

CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE CULTIVO HIDROPÔNICO COM MONITORAMENTO AUTOMATIZADO

Thália Lopes Friedrich
Universidade Federal da Fronteira Sul
thalia.friedrich27@gmail.com

Fabiano Cassol
Universidade Federal da Fronteira Sul
fabiano.cassol@uffs.edu.br

Nessana Dartora
Universidade Federal da Fronteira Sul
nessana.dartora@uffs.edu.br

Marlei Veiga dos Santos
Universidade Federal da Fronteira Sul
marlei.santos@uffs.edu.br

Eixo 09: Multidisciplinar

Resumo: A hidroponia é uma técnica de cultivo na qual é fundamental controlar algumas condições ambientais para o desenvolvimento saudável dos cultivares. Com o avanço tecnológico, atualmente é possível controlar diversos parâmetros e automatizar processos. Por essa razão, busca-se cada vez mais por sistemas automatizados com o intuito de otimizar o tempo, reduzir a mão de obra e aumentar a produtividade. É proposta a construção de uma estrutura para o cultivo hidropônico, com monitoramento automatizado para manter o fotoperíodo ideal para as plantas, a aeração periódica da solução nutritiva hidropônica e o registro de dados de temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade. A estrutura foi planejada para abrigar plantas de pequeno porte. Foi construída sobre uma bancada com dimensões de 2,0 m de altura, 2,45 m de comprimento e 0,75 m de largura, com suportes de madeira e lona plástica. Utilizou-se o microcontrolador Arduino Uno para configurar e programar as funções desejadas. A iluminação foi controlada por luminárias fixadas na parte superior da estrutura e para a aeração utilizou-se um compressor de ar. O sistema hidropônico foi utilizado para cultivar mudas de *Tridax procumbens* (erva-de-touro), aliado a uma pesquisa multidisciplinar sobre fitorremediação. A partir da análise dos dados monitorados, verificou-se que os parâmetros foram controlados adequadamente, mantendo as condições ambientais requeridas para as plantas e as funções automatizadas beneficiaram notavelmente o cultivo, otimizando o tempo e reduzindo o trabalho manual.

Palavras-chave: Automatização. Hidroponia. Arduino.

Introdução

A agricultura é um dos setores mais importantes para a sociedade, pois garante a alimentação e representa a base econômica de muitos países. Na busca por práticas de cultivo que dispensam o uso do solo, surgiu a hidroponia (MEHRA et al., 2018). Essa técnica permite o cultivo de plantas em uma solução de água e nutrientes (CHEN et al., 2020; MEHRA et al., 2018; RIUS-RUIZ et al., 2014). Na hidroponia, é fundamental a disponibilidade de eletricidade para recirculação ou aeração da solução nutritiva, além de controlar alguns parâmetros relacionados ao crescimento vegetal (XYDIS; LIAROS; BOTSIS, 2017).

A hidroponia é uma técnica vantajosa em termos de espaço, custo, água e energia, especialmente em locais pequenos ou onde o solo é escasso em nutrientes, podendo ser implementada em ambiente externo ou interno e em diversas configurações. Outro benefício é a redução do uso de agrotóxicos, pois as plantas que não estão enraizadas ao solo ficam menos propensas às pragas e doenças (RIUS-RUIZ et al., 2014). Também é observado um menor consumo de fertilizantes químicos e de água em comparação com a agricultura convencional, uma vez que a solução nutritiva pode ser recirculada e, portanto, reaproveitada por determinado período (CHEN et al., 2020).

Nesse sistema de cultivo é importante manter um controle dos nutrientes e das condições ambientais para garantir a o desenvolvimento saudável das plantas, elevar a produtividade e reduzir os custos com fertilizantes (RIUS-RUIZ et al., 2014). Com o surgimento de tecnologias automatizadas, é possível realizar um monitoramento eficiente da produção hidropônica através de um microcontrolador, como o Arduino. Os sensores podem medir o nível da água, a temperatura, o pH, a iluminação, etc. Assim, com o monitoramento ininterrupto, pode-se detectar condições prejudiciais para o cultivo, como a redução ou elevação de temperatura, diminuição do nível de água ou de nutrientes e, então, contorná-las com agilidade (MEHRA et al., 2018).

Nesse segmento, Palande, Zaheer e George (2017) desenvolveram um sistema hidropônico automatizado de baixo custo, relativamente pequeno e de fácil operação, além de promover o desenvolvimento saudável em uma planta de teste. Após o plantio e a definição dos parâmetros iniciais para o crescimento das plantas, o sistema que opera com microcontroladores Arduino e Raspberry Pi, tem a capacidade de monitorar, controlar e manter os parâmetros ideais de cultivo, entre eles, a temperatura e umidade do ar, a temperatura da água, o pH e a luminosidade. Com uma proposta semelhante, Domingues et al.

(2012) elaboraram um sistema em escala de laboratório para cultivar alface hidropônica, controlando os níveis de pH e de concentração de solução nutritiva de forma automatizada.

Neste contexto, buscando unir o cultivo hidropônico e a automatização, é desenvolvida uma estrutura de pequeno porte para cultivo hidropônico, com monitoramento automatizado de temperatura e umidade do ar, controle de luminosidade (fotoperíodo) e de aeração. Dentre as principais características do sistema proposto, está o controle horário para automatização do sistema e o registro da luminosidade, temperatura e umidade do ar.

Materiais e Métodos

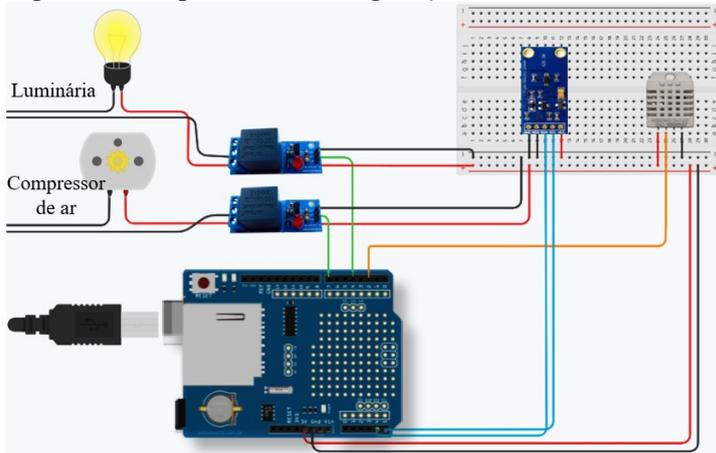
Os materiais utilizados para desenvolver este trabalho foram os seguintes: tábuas de madeira, lona preta de polietileno, parafusos, conjunto de mangueiras para aeração, compressor de ar, luminárias de LED, cabos elétricos, Arduino Uno, *Shield Data Logger* para Arduino Uno, cabo USB, sensor DHT22 (temperatura e umidade do ar), sensor GY-30 (luminosidade), 02 módulos relés 5V/10A, cartão de memória, bateria 3V para módulo de Arduino, caixa para abrigo do sistema automatizado, plug para tomada 3 pinos.

A estrutura foi construída em madeira, sobre uma bancada, em ambiente climatizado à 23 °C. Com o objetivo de impedir a passagem de iluminação externa, foi utilizada uma cobertura de lona preta de polietileno. Após a montagem da base da estrutura, 8 luminárias de LED foram instaladas na parte superior, igualmente espaçadas para proporcionar uma iluminação uniforme. As mangueiras acopladas ao compressor de ar foram adaptadas para realizar individualmente a aeração das soluções para cada um dos recipientes destinados ao cultivo hidropônico.

Para aplicar o monitoramento automatizado, utilizou-se o microcontrolador Arduino Uno, juntamente com o módulo *Shield Data Logger* (para registro de dados). Com a finalidade de controlar o fotoperíodo, programou-se o acendimento automático das luminárias às 6 h, e desligamento às 18 h. Enquanto isso, também foi programada a aeração da solução nutritiva por meio do acionamento do compressor de ar a cada seis horas ao longo do dia (0 h, 6 h, 12 h e 18 h) permanecendo ligado durante dois minutos. Relés e cabos elétricos fazem a conexão das luminárias e do compressor com a fiação elétrica do laboratório (Figura 1). A temperatura (°C), umidade (%) e a luminosidade (lux) do ambiente foram controlados por meio da programação dos sensores DHT22 e GY-30, respectivamente, com registros horários. Os dados e os registro das funções realizadas foram armazenadas no cartão de memória, incluindo data e hora. Para a programação, utilizou-se o *software* Arduino IDE 1.8.15, com as

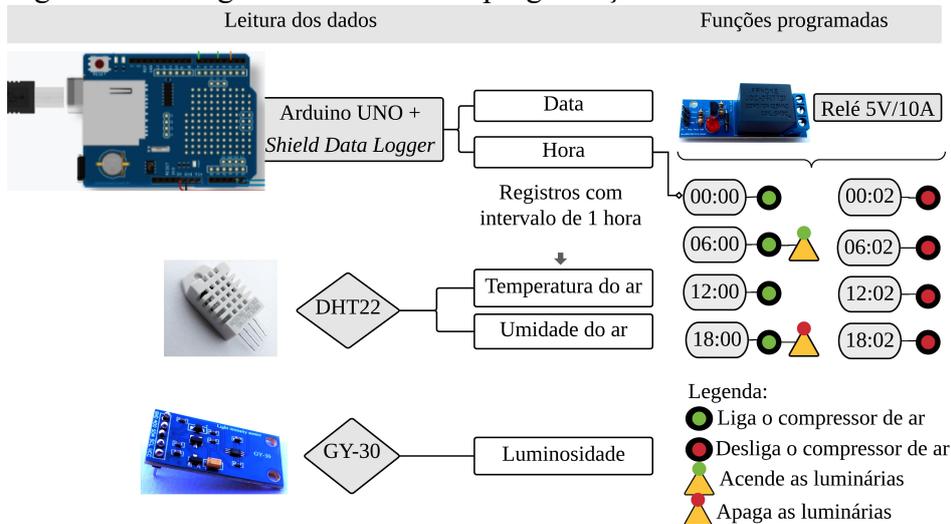
bibliotecas *DHT.h*, *Wire.h*, *BH1750.h*, *RTClib.h*, *SPI.h*, *SD.h*, que são auxiliares à configuração dos sensores. Na Figura 2, pode-se verificar o esquema de programação desenvolvido para executar as funções descritas.

Figura 1 - Esquema da configuração entre Arduino, sensores e equipamentos.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Figura 2 - Fluxograma ilustrativo da programação do sistema.

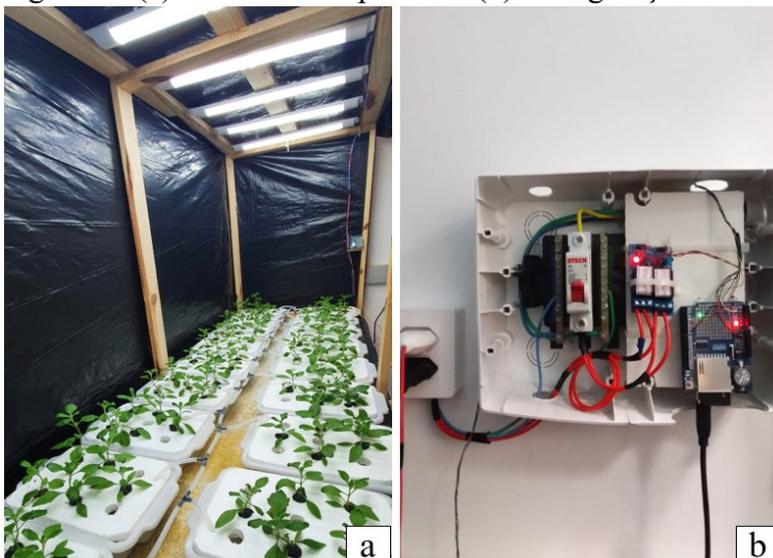


Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Resultados

O sistema construído foi utilizado para cultivar plantas de pequeno porte da espécie *Tridax procumbens* (erva-de-touro) em sistema de leito flutuante (com 20 bandejas de cultivo). A estrutura possui as seguintes dimensões: 2 m de altura, 2,45 m de comprimento e 0,75 m de largura, como pode ser observada, juntamente com o cultivo hidropônico na Figura 3a. O sistema eletrônico foi abrigado em uma caixa de proteção e fixada à parede ao lado da estrutura (Figura 3b).

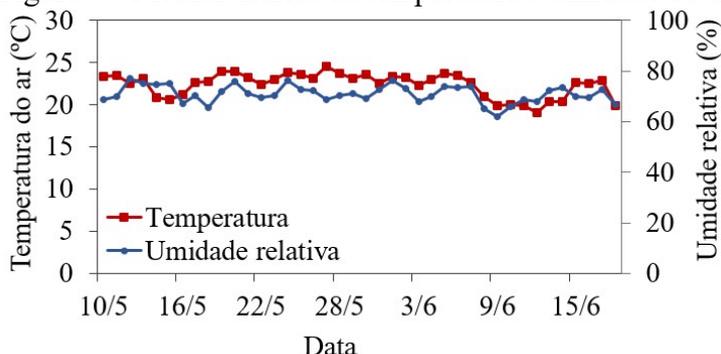
Figura 3 - (a) Sistema hidropônico e (b) configuração do Arduino



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

A Tabela 1 apresenta um resumo das variáveis monitoradas ao longo do período de cultivo. Percebe-se que a temperatura e a umidade mantiveram-se estáveis ao longo do período de monitoramento, com uma média de 22,38°C para a temperatura e 70,97% para a umidade do ar, conforme a Figura 4. As luminárias foram capazes de manter uma alta luminosidade no período diurno (6 h às 18 h) e manteve-se em valores insignificantes no período noturno, devido à cobertura com lona e desligamento automático das luminárias.

Figura 4 - Médias diárias de temperatura e umidade do ar no período de cultivo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 1 - Resumo dos dados monitorados.

| Variável | Mínima | Máxima | Média ± Desvio-padrão |
|-------------------------------------|--------|---------|-----------------------|
| Temperatura do ar (°C) | 17,20 | 26,60 | 22,38 ± 2,10 |
| Umidade do ar (%) | 40,30 | 81,20 | 70,97 ± 6,33 |
| Luminosidade (período diurno) (lux) | 0,00 | 1934,00 | 1652,15 ± 63,73 |

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Algumas falhas na automatização do sistema foram observadas, como atrasos ou

mesmo a interrupção de funções em alguns dias após o carregamento inicial do código de programação, possivelmente devido a programação do horário, que é inserido manualmente no código e, ao longo da execução, atualiza-se automaticamente. Com o passar do tempo, o horário perde a exatidão em relação ao horário real e, por isso, tende a desencadear falhas no sistema (um exemplo pode ser verificado na Tabela 1, visto que a mínima luminosidade registrada foi zero, mesmo em período diurno), necessitando ser atualizado e reiniciado. Apesar disso, o monitoramento e automatização dessas funções facilitaram consideravelmente o cultivo e mantiveram as plantas em boas condições de desenvolvimento.

Considerações Finais

O sistema hidropônico apresentou bom desempenho ao longo dos dias de cultivo, podendo ser utilizado para pesquisas futuras com hidroponia, a fim de otimizar o trabalho e reduzir a manipulação das plantas, o que beneficia o desenvolvimento das mesmas. Futuramente, objetiva-se a implementação de um monitoramento remoto com conexão Wi-Fi.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da UFFS através do subprojeto PES-2020-0439. TLF agradece a UFFS pela bolsa de mestrado.

Referências

CHEN, P.; ZHU, G.; KIM, H.-J.; BROWN, P. B.; HUANG, J.-Y. Comparative life cycle assessment of aquaponics and hydroponics in the Midwestern United States. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, 2020.

DOMINGUES, D. S.; TAKAHASHI, H. W.; CAMARA, C. A. P.; NIXDORF, S. L. Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 84, p. 53-61, 2012.

MEHRA, M.; SAXENA, S.; SANKARANARAYANAN, S.; TOM, R. J.; VEERAMANIKANDAN, M. IoT based hydroponics system using Deep Neural Networks. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 155, p. 473-486, 2018.

PALANDE, V.; ZAHEER, A.; GEORGE, K. Fully Automated Hydroponic System for Indoor Plant Growth. **Procedia Computer Science**, v.129, p. 482-488, 2018.

RIUS-RUIZ, F. X.; ANDRADE, F. J.; RIU, J.; RIUS, F. X. Computer-operated analytical platform for the determination of nutrients in hydroponic systems. **Food Chemistry**, v. 147, p. 92-97, 2014.

XYDIS, G. A.; LIAROS, S.; BOTSIS, K. Energy demand analysis via small scale hydroponic systems in suburban areas – An integrated energy-food nexus solution. **Science of The Total Environment**. v. 593–594, p. 610-617, 2017.