

INOVAÇÃO E ROBOTIZAÇÃO EM ESTUFAS AGRÍCOLAS

LUCAS BERNARDON MACHADO¹, ANTONIO CARLOS VALIDERO², JOÃO GABRIEL DIAS CAMILO³, HENRIQUE SIMAS⁴, DANIEL MARTINS⁵

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

² Graduando em Eng. Mecânica, Depto. Eng. Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC, (69) 99288-0649, j.g.camilo@grad.ufsc.br

³ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC (55) 98407-1334, antonio.valdiero@ufsc.br

⁴ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC (48) 99960-5496, henrique.simas@ufsc.br

⁵ Prof. Dr., Depto. de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis/SC (48) 99617-2663, daniel.martins@ufsc.br

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Com a recente adesão de novas técnicas na agricultura de precisão, a robótica tornou-se uma das ferramentas essenciais quando se trata de eficiência e produtividade nas mais diversas culturas agrícolas, alcançando assim, proporções relevantes no cenário em questão. O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade e as necessidades de robotização em estufas agrícolas, propondo uma inovação viável e de baixo custo que leva em consideração todos os processos, desde o manejo do solo, plantio até a colheita no cultivo protegido. Assim, após um levantamento do Estado da Arte sobre a utilização de robôs em estufas, desenvolveu-se um mecanismo do tipo Gantry autoalinhante para realizar as operações necessárias, onde o efetador final proporciona uma multifuncionalidade, realizando ações de remoção de daninhas, irrigação, aplicação localizada de pesticidas e fertilizantes, acessível para a agricultura familiar. Portanto, a utilização da robótica na agricultura se faz necessária, pois proporciona aos produtores uma maior eficiência, produtividade, segurança e qualidade nas tarefas que se tornam desgastantes e perigosas ao manejo humano.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão, estufas agrícolas, robótica agrícola.

INNOVATION AND ROBOTIZATION IN AGRICULTURAL GREENHOUSES

ABSTRACT: With the recent adoption of new techniques in precision agriculture, robotics has become one of the essential tools when it comes to efficiency and productivity in the most diverse agricultural cultures, thus reaching relevant proportions in the scenario in question. The current work analyzes the variability and robotization needs of agricultural greenhouses, proposing a viable and low-cost innovation that takes into account all processes, from soil management, planting to harvesting in protected cultivation. Thus, after a survey of the State of the Art on the use of robots in greenhouses, a self-aligning Gantry-type mechanism was developed to conduct the necessary operations, where the final effector provides multifunctionality, performing actions of weed removal, irrigation, the application of pesticides and fertilizers, accessible for family farming. Therefore, the use of robotics in agriculture is necessary, as it provides producers with greater efficiency, productivity, safety and quality in tasks that become exhausted and dangerous to human handling.

KEYWORDS: precision agriculture, agricultural greenhouses, agricultural robotics.

INTRODUÇÃO: Estimativas apontam que em 2050, a população mundial alcançará mais de 9 bilhões de habitantes (29% a mais do número atual) consequência direta de tal crescimento é um aumento na demanda da produção e fornecimento de alimentos, representando um ganho de 70% (FAO, 2021). Nesse cenário, a robotização da agricultura desempenha papel de extrema importância, uma vez que, robôs estão sendo utilizados justamente pelo fato de realizarem as mais diversas tarefas com maior eficiência e rapidez que os humanos. Automação e robótica estão sendo utilizadas para atender e suprir as necessidades da demanda nos mais variados setores da economia, principalmente em sistemas de cultivo protegido, as conhecidas estufas agrícolas. O crescente avanço na automação de operações industriais auxiliam no desenvolvimento de robôs nas operações agrícolas de plantio, colheita, adubação, irrigação, aplicação de fertilizantes e pesticidas, fato ligado diretamente com o conceito de agricultura de precisão (AMER et al., 2015). No entanto, tem-se uma ausência de mecanismos robotizados de baixo custo para a agricultura familiar, vinculando um aumento de produtividades com uma redução de custos e garantindo assim, a preservação de recursos naturais e da saúde humana (VALDIERO, HECK, SILVA, 2015). Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar um conceito inovador de um sistema robótico do tipo Gantry autoalinhante para estufas agrícolas, podendo ser fabricado com materiais e componentes de baixo custo, auxiliando nas atividades agrícolas no cultivo protegido, atendendo as necessidades do produtor de pequeno, médio e grande porte, baseado na análise das necessidades e metodologia de projeto.

MATERIAL E MÉTODOS: Com o objetivo de desenvolver um sistema robótico do tipo Gantry com juntas de autoalinhamento para estufas agrícolas, seguiu-se a metodologia de projeto desenvolvido por Valdiero & Rasia (2016), executado de forma modular e sistemática, sendo que o processo deve ser compreensível e lógico. Portanto, a construção das etapas do projeto deve ser dividida, primeiramente em fases e depois em etapas distintas, cada qual com seus próprios métodos, descritas de acordo com a análise das necessidades dos produtores rurais. A primeira etapa dessa metodologia é a análise das necessidades do agricultor, incluindo-se a análise do ciclo de vida do equipamento em questão, onde foram identificados os parâmetros mecânicos, econômicos e agrônômicos. Assim, o processo de projeto mecânico do sistema robótico pode ser dividido em: análise das necessidades, projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado, construção do protótipo, testes e avaliação, e por fim, satisfação do cliente potencial (agricultor), conforme a Figura 1:

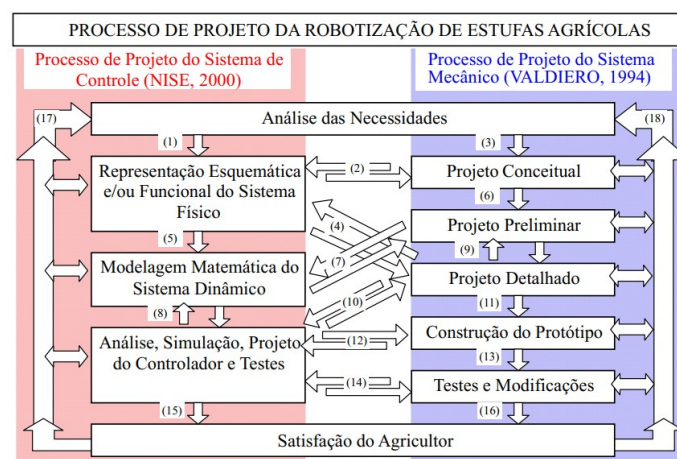


FIGURA 1. Metodologia de projeto de estufas agrícolas robotizadas (adaptado de Valdiero & Rasia, 2016).

O levantamento do estado da arte dos modelos de estufas existentes (e seus respectivos aspectos construtivos), das culturas praticadas e de todos os parâmetros de operação serviram como base e ponto de partida para o avanço do projeto que teve início na fase de concepção (para maiores detalhes do estado da arte vide artigo MACHADO et al. 2021). Deve-se ressaltar que todo o desenvolvimento do projeto teve seu enfoque no mecanismo em si, e não em outros fatores de funcionamento, como a maneira em que o sistema será atuado (pneumaticamente ou eletricamente). A Figura 2 sistematiza o estado da arte atual da robotização em estufas, onde foram analisados dados referente a quantidade de estufas presentes no mundo, nesse caso uma imagem aérea da província espanhola de Almería, onde se tem mais de 30 mil hectares de área coberta por estufas (Figura 2.a), os principais modelos de estufas comumente utilizadas (Figura 2.b), de um sistema robótico de alto custo (FARMBOT) e que não utiliza da estrutura da estufa como base de operação (Figura 2.c), e por fim, um robô autônomo para colheita de pimentão no cultivo protegido, cujo principal problema são os espaços utilizados para locomoção do mesmo, uma vez que necessita de amplos corredores entre as bancadas de plantio, espaço este que poderia ser utilizado como área de plantio (Figura 2.d):

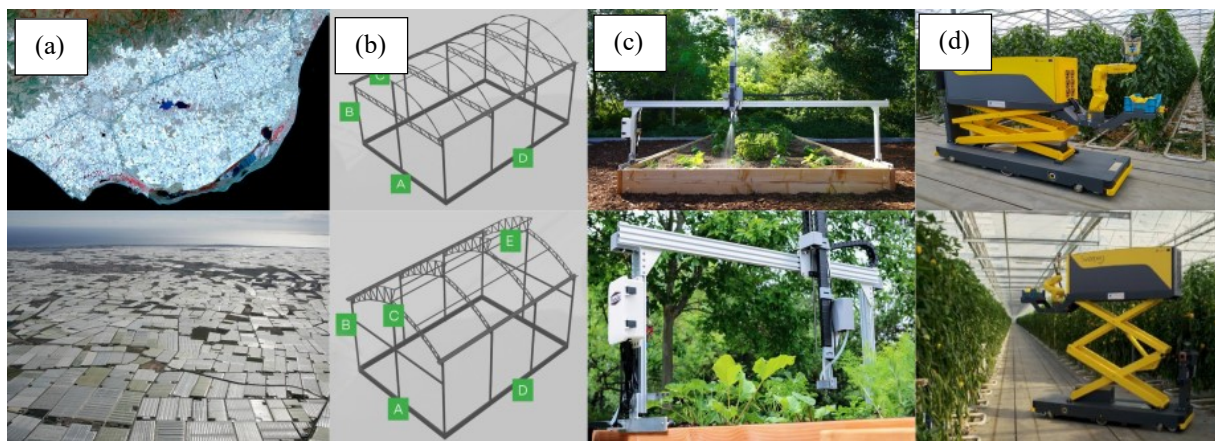


FIGURA 2. Estado da arte atual do processo de robotização em estufas agrícolas (adaptado de Machado et al., 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Após a análise e avaliação do estado da arte, optou-se por uma concepção inovadora de um sistema robótico do tipo Gantry com mecanismo de autoalinhamento (Machado et al., 2021) para estufas agrícolas. Outros autores já apresentaram ideias de estufas automatizadas, porém um conceito de baixo custo com técnicas autoalinhante é algo que não se encontra nas bibliografias estudadas (ABIDIN et al., 2020). O resultado obtido é uma concepção que utiliza da estrutura da própria estufa e opera de maneira multifuncional, onde o efetuator final pode realizar as funções de irrigação, pulverização, remoção de daninhas, colheita, aplicação de pesticidas, entre outros. Portanto, o modelo escolhido é composto por trilhos e suportes de sustentação que são fixados na própria estrutura da estufa, operando de forma suspensa as bancadas de plantio, reduzindo assim os espaços utilizados para locomoção, tanto de humanos quando de robôs autônomos, transformando essas áreas em locais de plantio, fato diretamente atrelado com uma maior produtividade dentro do cultivo protegido. A Figura 3 mostra o sistema desenvolvido que é composto por os trilhos feitos de cantoneiras (1), roldanas de portão (2), perfis tubulares (3), apoios de fixação (4) apoiados na estrutura de perfil da estufa (5) e as bancadas de cultivo (6):

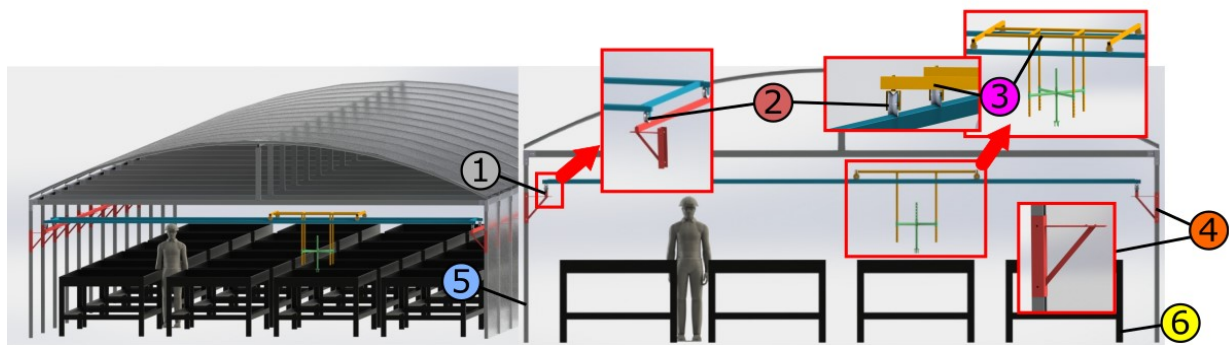


FIGURA 3. Desenho esquemático da concepção inovadora escolhida.

CONCLUSÕES: O desenvolvimento de um sistema robótico do tipo Gantry para estufas agrícolas se fez viável, justamente pelo fato de se tratar de um mecanismo de baixo custo (por utilizar técnicas autoalinhantes, acessível a agricultura familiar proporcionando um aumento na área de cultivo dentro das estufas, uma vez que o robô opera de forma suspensa as bancadas, tornando o trabalho mais eficiente, produtivo e seguro.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) pelo apoio a este projeto (SIGPEX: 202002173 e 202002437) com iniciação científica, mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS:

ABIDIN, M. S. A. et al., Robotics and Automation in Agriculture: Present and Future Applications. **Applications of Modelling and Simulation**, Malaysia, v. 4, n. 2020, p. 130-140, abr./2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340397309_Robotics_and_Automation_in_Agriculture_Present_and_Future_Applications. Acesso em: 16 jun. 2021.

AMER et al., **Design and operation of Wi-Fi agribot integrated system**. In: International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC), Pune, 2015, p. 207-212.

FAO. **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: 17 jun. 2021.

MACHADO, L.B. et al., 2021. **Analysis of a proposal a self-aligning mechanism for greenhouses**. MUSME – 7th International Symposium Multibody Ststems and Mechatronics. (submitted)

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.

VALDIERO, A. C.; HECK, T. G.; SILVA, J. A. G. da. Tecnologias inovadoras aplicadas em sistemas agrícolas. In: CARBONERA, R. el al (Org(s)). **Sistemas Agropecuários e Saúde Animal** Ijuí: Unijuí, 2015.