

ROBÓTICA AGRÍCOLA COMO RECURSO PARA A MECANIZAÇÃO RURAL

EDNA C. MORIONES POLANÍA¹, JENYFFER DA SILVA GOMES SANTOS²,
ANGEL PONTIN GARCIA³, DANIEL ALBIERO⁴

¹ Eng. Eletrônica, Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas SP, ednacarina.mp@gmail.com

² Eng. Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas SP.

³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas SP.

⁴ Eng. Agrícola, Prof. Doutor Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A projeção para 2050 do crescimento populacional, segundo a FAO, questiona a produção de alimentos para abastecer as despesas da população mundial. A implementação de grandes máquinas agrícolas para realizar tarefas de fertilização, plantio, irrigação, controle de pragas, colheita e transporte em extensas áreas de terra é uma opção. No entanto, é interessante fortalecer o crescimento da mecanização agrícola em escala para os pequenos agricultores, que produzem para consumo próprio ou para comercialização. O objetivo deste documento é analisar cinco robôs agrícolas desenvolvidos para operar na produção agrícola e como eles contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, especificamente promover a agricultura sustentável (ODS 2).

PALAVRAS-CHAVE: ODS, produção agrícola, UGV.

AGRICULTURAL ROBOTICS AS A RESOURCE FOR RURAL MECHANIZATION

ABSTRACT: The projection for the population growth by 2050, according to FAO, raises concerns about food production to meet the needs of the global population. Implementing large agricultural machinery to perform tasks such as fertilization, planting, irrigation, pest control, harvesting, and transportation in vast land areas is one option. However, it is interesting to strengthen the growth of agricultural mechanization at a scale suitable for small farmers, who produce for self-consumption or for commercialization. The objective of this document is to analyze five agricultural robots developed for operation in agricultural production and how they contribute to the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), specifically the goal of promoting sustainable agriculture (SDG 2).

KEYWORDS: SDG, agricultural production, UGV.

INTRODUÇÃO: O crescimento populacional (9700M) e o aumento de renda são projetados para levar a um aumento de 35% a 50% na demanda por produtos agrícolas entre 2012 e 2050 (FAO, 2019). Essas informações exercem uma pressão significativa sobre os recursos naturais globais, destacando a necessidade de produção sustentável. Pequenas propriedades rurais dominam dois terços dos sistemas agrícolas do mundo (FAO, 2014), o que deve gerar interesse em fornecer ferramentas adequadas para as dimensões da terra. Para os países em

desenvolvimento, as preocupações são ainda maiores, pois Emami et al. (2018) argumentaram que superar as barreiras da capacidade financeira é necessário para investir em pesquisa e aplicação do conhecimento moderno no desenvolvimento de mecanização agrícola adequada, como demonstrado no estudo de caso realizado no Irã. O estudo de Paudel et al. (2023) mostrou que a adoção de mecanização adequada em escala, como o uso de um mini-cultivador no Nepal para a produção de milho, reduz a pobreza (ODS1) e a insegurança alimentar (ODS2). Portanto, apresentamos cinco robôs desenvolvidos para realizar trabalhos agrícolas, como plataformas móveis terrestres (UGV) multipropósito. Este artigo tem como objetivo analisar cinco robôs agrícolas e como eles contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs) das Nações Unidas, especificamente promover a agricultura sustentável (ODS 2).

MATERIAL E MÉTODOS: Para selecionar os robôs em estudo, levou-se em consideração o trabalho realizado por Albiero et al. (2022). Os robôs agrícolas selecionados atendem aos 9 níveis de prontidão tecnológica: 1 - Princípios básicos; 2 - Conceito tecnológico formulado; 3 - Prova experimental do conceito; 4 - Tecnologia validada em laboratório; 5 - Tecnologia validada no ambiente relevante; 6 - Tecnologia demonstrada no ambiente relevante; 7 - Protótipo demonstrado em um ambiente operacional; 8 - Sistema concluído e qualificado; 9 - Sistema testado em um ambiente operacional. A análise realizada para esses robôs considerou sua configurabilidade (C), adaptabilidade (A), confiabilidade (F), capacidade de movimentação (M), percepção (P) e autonomia de decisão (AD).

C: a capacidade do robô de ser configurado para executar uma tarefa.

A: a capacidade do sistema de se adaptar a diferentes cenários de trabalho.

F: a capacidade do sistema de executar uma determinada tarefa sem erros sistemáticos.

M: a capacidade do sistema de se mover, que pode ser altamente restrita ou irrestrita em diferentes cenários.

P: a capacidade do robô de perceber seu ambiente.

AD: a capacidade do robô de agir de forma autônoma.

Além disso, foi avaliado o status do ODS 2, que se refere, entre outros tópicos, à agricultura sustentável, conforme foi realizado por Santos et al. (2023). Foi construída uma tabela para apresentar os sete aspectos dos cinco robôs agrícolas avaliados por uma pontuação que foi definida por Zhai et al. (2020):

1 - O aspecto não foi abordado de forma alguma (pior).

2 - Parcialmente mencionado, mas sem explicações adicionais (médio).

3 - Totalmente considerado e descrito com detalhes técnicos (melhor).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os robôs em estudo foram selecionados através de uma revisão realizada por Fernandes et al. (2020), na qual foram estudadas 52 plataformas robóticas projetadas para realizar tarefas agrícolas, levando em consideração o ponto de vista da estabilidade. Embora haja um número significativo de robôs projetados para o desenvolvimento agrícola no mundo, foram escolhidos aqueles que estão em uma fase de amadurecimento, onde foram testados em ambientes irregulares, enfrentando todas as dificuldades dos cenários reais. As imagens dos robôs podem ser vistas na Figura 1. O Thorvald II é um robô modular, leve e com uma estrutura flexível, com cinco configurações

utilizadas em testes de campo. Ele foi projetado para transportar qualquer ferramenta e operar em uma ampla variedade de ambientes (Figura 1a). Como mencionado pelos autores Grimstad e From (2017), vários robôs fabricados com módulos Thorvald II estão em operação e estão trabalhando com sucesso em campos abertos, em politúneis e em estufas em fazendas reais. O AgBot II, um veículo robótico leve e eficiente em termos de energia, com um design modular configurável, projetado para o gerenciamento de erva daninha química ou mecanicamente (GRIMSTAD e FROM, 2017). TerraSentia, modelo 2019, foi rigorosamente testado em campo. Trata-se de um robô agrícola autônomo ultracompacto, ultraleve (13,6 kg) e de baixo custo, capaz de navegar autonomamente em diversas condições de campo. Na Figura 1c, é mostrado o robô navegando entre fileiras de milho. Ele foi projetado para fenotipagem quantitativa, incluindo contagem de plantas e estimativa da largura da planta (CHOWDHARY et al., 2019).

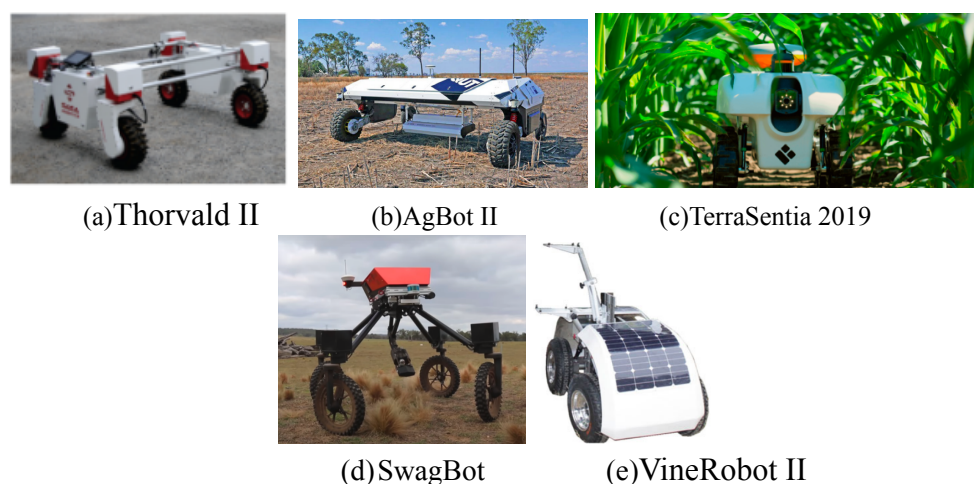


FIGURA 1. Robôs agrícolas: (a)Fonte: Grimstad e From (2017). (b) Fonte: Bawden, O (2017). (c) Fonte: Chowdhary et al. (2019). (d) Eiffert et al. (2022). (e) Rovira-Más e Saiz-Rubio (2021).

Eiffert et al. (2022) apresentaram a plataforma robótica Swagbot da Universidade de Sydney, um robô projetado para ser utilizado em tarefas agrícolas extensas, incluindo a remoção de ervas daninhas de pastagens enquanto acompanha indivíduos em movimento. No trabalho foi demonstrado o uso eficiente de recursos, bem como sua segurança em torno de indivíduos em movimento.

TABELA 1. Avaliação dos robôs de estudo.

Nome Robô	C	A	F	M	P	AD	ODS2	Referências
AgBot II	3	3	3	3	3	3	3	Bawden et al. (2017)
SwagBot	3	3	3	3	3	3	3	Eiffert et al. (2022)
TerraSentia 2019	3	3	3	3	3	3	3	Chowdhary et al (2019)
Thorvald II	3	3	3	3	3	3	3	Grimstad e From (2017)
VineRobot II	3	3	3	3	3	3	3	Rovira-Más e Saiz-Rubio (2021)
Total	$\frac{15}{15}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{15}{15}$	

C: Configurabilidade. A: adaptabilidade. F: confiabilidade. M: capacidade de movimentação. P: percepção. AD: autonomia de decisão. ODS-2: agricultura sustentável. 1- Pior, 2- Médio, 3- Melhor.

VineRobot II é uma plataforma (UGV) projetada para realizar tarefas de monitoramento abrangente dos vinhedos. O software e hardware desenvolvidos permitiram sua navegação autônoma entre as fileiras de cultivo de uva (ROVIRA-MÁS e SAIZ-RUBIO, 2021).

Na Tabela 1, foram classificadas as características dos robôs com um número limitado de citações; no entanto, os autores apresentam o processo técnico e como o objetivo do projeto se alinha com a ODS 2.

CONCLUSÕES: Os robôs apresentados são o resultado de um processo contínuo de pesquisa. Cada um deles foi projetado para o desenvolvimento de uma mecanização agrícola adaptável às condições de diversos tipos de ambientes. Os sete itens analisados e avaliados indicaram que as capacidades dos robôs estão em conformidade com a ODS 2, pois foram projetadas para tarefas agrícolas específicas, ou como no caso do Thorvald II, podem ser personalizadas de acordo com as necessidades do terreno, da tarefa ou da cultura.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e à Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa – Fundep Rota 2030/Linha V, processo: 27192.03.01/2020.13-00 pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS:

- ALBIERO, Daniel et al. Swarm robots in mechanized agricultural operations: A review about challenges for research, **Computers and Electronics in Agriculture**, Elsevier, v.193. 2022.
- BAWDEN, Owen et al. Robot for weed species plant-specific management. **Journal of Field Robotics** 34, 1179–1199. 2017.
- CHOWDHARY, Girish et al. Soft robotics as an enabling technology for agroforestry practice and research. **Sustainability** (Switzerland) 11. 2019.
- EIFFERT, Stuart et al. Resource and Response Aware Path Planning for Long-term Autonomy of Ground Robots in Agriculture. **Field Robotics** 2, 1–33. 2022.
- EMAMI, Mohammad; MORTEZA, Almassi; HOSSEIN, Bakhoda; ISSA, Kalantari. Agricultural mechanization, a key to food security in developing countries: strategy formulating for Iran. **Agriculture & Food Security**, 7(1), 24. 2018.
- FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma, 2019.
- FAO. The State of Food and Agriculture: Innovation in Family Farming, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2014.
- FERNANDES, Hugo Rafacho et al. Agricultural unmanned ground vehicles: A review from the stability point of view. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 5, p. 1–12, 2020.
- GRIMSTAD, Lars; FROM, Pål. The Thorvald II Agricultural Robotic System. **Robotics**, 6(4), 24. 2017.
- PAUDEL, Gokul.P. et al. The contributions of scale-appropriate farm mechanization to hunger and poverty reduction: evidence from smallholder systems in Nepal, **Journal of Economics and Development**, Vol. 25 No. 1, pp. 37-61. 2023.
- ROVIRA-MÁS, Francisco; SAIZ-RUBIO, Verónica. Robotics for Precision Viticulture. **Springer Nature Switzerland**, 5, 3936–3944. 2021.
- SANTOS, Jennyfer et al. Technological advancements in mechanized sugarcane cultivation applicable to familiar farming: influences on sdg. A review. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.16, n.1, p. 269-289, 2023.
- ZHAI, Zhaoyu; MARTINEZ, José; BELTRAN, Victoria; MARTINÉZ, Néstor. Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**., Elsevier, v.170. 2020.