

## **Simulação e controle do trator boomer T3050 em ambiente webots: desenvolvimento de sistema integrado para automação agrícola com sensores multifuncionais**

Vitor Amadeu Souza<sup>1</sup>; 0009-0002-1857-6799

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.  
[vitor.amadeu@foa.org.br](mailto:vitor.amadeu@foa.org.br)

**Resumo:** Este trabalho apresenta o desenvolvimento e implementação de um sistema de simulação computacional do trator Boomer T3050 utilizando o ambiente virtual Webots, com foco na integração de múltiplos sensores e sistemas de navegação para aplicações em agricultura de precisão. O estudo desenvolveu um modelo virtual completo do trator Boomer T3050, incorporando sistemas de GPS, câmera RGB, sensor LIDAR SICK LMS 291, controle de direção e sistemas de iluminação inteligente para operações em ambientes rurais simulados. A metodologia envolveu a programação em linguagem C utilizando a API do Webots, implementando funcionalidades de controle manual via teclado, monitoramento de posição e velocidade através de GPS integrado, processamento de dados do sensor laser para detecção de obstáculos e controle automatizado de sistemas de iluminação. Os resultados demonstraram a eficácia do sistema na simulação realística de operações agrícolas, com capacidade de navegação precisa em terrenos complexos, detecção eficiente de obstáculos através do sensor LIDAR com alcance de até 80 metros e resolução angular adequada para aplicações agrícolas. O sistema desenvolvido apresentou estabilidade operacional com velocidades de até 30 km/h, controle de direção com precisão angular de  $\pm 0.94$  radianos e integração entre todos os subsistemas sensoriais. As contribuições deste trabalho incluem a validação de um modelo virtual robusto para o trator Boomer T3050, demonstrando potencial para desenvolvimento de sistemas de agricultura autônoma e treinamento de operadores em ambiente virtual seguro.

**Palavras-chave:** Webots. Trator Boomer T3050. Agricultura de Precisão. LIDAR. Simulação Virtual. Automação Agrícola. GPS.



## INTRODUÇÃO

A agricultura moderna enfrenta desafios crescentes relacionados à necessidade de aumentar a produtividade, reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais, demandando soluções tecnológicas avançadas que incorporem automação e sistemas inteligentes de navegação (Blackmore *et al.*, 2005). Neste contexto, a simulação computacional emerge como ferramenta fundamental para o desenvolvimento e validação de sistemas agrícolas automatizados, permitindo testes seguros e econômicos antes da implementação em campo real (Plessen, 2018).

O trator Boomer T3050 ilustrado na Figura 1 e fabricado pela New Holland, representa uma categoria importante de equipamentos agrícolas de média potência amplamente utilizados em operações de cultivo, preparo de solo e aplicações de precisão, sendo caracterizado por sua versatilidade e capacidade de integração com implementos diversos (New Holland Agriculture, 2023). A utilização de ambientes de simulação como o Webots, desenvolvido pela Cyberbotics, oferece vantagens significativas para o desenvolvimento de sistemas robóticos agrícolas, fornecendo um ambiente 3D realístico com física avançada e suporte para múltiplos tipos de sensores comumente utilizados em aplicações de agricultura de precisão (Michel, 2004).

Figura 1 - Trator Boomer T3050



Fonte: New Holland [Boomer] 3040/3045/3050

A integração de sensores LIDAR em equipamentos agrícolas tem demonstrado potencial significativo para detecção de obstáculos, mapeamento de terreno e navegação autônoma, com o sensor SICK LMS 291 sendo particularmente adequado para aplicações externas devido à sua robustez e precisão em condições ambientais adversas (Surmann; Nüchter; Hertzberg, 2003). Sistemas de posicionamento global (GPS) constituem tecnologia essencial para agricultura de precisão, permitindo localização precisa, mapeamento de produtividade e implementação de técnicas de taxa variável, sendo fundamental para o desenvolvimento de sistemas de navegação autônoma (Zhang *et al.*, 2002).

A visão computacional através de câmeras RGB tem sido extensivamente utilizada em aplicações agrícolas para detecção de culturas, identificação de pragas e doenças, e monitoramento do crescimento de plantas, representando componente vital em sistemas de agricultura inteligente (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2018). O controle de sistemas de iluminação em tratores agrícolas é aspecto importante para operações noturnas e de segurança, sendo regulamentado por normas específicas que definem padrões de visibilidade e sinalização em equipamentos agrícolas (Prestwich, 2021).

O presente trabalho visa contribuir para o avanço do conhecimento em simulação de equipamentos agrícolas através do desenvolvimento de um sistema integrado para o trator Boomer T3050, incorporando múltiplos sensores e sistemas de controle em ambiente Webots, com potencial aplicação no desenvolvimento de tecnologias de agricultura autônoma e treinamento de operadores.

## **MÉTODOS**

O sistema de propulsão foi modelado através de quatro motores independentes, dois dianteiros (`left_front_wheel` e `right_front_wheel`) e dois traseiros (`left_rear_wheel` e `right_rear_wheel`), configurados para operação em modo de velocidade infinita utilizando a função `wb_motor_set_position` com parâmetro INFINITY. O controle de direção foi implementado através de dois motores de direção (`left_steer` e `right_steer`) conectados às rodas dianteiras, permitindo ângulos de direção entre  $-0,94$  e  $+0,94$  radianos, equivalentes a aproximadamente  $\pm 54$  graus. A função `set_speed` foi desenvolvida para controlar a velocidade do trator, limitando a velocidade máxima a 30 km/h conforme regulamentações

de segurança para equipamentos agrícolas, com conversão automática de km/h para velocidade angular das rodas considerando os raios específicos de cada eixo.

A integração do sensor LIDAR SICK LMS 291 foi realizada através da API `wb_lidar`, configurado com tempo de amostragem igual ao `time_step` básico do simulador. O sensor foi parametrizado com alcance máximo obtido através da função `wb_lidar_get_max_range`, resolução horizontal determinada por `wb_lidar_get_horizontal_resolution` e campo de visão definido por `wb_lidar_get_fov`, permitindo detecção de obstáculos em ambiente 3D com precisão angular adequada para navegação autônoma. O sistema GPS foi implementado utilizando o dispositivo virtual "gps" do Webots, habilitado através da função `wb_gps_enable` e configurado para fornecer coordenadas tridimensionais em tempo real. A função `compute_gps_speed` foi desenvolvida para calcular a velocidade real do trator baseada na diferença de posições consecutivas do GPS, utilizando a fórmula da distância euclidiana tridimensional e convertendo o resultado para km/h.

O sistema de visão foi implementado através de uma câmera RGB configurada com resolução e campo de visão obtidos dinamicamente através das funções `wb_camera_get_width`, `wb_camera_get_height` e `wb_camera_get_fov`. A câmera foi habilitada para captura contínua de imagens durante a simulação, fornecendo dados em formato unsigned char através da função `wb_camera_get_image` para potencial processamento de visão computacional. A interface de controle manual foi implementada através do sistema de teclado do Webots, habilitado via `wb_keyboard_enable` e processado pela função `check_keyboard`. As teclas de seta foram mapeadas para controle de velocidade (UP/DOWN) e direção (LEFT/RIGHT), com a tecla espaço configurada para parada de emergência.

O código-fonte desta pesquisa está disponível para download através do link: <https://github.com/vitor-souza-ime/boomer>.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O sistema de direção implementado através dos motores `left_steer` e `right_steer` apresentou resposta estável, permitindo manobras suaves com ângulos de direção limitados ao intervalo de  $\pm 0,94$  radianos. Esta limitação, implementada na função `change_manual_steer_angle`,



corresponde ao ângulo máximo de direção fisicamente possível no modelo real do trator Boomer T3050, demonstrando fidelidade do modelo virtual às características do equipamento real. Os testes de manobrabilidade revelaram raio de curvatura mínimo de aproximadamente 5,2 metros, valor consistente com especificações técnicas de tratores similares reportadas na literatura (Li *et al.*, 2009). A resposta do sistema de direção aos comandos de teclado mostrou-se suave e controlável, com incrementos de 0,02 radianos proporcionando controle fino adequado para operações de precisão. A Figura 2 apresenta o ambiente de simulação do Webots com o trator em operação.

Figura 2 - Ambiente de simulação Webots



Fonte: O autor.

A integração do sensor LIDAR SICK LMS 291 demonstrou capacidade de detecção de obstáculos em ambiente 3D, com alcance máximo confirmado através da função `wb_lidar_get_max_range`. Os dados obtidos através da função `wb_lidar_get_range_image` forneceram informações sobre distâncias a obstáculos, permitindo implementação futura de algoritmos de navegação autônoma e detecção de colisões. A resolução angular do sensor, determinada pela função `wb_lidar_get_horizontal_resolution`, mostrou-se adequada para aplicações agrícolas, fornecendo densidade de pontos suficiente para detecção confiável de obstáculos típicos encontrados em ambientes rurais, como árvores, edificações e outros equipamentos (Surmann; Nüchter; Hertzberg, 2003).

O sistema GPS demonstrou precisão adequada para aplicações de agricultura de precisão, fornecendo coordenadas estáveis através da função `wb_gps_get_values`. A atualização das coordenadas GPS a cada ciclo de simulação permitiu monitoramento contínuo da posição do trator, fornecendo dados para implementação futura de sistemas de navegação autônoma e mapeamento de trajetórias.

A interface de controle manual implementada através do sistema de teclado demonstrou responsividade adequada e facilidade de uso, permitindo controle intuitivo do trator através das teclas direcionais. A função `check_keyboard` processou eficientemente os comandos de entrada, com mapeamento lógico das teclas para funções de controle (UP/DOWN para velocidade, LEFT/RIGHT para direção, espaço para parada). A implementação de incrementos discretos de velocidade ( $\pm 1$  km/h) e direção ( $\pm 0,02$  radianos) proporcionou controle fino adequado para manobras precisas, aspecto fundamental para operações agrícolas que requerem alta precisão de posicionamento. A funcionalidade de parada de emergência através da tecla espaço demonstrou resposta imediata, zerando instantaneamente a velocidade dos motores conforme implementado na função `set_speed`.

## CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstrou a viabilidade da implementação de um sistema integrado de simulação para o trator Boomer T3050 em ambiente Webots, incorporando múltiplos sensores e sistemas de controle representativos de tecnologias utilizadas em agricultura moderna. A interface de controle manual desenvolvida proporcionou operação intuitiva e precisa, permitindo validação efetiva de todos os subsistemas implementados. A integração de tecnologias de posicionamento GPS, detecção laser e visão computacional demonstra o potencial do sistema para aplicações futuras em desenvolvimento de algoritmos de navegação autônoma e agricultura de precisão.

O código desenvolvido apresenta estrutura modular, facilitando extensões futuras para incorporação de funcionalidades adicionais como controle autônomo de trajetória, detecção inteligente de obstáculos e integração com implementos agrícolas. As contribuições deste trabalho incluem a validação de metodologia robusta para simulação de equipamentos agrícolas complexos, fornecendo base para desenvolvimento de tecnologias avançadas em

agricultura autônoma e treinamento seguro de operadores em ambiente virtual. Os resultados obtidos demonstram a adequação do ambiente Webots para simulação de equipamentos agrícolas, oferecendo alternativa econômica e segura para desenvolvimento e validação de sistemas antes da implementação em campo real.

## REFERÊNCIAS

PRESTWICH, Clarence et al. A Comparison of Standards: USDA-Natural Resources Conservation Service and ASABE. In: 2021 ASABE Annual International Virtual Meeting. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2021. p. 1.

BLACKMORE, Simon et al. Robotic agriculture-the future of agricultural mechanisation?. In: Precision Agriculture '05. Wageningen Academic, 2005. p. 621-628.

KAMILARIS, Andreas; PRENAFETA-BOLDÚ, Francesc X. Deep learning in agriculture: A survey. Computers and electronics in agriculture, v. 147, p. 70-90, 2018.

MICHEL, O. (2004). Cyberbotics Ltd. Webots™: Professional mobile robot simulation. International Journal of Advanced Robotic Systems, v. 1, n. 1, p. 39-42. DOI: 10.5772/5618. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.5772/5618>. Acesso em: 28 nov. 2023.

NEW HOLLAND AGRICULTURE. (2023). Boomer T3050 Specifications and Features. CNH Industrial. Disponível em: <https://agriculture.newholland.com/us/en-us/equipment/tractors/compact-tractors/boomer-series>. Acesso em: 30 nov. 2023.

PLESSEN, Mogens Graf. Coupling of crop assignment and vehicle routing for harvest planning in agriculture. Artificial Intelligence in Agriculture, v. 2, p. 99-109, 2019.

LI, Ming et al. Review of research on agricultural vehicle autonomous guidance. International Journal of Agricultural and biological engineering, v. 2, n. 3, p. 1-16, 2009.

SURMANN, Hartmut; NÜCHTER, Andreas; HERTZBERG, Joachim. An autonomous mobile robot with a 3D laser range finder for 3D exploration and digitalization of indoor environments. Robotics and Autonomous Systems, v. 45, n. 3-4, p. 181-198, 2003.

ZHANG, C.; KOVACS, J. M.; FLORES-VERDUGO, F. (2002). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. Precision Agriculture, v. 13, n. 6, p. 693-712. DOI: 10.1007/s11119-012-9274-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11119-012-9274-5>. Acesso em: 15 dez. 2023.

tractorbook.de. New Holland [Boomer] 3040/3045/3050 – Technische Daten. Disponível em: <https://www.tractorbook.de/traktoren/new-holland/boomer-3040-3045-3050/technische-daten/>. Acesso em: 4 set. 2025.



4º Congresso Brasileiro  
de Ciência e Saberes  
Multidisciplinares

**tudo é  
ciência**

11º Encontro de Extensão  
Universitária do UNIFOA

**23 a 25  
de outubro**

👉 Submissões abertas até 07/09