

## ELABORAÇÃO DE SISTEMA DE IOT EM CASA DE VEGETAÇÃO PARA MONITORAMENTO DAS CONDIÇÕES AMBIENTES EM CULTIVO DE ALFACE

FLÁVIO C. DA SILVA<sup>1</sup>, ELIANE C. B. M. GONÇALVES<sup>2</sup>, ANA CAROLINE L. MARIA<sup>3</sup>, FERNANDO F. L. DOS SANTOS<sup>4</sup>, ALESSANDRO M. GONÇALVES<sup>5</sup>, GUILHERME DE M. ARAÚJO<sup>6</sup>

<sup>1</sup> D. Sc. em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente da Universidade Federal Fluminense – UFF. +55 (21) 2629 5220, flaviocastro@id.uff.br

<sup>2</sup> M. Sc. em Engenharia de Materiais e Processos Químicos e Metalúrgicos, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, PUC-Rio, elianebraga@id.uff.br

<sup>3</sup> Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente da Universidade Federal Fluminense – UFF, ana\_lopes@id.uff.br

<sup>4</sup> M. Sc. em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – UFV, fernando.flsantos@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Física, Universidade Federal Fluminense - UFF, alessandromartins@id.uff.br

<sup>6</sup> D. Sc. em Engenharia de Biosistemas na Universidade da Califórnia, Davis (UC Davis - EUA), gdemoura@ucdavis.edu

Apresentado no

XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020

23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

**RESUMO:** Em meio a um período no qual humanidade enfrenta desafios relacionados à escassez de recursos hídricos e matérias-primas, a necessidade de tornar a produção agrícola em uma atividade sustentável faz-se essencial. Diante disso, o cultivo hidropônico passa a desempenhar um papel de destaque. Dentre elas, a Internet das Coisas (IoT) pode auxiliar o agricultor a tomar melhores decisões. Diante deste cenário, o presente trabalho objetivou desenvolver uma rede de sensores de baixo custo em sistema de IoT. O estudo foi realizado em uma casa de vegetação de cultivo de alface hidropônico, no período de um ano. Parâmetros ambientais foram selecionados e monitorados pelo protótipo. A partir dos parâmetros ambientais e físicos obtidos, constatou-se que a casa de vegetação não possui condições favoráveis para a produção de alface, principalmente para o cultivo em verão, evidenciando a importância do uso de ferramentas de monitoramento, controle e automatização em um sistema de cultivo protegido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Automação, hidroponia, sensores

### ELABORATION OF AN IOT SYSTEM IN GREEN HOUSE FOR MONITORING ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN LETTUCE CULTURE

**ABSTRACT:** Through a period of time in which humanity faces challenges related to water resources and primary material shortage, the need for agricultural production to become a sustainable activity is vital. At that, the use of hydroponic system plays a key role in this scenario. Among them, Internet of Things (IoT) can help farmers make better decisions. Given this background, this paper aimed to develop a low cost sensors network in an IoT system. The study was conducted in a greenhouse that produces lettuce cultivated under hydroponic system in the period of one year. Environmental parameters were selected and monitored by the prototype. From environmental and physical parameters obtained, it was determined that the greenhouse does not present favorable conditions to lettuce cultivation, especially during the summer, highlighting the importance of using monitoring, control and automation tools in a protected cultivation system.

**KEYWORDS:** Automation, hydroponics, sensors

**INTRODUÇÃO:** O cultivo hidropônico é uma técnica empregada na produção de hortaliças, frutíferas e no cultivo de plantas ornamentais e medicinais. Essa técnica consiste no cultivo do vegetal sem utilizar o solo como meio de crescimento, e, portanto, visa fornecer os nutrientes vitais ao vegetal por meio de uma solução aquosa (SAAID et al., 2015). Dentre suas vantagens, destacam-se a maior produtividade e redução do tempo de cultivo (GHIRALDINI, 2014), uso racional de água e fertilizantes e um menor consumo de agrotóxicos, com consequente produção de alimentos mais saudáveis (GHIRALDINI, 2014).

Nos últimos anos, a Internet das Coisas (IoT), amplamente utilizada para realizar a aquisição e compartilhamento de informações, começou a desempenhar um papel importante no cotidiano da sociedade, ampliando nossas percepções e capacidade de modificar o ambiente ao nosso redor. A aplicação de IoT na agricultura de precisão auxilia os agricultores de forma estatística, ajudando-os a tomar decisões melhores e bem informadas (KODALI et al., 2014).

Diante deste cenário, baseado na hipótese de que uma rede IoT pode auxiliar o produtor a otimizar e/ou automatizar a produção de um vegetal cultivado em sistema hidropônico, o presente trabalho objetivou desenvolver uma rede de sensores de baixo custo em sistema de IoT.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O presente trabalho foi realizado em uma casa de vegetação de cultivo hidropônico pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Fluminense - UFF. A área fica localizada no município de Niterói - RJ, nas coordenadas geográficas 22° 54' 23,36'' de latitude Sul e 43° 7' 57,65'' de longitude Oeste, com altitude média de 19 metros. A região onde o experimento foi conduzido apresenta clima do tipo Aw de acordo com a classificação proposta por Köppen-Geiger, definido como tropical semi-úmido.

#### *Rede IoT e Sensores*

A temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas por um sensor modelo DHT22. Já o monitoramento da temperatura da solução no reservatório e no retorno das calhas foi realizado por sensores à prova d'água, modelo DS18B20. O volume da solução nutritiva no reservatório foi monitorado por meio de um sensor de distância ultrassônico modelo HC-SR04. Além disso, para o cálculo do consumo de energia elétrica ( $\text{kW m\textsuperscript{-1}}$ ) e acompanhamento do funcionamento do conjunto moto-bomba para possíveis falhas durante o funcionamento, foi instalado um sensor de corrente linear por efeito Hall, modelo ACS712. Por fim, sensores de ruído modelo KY038 foram utilizados para verificar a adequação de acionamento e desligamento do conjunto moto-bomba.

De modo a elaborar módulos de sensores para monitoramento, sensores de ruído (acompanhar o acionamento e desligamento do conjunto moto-bomba), modelo KY038, de umidade e temperatura, modelo DHT22, foram acoplados em dois módulos distintos (L1 e L2).

A automatização da transmissão de dados entre os sensores da estufa foi feita com comunicação cabeada, via Rede Local (LAN), em Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP) e a transmissão dos resultados obtidos se deu por banda larga via Rede Elétrica (PLC). Foi desenvolvido um software supervisor para analisar os dados, tomar decisões e enviar notificações. Este software foi implementado por meio de três placas Arduino Uno R3®, juntamente com um módulo Ethernet para comunicação cabeada, modelo W5100.

Para o armazenamento de dados foi desenvolvido uma interface web para o software supervisor (SupUFF), com sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL e hospedado em um host gratuito.

### *Cultivo Hidropônico da Alface*

Foram realizadas quatro produções de cultivo, utilizando-se sementes peletizadas da variedade *Lactuca sativa crispa*, Cultivar Veneranda (produções 1, 2 e 3) e sementes comuns da variedade *Lactuca sativa capitata*, cultivar Quatro Estações (produção 4).

O sistema de cultivo utilizado foi o NFT (COOPER, 1979), composto basicamente de um reservatório de solução nutritiva, de um sistema de bombeamento, do setor de automação, das bancadas de cultivo e de um sistema de retorno ao tanque.

O preparo da solução nutritiva foi feito segundo especificações do fabricante. Para o reservatório de 500 litros de água foram misturados 330 gramas de Fertilizantes Solúveis para Cultivo Hidropônico e Fertirrigação, contendo todos os macronutrientes (NKP 10-9-28, Mg, S) e micronutrientes (B, Cu, Mo, Mn, Zn) necessários ao cultivo; 247,5 gramas de Fertilizante Mineral Simples Nitrato de Cálcio e 15 gramas de Quelato de Ferro.

### *Quantificação da produção*

Após a colheita, foram analisados parâmetros físicos, seguidos de uma análise comparativa de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, a fim de avaliar a resposta do cultivar ao ambiente à que foi exposto durante sua produção.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados da análise estatística de produtividade média de massa fresca e seca por bancada indicaram baixa produtividade nos cultivos de verão, quando comparado ao cultivo de inverno, o que indica que o período de bombeamento da solução nutritiva não foi um fator chave na produtividade dos vegetais, uma vez que este foi menor no período de maior produtividade. Os melhores resultados, considerando os dois períodos, foram observados nas bancadas A e B e os piores, na bancada D, conforme exposto nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Produção de massa fresca (unidade) para suas respectivas safras e bancadas.

Saфра	Bancada				
	A	B	C	D	
Verão	1	76,60 bC	69,53 aBC	44,72 aAB	22,27 aA
	2	40,54 aBC	60,47 aAB	66,73 abB	31,82 aA
Inverno	3	176,44 dBC	190,38 cC	157,20 cB	95,48 bA
	4	113,04 cBC	121,99 bC	90,30 bB	54,35 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

TABELA 2. Produção de massa seca (unidade) para suas respectivas safras e bancadas.

Saфра	Bancada				
	A	B	C	D	
Verão	1	7,05 abB	4,39 aAB	5,13 aAB	1,28 aA
	2	2,13 aA	2,98 aA	4,69 aA	1,71 aA
Inverno	3	22,67 cC	16,96 cB	16,61 bB	9,61 bA
	4	10,49 bB	11,50 bB	9,25 aB	3,44 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para as safras de inverno, os valores de produtividade da bancada D apresentaram resultados bem abaixo do esperado, para cultivo hidropônico, quando comparado a trabalhos similares na literatura (SANTOS et al., 2011; PANTANELLA et al., 2012; DOMINGUES et al., 2012). A Tabela 3 estabelece uma comparação entre os resultados encontrados no presente trabalho e os da literatura, para cultivo hidropônico de alface.

TABELA 3. Tabela comparativa entre os resultados encontrados no presente trabalho e os da literatura, para cultivo hidropônico de alface, para massa fresca (MF) e massa seca (MS).

	(Este trabalho)	Produtividade em cultivo hidropônico (g planta <sup>-1</sup> ) encontrados na literatura			
		Santos et al. (2011)	Blat et al. (2011)	Pantanella et al. (2012)	Domingues et al. (2012)
<b>MF</b>	124,9/51,6 **	94,85	179,2	142,2 / 300,9 *	267,56
<b>MS</b>	12,56/3,67 **	7,87	8,3	8,19 / 15,05 *	13,33

\* Dados relativos aos cultivos 1 e 2, respectivamente, realizados pelos autores.

\*\* Dados relativos às médias dos cultivos de inverno e verão, respectivamente.

## CONCLUSÕES

Os dados de produtividade obtidos corroboram com os obtidos pelo protótipo, segundo os quais, no geral, dados de produtividade da safra de verão obtiveram menores resultados. Esse cenário evidencia a importância do uso de ferramentas de monitoramento, controle e automatização em um sistema de cultivo protegido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAT, S.F.; SANCHEZ, S.V.; ARAÚJO, J.A.C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface cresa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, p.135-138. 2011.

DOMINGUES, D. S., et al. Automated System Developed to Control pH and Concentration of Nutrient Solution Evaluated In Hydroponic Lettuce Production. **Computers and Electronics In Agriculture**, 84: p53–61, 2012.

GHIRALDINI, A. **Hidroponia – vantagens e desvantagens**. Inteliagri, 2014.

KODALI, R.K.; RAWAT, N.; BOPPANA, L. WSN sensors for precision agriculture. **In: Region 10 Symposium**. IEEE, p.651–656. 2014.

COOPER, A. **The ABC of NFT. Nutrient film technique**. London: Grower Books. 1979. 181p.

PANTANELLA, E. et al. Aquaponics vs. Hydroponics: Production and Quality of Lettuce Crop. **Acta Horticulture**, n.927, p.887-893, 2012.

SAAID, M.F.; SANUDDIN, A.; ALI, M.; YASSIN, M. S. A. I. M. Automated pH controller system for hydroponic cultivation. ISCAIE 2015 - 2015 **IEEE Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics**, p.186–190. 2015.

SANTOS, R. S.; DA SILVA DIAS, N.; DUARTE, S. N.; DE SOUZA LIMA, C. J. G. Uso de águas salobras na produção de rúcula cultivada em substrato de fibra de coco. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.113-118, 2011.