



UNICAMP



DESENVOLVIMENTO DE MÁQUINAS DE PROTOTIPAGEM: Fotobiorreator controlado por Arduíno

Autores:

BEATRIZ LARSEN GALLICCHIO, FCA – UNICAMP

PAOLA CRISTINI RIBEIRO DE SOUZA, FCA – UNICAMP

DAVI LUCAS DA SILVA, FCA – UNICAMP

Prof. Dr. DANIEL IWAO SUYAMA (orientador), FCA – UNICAMP

Palavras-Chave: Arduino, Fotobiorreator, *Wolffia brasiliensis*.

RESUMO

O processo de prototipagem, com raízes históricas na criação de utensílios básicos, evoluiu significativamente no século XXI e possui destacada importância no design como um método de manufatura voltado às necessidades específicas das pessoas. A integração dos sistemas CAD/CAM e dispositivos automatizados, como a placa Arduino, trouxe eficiência, segurança e redução de custos ao desenvolvimento de novos produtos. Este projeto teve como objetivo a prototipagem de um fotobiorreator para o cultivo da planta *Wolffia brasiliensis*, conhecida por seu potencial medicinal e nutricional. A montagem dos circuitos elétricos foi simulada virtualmente com a ferramenta Tinkercad e o protótipo foi modelado e testado em ambiente virtual antes da construção. Os resultados mostraram que o sistema manteve condições ideais para o cultivo da *Wolffia brasiliensis*, com eficiência do uso de sistemas CAD/CAM e a integração de sensores e atuadores, como o DS18B20 e o fotoresistor LDR, junto com ajustes automáticos feitos pelo Arduino, que garantiu o controle adequado de temperatura e luminosidade. Além da sugestão de aprimoramento do aspecto visual do protótipo e a implementação de sensores de pH e nutrientes como NPK para um monitoramento mais eficiente e aplicação de novos nutrientes no meio de cultura.

INTRODUÇÃO E ENUNCIADO DO PROBLEMA

Os processos de montagem de protótipos têm suas origens há milênios, quando a humanidade criava utensílios de pedra e madeira para a sobrevivência. No século XXI, Bürdek (2006) destaca a importância do método de design, descrevendo-o como um processo de manufatura que atende às necessidades das pessoas em seus contextos específicos. Nesse cenário, a prototipagem é uma parte crucial do processo de design, focando na experimentação e adequação do produto final.

Como consequência da disparada tecnologia em busca de formas inovadoras de protótipos industriais, a prototipagem por sistemas CAD/CAM (*Computer Aided Design/Manufacture*) condiciona um meio determinante para o desenvolvimento de novos produtos, que ainda tendem a se tornar mais eficientes quando aderidos a um dispositivo de automação que garantem segurança e redução de custos no processo de prototipagem. Exemplos disso incluem a placa Arduino, conhecida por seu desempenho superior, software de plataforma cruzada e hardware baseado em microcontrolador (PORTO *et al.*, 2002).

Em outro cenário, nota-se o crescimento do cultivo de bioinsumos em solo Brasileiro, como forma de reduzir a dependência externa de insumos agropecuários. Esses produtos são utilizados na nutrição e proteção de culturas agrícolas, substituindo ou complementando fertilizantes. Além disso, ajudam na restauração do solo e na conservação da biodiversidade, promovendo o crescimento saudável da agricultura. Ainda, por fim, demarcam o grande potencial econômico no país, uma vez que a estimativa do mercado pode alcançar R\$ 17 bilhões até 2030 (CropLife; S&P), oferecendo uma alternativa sustentável e competitiva para o agronegócio (BRAGA, 2018).

PARTE EXPERIMENTAL

Conhecida como Lentilha D'água Brasileira, a *Wolffia brasiliensis* é uma flutuante que cresce em ambientes aquáticos de água doce. É uma nativa brasileira e, portanto, temperaturas ideais de seu cultivo encontram-se na faixa de 22°C a 28°C. Desenvolve-se melhor quando há uma iluminação intensa e necessita de um método de homogeneização da água, não só para manter a temperatura ambiente, como também para promover a aeração e distribuição de nutrientes do meio, contribuindo, portanto para o crescimento saudável da planta. Assim, foram reunidos sensores e atuadores responsáveis para manter um ambiente favorável, apresentados na seguinte tabela (Tabela 1).

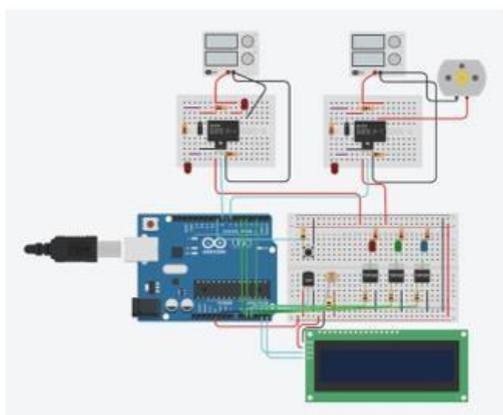
Tabela 1: Componentes Necessários no Foto biorreator.

Tipo	Componente	Área de Atuação	Forma de Controle
Sensor	DS18B20	Temperatura	Automático
Atuador	Placa Peltier	Temperatura	Automático
Sensor	Foto resistor LDR	Luminosidade	Automático
Atuador	Fita Led RGB	Luminosidade	Automático
Atuador	Display LDC I2C	Interação	Automático
Atuador	Bomba d'água	Homogeneização	Manual

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

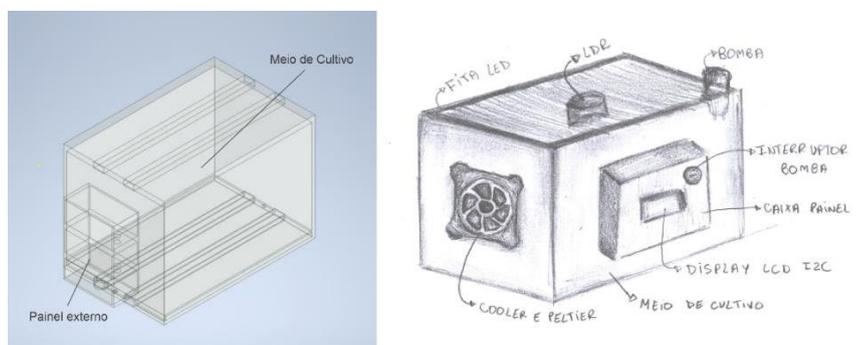
Utilizando a ferramenta *Tinkercad* (Figura 1), a automação do fotobiorreator foi montada e simulada e, da mesma forma, a estrutura (Figuras 2 e 3).

Figura 1: Simulação do Arduino e componentes.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figuras 2 e 3: Modelo e Esboço do Protótipo.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema descrito utiliza um microcontrolador Arduino para gerenciar a temperatura e a luminosidade de um ambiente. Sensores específicos, como o fotoresistor LDR para medir a luz e o sensor DS18B20 para medir a temperatura, enviam dados para o Arduino. Este, por sua vez, ajusta os atuadores conforme necessário para manter as condições ideais: a fita de LED é ajustada com base na luz medida e a temperatura é regulada através de uma placa Peltier controlada por um módulo relé. A construção do Fotobiorreator incluiu o design e montagem de um reservatório de cultivo e um painel de controle (Figuras 3 a 5).

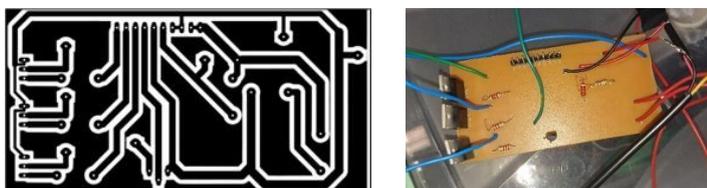
Figura 3 a 5: Montagem do Protótipo e Teste Completo.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Para facilitar a comunicação entre os componentes e, principalmente, a organização, foi feita uma placa de circuito impresso, apresentada nas Figuras 6 e 7.

Figuras 6 e 7: Placa do circuito impresso - Projeto e Placa física.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o desenvolvimento do projeto e os resultados alcançados, a integração da placa Arduino aderida a um protótipo proporciona uma solução tecnologicamente avançada e eficiente para o cultivo no fotobiorreator destinado à planta *Wolffia brasiliensis*. A aplicação dos

sensores e atuadores permitiu a manutenção de condições ambientais ideais para o crescimento saudável da planta, incluindo temperatura e luminosidade controladas automaticamente.

Como sugestão para trabalhos futuros, ainda deve-se trabalhar no aspecto visual do protótipo, como a adequação do circuito com uma caixa de visor, além da possível adição de sensores de pH e nutrientes, como NPK, como forma de elevar a eficiência de monitoramento e facilitar a aplicação de novos nutrientes no meio de cultura.

A partir das atividades realizadas e técnicas aplicadas, o presente projeto possibilitou não só conhecer técnicas relacionadas à área de prototipagem, mas também entender noções de manufatura, eletroeletrônica, modelagem 3D e programação de máquinas automáticas, além da produção do conhecimento científico e industrial.

REFERÊNCIAS

BRAGA, G. B. Desenvolvimento de um fotobiorreator automatizado de baixo custo para estudo de saturação de luz de microalgas. 2018. Tese de doutorado. Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 2018.

BÜRDEK, B. E. **Design: história, teoria e prática do design de produtos.** Editora Blucher, 2006.

PORTO, A. J. V.; SOUZA, M. C. F.; RAVELLI, C. A.; BATOCCHIO, A. **Manufatura virtual: conceituação e desafios.** Gestão & Produção, v. 9, n. 3, p. 297-312, 2002.