Implementação de um controle em Real-Time para Sistemas Hidroponicos NFT e aquaponia utilizando Broker MQTT e tecnologias de IoT

Artur F. da S. Veloso[1], Antônio A. Rodrigues[2], Halysson C. Silva[3], Davi L. de Oliveira[4], Regenildo G. de Oliveira[1], Jorge Fredericson[6], Ayrton P. M. Sena[7], José V. V. Sobral[8]

[1]Faculdade Estácio CEUT – PI, Brasil

[2]Faculdade FAETE – PI, Brasil

[3]Faculdade FACID Devry – PI, Brasil

[4]Universidade Federal do Piauí – PI, Brasil

[5]Instituto Federal do Ceará (IFCE), Fortaleza –CE, Brasil

[6]Faculdade Fatepi – PI, Brasil

[7]Instituto Federal do Maranhão (IFMA), São Luis – MA, Brasil

{arturfdasveloso, junioraraujo03, halysson1007, daviluis323, nildo.ngo
jf.engtelecom, ayrtonoftitan, victormld}@gmail.com

Abstract. *The proposal of the present work was to use the ESP8266 nodeMCU wifi with the IoT Admin API for the automation of the control and monitoring of the cultivation of hydroponic cultures of the NFT (Nutrient Film Technique) technique and aquaponics in Real-Time. We present the following automation model in prototype format. The experiment found that its operation is of great importance in the automation, since besides giving convenience to the owners of the cultures of hydroponic crops, it covers a great facility in the administration of its components and development of the crop.*

Resumo. *A proposta do presente trabalho foi usar o ESP8266 nodeMCU wifi com a API Admin IoT para a automação do controle e monitoramento do cultivo de culturas hidropônicas da técnica NFT (Nutrient Film Technique ou Técnica do Fluxo Laminar) e aquaponia em Real-Time (tempo real). Apresentamos o modelo de automação em formato de protótipo. O experimento constatou que seu funcionamento é de grande importância na automação, pois além de dar comodidade aos proprietários dos cultivos de culturas hidropônicas, abrange uma grande facilidade na administração de seus componentes e desenvolvimento do cultivo.*

1. Introdução

Atualmente, mais da metade da população do planeta terra vive em áreas urbanas. Esse fenômeno denomina-se urbanização. A partir dessa evolução, tecnologias da informação serão usadas para resolver os principais desafios que as cidades estão enfrentando. Esse fenômeno de integração de tecnologias ao dia-a-dia das cidades

em um processo de urbanização, é denominada Smart Cities (cidades inteligentes) [Priyanka and Vasisht 2015]. Devido o grande crescimento do uso das tecnologias integradas na internet, como smartphones, surgiu à necessidade de integrar todas as "coisas" (Objetos, roupas, sensores e atuadores), a ela. Esse crescente uso de "coisas" ligadas à internet, iniciou um novo paradigma: Internet of Things (IoT), do português, Internet das Coisas [Zheng et al. 2011]. Ao mesmo tempo, possibilitando o fornecimento de acessos a subconjuntos selecionados de dados a desenvolvimento de uma infinidade de serviços digitais, como em uma agricultura por exemplo. Esse tipo de integração entre IoT em Smart Cities é denominado Urban IoT (Internet das coisas urbana) [Zanella et al. 2014].

A hidroponia nos últimos anos tem se desenvolvido graças ao aprimoramento de novas tecnologias de cultivo e custos cada vez maiores do processo de produção extensivo, além do grande desenvolvimento urbano, que obriga os sistemas produtores de alimentos a migrarem para regiões cada vez mais distantes dos centros consumidores e utilizando áreas, algumas vezes, pouco adequadas à produção de alimentos [Egídio and Levy 2013]. A hidroponia tem um papel fundamental nas pesquisas que envolvem a Nutrição Mineral de Plantas e vem ampliando amplamente difundido o seu emprego com fins comerciais [Egídio and Levy 2013]. A aquaponia é o sistema de produção de peixe em cativeiro integrado com a hidroponia, e que haja benefícios para todos na junção destas.

O objetivo principal do trabalho é desenvolver um protótipo para aquisição destas informações relevante na tomada de decisões no cultivo de quaisquer plantas que se desejar cultivar em determinadas regiões. E este trabalho irá apresentar uma aplicação capaz de automatizar o monitoramento aplicado a culturas hidropônicas do tipo NFT (técnica do filme nutriente), ou seja, uma técnica de cultivo em água, no qual as plantas crescem tendo o seu sistema radicular dentro de um canal na qual circula uma solução nutritiva composta de água e nutrientes. Será usado o microcontrolador nodeMCU ESP 8266 para implementar uma solução de automatização para monitoramento e controle aos usuários que desejam acompanhar este processo de cultivo.

Este artigo esta organizado da seguinte forma, a seção 2 apresenta uma breve introdução de hidroponia baseada no modelo NFT, a arquitetura da aplicação, os componentes utilizados e os testes com a aplicação na nuvem integrada a um Broker MQTT. A seção 3, será discutida sobre a aplicação apresentada e trabalhos futuros e melhorias. E na seção 4 à conclusão.

2. Aplicação

A hidroponia consiste em uma técnica de cultivo sem o uso de solo, sendo que a demanda de nutrientes requerida para o desenvolvimento normal do cultivo é suprida pelo fornecimento de uma solução aquosa que contenha todos os nutrientes necessários, a qual é comumente conhecida como solução nutritiva. Por possibilitar um maior controle sobre as condições de cultivo, a tecnologia hidropônica tem como vantagem minimizar alguns dos problemas relacionados com os modelos predominantes de produção, tais como a redução no desperdício de agua, energia, insumos, dentre outros.

A técnica de filme de nutrientes (NFT) é uma técnica de hidroponia onde uma corrente de águas rasas, composta por nutrientes dissolvidos, são necessários para o crescimento das plantas (morangos, alfaces, tomates e etc) e recirculação das mesmas, passando assim pelas raízes das plantações em um fluxo hermético, também conhecidos

como canais. NFT foi desenvolvido em meados dos anos 60 na Inglaterra pelo Dr. Alen Cooper [Helmy et al. 2016].

Aquaponia compreende a interação dinâmica de peixes, plantas, bactérias, e seu ambiente aquoso. Esta, é uma tecnologia de desenvolvimento, que a sua principal intenção é reutilizar os nutrientes sendo utilizados por peixes (como a tilápia) que são necessários para o crescimento das plantas sem usar pesticidas perigosos e inseticidas, incluindo a sua reciclagem [Shafeena 2016].

Contudo, a aplicação consiste em um web site que ira controlar e monitorará hidroponia e aquaponia através da internet em Real-time. Para melhor descrever a aplicação, ela foi dividida em três partes. Em 2.1 será mostrada a Arquitetura da aplicação. Em seguida, em 2.2 serão listados todos os componentes usados. E concluimos com os testes do Hardware e conexão em Real-time com o Broker MQTT, no 2.3.

2.1. Arquitetura do Sistema

A arquitetura proposta consiste na conexão dos sensores e atuadores presentes no cultivo onde se aplica a hidroponia e aquaponia, com auxílio da tecnologia o nodeMCU ESP8266, que estará ligado a uma fonte de 5v como mostrado na figura 1. O nodeMCU se conecta a internet via WiFi, portanto, serão configurados os parâmetros para funcionamento. Para transmitir a comunicação da informação quê será utilizada entre o nodeMCU e o sistema web, será utilizado broker MQTT que é o protocolo de transporte de telemetria de enfileiramento de mensagens (MQTT) e um protocolo de conectividade IoT / M2M (maquina a maquina), a ser empregado no método publish e subscribe, para lidar com o processo de comunicação [Triawan et al. 2016].

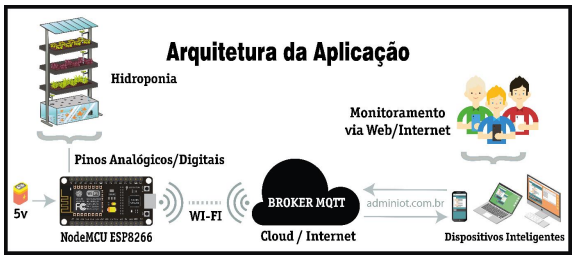

Figure 1. Arquitetura da Aplicação do protótipo

Broker é um serviço na nuvem, responsável por receber ou filtrar as mensagens que serão encaminhadas ou enviadas a todos os subscribers de acordo com o interesse de cada nodeMCU. O Broker pode ser identificado por cada nodeMCU via url: iot.eclipse.org . Assim, a partir deste no, como publisher ou subscriber, pode se conectar para comunicar ou trocar dados uns com os outros. Cada mensagem enviada pelo publisher deve conter um tópico, que será usado pelo Broker para encaminhar a mensagem ao subscriber através desse tópico. Toda e qualquer publisher e subscriber será atualizada em Real-time na aplicação web, devido o uso da ferramenta node.js. Os usuários poderão ter acesso a todas essas informações acessando o site adminiot.com.br, através de qualquer dispositivo inteligente (smartphone, desktop, notebook) com acesso a internet. Adicionalmente, o usuário poderá também desenvolver lógicas condicionais para que a aplicação possa efetuar decisões automaticamente. Assim, podendo efetuar o controle da informação e de atuadores de forma manual ou automática, em Real-time.

Cada estrutura de hidroponia e aquaponia estarão conectadas a um nodeMCU. Cada nodeMCU se comunicara com o mesmo Broker em Real-time [Škraba et al. 2016]. O que diferencia, cada nodeMCU e o código de identificação que cada um terá (definido via código). O web site terá cadastrado todos os códigos de identificação dos nodeMCU usados na aplicação. Assim, serão feitas as requisições de dados via Publish e Subscribe conforme mostrado anteriormente.

2.2. Componentes usados

Cada estrutura de hidroponia e aquaponia será composta por sensor de temperatura e umidade do ar DHT22, sensor de luminosidade LDR, sensor de pH da água, sensor de temperatura da água, válvula solenoide, bomba de água, relé, nodeMCU ESP8266 e a estrutura de canos e cabos. O pH da água será medido através de um sistema automatizado de controle de pH [Saaid et al. 2015]. Também será utilizado um módulo sensor de alta precisão [Nishimura et al. 2016] para medir o nível de água, e os elétrodos para EC e um sensor de temperatura TI TMP20 revestido por resina, são conectados na extremidade do cabo. Será desenvolvida um sistema de esterilização utilizando reator de descarga [Okumura et al. 2016]. Será implementado um web site integrado com o Broker MQTT iot.eclipse.org. Adicionalmente, será desenvolvido um aplicativo no modelo DIY [Peuchpanngarm et al. 2016] integrado ao web site, possibilitando o acesso direto via HTTP para amostragem das informações ao proprietário da cultiva.

2.3. Testes do Hardware com o Broker

A aplicação web foi desenvolvida para facilitar a coleta de dados dos sensores e enviar as informações necessárias, sobre o cultivo ao usuário da proposta utilizada. Foi elaborado um cadastro de mcirocontrolares nodeMCU identificados pelo nome e pelo código de identificação. Em seguida o cadastro de "Coisas" conectadas a cada nodeMCU, determinam uma identificação, e os tipos (Entrada ou Saída) e (Digital ou Analógico). Adicionalmente foi criado um aplicativo em Android, que se comunica via REST com o web site. O aplicativo lista automaticamente todos os nodeMCU e "coisas" cadastrados no site. A figura 2 representa as duas aplicações.

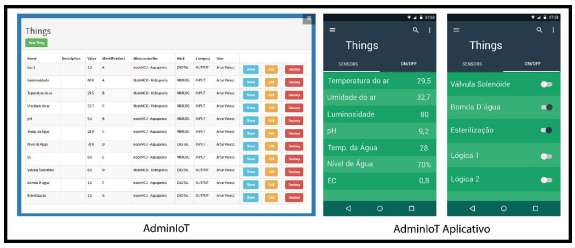

Figure 2. Arquitetura da Aplicação do protótipo

A estrutura da hidroponia do tipo NFT e Aquaponia ficou como mostra na figura 3. A imagem representa um processo de transição da água. Os componentes são enumerados: 1 sensor de temperatura e umidade do ar DHT22, 2 sensor de luminosidade LDR, 3 sensor de pH da agua, 4 sensor de temperatura da água, 5 bomba d'água, 6 nodeMCU ESP8266, 7 sensor de Eletrocondutividade, 8 nível de água e 9 sistema de esterilização (reator de descarga).

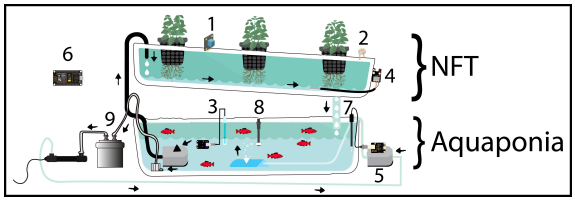

Figure 3. Arquitetura da Aplicação do protótipo

Vale ressaltar quê, o nodeMCU conectado a internet manda todos os valores lidos pelos sensores, para o web site, e o aplicativo lista esses valores. Todo o processo funciona em Real-time, ou seja, o controle e o monitoramento é em tempo de execução.

3. Discussões e Trabalhos futuros

O trabalho proposto teve considerações relevantes na simulação do problema, apresentando uma automatização do funcionamento da hidroponia do tipo NFT e Aquaponia com nodeMCU e IoT, pensando na facilidade em obter as informações necessárias dos cultivos das plantas. A proposta de trabalhos futuros, o protótipo feito neste trabalho será evoluindo para uma escala maior, tendo como teste uma aplicação mais próxima ainda do produto final e mostrando suas vantagens e desvantagens quanto a sua aplicação em projetos de grande escala. O uso do nodeMCU em grande escala seria uma forma de interligação sem fio, tornando assim sistemas de hidroponia conectados via wifi através de uma arquiteturas IoT resiliente sobre redes de sensores dinâmicos com componentes adaptáveis [Oteafy and Hassanein 2017]. Além de desenvolver o projeto para grande escala e conecta-los via internet, tem-se como trabalhos futuros o uso de nutrientes certos para as plantas e para os peixes, no horário indicado pelo próprio esquema de sensoriamento, usando inteligência artificial. Sugere-se a realização de mais estudos nesta área, e apresentando o modelo proposto, a fim de assegurar a completa independência de um especialista em hidroponia. Também poderá ser implementado um S.A.D. (Suporte a Decisão) baseado em Data Mining, auxiliando e otimizando ainda mais qualidade, volume e tempo de produção, reduzindo em sua grande maioria os custos. Podendo assim disponibilizar esses dados via web para o produtor através do contexto do cultivo automatizado em Smart Cities, por exemplo.

4. Conclusões

Com um monitoramento em tempo real, o ambiente que será submetido às lavouras, pode-se condicionar ao tipo de alterações necessarias para aquele momento, ao mesmo obtendo assim benefícios, como a isenção do uso de substancias que possa prejudicar a plantação e ao solo. Com o uso desse sistema haverá o aumento da qualidade e da produção de produtos hortícolas, melhorando consideravelmente o custo-benefício a médio e longo prazo, sendo assim significamente vantajoso. A Produção de peixes de baixo custo e a hidroponia por NFT alcançara alta produção e qualidade dos seus produtos, através de resultados sobre a nutrição dos cultivos e relações hídricas. Outra vantagem seria a independência no local e no clima, quando cultivadas em meios totalmente controlados, havera portanto a união da sustentabilidade e da ecologia, por conta da drástica redução do uso da água, e alocação de espaço e solo. Diferentemente da agricultura, que causa impactos ambientais como erosão do solo, desmatamento e outros. Pode-se também concluir

que o sistema automatizado tem grande independência, abrangendo o método plug-and-play (ligar e usar). Não requer a habilidade e a experiência de seus membros para que se possa obter os melhores resultados. Porem, o conhecimento hidropônico da arte junto com integração aquaponica ainda não esta consolidado, visto que seu agente analisador toma decisões com base em regras predefinidas.

References

Egídio, N. B. and Levy, B. P. (2013). As técnicas de hidroponia. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, 8:107–137.

Helmy, H., Nursyahid, A., Setyawan, T. A., and Hasan, A. (2016). Nutrient film technique (nft) hydroponic monitoring system. *JAICT*, 1(1).

Nishimura, T., Okuyama, Y., and Satoh, A. (2016). High-accuracy and low-cost sensor module for hydroponic culture system. In *2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics*, pages 1–4. IEEE.

Okumura, T., Takano, K., Saito, Y., Takahashi, K., Takaki, K., Satta, N., and Fujio, T. (2016). Development and pilot test of sterilization system using discharge reactor for hydroponics solution. In *2016 IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS)*, pages 1–1. IEEE.

Oteafy, S. M. and Hassanein, H. S. (2017). Resilient iot architectures over dynamic sensor networks with adaptive components. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(2):474–483.

Peuchpanngarm, C., Srinitiworawong, P., Samerjai, W., and Sunetnanta, T. (2016). Diy sensor-based automatic control mobile application for hydroponics. In *2016 Fifth ICT International Student Project Conference (ICT-ISPC)*, pages 57–60. IEEE.

Priyanka, N. and Vasisht, A. (2015). Smart cities. *International Journal of Engineering Science Invention*, pages 43–49.

Saaid, M., Sanuddin, A., Ali, M., and Yassin, M. (2015). Automated ph controller system for hydroponic cultivation. In *2015 IEEE Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE)*, pages 186–190. IEEE.

Shafeena, T. (2016). Smart aquaponics system: Challenges and opportunities. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 3(2):52–55.

Škraba, A., Koložvari, A., Kofjač, D., Stojanović, R., Stanovov, V., and Semenkin, E. (2016). Streaming pulse data to the cloud with bluetooth le or nodemcu esp8266. In *2016 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, pages 428–431. IEEE.

Triawan, M. A., Hindersah, H., Yolanda, D., and Hadiatna, F. (2016). Internet of things using publish and subscribe method cloud-based application to nft-based hydroponic system. In *2016 6th International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, pages 98–104. IEEE.

Zanella, Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., and Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things journal*, 1(1):22–32.

Zheng, J., Simplot-Ryl, D., Bisdikian, C., and Mouftah, H. (2011). The internet of things [guest editorial]. *IEEE Communications Magazine*, 49(11):30–31.