

## CULTIVO DE FRUTAS, LEGUMES E HORTALIÇAS EM AMBIENTE PROTEGIDO COM HIDROPONIA/AEROPONIA, LUZ ARTIFICIAL E AUTOMATIZAÇÃO

Maria Laura Felix Aloncio<sup>1</sup>, Edson dos Santos Bortoloto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Mato Grosso do Sul – Tres Lagoas - MS

maria.aloncio@estudante.ifms.edu.br,

### Resumo

Neste projeto, pretende-se conferir a validade da proposta de cultivo de alimentos em ambiente protegido e controlado. O cultivo de uma planta depende de variáveis como iluminação, irrigação e disponibilidade de nutrientes. Visa-se então o uso de luz artificial, levando em conta as suas características segundo a necessidade de desenvolvimento de fotossíntese focando na quantidade a ser usada, sem que haja desperdício de energia. O uso de luz artificial permite um maior controle e possibilita a implementação da mesma técnica em diferentes regiões independente da incidência solar. O sistema de plantio escolhido foi a hidroponia. Esse tipo de sistema foi escolhido pois permite uma maior controle dos nutrientes que a planta recebe.

**Palavras-chave:** Automatização; agricultura; hidroponia; iluminação artificial.

### Introdução

O desenvolvimento e crescimento saudável das plantas depende de fatores como a disponibilidade de água e nutrientes, a quantidade de radiação solar e a temperatura. Esses fatores em um sistema de agricultura tradicional não podem ser controlados, o que acaba comprometendo a produtividade do mesmo. Além disso, nos sistemas tradicionais a terra é utilizada na sua extensão horizontal, exigindo sempre uma área preestabelecida para cada tipo de cultivo, o que torna inviável sua realização em grandes centros urbanos.

No Brasil, o plantio é feito usando alguns métodos que podem diferir conforme a cultura, porém a grande maioria das plantações ainda dependem exclusivamente do uso da terra para receber nutrientes. A terra, por sua vez, precisa de tratamentos especiais como correção de PH, processos de adubação e período de “descanso” para a recuperação do solo. Além disso, a iluminação usada é a natural do sol que projeta os fótons para que a planta desenvolva a fotossíntese. Já o recebimento de água é feito por meio da chuva, o que acaba inviabilizando algumas plantações em regiões com excesso de precipitação e em regiões muito seca, se torna necessário o uso de sistemas de irrigação, que deposita a água na terra por tubulações com aspersores, canais, ou outro método. As plantas nesse sistema também ficam suscetíveis a problemas como o ataque de aves, animais e evolução de pragas, sendo necessário o uso de agrotóxicos. Todos esses fatores acabam aumentando o preço do produto final.

Com o avanço da tecnologia surgiram várias soluções como a plantação vertical (fazenda vertical), que consiste no cultivo realizado dentro de galpões ou prédios, permitindo assim um maior controle sobre a produção o que resulta no aumento da produtividade e qualidade. (DESPOMMIER, 2011)

Esse tipo de sistema permite que possamos controlar o ambiente da planta afim de potencializar a fotossíntese e com isso aumentar o seu crescimento. Para que tudo isso aconteça a planta precisa essencialmente de água, gás carbônico e radiação solar. Os agricultores já aprenderam a controlar tanto a água quanto o carbono, restando apenas aprender controlar o último fator, a radiação.

De acordo com o Department of Economic and Social Affairs, a população mundial em 2050 chegará a aproximadamente 10 bilhões de pessoas e com esse crescimento, para que se possa atender essa crescente e mais exigente demanda, é preciso aumentar a produção de alimentos em 70% (FAO). Logo, é de extrema importância investimentos e avanços em tecnologias que possibilitem aumentar a produção de alimentos em grande escala de maneira cada vez mais eficiente.

### Metodologia

Primeiramente, realizou-se uma série de pesquisas voltadas para determinar qual seria a melhor maneira de realizar a montagem do sistema controlado de plantio. Depois, baseado dessas pesquisas, a iluminação escolhida foi a com LED grow e o sistema de irrigação foi a aeroponia conforme a figura 1.

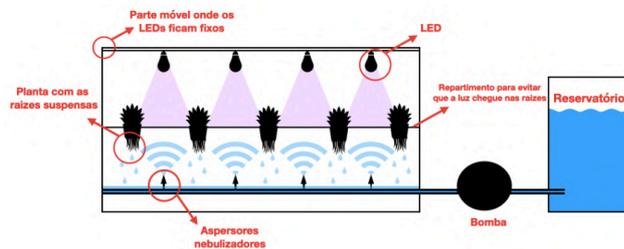


Figura 1. Modelo de Sistema 1.

Após a criação do modelo do sistema iniciou-se o processo de montagem e adaptação. Além disso, foi realizada a implementação do sistema de iluminação LED, onde uma das adaptações foi o uso de uma lâmpada de LED Grow, e

do sistema de irrigação, como demonstrado nas figuras 2, 3 e 4. Chegou-se por fim no modelo físico representado na figura 5



Figura 2. Sistema de iluminação.



Figura 3. Sistema de irrigação aeropônico.

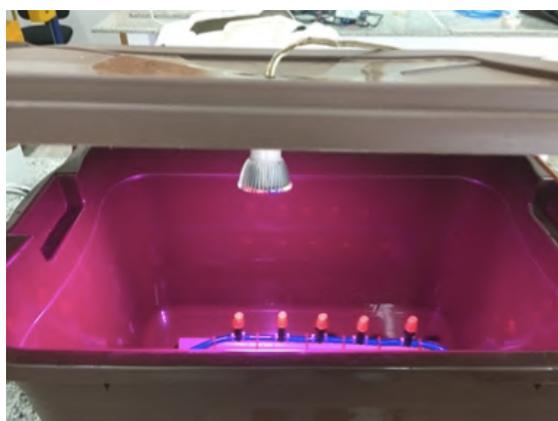


Figura 4. Sistema de irrigação e iluminação.



Figura 5. Sistema 1 montado.

Apos a montagem teve-se a necessidade de realizar mudança do sistema de irrigação. Pois os aspersores não estavam funcionando como deveriam. Na primeira tentativa de corrigir o problema foi criado um TRIAC para realizar o controle de velocidade da bomba afim de melhorar o desempenho dos aspersores. O circuito da figura esta representado na figura 6.

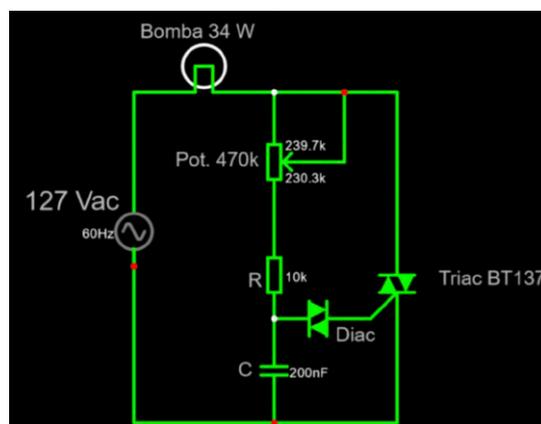


Figura 6. Circuito para o controle de velocidade da bomba.

Depois de testar o circuito da figura 6 no simulador realizou-se a sua montagem física conforme demonstrado na figura 7.



**Figura 7.** Circuito físico para o controle de velocidade da bomba.

Infelizmente esse circuito não obteve êxito em realizar o controle da velocidade da bomba.

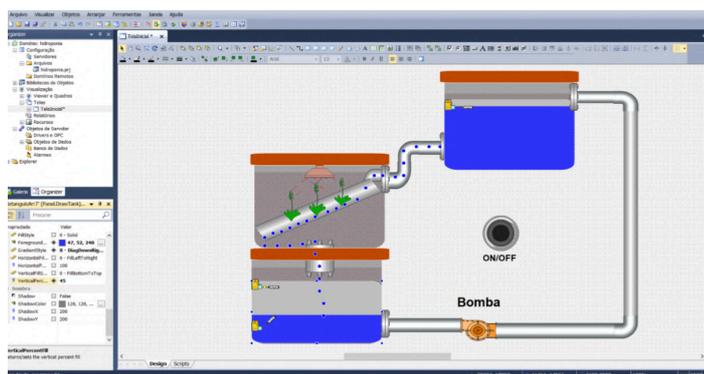
Afim de economizar tempo, realizou-se uma segunda tentativa de corrigir o problema dos assessores onde optou-se pela mudança no sistema de irrigação para o método de irrigação hidropônica. Pois essa seria a forma mais rápida e eficiente de dar andamento no projeto, visto que a irrigação hidropônica é um método mais fácil quando comparada a aeroponia. Foi feito então um segundo modelo do sistema, dessa vez usando o método de irrigação hidropônico. O sistema de iluminação se manteve o mesmo. O modelo esta reпреensão na figura 8.



**Figura 8.** Sistema de irrigação 2.

Alem da mudança do sistema irrigação também se fez necessário adicionar mais um reservatórios de água. Depois foi feita um novo modelo de sistema e partir dele foi realizado uma simulação no software E3 Studio, onde a posição dos sensores de nivela dos reservatórios foram ajustados para o melhor controle do sistema. Esses sensores servem para determinar quando a bomba será acionada para transferira a agua do reservatório inferior (reservatório 1) para o reservatório superior (reservatório 2).

Apos esses ajustes necessário, chegou-se ao modelo:



**Figura 9.** Modelo de Sistema 2 simulado no E3 Studio.

O modelo de Sistema 2 funciona da seguinte maneira, primeiramente o reservatório superior é enchido com agua e nutrientes específicos, por meio da gravidade essa mistura liquida de agua e nutrientes que esta no reservatório superior irá escorrer pela tubulação ate chegar a planta, que recebe a agua por meio da hidroponia conforme explicado anteriormente e representado na figura 6, o excesso de agua escore para o reservatório inferior que com a ajuda da bomba enche o reservatório superior reiniciando assim o sistema.

Como o sistema é fechado, se um reservatório esta cheio o outro esta quase vazio, dependendo das quantidade de agua que foi colocado inicialmente. A bomba permanecera acionada ate que o nível do reservatório superior aumente o nível e acione o sensor de nível no reservatório. O acionamento do sensor do reservatório superior realiza o desligamento da bomba. O sistema permanece nesse loop.

Caso algum sensor de problema o sensor de emergencia será acionado. Esse sensor esta localizado na parte mais baixa do reservatório inferior e ele serve para que a bomba nunca seja acionada caso o niver da agua do reservatório esteja muito baixo. Na figura 10 e 11 pode-se ver os sensores instalados nos reservatórios.



**Figura 10.** Sensores de nível do reservatório inferior.



**Figura 11.** Sensores de nível do reservatório superior.

O acionamento da bomba é controlado pelos sensores da seguinte maneira: o reservatório inferior possui dois sensores, um normalmente fechado (sensor 0) e o normalmente aberto (sensor 1). Quando o reservatório está cheio o sensor 1 é acionado (sensor fecha, nível lógico alto) e quando o reservatório está abaixo do nível máximo o mesmo é desativado (sensor abre, nível lógico baixo).

Esse sensor 1 é importante pois ele é responsável por realizar o acionamento da bomba. Sem ele a bomba não seria acionada.

O sensor 0 serve como um sensor de emergência, caso ocorra algum erro no sistema que comprometa o reservatório inferior (vazamento, falha de algum sensor, entre outros) ele é acionado e realiza o desligamento imediato da bomba. Esse acionamento só irá acontecer em casos específicos onde o nível do reservatório inferior esteja criticamente baixo, o sensor 0 que trabalha normalmente aberto se fechará. Esse fechamento do sensor representa o seu acionamento. Ou seja, o sensor 0 será acionado sempre que o reservatório estiver com nível de água crítico, desligando a bomba antes do reservatório ficar sem água. Em condições normais, o sensor 0 estará sempre aberto, desativado com nível lógico 0.

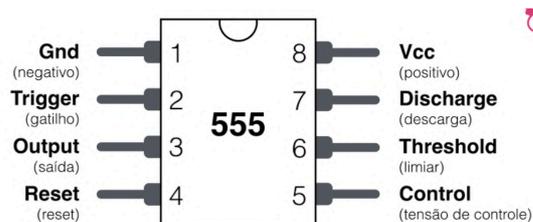
Esse sensor 0 é de extrema importância e sem ele caso a bomba fosse acionada e o reservatório inferior não tivesse água isso levaria a bomba a superaquecer, esse superaquecimento reduz a sua vida útil podendo levar queima do equipamento.

Já o reservatório superior possui apenas 1 sensor normalmente aberto (sensor 2). Quando o reservatório enche, ou seja, quando o reservatório atinge um nível suficiente para levantar a alavanca do sensor, o sensor é acionado e realiza o desligamento da bomba, se o sensor for acionado isso significa que o reservatório superior não precisa de mais água do reservatório inferior.

Esse sensor 2 é importante pois sem ele o reservatório superior irá encher até transbordar e a bomba ficaria ligada até a água do reservatório inferior acabar.

Como dito anteriormente, o controle do acionamento da bomba é feito de forma automática com a ajuda dos sensores de nível. Para que esse controle funcione usou-se o circuito de controle representado na figura 12. Esse circuito permite que as condições já citadas sejam executadas. Para isso fez-se o uso do CI 555 juntamente com um relé de impulso.

O CI 555 é um circuito integrado que possui um divisor de tensão interno composto por 3 resistores com 5kOhms cada. Os 8 terminais do CI 555 estão representados com a figura X, cada um possui uma função. No nosso circuito o terminal *TRIGGER*, também chamado de gatilho, é acionado sempre que o sensor 1 ou 2 estiverem com nível lógico alto, ou seja, quando os sensores, que estão normalmente abertos, se fecharem. Quando o *TRIGGER* é acionado a saída do CI é ativada, ou seja, o terminal *OUTPUT*, que representa a saída do circuito integrado, irá emitir um sinal temporário. Esse sinal temporário vai dar um impulso no relé realizando assim o seu acionamento.



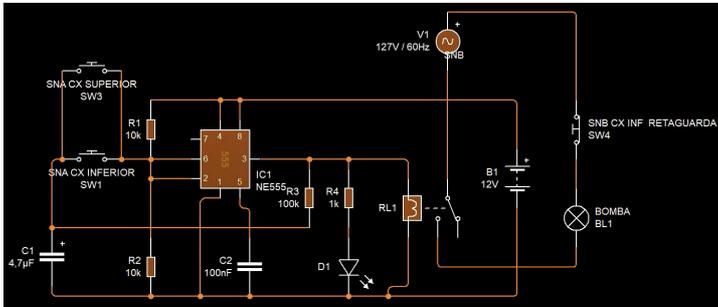
**Figura 12.** Representação dos terminais do CI 555.

FONTE: Manoel Lemos, 2014.

O relé de impulso é um dispositivo eletromecânico e sempre que ele recebe um impulso o seu contato de saída é comutado. Essa característica é importante pois ela permite fazer o acionamento da bomba. Conforme demonstrado no circuito da figura 13, toda vez que o relé receber um impulso ele vai mudar a posição do seu contato. Essa posição do contato é o que define se a bomba estará recebendo energia (bomba acionada) ou não (bomba desligada).

Alem disso, ainda tem outro componente importante, o sensor 0, que está sendo representado na figura 13 pelo contato normalmente fechado SW4. Esse componente, conforme explicado anteriormente, é responsável por desenergizar (desligar) a bomba. Quando o sensor 0 é

acionado, mesmo que CI 555 mande um impulso para o relé para energizar a bomba a mesma não será energizada, pois, o contato SW4 abrirá o circuito impossibilitando seu acionamento.

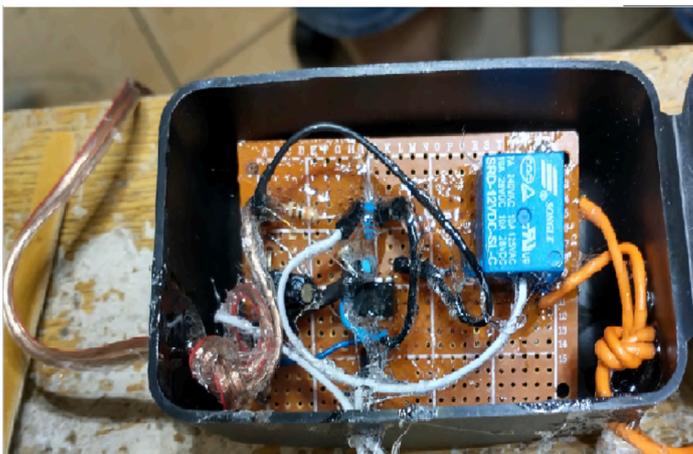


**Figura 13.** Circuito de controle do acionamento da bomba.

Após testes no simulador o circuito de controle do acionamento da bomba foi montado conforme demonstrado na figura 14.



**Figura 15.** Sistema Final Montado.



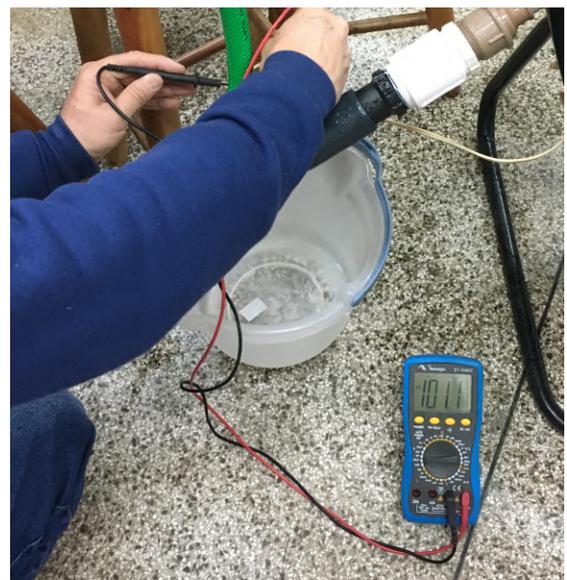
**Figura 14.** Circuito de controle do acionamento da bomba montado.

Após alguns testes percebeu-se que o TRIAC criado anteriormente para tentar realizar o controle da velocidade da bomba poderia ser reaproveitado afim de reduzir o consumo de energia do motor. Pois, mesmo que o mesmo tenha falhado em reduzir a velocidade ele permitiu realizar o controle de corrente, o que possibilitou que diminuísse a corrente da bomba sem interferir no seu funcionamento gerando assim uma economia de energia.

Posteriormente foi feita a montagem física do sistema completo, conforme demonstrado na figura 15, e as plantas foram introduzidas ao sistema.

### Resultados e Discussão

Baseado nas medições pode-se apresentar como resultado a economia de energia obtida pelo uso do circuito TRIAC, conforme apresentado nas figuras 16 e 17 o circuito conseguiu diminuir a corrente da bomba.



**Figura 16.** Medição da corrente na bomba sem uso do circuito TRIAC.



**Figura 17. Medição da corrente na bomba com o uso do circuito TRIAC.**

Outro resultado é o circuito de controle do acionamento da bomba, graças a ele o sistema de irrigação consegue operar de forma automática.

O sistema de irrigação hidropônico contribuiu para economia de 50% a 70% da água, visto que as perdas nesse sistema é bem menor quando comparado ao sistema de cultivo tradicional na terra.

O sistema de iluminação artificial, que consiste em uma lâmpada LED conforme repensado na figura 18, funcionou conforme o esperado substituir a luz solar.



**Figura 18. Sistema de Iluminação ligado.**

Por ultimo, é importante ressaltar que obteve-se como resultado principal a criação de um sistema que permite o cultivo controlado de plantas em um ambiente protegido e de baixo custo.

### Considerações Finais

A criação de um sistema que permite o cultivo controlado de plantas em um ambiente protegido e de baixo custo foi concluída com sucesso e vale a pena destacar a importância de se investir em tecnologia voltadas ao cultivos que sejam eficientes e acessíveis, pois são projetos como esse que contribuem o surgimento de técnicas de cultivos inovadoras que essências para alimentar a população mundial, pois conforme já apresentado a previsão é que ate 2050 a produção de alimentos terá que aumentar 70% .

Não foi possíveis obter resultados referente a eficiência do sistema devido a imprevistos e mudanças que foram realizadas durante o projeto, mas concluiu-se que o sistema de forma geral possui um bom funcionamento. Na próxima etapa do projeto iremos otimizar o sistema de controle e realizar análises de eficiência em diferentes condições de iluminação, irrigação e nutrientes e comparar com sistemas de plantio tradicionais, afim de determinar o grau de eficiência do sistema criado.

### Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo apoio financeiro investido a este projeto de pesquisa e agradeço ao meu orientador por aceitar conduzir esse projeto de pesquisa e me apoiar durante todo o processo.

### Referências

Choi, H.G., Moon. B.Y., Kang. N.J. **Effects of LED light on the production of strawberry during cultivation in a plastic greenhouse and in a growth chamber. Scientia Horticulturae.** V.189. p 22-31. 2015.

CRIBB, S. L. S. P.; CRIBB, A. Y. **Agricultura urbana: alternativa para aliviar a fome e para a educação ambiental. Anais..47o Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia rural.** Porto Alegre, 2009. p.14.

Deitzer, G. F., Hayes, R., & Jabben, M. (1979). **Kinetics and time dependence of the effect of far red light on the photoperiodic induction of flowering in wintex barley. Plant Physiology,** 64(6), 1015–1021. <https://doi.org/https://doi.org/10.1104/pp.64.6.1015>

DESPOMMIER, Dicksson D. et al. **The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century.**

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos** . Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events /en/c/901168/>. Acesso em: 20 maio 2021.

Leskelä, M., Li, W. M., & Ritala, M. . **Electroluminescent phosphors**. In **Encyclopedia of Materials: Science and Technology** (pp. 2541–2548). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043152-6/00461-7>. 2001.

Machado, J.T.M. **Desempenho de morangueiro frente a diferentes espectros de radiação artificial complementar em cultivo sem solo**. Universidade Federal da Fronteira sul, Campus de Cerro Largo. 44p. 2015.

Massa, G.D., Kim, H. and Wheeler, R.M., Mitchell, C.A. **Plant Productivity in Response to LED Lighting**. HortScience vol. 43(7), p 1851-1956. 2008.

Nave, R. (n.d.). **The doping of semiconductors**. **HyperPhysics**. Retrieved October 4, 2019, from <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Solids/dope.html>

Poudel, P.R.; Kataoka, I.; Mochioka, R. **Effect of red-and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes**. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), London, v.92, n.2, p. 147-153. 2008.

Samuolienė, G., Brazaitytė, A., Sirtautas, R., Viršilė, A., Sakalauskaitė, J., Sakalauskienė, S., & Duchovskis, P. . **LED illumination affects bioactive compounds in romaine baby leaf lettuce**. Journal of the Science of Food and

Agriculture, 93(13), 3286–3291. [hps://doi.org/10.1002/jsfa.6173](https://doi.org/10.1002/jsfa.6173). 2013.