

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA / ENGENHARIA ELÉTRICA
Trabalho Final de Curso II

Gabryel Wegleyshon de Aquino Silva
José de Freitas Borges Filho

MANUFATURA AUTOMATIZADA NA OLERICULTURA

Trabalho Final de Curso como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Bruno Quirino de Oliveira – Orientador – PUC Goiás.
Prof. Dr. Antônio Marcos de Melo Medeiros – PUC Goiás.
Prof. Me. Luís Fernando Pagotti – PUC Goiás.

Goiânia, 14 de Dezembro de 2020.

Manufatura Automatizada na Olericultura

Silva, G. W. A, Filho, J. F. B., OLIVEIRA, B. Q., MEDEIROS, A. M. M., Pagotti, L. F.

Resumo — Neste estudo é feita a análise do potencial manufatureiro para aplicação de um projeto de irrigação e plantio automatizado, indicando o tipo de cultivo e irrigação a serem aplicados, visando um controle adequado da humidade do solo. Também são abordados aspectos de funcionamento do sistema de movimentação, materiais a serem utilizados detalhes de alguns componentes e de simulação do projeto por meio do software Sकेchup utilizando o plugin Keyframe Animation.

Palavras chave: Manufatura, Automação e Olericultura.

1 INTRODUÇÃO

os últimos anos tem sido observado o surgimento de novas Ntecnologias baseadas na aplicação de técnicas de prototipagem em especial para a manufatura de produtos (prototipagem rápida), visando o aperfeiçoamento em suas etapas produtivas, no entanto, não existem ainda muitos estudos no que tange a aplicação da prototipagem na olericultura (Área de estudo que engloba a culturas de folhosas, raízes, tubérculos e diversos outros frutos) [1] [2].

Sendo assim a adaptação de um projeto de que envolve a prototipagem rápida para automatizar as etapas que envolvem o cultivo de hortaliças, representa um novo olhar para o que hoje significa a indústria 4.0, uma vez que este projeto visa a implementação de um sistema de expansão do conceito de produção descentralizada [3].

Deve-se levar em consideração que atualmente o modelo de produção e distribuição para a olericultura, se resume em grande parte a diversos pequenos produtores tradicionais que vendem para estabelecimentos comerciais, os quais redistribuem para a população.

De acordo com Daudt (2016), a descoberta de um novo material/técnica aplicável na manufatura, abre uma gama de novas aplicabilidades gerando novos mercados, sendo que para cada invenção, exige o desenvolvimento de novas técnicas, de acordo com as necessidades de cada finalidade.

No exemplo proposto, a população já seria o produtor e consumidor, dispensando intermediários. Este trabalho visa apresentar um modelo de projeto que realize o processo de cultivo automatizado, fazendo o plantio e o controle de humidade do solo e ocupará um espaço reduzido, sendo assim o tempo de cuidado com a plantação será quase nulo e o cultivo poderá ser realizado em qualquer lugar, até mesmo em áreas residenciais com pouco espaço.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Irrigação.

A irrigação é um método que faz uso de recursos hídricos de maneira artificial, para permitir o uso da agricultura em terrenos distantes de água, tendo como

principal objetivo, o controle da quantidade de água utilizada no cultivo e visando o maior rendimento possível até a hora da colheita [4].

Na visão de Mantovani (2009), a elaboração de um projeto de irrigação deve levar em conta uma série de critérios agrônômicos de engenharia de irrigação. Alguns dos vários critérios relevantes são [5]:

- Clima
- Tipo de o solo
- Viabilidade econômica
- Sustentabilidade
- Distribuição de energia
- Equipamentos selecionados

Neste estudo, observou-se que de acordo com Testezlaf (2011) existem diversas opções no que tange a irrigação do cultivo, tais como:

- Microaspersão: Aplica-se uma irrigação localizada por meio da vazão de microaspersores. Apresenta uma melhor eficiência que a aspersão convencional, além de normalmente indicada para culturas perenes [6].

Dentre estas opções estudadas as que são compatíveis com o tipo de sistema almejado, são: aspersão convencional, gotejamento e microaspersão. No entanto como parte do propósito deste trabalho é desenvolver um sistema que não necessite de mão de obra nas etapas de plantio e de irrigação, o sistema de microaspersão tornou-se a opção mais próxima do desejado.

2.2 Cultivo

No que tange o plantio, é de grande importância observar o tipo vegetal pretende-se cultivar, uma vez que podem surgir limitações provenientes da área de ocupação requerida pelo vegetal [7]. Caso o projeto não tenha porte para atender as áreas mínimas de cultivo citadas pelos fornecedores das sementes [8], considera-se que eventualmente o cultivo seria prejudicado, pelo contado com as peças moveis da máquina com os cultivos.

Devido ao fato de apresentarem pequeno porte e não requisitarem grandes volumes de água para irrigação, acredita-se que uma ampla gama de hortaliças seja compatível com este tipo de projeto, no entanto para alguns cultivos há a necessidade fazer a germinação das sementes em sementeiras antes da inserção no solo [8].

Outro ponto importante é método de cultura automatizado, no qual espera-se que juntamente do bico do microaspersor, haja um bico sugador responsável por criar um sulco na terra, além de sugar e dispersar sementes e brotos no solo. Neste bico sugador espera-se que esteja conectado por uma mangueira que leva a uma pequena bomba de ar, a qual seria responsável por gerar a diferença de pressão necessária para sugar ou dispersar as sementes.

Baseado nos critérios estabelecidos para o cultivo e em diversos modelos de impressoras 3D existentes, foi

desenvolvido um esboço de o que seria o projeto, conforme pode-se observar na imagem abaixo:

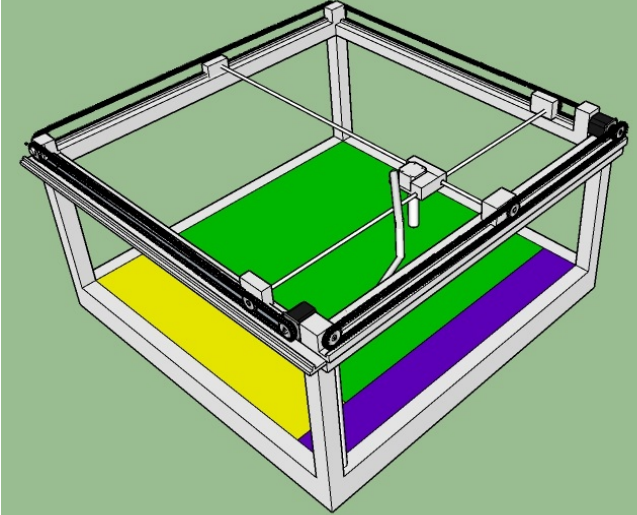


Figura 01 – Esboço inicial de como seria o projeto

Fonte: Própria

Conforme é possível notar na imagem, o projeto abrange uma área cultivável, dividida em três áreas:

Roxa: Área de 1m x 0,1m, destinada para germinação de sementes em pequenas bandejas (sementeiras), podendo conter terra ou lã de rocha.

Verde: Área de 0,8m x 0,9m, destinada para o plantio das plantas já germinadas.

Amarela: Área de 0,9m x 0,2m, destinada para troca de ferramentas (assim como em tornos CNC) ou para plantio assim como a área verde.

O tamanho total da área de cultivo é 1m².

2.2.1 Cultivo Indoor

O cultivo *indoor* nada mais é que um cultivo em locais fechados, onde temperatura, luz e umidade são reguladas artificialmente para criar o ambiente ideal para cada tipo de cultura [9]. Grandes exemplos disso são estufas e jardins cobertos. Um grande detalhe do cultivo *indoor* é que na maior parte dos casos é realizado um cultivo de plantas e não de hortaliças, porém o sistema proposto pode facilmente ser ajustado para atender melhor a necessidade de cultivo desejada [9]. O cultivo em ambientes fechados tem algumas necessidades que são vitais para a saúde da planta como, temperatura do solo e do ambiente, umidade, e luminosidade do ambiente [9].

Fazendo uso de uma estufa uma aplicação do projeto de automatização da cultura seria fazer a utilização de lâmpadas fixas com quantidade de lúmens controlados a partir de um sensor de luminosidade se comunicando com a plataforma Arduino, também seria realizado o acréscimo de sensores de temperatura e umidade ambiente. Sendo assim o sistema faria um controle total de temperatura, umidade e luminosidade ambiente, ou seja, teríamos um sistema de cultivo *indoor* automatizado [9].

A possibilidade do uso do projeto no cultivo *indoor* é incalculável, o sistema pode ser utilizado em estufas, em residências, apartamentos e como é um sistema automatizado, pessoas com pouco conhecimento de plantio podem fazer uso do sistema para plantações simples como por exemplo hortaliças.

2.3 Automação

No que tange de sistemas automatizados na agricultura, é importante salientar que o uso de automação no auxílio do processo de cultivo, vem sendo se tornado crescente, uma vez que os processos de automação garantem um melhor controle do ambiente, permitindo que a plantação tenha uma maior qualidade e produtividade [10].

2.3.1 Microcontrolador

O microcontrolador utilizado no projeto será o Arduino, a plataforma é uma ferramenta de protótipos eletrônicos de código aberto, possui em sua composição um microcontrolador, com entradas e saídas em sua estrutura nas quais podem ser conectados vários dispositivos. É um conjunto de sensores e atuadores interligados como processos digitais, o que permite a elaboração de sistemas que possam captar valores reais e responder com ações físicas pré-programadas [11].

Um microcontrolador é um *chip* eletrônico, bastante utilizado para controlar processos lógicos e possui uma inteligência programável. Escrito no microcontrolador e feita em forma de programa está toda a lógica de execução, sempre que o microcontrolador é energizado o comando escrito no mesmo é executado [12]. Para programar a plataforma da maneira desejada os dispositivos de entrada e saída podem ser conectados de formas simples às portas de comunicação do Arduino.

A plataforma Arduino normalmente é utilizada para criar ferramentas de comunicação independentes, pode ser conectado à internet ou computadores com o objetivo de enviar ou buscar dados. A plataforma pode por exemplo enviar dados provenientes de sensores para um site [13]. Usando a o Arduino é possível fazer a conexão de vários tipos de dispositivos, como botões, *displays* e sensores.

O sistema automatizado será coordenado pelo microcontrolador utilizando a plataforma Arduino, os comandos serão pré-programados e executados com base em tempo ou dados recebidos dos sensores distribuídos ao longo do cultivo. Para cada tipo de plantação deverá ser feita uma programação já que cada tipo de plantação necessita de cuidados diferente.

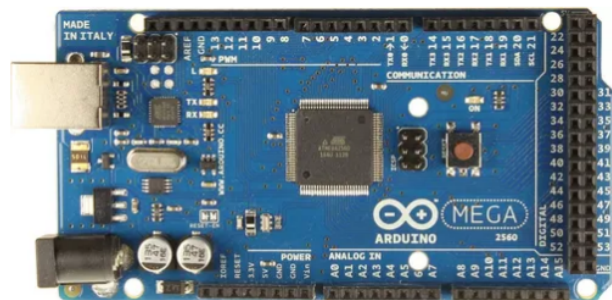


Figura 02 – Arduino MEGA 2560

Fonte: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-801127592-kit-arduino-mega-2560-ethernet-shield-w5100-original-JM>

2.3.2 Sistema de Movimento

Integrando parte do sistema de uma impressora 3D ao sistema de irrigação temos o sistema de movimentação. O sistema é realizado pela modelagem de um percurso

utilizando comandos em linguagem de comandos numéricos computadorizados (CNC), os quais podem ser feitos usando ou a programação direta do arduino ou a conversão se objetos tridimensionais, também chamados de desenhos assistidos por computador feitos para representar o percurso de como deveria se mover, tal conversão pode ser feita utilizando softwares *open source* como o *Sli3er* e *Blender*, os quais fazem a conversão para comandos que o Arduino possa ler e realizar os movimentos pelos eixos XYZ. No funcionamento, o Arduino interpreta dados como uma série de comandos elétricos, os quais são convertidos em sinais que comando os motores de passo de cada eixo. Após transferir os dados para o Arduino; feita uma compilação dos dados, o usuário já pode usar o equipamento [14].

O eixo X é composto basicamente pelo suporte do motor e o suporte do microaspersor. Para obter movimentação no sentido vertical o suporte do motor será acoplado as barras de aço que por sua vez estão no eixo Z.

O movimento será realizado através do apoio de rolamentos instalados nas barras dos eixos X e Y, conectadas aos motores, instaladas logo abaixo dos rolamentos há uma correia para cada motor e seus rolamentos que garantem o movimento conforme a rotação dos motores.

O eixo Z será composto por duas barras de aço posicionadas verticalmente, A função das barras e de suporte, apoio ao movimento da estrutura no eixo X e proporcionar a movimentação, garantindo assim altura desejada do microaspersor.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Lista de Materiais

TABELA I
QUANTITATIVO DE MATERIAIS

Material	QUANTIDADE
Mini bomba de ar (2.4/3.2 lpm 12v)	1 und.
Mini bomba de água - 12v - interclima e limpador de para-brisa	1 und.
Mangueira de silicone para aquários	3 m
Perfil de alumínio estrutural V-slot 20 mm x 40 mm	10 m
Cano de alumínio (120 cm)	3 und.
Motor de passo Nema 17 - 4,2kgf.cm Modelo: 17hs4401	5 und.
Roldana para portão canal em V com rolamento e bucha	4 und.
Microaspersor rotativo bailarina	1 und.
Arduino Mega 2560 R3	1 und.
Shield placa Ramps 1.4	1 und.
Sensor de temperatura Lm35	1 und.
Sensor de umidade do solo Higrômetro	1 und.
Micro chave fim de curso	3 und.
Filamento Abs Premium 1.75mm	1 kg
Agulha de bomba	1 und.
Correia dentada (10m)	1 rolo

3.2 Peças personalizadas

Dentre as peças que envolvem o projeto, existem algumas que exigem certo grau de complexidade e especificidade de peças, podendo muitas vezes não existir a venda no mercado, para isso optou-se por desenvolver modelos 3D de algumas peças, as quais seriam feitas por meio da manufatura aditiva de impressoras 3D.

As principais peças identificadas que demandam uso de impressoras 3D são os suportes (figuras 06, 07, 09 e 10), porém optou-se também por fazer um esboço engrenagem (figura 08), afim de permitir a possibilidade de escolha livre do tipo de correia a ser usada, evitando problemas como perda de passo entre a correia e a engrenagem.

A escolha do uso de peças manufaturadas por impressora 3D, deve-se ao baixo custo dos materiais e a praticidade do uso de técnicas já pré-estabelecidas de manufatura aditiva, evitando o uso excessivo de artifícios de engenharia para a execução do projeto.

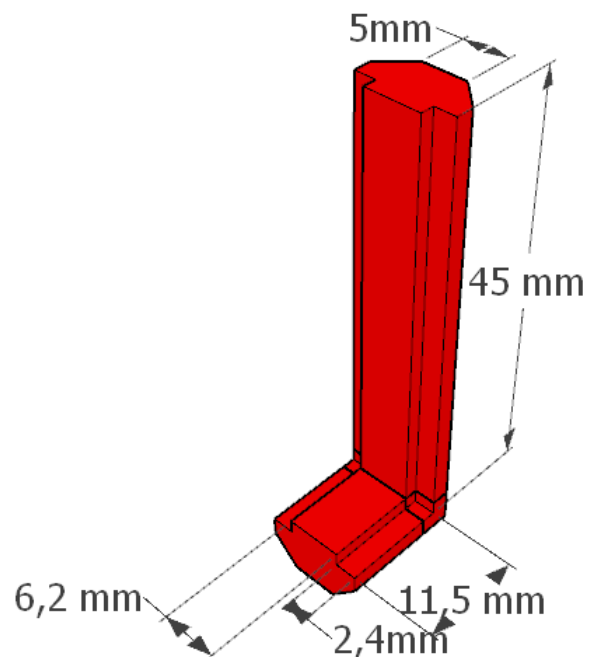


Imagem 06 – Esboço de suporte para motores de passo.

Fonte: Autores

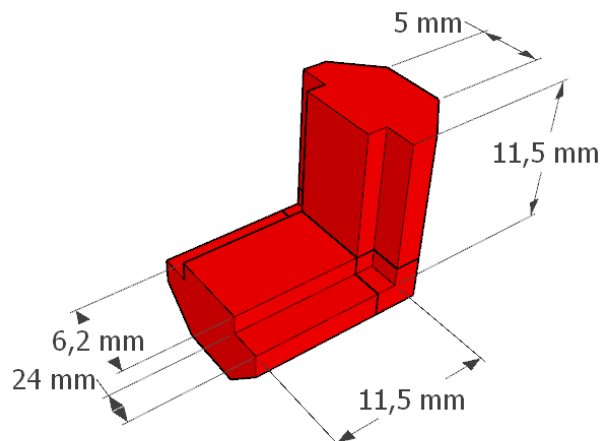


Imagem 07 – Esboço de conector dos perfis de alumínio.

Fonte: Autores

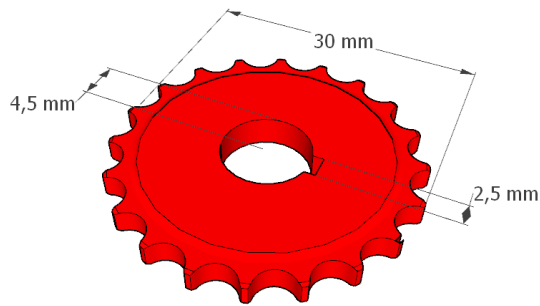


Imagem 08 – Esboço de Engrenagem para correia.
Fonte: Autores

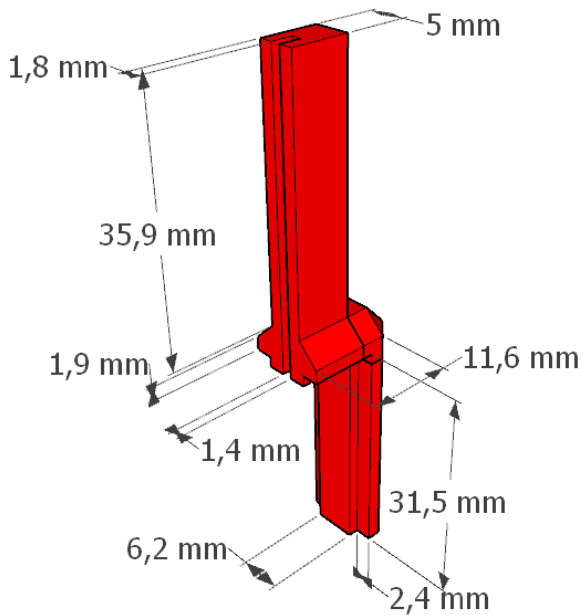


Imagem 09 – Esboço de peça para fixação de engrenagens de tracionamento da correia.
Fonte: Autores

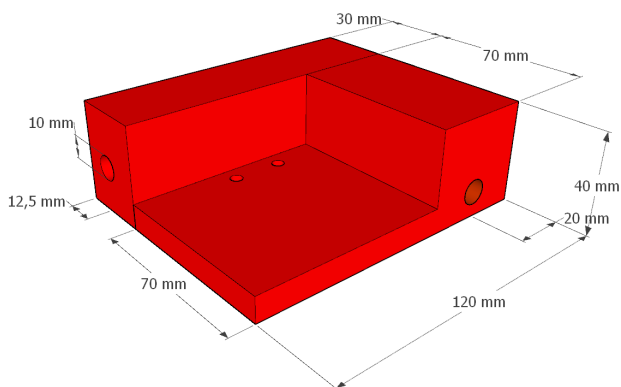


Imagem 10 – Carro de suporte para fixação do micro aspersor, do bico de plantio e do motor de passo.
Fonte: Autores

3.3 Desenho e Simulação

Para a idealização do projeto, foi utilizado o software *SketchUp 2019* devido a facilidade de uso do software para criação de desenhos 3D e devido a possibilidade de criar animações simples, podendo emular como seriam os movimentos dos componentes.

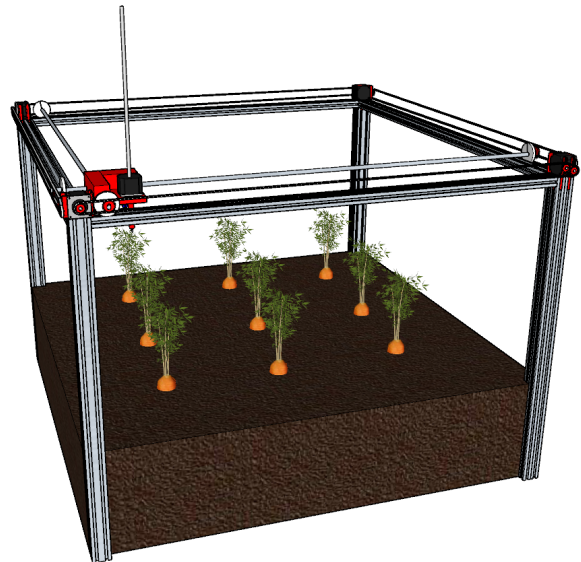


Imagem 11 – Visão geral do projeto.
Fonte: Autores

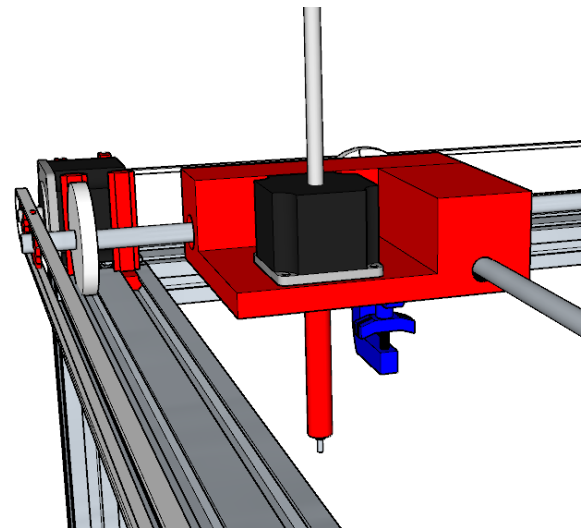


Imagem 12 – Detalhe do carro da área de irrigação e semeadura
Fonte: Autores

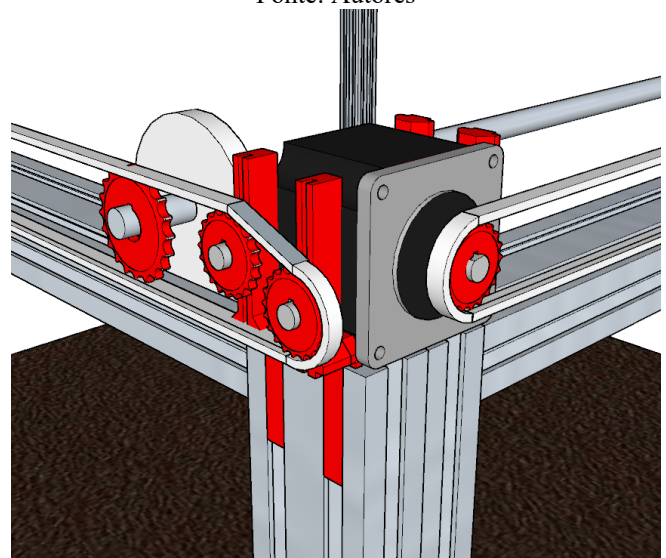


Imagem 13 – Detalhe dos suportes
Fonte: Autores

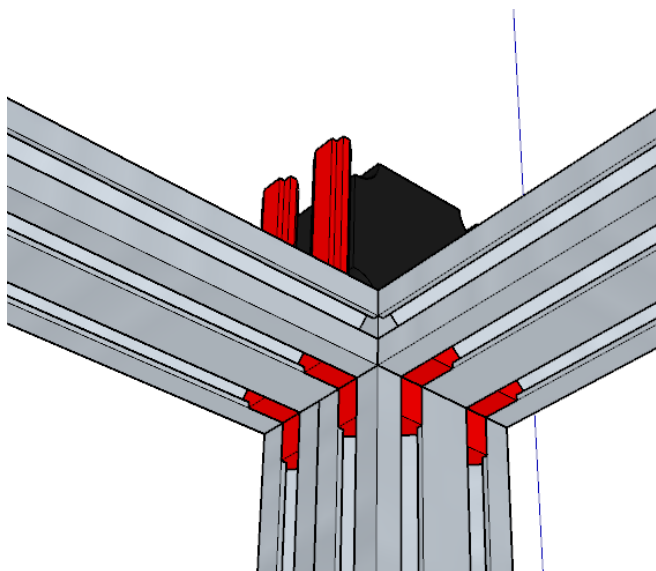


Imagem 14 – Detalhe 2 dos suportes

Fonte: Autores

Observa-se que nas imagens 11 a 14 é que os objetos em vermelho são as peças que se pretende manufaturar em impressora 3D.

Na imagem 12 observa-se como que seria o carro de suporte com o motor de passo e o micro aspersor, nesta imagem pode-se observar que os sistemas de plantio e irrigação são individualizados, a fim de evitar problemas com obstrução nas saídas de água. Já na imagem 13 é possível observar que o design peça da imagem 09 foi feito de modo a permitir o tracionamento das correias. Já na imagem 14 da observa-se como ficaria a peça da imagem 07.

3.4 Detalhes do Projeto

Alguns aspectos levados em consideração na elaboração do desenho do projeto foram:

- Comprimento dos perfis de sustentação: Para os perfis de na base do projeto, foi utilizado um tamanho de 75 cm, sendo 50 cm acima do solo e 25 cm abaixo do solo, tal escolha se deve ao fato que na olericultura as plantas não chegam a ter grande porte, não sendo necessário perfis maiores.
- Roldanas: Foram escolhidas roldanas para fazer a sustentação, pois como os eixos já representariam uma carga para os motores, seria interessante se esta fosse aliviada usando roldanas e os vãos nos trilhos para diminuir o atrito dos eixos com os perfis, diminuindo a carga sobre os motores.
- Suportes: A ideia dos suportes parte do ponto que estes são uma solução barata e de fácil ajuste conforme as necessidades do projeto.

4 RESULTADOS

No desenvolvimento deste projeto, foram levados em

consideração o espaçamento entre cada cultivo, necessidade de semeadura e necessidade de controle de humidade relativa do solo, para determinação das características básicas necessárias para o cultivo.

Baseado em dados de catálogo de vendedores de sementes, chegou-se conclusão de algumas espécies seriam menos interessantes ou até mesmo inviáveis para cultivo no equipamento desenvolvido devido ao grande espaço que requer para o plantio, como por exemplo, as variedades de abóbora, melões e couve. Sendo assim optou-se que este projeto seria desenvolvido para cultivos com espaçamento de no máximo 20 cm, podendo cultivar com ou sem a necessidade de sementeiras e que não requeiram grandes quantidades de água por dia.

Tendo em vista o que se espera obter do projeto, pode-se dizer que possui amplo potencial de aplicação, já que o sistema automatiza o cultivo em fases distintas do plantio, podendo ser usado em diversos tipos de cultivos na olericultura.

Além disso, há a possibilidade de uso em culturas que naturalmente não poderiam existir em determinadas regiões, por conta das características do ambiente, abrindo margem para estudo de novas culturas e como elas se comportam em ambientes distintos.

Devido a fatores externos (pandemia do COVID19), foi impossível de realizar uma montagem de um protótipo físico do projeto, sendo assim este trabalho focou-se apenas na simulação e análise de aspectos que seriam relevantes para a prototipagem rápida na olericultura.

No processo de simulação do projeto, optou-se pela escolha do software *Skechup* pela facilidade de uso, se comparado aos demais softwares conhecidos no mercado, sendo um software bem intuitivo e com uma ampla biblioteca de modelos pré-moldados divulgados por demais usuários da plataforma.

No entanto vale salientar que para que fosse feita uma simulação animada, foi necessário recorrer a adição do plugin *Keyframe Animation*, o qual permite a realização de efeitos animados de maneira intuitiva, além de apresentar um período de teste de 7 dias, dispensando a compra.

Espera-se que tanto a simulação quanto os detalhes apresentados neste projeto, sirvam de referência futura para trabalhos futuros que abordem a temática da olericultura, diminuindo erros e necessidade de mão de obra.

Vale lembrar que com a tendência do desenvolvimento da indústria 4.0, há uma tendência de tecnologias relacionadas se tornarem cada vez mais acessíveis, tornando as tecnologias de olericultura indoor algo mais atrativo para pessoas que desejam ter uma plantação automatizada em casa.

I. REFERÊNCIAS

- [1] N. Makishima, *O Cultivo de Hortaliças*, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1993.
- [2] A. L. V. AZEVEDO, "Indicadores de sustentabilidade empresarial no Brasil: uma avaliação do relatório CEBDS," *Revista Iberoamericana de Economia Ecológica*, vol. vol.5, pp. pg.75-93, 2006.
- [3] G. M. DAUDT e L. D. WILLCOX, "Reflexões críticas

- a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada,” Set. 2016. [Online]. Available: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9936>. [Acesso em 21 10 2017].
- [4] A. R. CAMPÊLO, C. N. V. FERNANDES, A. R. A. SILVA, S. R. M. OLIVEIRA, F. M. L. BEZERRA e M. J. D. CÂNDIDO, “Avaliação de sistemas de irrigação por aspersão em malha em áreas cultivadas com capim-braquiária,” *AGROTEC*, vol. 35, pp. 1-12, 2014.
- [5] E. C. MANTOVINI, S. BERNARDO e L. F. PALARETTI, “Irrigação Princípios e Métodos,” Editora UFV, Viçosa, 2009.
- [6] R. TESTEZLAF, E. E. MATSURA, J. L. CARDOSO e R. S. FERRAREZI, “IRRIGAÇÃO: MÉTODOS, SISTEMAS E APLICAÇÕES,” Campinas, 2017.
- [7] M. d. P. ANGELETTI e A. F. A. FONSECA, INSTRUÇÕES TÉCNICAS PARA O CULTIVO COMERCIAL DE HORTALIÇAS EM RONDÔNIA, PORTO VELHO: EMBRAPA, 1989.
- [8] H. S. Ltda, “<http://www.hortices.com.br>,” 2020. [Online]. Available: <http://www.hortices.com.br/drive/folhetos-2020/catalogo-linha-platina-2020-v05-20200429-web.pdf>. [Acesso em 2020].
- [9] LOJA PLANTEI, “TUDO O QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE CULTIVO INDOOR,” 2017.
- [10] D. G. FERNANDES, E. PREUSS e T. L. SILVA, “Sistema Automatizado de Controle de Estufas para Cultivo de Hortaliças,” 2017.
- [11] E. G. P. FONSECA e M. M. BEPPU, Apostila Arduino, Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense Centro Tecnológico, 2010, p. p.23.
- [12] D. J. SOUZA, Desbravando o PIC – Ampliado e atualizado para PIC 16F628A, São Paulo, SP: Editora Érica, 2009.
- [13] M. MICROBERTS, Arduino Básico, São Paulo: Editora Novatec, 2011.
- [14] RAMPS ..., “<https://www.usinainfo.com.br>,” [Online]. Available: <https://www.usinainfo.com.br/index.php?controller=attachment&idattachment=377>. [Acesso em 2020].
- [15] M. WENDLING, *Material Didático: Sensores*, São Paulo, 2010.
- [16] I. GIBSON, D. ROSEN e B. STUCKER, Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing, vol. 2^a ed., Springer, 2015.

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Gabryel Wegleyshon de Aquino Silva do Curso de Engenharia Elétrica, matrícula 2015.2.0038.0118-5, telefone (62) 99112-1673 e-mail wegleyshonns@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA OLERICULTURA”, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 14 de Dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Gabryel Wegleyshon de A. Silva

Nome completo do autor: Gabryel Wegleyshon de Aquino Silva

Assinatura do professor-orientador: Bruno Quirino de Oliveira

Nome completo do professor-orientador: Bruno Quirino de Oliveira

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

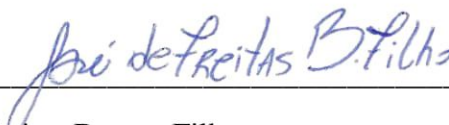
APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante José de Freitas Borges Filho do Curso de Engenharia Elétrica, matrícula 2014.2.0038.0053-0, telefone (62) 994927892 e-mail zefborges95@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA OLERICULTURA”, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 09 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): _____



Nome completo do autor: José de Freitas Borges Filho

Assinatura do professor-orientador: _____



Nome completo do professor-orientador: Bruno Quirino