

PROJETO DE UM ROBÔ GANTRY PARA PULVERIZAÇÃO EM ESTUFAS AGRÍCOLAS

LUCAS BERNARDON MACHADO¹, CÉSAR GABRIEL DOS SANTOS², HENRIQUE SIMAS³, DANIEL MARTINS⁴, LEONARDO NABAES ROMANO⁵, ANTONIO CARLOS VALDIERO⁶

¹ Mestrando, Depto. de Eng. Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC, (46) 99923-3812, lucas.bernardon@posgrad.ufsc.br

² Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSM, Santa Maria/RS (55) 99988-0583, cesar.g.santos@ufsm.br

³ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC (48) 99960-5496, henrique.simas@ufsc.br

⁴ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC (48) 99617-2663, daniel.martins@ufsc.br

⁵ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSM, Santa Maria/RS (55) 99646-1364, leo.nabaes.romano@gmail.com

⁶ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC (55) 98407-1334, antonio.valdiero@ufsc.br

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: É indiscutível o fato de que as pessoas estão mais conscientes quanto à produção de alimentos e sua forma de consumo, fato que está diretamente ligado com um aumento significativo por produtos saudáveis, refletindo assim em inúmeros desafios no cenário da alimentação envolvendo o setor agrícola, nesse caso, o cultivo protegido em estufas agrícolas. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um mecanismo robótico do tipo *Gantry* para a pulverização dentro das casas de vegetação, possibilitando aplicações localizadas. O alto custo de implantação de um sistema de irrigação nas estufas agrícolas sensores modernos inviabiliza sua implementação ao grupo dos agricultores familiares. Portanto após um levantamento do Estado da Arte sobre a utilização de robôs para pulverização, desenvolveu-se um mecanismo acessível e de baixo custo, uma vez que utiliza de técnicas autoalinhantes para seus deslocamentos e de apenas uma ponta de pulverização para realizar a varredura dos locais de aplicação dentro da estufa, caracterizando-se como um processo da agricultura de precisão.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão, robótica agrícola, robô cartesiano.

DESIGN OF A GANTRY ROBOT FOR PRAYING IN AGRICULTURAL GREENHOUSES

ABSTRACT: It is indisputable that people are more aware of food production and its consumption, a fact that is directly linked to a significant increase in healthy products, thus reflecting on numerous challenges in the food scenario involving the agricultural sector, in this case, protected cultivation in agricultural greenhouses. The objective of this work was to develop of a robotic Gantry mechanism for spraying inside greenhouses, enabling localized applications. The high cost of implementing an irrigation system in agricultural greenhouses with modern sensors makes its implementation unfeasible for family farmers. Therefore, after a survey of the State of the Art on the use of robots for spraying, an accessible and low-cost mechanism was developed, since it uses self-aligning techniques for its displacements and only one spray tip to perform the sweeping of the places of application inside the greenhouse, characterizing itself as a precision agriculture process.

KEYWORDS: precision agriculture, agricultural robotics, cartesian robot.

INTRODUÇÃO: A agricultura é a ciência e a arte de cultivar plantas, sendo considerada o ponto inicial para o desenvolvimento da civilização humana. À medida em que o mundo está crescendo e tendendo a utilização de novas tecnologias e automatização, faz-se necessário também os avanços no setor agrícola (MACHADO et al., 2021.a). Novas tecnologias têm sido utilizadas para uma aplicação controlada e uniforme, tornando-se segura, eficaz e sustentável quando se trata de pulverização (LIKHITHA et al., 2020). A robotização desempenha um papel de extrema importância para processos da agricultura de precisão, conhecida também como “agricultura inteligente”. A partir disso, sistemas robóticos utilizando mecanismos do tipo Gantry são capazes de proporcionar operações com maior eficiência de produtividade e aplicação dentro das estufas agrícolas, como por exemplo, a aplicação localizada de insumos e fertilizantes (COSTA et al., 2017). Os produtos para a fertilização e proteção das culturas dentro de estufas agrícolas geralmente são aplicados de forma pulverizada ou gotejante a partir de bicos pulverizadores. Entretanto, pouco se sabe sobre mecanismos autoalinhantes do tipo Gantry destinados para operações de pulverização localizada nas casas de vegetação. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de sistemas robóticos de baixo custo acessível ao grupo da agricultura familiar, responsável por mais de 70% da produção de alimentos no cenário nacional (IBGE, 2017). Portanto, o objetivo do trabalho foi desenvolver um mecanismo Gantry de baixo custo, composto por três translações, para uma operação de pulverização controlada dentro das estufas agrícolas (HUNT, 1978).

MATERIAL E MÉTODOS: Para o desenvolvimento do presente trabalho, inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica detalhada, com o intuito de identificar os trabalhos e projetos já publicados e em andamento com a temática em questão. Todavia, nesse contexto buscaram-se as referências que consistiam sobre a robotização da agricultura e pulverização em estufas agrícolas. A metodologia de pesquisa adotada foi desenvolvida por Valdiero & Rasia (2016), que consiste em uma análise do problema, posteriormente o projeto conceitual, seguido do projeto preliminar, detalhado até as etapas de construção do protótipo e testes de validação (o levantamento do estado da arte sobre a robotização da agricultura e estufas agrícolas podem ser vistos com mais detalhes em Machado et al., 2021.b). Todavia tem-se o diagrama esquemático da metodologia de projeto de produtos, aliado com uma integração das metodologias de projeto de sistemas mecânicos e de sistemas de controle, no contexto do desenvolvimento de um robô para estufas agrícolas.

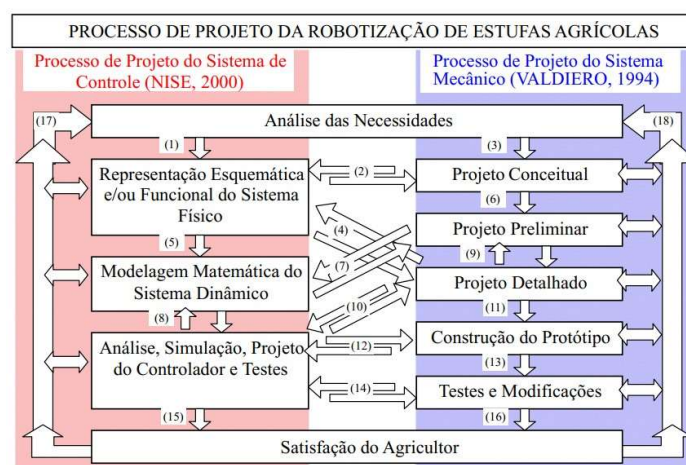


FIGURA 1. Metodologia de projeto de estufas agrícolas robotizadas (adaptado de Valdiero & Rasia, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Após o levantamento do Estado da Arte e do desenvolvimento da concepção autoalinhante conforme Machado et al. (2021.a), desenvolveu-se com auxílio do *software CAD SolidWorks e Inkscape* o protótipo do mecanismo *Gantry* para aplicação em estufas agrícolas em atividades de pulverização controlada, conforme mostrado a seguir.

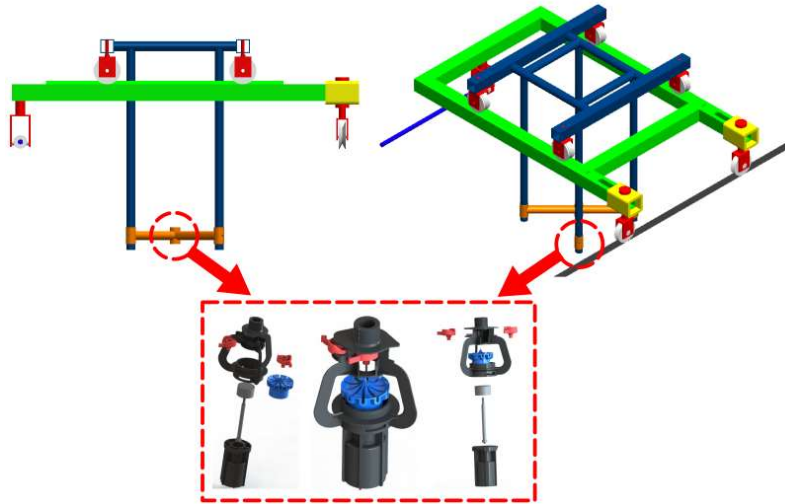


FIGURA 2. Robô *Gantry* com bico aspersor para pulverização em estufas agrícolas.

O robô foi testado a partir de simulações de deslocamento via software e após a construção do protótipo realizou-se os deslocamentos considerando as irregularidades das guias lineares dentro das estufas agrícolas. Sendo assim, a utilização de técnicas autoalinhantes e uma automação de baixo custo pode auxiliar e contribuir para o aumento do potencial de tecnologias com aplicação destinada para a agricultura de precisão, a partir de uma metodologia integrada no projeto de pesquisa e desenvolvimento de sistemas robóticos agrícolas voltadas à agricultura familiar (PAATZ, 2008). Pelo fato de o mecanismo *Gantry* possibilitar três translações originadas de suas juntas prismáticas, se faz possível a aplicação localizada dos mais variados insumos e fertilizantes sob as bancadas agrícolas, permitindo um posicionamento preciso em relação ao objeto desejado (verduras, legumes, frutos, hortaliças entre outros).

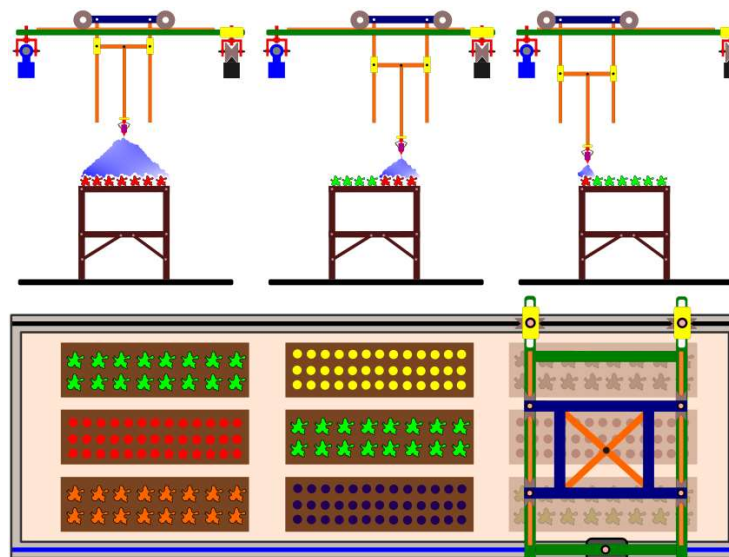


FIGURA 3. Processo de pulverização em estufas agrícolas com três simulações de posicionamento de aplicação distintas.

CONCLUSÕES: O desenvolvimento de uma concepção de um mecanismo de baixo custo para pulverização em estufas agrícolas se torna viável justamente pelo fato de sistemas acessíveis ao grupo da agricultura familiar não serem difundidos. Portanto, as técnicas de autoalinhamento, juntamente com as características do mecanismo *Gantry*, possibilitam a utilização de componentes de baixa qualidade de fabricação e um controle de posicionamento preciso do efetuator final (bico aspersor).

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) pelo apoio ao projeto de pesquisa “Desenvolvimento de Estufa Agrícola Robotizada de Baixo Custo” (SIGPEX: 202203044, CNPq: 306229/2021-8), e também a outros projetos relacionados (SIGPEX: 202002173 e 202002437), por meio de bolsas de iniciação científica, mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS:

COSTA, L. et al., Espectro de Gotas e Tensão Superficial de Soluções de Pulverização por Inseticida biológico e Adjuvantes. **Agricultural Machinery Management**. v.37. p. 292-301, mar/2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/YJkDBZxfKZrvjBKpxwMvfwF/?lang=en>. Acesso em: 2 mai. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em: 14 abr. 2022.

HUNT, K. H. Kinematics Geometry of Mechanism. **Engineering Science**. Clarendon Press, Oxford, 1978

LIKHITA, A. et al., IOT Based Smart Agriculture Automatic Seed Sowing Robot. **Journal of Resource Management and Technology**. v.30, p. 30-39, fev./2020, Disponível em: https://www.academia.edu/42733417/IOT_BASED_SMART_AGRICULTURE_AND_AUTOMATIC_SEED_SOWING_ROBOT?email_work_card=view-paper. Acesso em: 11 abr. 2022.

MACHADO, L. B. et al., Analysis of a Proposal a Self-aligning Mechanism for Greenhouses. In **MUSME – 7th International Symposium Multibody Systems and Mechatronics**. v. 11, p. 37-45, mar/2021.a. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-88751-3_4. Acesso em 6 jun. 2022.

MACHADO, L. B. et al., Challenges and Opportunities of Robotization in Agricultural Greenhouses. In **COBEM – 26th International Congress of Mechanical Engineering**. abr/2021.b. Disponível em: <https://conbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2021/anais-2021/maquinas-e-mecanizacao-agricola-mma-4/3211-inovacao-e-robotizacao-em-estufas-agricolas/file>. Acesso em 11 fev. 2022.

PAATZ, S. Anatomy of a Robot. **Engineering & Technology**. p. 42-44. 2008.

VALDIERO, A.C.; RASIA L.A., Gestão de projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos mecatrônicos. **Desafios em Engenharia Industrial**. p. 89-106. Ijuí: Unijuí, 2016.