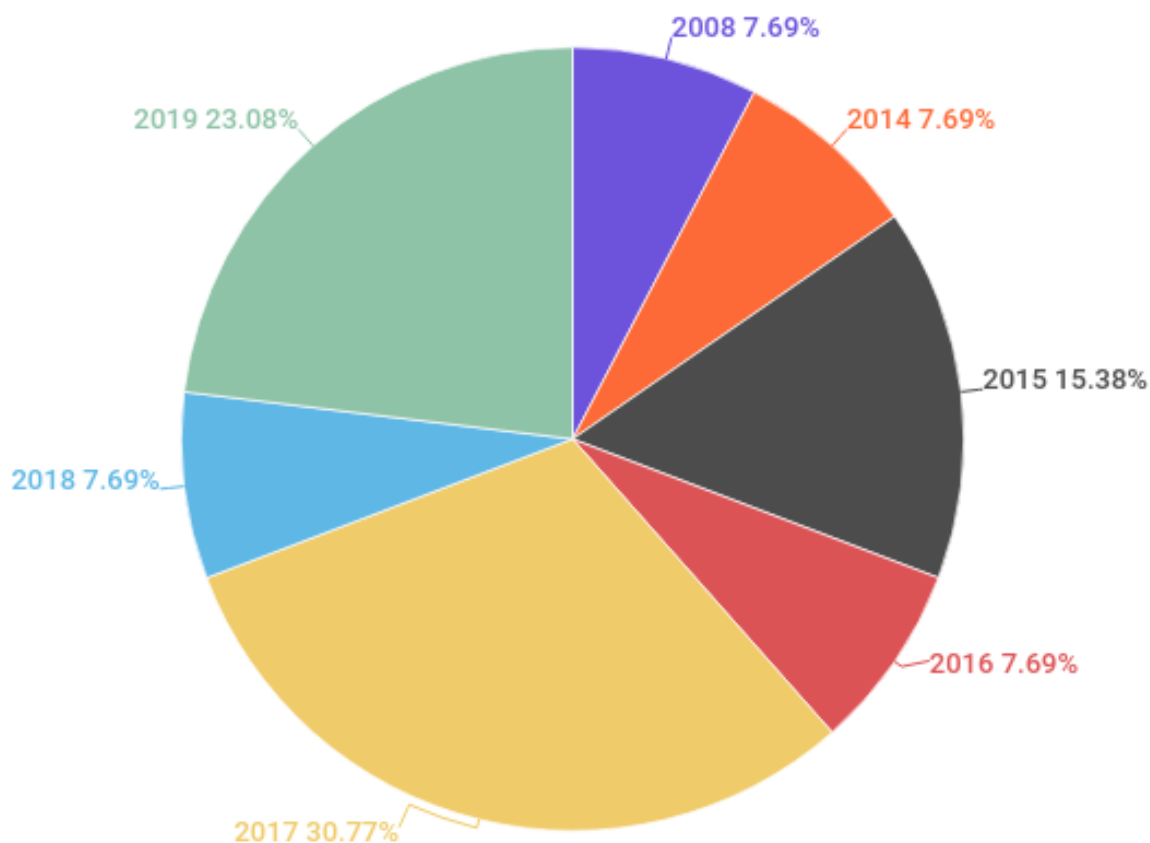


Figura 2 – Ano de publicação dos artigos Qualis A

#### 4.1 Umidade do solo

### 5 Rede (camada de comunicação)

### 6 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 em 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 essa plataforma 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](#)). O SEnviro contém suas funcionalidades melhor explicado em outra pesquisa ([TRILLES et al., 2015](#)) 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 concluída iniciou-se os testes, detectando em 96,9% de maneira precisa em que houve o alerta de infecções. Através disso, 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.

## 7 Considerações Finais

Portanto, percebe-se a vasta área de aplicação de sistemas embarcados para implementações de fazendas inteligentes, tendo em vista que apenas abordando poucos tópicos tais como Plataformas de tomada de decisão, como citado na seção 6 e seus sensores, como citado na seção 4.

Outrossim a partir dos sistemas de previsão tais como ([KATH; PEMBLETON, 2019](#)), ([TRILLES et al., 2019](#)) auxiliaram produtores agrícolas a terem uma maior eficiência na hora de plantar, colher e obter mais informações a respeito da plantação sem o trabalho de verificar manualmente.

Em relação aos sensores, percebeu-se uma grande variedade tanto em relação a preços precisões entre outros. Dessa forma cada em aplicação deve-se analisar qual a opção mais viável não existindo sensor perfeito para todas as aplicações, mas sim sensor perfeito para uma aplicação específica.

## Referências

GOIDANICH, G.; GIAVARINI, I.; WILSON, E. O. **Manuale di Patologia vegetale**. [S.l.]: Edizioni Agricole, 1964. v. 2. Citado na página 5.

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 5.

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 nas páginas 2, 4 e 6.

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 5.

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, 5 e 6.

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.