ISSN: 2358-8829

PLATAFORMA ROBÓTICA AGRÍCOLA MULTIFUNCIONAL: UMA ALTERNATIVA MODULAR PARA A MECANIZAÇÃO DE PEQUENAS E MÉDIAS PROPRIEDADES RURAIS

Lucas Mikael Ferreira Lima[1]
Eduarda da Silva Leocádio[2]
Frederico Campos Pereira[3]

[1] Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática, Instituto Federal da Paraíba (IFPB). E-mail: lucas.mikael@academico.ifpb.edu.br.
[2] Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática, Instituto Federal da Paraíba (IFPB). E-mail: leocadio.eduarda@academico.ifpb.edu.br.
[3] Professor orientador, Doutor em Recursos Naturais, Instituto Federal da Paraíba (IFPB). E-mail: frederico.pereira@ifpb.edu.br.

INTRODUÇÃO

A mecanização e a automação agrícola podem contribuir para melhorar a produtividade, reduzir o esforço físico em atividades repetitivas e tornar mais eficiente o uso da mão de obra no campo. Entretanto, o acesso a essas tecnologias ainda representa um desafio para parte dos pequenos e médios produtores, principalmente quando os equipamentos disponíveis possuem custo elevado ou são desenvolvidos para operações e propriedades de maior escala. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura destaca que a automação tem potencial para tornar os sistemas agroalimentares mais produtivos e sustentáveis, mas aponta que limitações financeiras, de infraestrutura e de acesso à tecnologia dificultam sua adoção por produtores de menor porte (FAO, 2022; DAUM, 2022).

Nesse contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plataforma robótica agrícola multifuncional, concebida para reunir diferentes operações em uma única base motorizada. Em vez de exigir a aquisição de uma máquina específica para cada atividade, a proposta utiliza uma estrutura principal à qual podem ser acoplados implementos distintos, conforme a necessidade da propriedade. O projeto busca, assim, aproximar a robótica agrícola da realidade de agricultores familiares e de pequenas e médias propriedades rurais.

O objetivo é desenvolver uma plataforma modular, de custo acessível e com operação controlada remotamente, capaz de receber implementos para pulverização, plantio, preparo do solo e transporte de pequenas cargas. O primeiro módulo construído foi um pulverizador agrícola. O trabalho descreve as características da plataforma, os procedimentos adotados em seu desenvolvimento e os resultados obtidos na construção da estrutura e do primeiro implemento, discutindo também as possibilidades e limitações de sua aplicação.

ISSN: 2358-8829

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A pesquisa caracteriza-se como aplicada e de desenvolvimento tecnológico, com abordagem descritiva, pois tem como finalidade construir uma solução prática para uma necessidade identificada no contexto da mecanização agrícola. O desenvolvimento foi organizado a partir da definição do problema, concepção da arquitetura modular, construção da base robótica e elaboração do primeiro implemento de trabalho.

Na etapa de concepção, definiu-se que a plataforma deveria utilizar uma única estrutura motorizada, permitindo a substituição dos implementos sem a construção de um equipamento completo para cada função. Para isso, foi previsto um sistema de acoplamento mecânico por pinos e parafusos, buscando facilitar a montagem e a retirada dos módulos. A estrutura principal foi construída em metal e recebeu sistema de tração elétrica alimentado por baterias recarregáveis, além de sistema de placas solares conforme descrito na documentação técnica do projeto.

O deslocamento e a condução foram planejados para ocorrer por controle remoto, utilizando Bluetooth de longo alcance ou conexão pela internet. Nessa etapa de desenvolvimento, a condução permanece sob responsabilidade do operador; portanto, a plataforma não deve ser caracterizada como autônoma. A velocidade máxima informada para o equipamento é de 15 km/h, e a autonomia prevista é de até um dia de trabalho em condições favoráveis, conforme o registro apresentado no resumo do projeto.

O primeiro implemento desenvolvido foi um pulverizador composto por tanque com capacidade de 50 litros, barra de 4,30 metros, seis bicos de jato tipo leque e bomba com pressão de 120 PSI. O dimensionamento do pulverizador pode ser ajustado conforme a necessidade da propriedade e da operação. As informações técnicas foram organizadas a partir da descrição e do registro do protótipo apresentados pelos autores. Não foram incluídos valores de economia, produtividade, consumo ou precisão que não estivessem documentados nos materiais disponibilizados.

A análise dos resultados foi realizada de forma descritiva, considerando a configuração construída, a possibilidade de acoplamento de diferentes implementos e a correspondência entre as características do protótipo e o objetivo proposto. Não foram informados, nos documentos de referência, protocolo de ensaio de campo, número de repetições, medições comparativas ou avaliação quantitativa de desempenho. Por esse motivo, os resultados são apresentados como características construtivas e potencial de aplicação, e não como comprovação experimental de ganhos agronômicos ou econômicos.

ISSN: 2358-8829

REFERENCIAL TEÓRICO

A automação agrícola compreende o uso de máquinas, equipamentos e tecnologias que auxiliam a execução de operações, o diagnóstico de condições e a tomada de decisões no processo produtivo. De acordo com a FAO (2022), a mecanização motorizada contribuiu historicamente para elevar a produtividade e reduzir a carga de trabalho físico, enquanto as tecnologias digitais mais recentes ampliam as possibilidades de monitoramento, controle e precisão das atividades agrícolas.

Apesar desse potencial, a adoção da automação não ocorre de maneira uniforme. A FAO (2022) identifica barreiras que atingem especialmente produtores de pequena escala, como restrições financeiras, limitações de conectividade e infraestrutura e dificuldades de acesso a conhecimentos técnicos. Isso reforça a importância de desenvolver soluções compatíveis com as condições de uso e investimento desses produtores.

A modularidade é uma característica central da proposta apresentada neste trabalho. Ao utilizar uma base comum para diferentes implementos, busca-se evitar a duplicação de estruturas motorizadas e permitir que o equipamento seja adaptado gradualmente às demandas da propriedade. Essa estratégia não elimina os custos de aquisição, operação e manutenção dos módulos, mas pode oferecer uma alternativa à compra de máquinas independentes para cada tarefa. A viabilidade econômica dessa possibilidade, contudo, depende de avaliação específica de custos e desempenho, ainda necessária para etapas futuras do projeto.

Outro aspecto relevante é a escolha da tração elétrica e a previsão de apoio por energia solar. Essas características integram a concepção energética do equipamento, mas não permitem, isoladamente, afirmar que a operação seja livre de impactos ambientais. A avaliação da sustentabilidade exige considerar a origem da energia, a fabricação e a vida útil das baterias, a manutenção e o destino dos componentes ao final de sua utilização. Da mesma forma, a pulverização somente poderá ser considerada mais precisa ou econômica após testes que comparem a aplicação realizada pela plataforma com métodos de referência.

Na pulverização, a eficiência não depende apenas da capacidade do tanque ou da pressão da bomba. A regulagem do equipamento, a calibração, as características das pontas e as condições ambientais interferem na deposição do produto e nas perdas por deriva e evaporação. Por isso, o desenvolvimento do implemento deve ser acompanhado de procedimentos de calibração e avaliação em campo (AZEVEDO; FREIRE, 2006; CHAIM, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ISSN: 2358-8829

Como resultado do desenvolvimento, obteve-se uma plataforma robótica agrícola com estrutura metálica e sistema de tração elétrica alimentado por baterias recarregáveis, associada a um sistema de placas solares. A configuração descrita no projeto informa velocidade máxima de 15 km/h e autonomia de até um dia de trabalho em condições favoráveis. Esses valores representam as especificações registradas para o equipamento e devem ser interpretados dentro das condições de operação, carga, terreno e disponibilidade de energia.

O controle por Bluetooth de longo alcance ou internet permite que o operador conduza o equipamento remotamente. A manutenção do operador no comando é uma decisão importante para o estágio atual do projeto: embora a plataforma tenha características robóticas e possibilidade de receber tecnologias de automação, não foi apresentada como um veículo autônomo. A incorporação futura de sensores, câmeras, posicionamento GNSS RTK e recursos de inteligência artificial aparece como possibilidade de evolução, não como funcionalidade já comprovada.

O sistema de acoplamento por pinos e parafusos constitui o principal elemento de modularidade. A mesma base foi concebida para receber implementos destinados a pulverização, plantio de abacaxi, plantio de maniva de macaxeira, preparo do solo e transporte de cargas. Essa configuração amplia as possibilidades de uso em diferentes culturas e atividades, mas cada implemento exige projeto, dimensionamento e validação próprios. Portanto, a existência de aplicações previstas não significa que todos esses módulos já estejam construídos ou testados.

O primeiro implemento desenvolvido foi o pulverizador agrícola. Suas especificações são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Características do primeiro implemento desenvolvido.

Componente	**Especificação**
Tanque	Capacidade de 50 litros
Barra de pulverização	4,30 metros
Bicos	6 bicos de jato tipo leque
Bomba	Pressão informada de 120 PSI
Componente	**Especificação**
Tanque	Capacidade de 50 litros
Barra de pulverização	4,30 metros
Bicos	6 bicos de jato tipo leque
Bomba	Pressão informada de 120 PSI

Fonte: Dados técnicos descritos na documentação do projeto (2026).

A construção desse módulo demonstra a aplicação prática do conceito de plataforma única com implementos substituíveis. A capacidade do tanque, a largura da barra, a quantidade de bicos e a pressão da bomba formam uma configuração inicial que pode ser redimensionada

ISSN: 2358-8829

conforme a cultura, o produto utilizado e as exigências da operação. A calibração e a regulagem do pulverizador são fundamentais para a qualidade da aplicação (CHAIM, 2013). Entretanto, para avaliar a qualidade da pulverização, ainda são necessários ensaios que verifiquem, entre outros aspectos, uniformidade de distribuição, vazão, tamanho de gotas, velocidade real de deslocamento, deriva e segurança operacional.

A proposta também prevê módulos futuros para controle elétrico de plantas daninhas, irrigação de precisão, distribuição de fertilizantes, monitoramento por sensores e câmeras e transporte de ferramentas e insumos. A possibilidade de expansão é relevante porque permite desenvolver a plataforma por etapas, priorizando inicialmente as necessidades mais urgentes do produtor. Por outro lado, a versatilidade pretendida aumenta a complexidade do projeto: cada módulo pode alterar peso, centro de gravidade, consumo energético, estabilidade e comportamento da máquina. Esses fatores deverão ser considerados nos próximos ciclos de desenvolvimento.

Em relação aos benefícios, a redução da necessidade de comprar várias máquinas específicas e a diminuição do esforço em tarefas repetitivas são resultados potenciais da arquitetura proposta. Contudo, os materiais analisados não apresentam levantamento de custos de fabricação e manutenção, comparação com equipamentos comerciais, testes prolongados ou dados de produtividade. Assim, não é possível afirmar quantitativamente que a plataforma já reduziu custos ou aumentou a eficiência. O resultado demonstrado nesta etapa é a materialização de uma base multifuncional e de seu primeiro implemento, acompanhada de uma arquitetura que permite futuras ampliações.

A discussão evidencia que o principal diferencial do projeto está na combinação entre modularidade, controle remoto e concepção voltada a propriedades de menor porte. Essa direção dialoga com as discussões da FAO (2022) e de Daum (2022) de considerar as condições concretas dos produtores para que a automação seja inclusiva. Para avançar, será necessário validar o funcionamento em campo, medir autonomia sob diferentes cargas e terrenos, avaliar a segurança do controle remoto e calcular o custo total de aquisição e operação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou o desenvolvimento de uma plataforma robótica agrícola multifuncional destinada a apoiar a mecanização de propriedades familiares e de pequeno e médio porte. A solução utiliza uma base metálica com tração elétrica, alimentação por baterias recarregáveis e sistema de placas solares, controle remoto por Bluetooth de longo alcance ou internet e acoplamento de implementos por pinos e parafusos.

A construção do primeiro pulverizador, com tanque de 50 litros, barra de 4,30 metros, seis bicos de jato leque e bomba de 120 PSI, representa o principal resultado concreto descrito nesta etapa. A arquitetura modular permite planejar a incorporação de outros implementos sem desenvolver uma nova base motorizada para cada atividade, o que pode favorecer a adaptação do equipamento a diferentes necessidades rurais.

Conclui-se que a plataforma apresenta potencial como alternativa tecnológica modular para ampliar o acesso à mecanização. Entretanto, esse potencial ainda precisa ser confirmado por testes de campo e avaliações econômicas e operacionais. Como etapas futuras, recomendam-se ensaios de pulverização, medição da autonomia em diferentes condições, avaliação de estabilidade e segurança, levantamento dos custos de fabricação e manutenção e desenvolvimento gradual dos demais implementos. Também poderá ser estudada a incorporação de sensores, GNSS RTK e recursos de autonomia, desde que acompanhada de validação técnica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB) e ao professor orientador pelo apoio e acompanhamento no desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The state of food and agriculture 2022: leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. Rome: FAO, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4060/cb9479en. Acesso em: 9 nov. 2026.

AZEVEDO, F. R. de; FREIRE, F. das C. O. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 102). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/426350. Acesso em: 9 nov. 2026.

CHAIM, A. Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2013. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1081110. Acesso em: 9 nov. 2026.

DAUM, T. Agricultural mechanization and sustainable agrifood system transformation in the Global South. Rome: FAO, 2022. (FAO Agricultural Development Economics Working Paper, 22-11). DOI: https://doi.org/10.4060/cc2625en.