



Mini-estufa automatizada para produção de plantas

Automated mini-greenhouse for plant production

Felipe Gustavo Mombach

mombach@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil

Glauco Vieira Miranda

glaucovmiranda@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil

Gustavo Fernando Pinheiro da Silva

gustavofpsilva@outlook.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

Leiliane Pereira de Rezende

rezende@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil

RESUMO

A associação entre as tecnologias 4.0 com a produção de plantas gera oportunidades para novas plataformas disruptivas de produção em ambientes controlados e iluminados artificialmente. O objetivo deste trabalho foi apresentar o protótipo de mini-estufa automatizada para produção de plantas ressaltando etapas da construção. Após a elaboração do projeto da mini-estufa com o software Fusion 360, ela foi construída em mdf e acrílico com cortes a laser exigidos pela precisão de encaixe. Na parte inferior, há um reservatório para a solução nutritiva aerada onde as raízes da planta encostaram. As plantas ficaram presas na tampa do depósito onde era iluminada com diodos emissores de luz vermelhos e azuis para maximizar a fotossíntese. Na parte superior, estava a parte eletrônica. Para captar todos os parâmetros ambientais foram utilizados sensores para determinar luminosidade, temperatura, umidade, nível da água e concentração de CO₂ que foram conectados com uma placa de circuito impresso para reduzir o número de cabos. O protótipo da mini-estufa automatizada apresentou-se como um modelo viável em relação ao custo de construção para produção própria de plantas ou como modelo de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: Fábrica Vertical. Internet das coisas; Inteligência artificial

ABSTRACT

The association between 4.0 technologies with plant production creates opportunities for new disruptive production platforms in controlled environment agriculture and artificial lighting. The objective of this work was to present the prototype of an automated mini-greenhouse for the production of plants highlighting construction stages. After designing the mini-greenhouse with Fusion 360 software, it was built in mdf and acrylic with laser cuts required for precision fitting. At the bottom, there is a deposit for the aerated nutrient solution where the plant's roots have touched. The plants were trapped in the warehouse lid where it was lit with red and blue light-emitting diodes to maximize photosynthesis. At the top, it was the electronic gadgets. To capture all environmental parameters, sensors were used to determine brightness, temperature, humidity, water level in the tank and CO₂ concentration, which were connected with a printed circuit board to reduce the number of cables. The automated mini-greenhouse prototype presented itself as a viable model in relation to the cost of construction and its replication for own production of plants or as a teaching model.



KEYWORDS: Vertical Factory. Internet of Things. Artificial Intelligence

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

A indústria de plantas medicinais e de fitoterápicos apresenta forte aspecto social para o desenvolvimento sustentável e pode representar uma excelente alternativa assegurando o acesso a medicamentos seguros, eficazes, de qualidade e a preços acessíveis para todos que é um dos “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2030” (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2019).

Sob a análise econômica, a indústria de plantas medicinais e de fitoterápicos apresenta valores bilionários com o mercado total global de extratos vegetais de 24 bilhões em 2019 e projetado para 59 bilhões em 2025 (Patil e Baul, 2019). Esses números mostram que a indústria está e continuará em franco desenvolvimento devido a conscientização do consumidor final dos benefícios superiores dos medicamentos fitoterápicos em relação aos alopáticos.

Ainda, na indústria farmacêutica, que investe pesadamente em pesquisa e desenvolvimento, tem ocorrido alta demanda por parceiros tecnológicos representando uma oportunidade única de desenvolvimento de novos modelos de negócios para esse setor no Brasil (Akkari et al. 2016).

Em contraste aos medicamentos alopáticos que começam e terminam dentro do laboratório das indústrias, a matéria-prima para a indústria farmacêutica de plantas medicinais e fitoterápicas começa com a produção no campo. Isso gera grandes transtornos para a indústria que tem tido dificuldades pela irregularidade da produção e sua quantidade, alto custo competitivo devido a importação, na logística de abastecimento, dependência externa e na qualidade do produto exigida pelos órgãos reguladores (Hasenclever et al., 2017).

Os ambientes controlados em agricultura com monitoramento e controle automatizados e habilidade de prever o crescimento e o desenvolvimento das plantas estão sendo utilizados na produção de plantas em incríveis fazendas verticais e gerando novos modelos de negócios (Lucena et al., 2014). Nesses ambientes, a hidroponia ou a aeroponia se mostram altamente sustentáveis pela redução do uso da água, energia eficiente e alta produção quando protocolos de produção e medidas de sanidade são desenvolvidas para tal.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

Desenvolver um ambiente de produção de plantas fechado e inteligente sendo automaticamente controlado, monitorado e ajustado e ainda preditivo para hiper-acelerar o metabolismo de plantas.

VANTAGENS DA INVENÇÃO

Os ambientes fechados em agricultura (Controlled Environment Agriculture) com monitoramento e controle automatizados e habilidade de prever o crescimento e o desenvolvimento das plantas estão sendo utilizados na produção de plantas em incríveis fazendas verticais e gerando novos modelos de negócios (Lucena et al., 2014). Também conhecidos em suas variações Urban Agriculture, Vertical Farms, Plant Factory with Artificial Lighting (PFAL) ou Indoor Plant Production System.

O PFAL é uma forma interna, avançada e intensiva de sistema de produção hidropônica que maximiza a produção e não permite o desperdício de recursos, em que o ambiente de cultivo é controlado em tempo real e apresenta fatores de produção favoráveis como maiores quantidades de CO₂ que estimulam as plantas a produzirem mais. O PFAL é uma forma de "sistema fechado de produção de planta" (CPPS), onde todos os insumos fornecidos ao PFAL são absorvidos pelas plantas com emissão mínima para o ambiente externo.

Se projetado e gerenciado adequadamente, o PFAL tem as seguintes vantagens potenciais sobre o sistema de produção de plantas convencional:



- a. Pode ser construído em qualquer lugar porque nem a luz solar nem o solo são necessários;
 - b. O ambiente em crescimento não é afetado pelo clima externo e pela fertilidade do solo;
 - c. A produção pode durar o ano todo e a produtividade é superior a 100 vezes a produção de campo;
 - d. Produzir com qualidade como concentrações de fitonutrientes pode ser aprimorada através da manipulação do ambiente em crescimento, especialmente a qualidade da luz;
 - e. Os produtos são livres de pesticidas e não precisam ser lavados antes de comer;
 - f. O produto tem um prazo de validade mais longo, porque a carga bacteriana geralmente é inferior a 300 UFC g⁻¹, do quando cultivados em campo que é de 1/100 a 1/1000;
- Os desafios para a implementação da PFAL são o alto custo de sua implantação e da energia elétrica exigida para a luminosidade.

DESCRIÇÃO DETALHADA DO INVENTO

A estratégia foi inicialmente focada no desenvolvimento do produto minimamente viável (MVP). O projeto foi inicialmente desenvolvido com base na inovação aberta liderada pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology), tomando-o como base de todo o trabalho disponibilizado na plataforma on-line (<https://www.media.mit.edu/posts/build-a-food-computer/>).

A tática do desenvolvimento do projeto foi realizada em duas fases, a primeira a construção da mini-estufa e a segunda, a automação com a construção da placa de controle central e os sensores. Durante a captação de requisitos percebeu-se a necessidade de substituir os materiais do projeto para a redução do custo. Com isso, entre as escolhas possíveis percebeu-se que o mdf (Medium Density Fiberboard, placa de fibra de média densidade) e acrílico apresentavam o menor custo-benefício.

Decidiu-se realizar os cortes a laser e viu-se a necessidade de modelar em duas dimensões, de forma que o modelo ficasse em três dimensões devido aos encaixes. O software utilizado para a modelagem foi Fusion 360, o mesmo conseguindo atender a capacidade da máquina utilizada não ocasionando nenhum travamento referente ao uso excessivo de recursos (Figura 1). Os cortes foram realizados na UTFPR Câmpus Medianeira.

Durante a modelagem foi necessário ajustar o espaço para o posicionamento das partes, dimensões internas, locais onde foram os furos para os cultivos das plantas e para passagem de cabos. Entretanto, na modelagem observou-se a necessidade de criação de reforço estruturais para garantir o transporte do protótipo. A modelagem ficou representada por três partes com a dimensão total externa de 30cm x 30cm x 30cm, a primeira parte em posição inferior é para o desenvolvimento radicular, a parte central para o desenvolvimento da planta e a parte superior para os comandos elétricos e placa controladora (Figura 2b).

A parte inferior responsável pelo crescimento radicular apresentava 5 furos distribuídos de forma a otimizar a área de cultivo, e seu tamanho com 30cm x 30cm x 5cm, o que pode ser visto na Figura 2c. A parte central é responsável por manter a planta e é formada por 4 lados de acrílico e estruturas de apoio e de reforço, assim apresenta visibilidade para análise de crescimento da planta.

Com o planejamento do modelo concluído foi realizado o corte, onde foi possível constatar a qualidade das peças obtidas com cortes precisos. Foi escolhida uma tinta que pudesse proteger a mini-estufa da umidade e impactos leves. Após a pintura das peças, a montagem ocorreu cinco dias após para não causar imperfeições. Após a cura da tinta foi feita a colagem das peças, utilizando cianoacrilato, garantindo resistência a peças coladas. Algumas peças não foram coladas para garantir a manutenção dos componentes.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

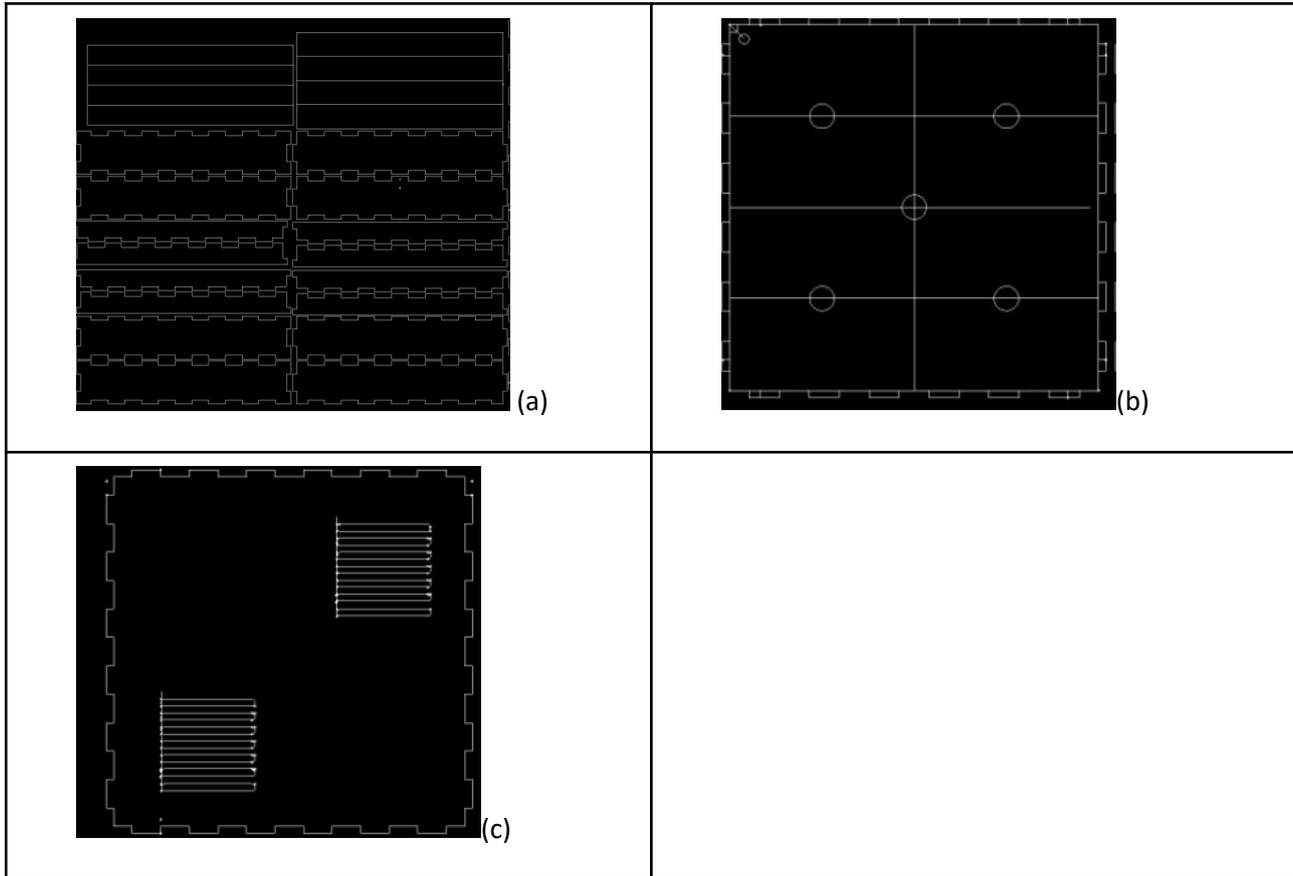


Figura 1 - Peças criadas para reforço estrutural (a), suporte das plantas (b) e tampa acrílica do local das placas (c).

A parte dos comandos ficou na parte superior longe de umidade gerado pelo reservatório com a solução nutritiva e possui furos para cabos, componentes e ventilação (Figura 2b). A tampa superior é feita em acrílico e apresenta entrada de ar para ventilar.

Para fazer a conexão entre microcontrolador foi criado uma placa de circuito impresso desta forma garantindo a melhor conexão e não gerando problema de ruído relacionado a conexão entre componentes. A placa base para criar as conexões foi a UNO R3 328P +ESP8266, uma placa completa e compacta escolhida por entregar melhor custo operacional, além de depender de algumas entradas analógicas e saída para conexão com WI-FI.

Os dados captados foram: umidade e temperatura com o sensor BME 280. A temperatura da solução nutritiva foi captada com o sensor DS18B20 e o nível da solução foi captado por um sensor resistivo. Finalmente, foi determinado a posição onde eles seriam fixados e por onde passariam os cabos até o CNS.

Para a instalação dos sensores foi utilizado uma placa de circuito impresso ilhada que tem pré-disposição de furos onde foi passado os cabos e soldado, criando uma trilha para otimizar o uso dos cabos que saem da base inferior onde foi feito uma conexão com pinos para facilitar a manutenção. Para a leitura de temperatura e umidade foi utilizado sensor BME280 capaz de fazer leitura de pressão, porém não foi utilizado pois não conseguimos controlar a pressão ambiente. O sensor contém uma conexão I2C, facilitando a ligação no mesmo barramento de dados, onde os sensores são endereçados de acordo com sua especificação.



Figura 2:- Detalhes da mini-estufa (a) visão geral; (b) Parte superior com placa; (c) suporte das plantas (d) alface e sensor; (e) reservatório com solução e aeração; (f) área de crescimento com planta e iluminação LED vermelho e azul.

Outra característica que a estufa apresenta é iluminação artificial sendo uma fita de led, a mesma tendo 3 luzes vermelhas para 1 luz azul (Figura 2f). A mesma é controlada através de relé optoacoplador de



4 vias, caso seja necessário implementar algo no futuro. O relé é acionado pelo microcontrolador UNO R3, além de controlar a iluminação temos a ventilação que é controlada pelo mesmo.

Inicialmente foi utilizado a alface (*Lactuca sativa*) como planta modelo para a hidroponia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a disponibilidade da UTFPR Medianeira pela realização dos cortes a laser e fundação araucária pela ajuda fornecida para execução do projeto.

REFERÊNCIAS

AKKARI, A. MUNHOZ, I.P.; TOMIOKA, J.; SANTOS, NMBF; SANTOS, R.F. Inovação tecnológica na indústria farmacêutica: diferenças entre a Europa, os EUA e os países farmaemergentes. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 365-380, 2016

CENTRE FOR THE PROMOTION OF IMPORTS, CBI. What is the demand for natural ingredients for health products on the European market?, 2019. Disponível em: <https://www.cbi.eu/market-information/natural-ingredients-health-products/what-demand/> Acesso em: 14 mar. 2020

HASENCLEVER, L.; PARANHOS, J.; COSTA, C.R.; CUNHA, G.; VIEIRA, D. A indústria de fitoterápicos brasileira: desafios e oportunidades. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(8):2559-2569, 2017.

LUCENA, L.P.; KLIEMANN, F.J.; MASSULA, F.M.; FANTI, L.D. Avaliação multicriterial das fazendas verticais canadenses como modelos sustentáveis de agricultura urbana. *Revista de Administração e Inovação*, São Paulo, v. 11, n.1, p. 181-202, jan./mar. 2014.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Objetivos_de_Desenvolvimento_Sustent%C3%A1vel&oldid=56920281>. Acesso em: 14 mar. 2020.

PATIL A., BAUL, S. Vertical Farming Market Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019–2026. 2019. Acesso em 11 Abr 2020.