

Estudo e Definição de uma Arquitetura de Computação em Névoa para Smart Farms

Capecetto Abdala M§, Massao Hachisuca AM§

§Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Exatas e Engenharias/Foz do Iguaçu, PR.

Resumo. A agricultura moderna exige o aumento da produção de alimentos para suprir as demandas do crescimento da população mundial. Para este objetivo, novas tecnologias e soluções estão sendo aplicadas neste domínio, através da coleta e processamento de informações para aumentar significativamente a produtividade. Nos últimos anos, a evolução tecnológica, permitiu a produção de componentes eletrônicos como sensores e microcontroladores a um custo acessível, permitindo que novos conceitos fossem criados, dentre eles destaca-se a Internet das Coisas (Internet of Things – IoT). Através do uso de diversos sensores distribuídos pela propriedade é possível monitorar diferentes variáveis como solo, clima e a própria cultura, porém, o monitoramento remoto das lavouras é um grande desafio tecnológico, pois existe a necessidade de transmitir, armazenar e processar grandes volumes de dados gerados pela rede de sensores, assim como possuir viabilidade econômica para a sua utilização em larga escala e em pequenas propriedades. Para auxiliar no tratamento desse grande volume de dados no local da aplicação é necessário adicionar uma camada de poder computacional entre os dispositivos IoT e a nuvem. Nesse sentido surge um novo conceito chamado computação em névoa, este trata de realizar análise, armazenamento e processamento dos dados na borda da rede. Neste contexto surge o projeto SmartFarm, que se baseia no desenvolvimento de solução de hardware e software para a construção de uma rede de sensores agrícolas (AioT). Essa arquitetura possibilita ao produtor e/ou pesquisadores acompanhar os diversos estádios da planta remotamente e em tempo real auxiliando-os na tomada de decisão. Dessa forma para o desenvolvimento de uma plataforma de comunicação, armazenamento e pré-processamento de dados, foi utilizado um Raspberry Pi 3 modelo B atuando como névoa, protocolo de comunicação MQTT e uma API desenvolvida em *Node.js* para o fornecimento das informações para o usuário.

Palavras-chave. *Internet das Coisas, Computação em Névoa, Smart Farms.*

Introdução. O Brasil nas últimas cinco décadas se tornou um dos mais importantes produtores e exportadores mundiais de alimentos, contribuindo com a alimentação de aproximadamente 1,5 bilhão de pessoas no mundo. Esse cenário contribui para o crescimento do País elevando a renda e a geração de empregos, impulsionando a participação da agricultura no Produto Interno Bruto

(PIB) brasileiro. (1). O agronegócio no Brasil representa cerca de 23% do total do PIB brasileiro (2), sendo um importante setor para a economia de nosso país.

O país tem como destaque principal a produção de cereais como a soja e o milho, estando entre os três maiores produtores e exportadores do mundo. Além disso, estes cereais são os principais ingredientes na produção de ração para utilização na criação de aves e suínos, o qual possui valor agregado em até três vezes ao transformar o grão em proteína animal, aumentando ainda mais o retorno financeiro.

A produtividade de grão de soja é dependente das características genéticas das plantas, do ambiente de produção e da interação entre estes fatores. Nesse contexto, as características de solo e de clima intrínsecas de cada região apresentam elevada influência sobre a produtividade da cultura. Nas últimas 16 safras é possível estimar uma perda total de 20,8 milhões de toneladas de grãos de soja em decorrência de estresses, sobretudo por déficit hídrico. Estas perdas ocorreram em regiões que apresentam maior variação temporal de produtividade, em geral com menor altitude e com clima mais quente, o que motiva a adoção de práticas de manejo focadas na mitigação dos efeitos do déficit hídrico ou auxiliando na identificação para apoiar na tomada de decisão do produtor (3).

Um fator importante que deve ser levado em consideração é o crescimento populacional. Segundo (4) a população mundial chegará a 8,6 bilhões de pessoas em 2030, aproximadamente 9,8 bilhões de pessoas em 2050 e chegue perto dos 11,2 bilhões de habitantes em 2100, juntamente com este crescimento, ocorre o aumento de expectativa de vida da população mundial. A previsão para 2030 diz que mulheres viverão em média 85,3 anos e homens 78,1 (5).

Neste contexto destaca-se também a expansão da renda per capita da classe média mundial e a manutenção da migração rural-urbana, nos próximos 20 anos. Estes fatores indicam grande potencial de crescimento na demanda por produtos agropecuários para alimentação, ao mesmo tempo em que representa uma grande oportunidade para o Brasil, este por sua vez, é um dos únicos países onde ainda existem áreas para expansão do cultivo, além de possuir clima e território favorável, o que possibilita um aumento de produtividade. Entretanto, a escassez de mão de obra e o acesso a tecnologias pelas pequenas propriedades, em especial a agricultura familiar, serão desafios para que o Brasil consiga aproveitar esta oportunidade (6).

Nos últimos anos, a evolução tecnológica, permitiu a produção de componentes eletrônicos como sensores e microcontroladores a um baixo custo, neste sentido, houve uma popularização de tecnologias como a Internet, redes sem fio e *Smartphones*. Esta popularização permitiu que novos conceitos fossem criados, dentre eles destaca-se a Internet das Coisas (IoT - do inglês *Internet of Things*), segundo (7), a “Internet das Coisas” se refere a uma revolução tecnológica que em breve conectará equipamentos como eletrodomésticos, meios de transporte, roupas e maçanetas, todavia, este conceito não se aplica somente a área urbana, na agricultura pode auxiliar à aumentar significativamente sua produtividade, diminuindo o impacto ambiental e reduzindo o desperdício, através do uso de redes de sensores com monitoramento constantemente das condições e necessidades das plantas, animais e insumos da propriedade (8).

A modernização dos processos produtivos, a utilização de sensores e equipamentos para o monitoramento e acompanhamento das lavouras de forma remota e em tempo real, tornam-se necessidades estratégicas para que o Brasil consiga aumentar a produtividade, minimizar o impacto ambiental e, conseqüentemente, obter maiores retornos financeiros, aumentando a competitividade no mercado mundial (9).

O monitoramento remoto das lavouras é um grande desafio tecnológico, pois existe a necessidade de transmitir, armazenar e processar grandes volumes de dados (*Big data*) gerados pela rede de sensores, assim como possuir viabilidade econômica para a sua utilização em larga escala e em pequenas propriedades. Em termos da agricultura, este conceito refere-se a um enorme volume de dados, sobre às práticas agrícolas e medições. O processamento e gerenciamento desse enorme volume de dados é um desafio para as plataformas e metodologias tradicionais. Normalmente o conjunto de dados contém dados referentes as espécies das plantas, padrões de plantios e safras, parâmetros climáticos, condições ambientais, tipos de solos nutrientes do solo, informações geográficas, registros das colheitas e dados das máquinas (10).

Para auxiliar no tratamento desse grande volume de dados no local da aplicação é necessário adicionar uma camada de poder computacional entre os dispositivos IoT e a nuvem (figura 1), neste sentido surge um novo conceito chamado computação em névoa, este, trata de realizar análise, armazenamento e processamento dos dados na borda da rede (11).

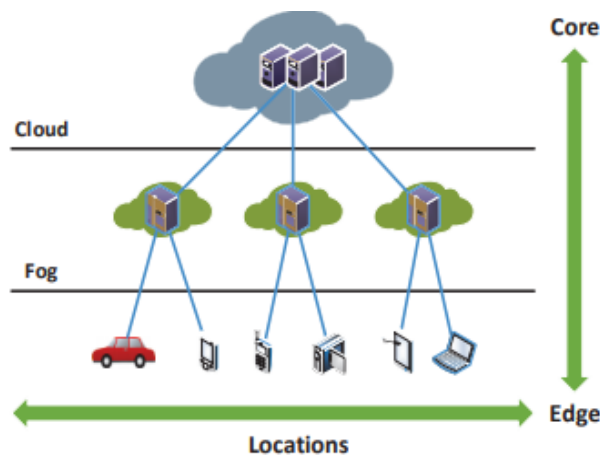


Figura 1. Representação Computação em névoa (12).

No conjunto, a automação, agricultura de precisão e Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), aliadas tornam-se de grande importância no apoio a tomada de decisão para planejamento, monitoramento e previsão de riscos na produção (13).

Neste contexto, é criado o projeto SmartFarm (figura 2), o qual se baseia no desenvolvimento de solução de *hardware* e *software* que integram sensores climáticos, hídricos, comunicação sem fio e protocolos de comunicação para a construção de uma rede de sensores agrícolas (AioT). Essa arquitetura possibilita o produtor e/ou pesquisadores a acompanhar os diversos estádios fenológicos da planta remotamente e em tempo real facilitando na tomada de decisão.

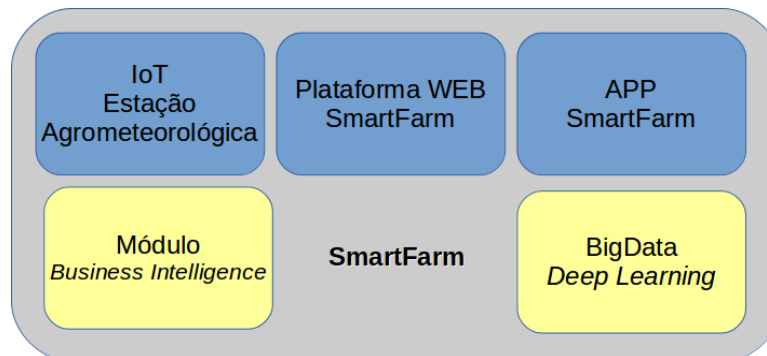


Figura 2. Arquitetura/Módulos da Plataforma SmartFarm.

Este trabalho tem como objetivo utilizar o conceito de computação em névoa para o desenvolvimento de uma plataforma de comunicação, armazenamento e pré-processamento dos dados provenientes de uma rede de sensores e estações agrometeorológicas distribuídas pela lavoura, dispostos em uma arquitetura IoT, este projeto será integrado no projeto piloto SmartFarm.

Materiais e métodos. As condições climáticas e a disponibilidade hídrica durante o cultivo da são fatores que influenciam diretamente na produção, dessa forma, a utilização de tecnologias através do monitoramento remoto das diferentes zonas de manejo da lavoura, torna-se boa prática para o aumento da eficiência produtiva da propriedade rural.

Com o objetivo de realizar estudos e análises do comportamento do clima, planta e solo, em diferentes microclimas e zonas de manejo para auxiliar o produtor na tomada de decisão, são instaladas estações agrometeorológicas (figura 3) em diferentes pontos da lavoura, as quais possuindo sensores como: temperatura e umidade do ar, chuva, temperatura e umidade do solo a 5, 20 e 30cm de profundidade, pressão atmosférica e luminosidade.



Figura 3. Exemplo de estação agrometeorológica utilizada.

Por se tratar de uma área rural a conexão com a internet é sujeita a quedas momentâneas, pois, normalmente as propriedades ficam distantes de seus provedores. Em situações como esta, caso seja realizada a comunicação direta entre os dispositivos e a nuvem, os dados provenientes das estações serão perdidos, pois, como são enviados diretamente para a nuvem, não possuem uma camada intermediária que forneça os serviços necessários para manter a conectividade entre a nuvem e os dispositivos, dessa forma, o usuário não possui a informação em tempo real e em casos futuros dificultaria uma análise minuciosa de Big Data por falta de informação. Para solucionar esses e outros problemas, é proposta uma solução utilizando uma arquitetura de computação em névoa com um *Raspberry Pi*.

O desenvolvimento da plataforma se dá pela implementação da arquitetura em névoa e das APIs (Application Programming Interface) de coleta de dados e de manipulação das informações. Para o desenvolvimento da arquitetura foi utilizado como névoa um *Raspberry Pi 3* modelo B, trata-se de um microcomputador do tamanho de um cartão de crédito, possui um processador Cortex-A53 64 bit, com 4 núcleos, clock de 1.2 Ghz, 1 GB de memória RAM e com o padrão *wireless* 802.11n já embutido. O *Raspberry Pi* foi responsável por fornecer pré-processamento, armazenamento e comunicação próximo aos dispositivos, ou seja, localmente, atuando como *broker* MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), o qual foi utilizado o *broker* Mosca sendo implementado em Node.js.



Figura 4. Raspberry Pi Modelo B.

Para o armazenamento dos dados localmente foi utilizado o banco de dados MySQL configurado no *Raspberry Pi*. Para a comunicação entre as estações e o broker foi utilizado o protocolo MQTT através de uma rede wireless, sua escolha foi motivada por se tratar de um protocolo leve e flexível, com baixo consumo de energia e por possuir destaque em diversas aplicações IoT.

Além do *Raspberry* atuando como névoa, foram desenvolvidas as APIs, também em Node.js, ambas atuando na nuvem. A primeira para o recebimento dos dados tendo como objetivo fornecer comunicação, além de processar e armazenar as informações vindas da névoa, e a outra para manipular as informações das estações agrometeorológicas, seus sensores e das leituras desses sensores, além de disponibilizar todas essas informações para o usuário.

Resultados. A figura 5 representa a arquitetura de funcionamento. Os sensores de cada estação realizam a coleta dos dados e os enviam para a névoa (*Raspberry Pi*) através de uma rede *wireless* utilizando o protocolo MQTT, ao receber os dados a névoa os armazena localmente e realiza o envio através da internet, para a API de coleta que está na nuvem, a qual realiza o processamento dos dados, realizando o cálculo de máxima e mínima do dia de cada estação e tipo de sensor, além de armazenar toda a informação.

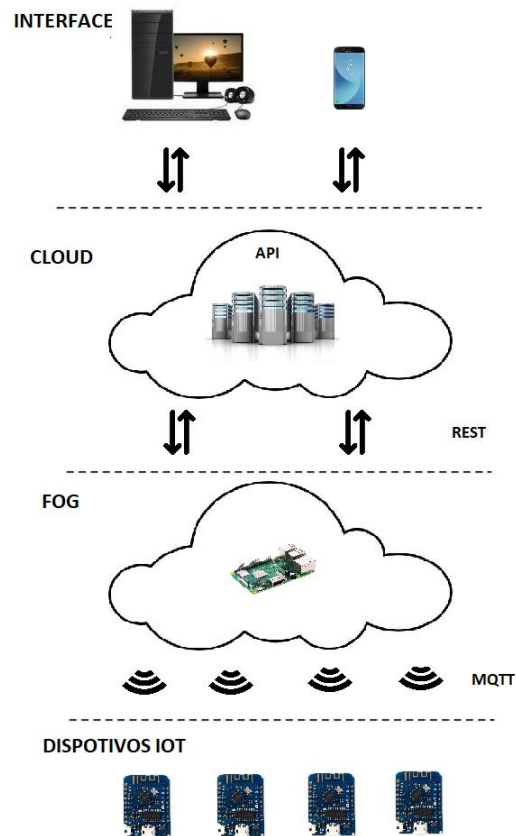


Figura 5. Arquitetura utilizada.

A arquitetura proposta mostrou-se eficiente e de grande importância, pela implementação da solução se tratar de um local onde a queda de conexão com a internet é frequente, a arquitetura manteve o funcionamento normalmente, não perdendo nenhum dado coletado, já que são armazenados localmente e retransmitidos para a nuvem ao voltar a conexão com a internet.

Conclusão. Dessa forma ao invés do envio dos dados das estações diretamente para a nuvem, o qual pode acarretar em perda na comunicação e dos dados, a computação em névoa disponibiliza recursos e serviços localmente para aplicação, mantendo a confiabilidade dos dados e os fornecendo em tempo real, auxiliando o produtor no manejo e na tomada de decisão.

Juntamente com o protocolo MQTT, a arquitetura de computação em névoa se mostrou uma ótima solução para aplicações IoT para área rural.

Como trabalho futuro está o refinamento da plataforma, como o aprimoramento da parte de segurança.

Agradecimentos

Parque Tecnológico Itaipu – PTI.

Centro Latino-americano de Tecnologias Abertas – Celtab.

Referências.

- (1) EMBRAPA. Visão 2030: O futuro da Agricultura Brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/VisC3A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 20 de Outubro de 2018.
- (2) BRASIL, C. PIB e Performance do Agronegócio. Brasília, DF: CNA Brasil, 2016., 2016. Disponível em: http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/02_pib.pdf.
- (3) Franchini JC et al. Variabilidade espacial e temporal da produção de soja no Paraná e definição de ambientes de produção. 2016. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147327/1/Doc-374.pdf>.
- (4) Desa U *et al.* World population prospects: the 2017 revision. Population division of the department of economic and social affairs of the United Nations Secretariat, New York, 2017.
- (5) Brasil G do. Expectativa de vida aumenta em todo o mundo. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/saude/2014/12/expectativa-de-vida-aumenta-em-todo-o-mundo>.
- (6) Embrapa. Visão 2014-2034: O futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese. Brasília, DF: Embrapa, 2014., 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1024963/1658076/O+Futuro+de+Desenvolvimento+Tecnol%C3%B3gico+da+Agricultura+Brasileira+-+s%C3%ADntese.pdf/ddb0a147-234d-47f1-8965-1959ef82311d>.
- (7) Zambarda P. ‘Internet das Coisas’:entenda o conceito e o que muda com a tecnologia. 2014. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>.
- (8) Fonseca Silveira Massruhá SM. et al. Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura. Embrapa Informática Agropecuária-Livro científico (ALICE), Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- (9) Ojha T, Misra S, Singh Raghuvanshi N. Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. Computers and Electronics in Agriculture, Elsevier, v. 118, p. 66–84, 2015.
- (10) Bendre M, Thool, R, Thool V. Big data in precision agriculture: Weather forecasting for future farming. In: IEEE. Next Generation Computing Technologies (NGCT), 2015 1st International Conference on. [S.l.], 2015. p. 744–750.
- (11) Bonomi F. *et al.* Fog computing and its role in the internet of things. In: ACM. Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing. [S.l.], 2012. p. 13–16.



(12) Stojmenovic I, Wen S. The fog computing paradigm: Scenarios and security issues. In: IEEE. Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2014 Federated Conference on. [S.l.], 2014. p. 1–8.

(13) Embrapa. Visão 2014-2034: O futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese. Brasília, DF: Embrapa, 2014., 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1024963/1658076/O+Futuro+de+Desenvolvimento+Tecnologico+da+Agricultura+Brasileira+-+sintese.pdf/ddb0a147-234d-47f1-8965-1959ef82311d>>.