

VERSPERTÍLIO 01 – ROBÔ SEMEADOR PARA AGRICULTURA FAMILIAR

VERSPERTÍLIO 01 – SEEDING ROBOT FOR FAMILY FARMING

Thayane Rabelo Braga Farias¹
Francisco Augusto Oliveira Santos²
Ud Madeiro Pereira³

RESUMO

O crescimento demográfico, os problemas ambientais, a degradação dos solos férteis e o problema social da fome, apontam para a necessidade urgente do crescimento da oferta de alimentos que sejam produzidos de modo sustentável. A robótica é uma aliada na eficiência da produção agrícola, porém, pelo seu alto custo seu acesso é restrito a grande indústria agropecuária, sendo pouco acessível ao pequeno produtor. Na busca de tecnologias alternativas que sejam acessíveis ao pequeno produtor rural criou-se o Vespertílio* 01, um robô que realiza as funções de preparação do solo e plantio de sementes. O Vespertílio 01 é um robô de baixo custo e de fácil manuseio e transporte, confeccionado com sucata de moto, bateria reutilizada de notebook e motor de vidro elétrico de carro, movido a energia solar e controlado por arduinos. Sua finalidade é facilitar a produtividade do agricultor familiar, agilizando a produção e diminuindo os custos. O protótipo desenvolvido é 98,46% mais econômico que as máquinas tradicionais analisadas como referência (tratores de pequeno porte com potência nominal de motor <70cv). Além disso, traz ganhos para o pequeno produtor rural que terá suas condições de trabalho melhoradas, ao passo que também proporciona ganhos para a sociedade que terá a disponibilidade da oferta de alimentos expandida e os custos reduzidos pelo menor investimento na produção.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Sustentabilidade. Tecnologia.

ABSTRACT

The demographic growth, the environmental problems, the degradation of fertile soils, and the social problem of hunger, point to the urgent need for the growth of the food supply that is produced sustainably. Robotics is an ally in the efficiency of agricultural production, however, due to its high cost, its access is restricted to the large agricultural industry, being little accessible to small producers. In the search for alternative technologies that are accessible to the small farmer, Vespertilio 01 was created, a robot that performs the functions of soil preparation and seed planting. Vespertilio 01 is a low-cost robot that is easy to handle and transport, made with motorcycle scrap, a reused laptop battery, and a car window motor, powered by solar energy and controlled by arduinos. Its purpose is to facilitate the family farmer's productivity, speeding up production and reducing costs. The robot has a continuous speed of 3 km/h, 9 thousand hours of life, and costs R\$ 0.89/hour of operation. The developed prototype is 98.46% more economical than the traditional machines analyzed as reference [small-sized tractors with nominal engine power <70 hp]. Besides this, it brings gains for the small rural producer who will have his working conditions improved, with less exposure to the sun and less physical effort, while it also provides gains for the society that will have the availability of the food supply expanded and the costs reduced by the lower investment in production.*

Keywords: Family Farming. Sustainability. Technology.

1. Engenheira de Alimentos e doutora em Engenharia química, professora da EEEP Edson Queiroz.

2. Estudante da EEEP Edson Queiroz.

3. Estudante da EEEP Edson Queiroz.

* Vespertílio é morcego em latim, demos esse nome ao nosso robô, por ser o morcego um super semeador de sementes.

1. INTRODUÇÃO

A insegurança alimentar é um dos problemas sociais mais graves na atual conjuntura brasileira e mundial. De acordo com o mais recente relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2021), as retrações econômicas, incluindo aquelas resultantes das medidas de contenção da COVID-19, contribuíram para um dos maiores aumentos na fome no mundo em décadas.

A monopolização da produção agrícola, inflação e a má distribuição de renda são fatores que sustentam o aumento do preço dos alimentos. O que dificulta o acesso das populações mais pobres à alimentação mais saudável.

A busca por inovações no campo é uma alternativa para aumento da produtividade, promoção da segurança alimentar e maior oferta de produtos. Porém, o agronegócio ainda se utiliza de métodos poucos sustentáveis como o abuso dos defensivos agrícolas, sem respeitar seus limites de uso e aplicação, acarretando riscos à saúde e sustentando a elevação no preço final dos produtos. Para assegurar uma rede de segurança alimentar a FAO aponta como solução, o investimento nos pequenos produtores de alimentos⁴ que, ao produzirem para si e para suas comunidades, reduzem a exposição local ao risco da fome.

O município de Pindoretama (Latitude: 4° 1' 34" Sul, Longitude: 38° 18' 24" Oeste), localizado na região metropolitana de Fortaleza-CE, é essencialmente agrícola, com forte presença da agricultura familiar.

Dentre as culturas produzidas em Pindoretama destacam-se batata-doce, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho (lavoura temporária); castanha de caju, coco-da-baía, mamão e manga (IBGE, 2019). É comum o plantio de diversos cereais, hortaliças, leguminosas e oleaginosas que são comercializadas localmente e inseridas na merenda escolar. Contudo, a pouca mecanização nas atividades agrícolas ainda configura um empecilho para o aumento da produtividade no referido município.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das tecnologias que podem ser usadas para intensificar a produção de alimentos é a robótica. Porém, por seu custo elevado esse recurso é restrito a grande indústria agropecuária; o que desempenha papel central no acirramento da crise na agricultura (HACKENHAAR, 2015). Nesse sentido, propõe-se a síntese do Vespertílio 01, um robô de fácil manuseio e de custo acessível para contribuir com o crescimento da oferta de alimentos que sejam produzidos de modo sustentável e a baixo custo.

4. De acordo com a lei 11.326/2006 agricultores familiares são aqueles que praticam atividades no meio rural, possuem área de até quatro módulos fiscais, mão de obra da própria família e renda vinculada ao próprio estabelecimento e gerenciamento do estabelecimento ou empreendimento por parentes (BRASIL, 2006).

Nesta perspectiva, a problemática deste projeto considera que o alto custo de robôs e máquinas agrícolas relega o pequeno agricultor à permanência em condições insalubres de trabalho, tendo a saúde degradada ao longo da vida. A condição de custo de acesso a maquinários e equipamentos agrícolas também desencadeia impactos sobre a produtividade dos agricultores familiares do município de Pindoretama-CE. É necessário, portanto, pensar e desenvolver inovações para o setor agrícola contemplando, inclusive, os produtores economicamente menos favorecidos, promovendo, assim, impactos sociais positivos, reduzindo as desigualdades no campo. Nesse sentido, o objetivo deste projeto foi desenvolver um robô de baixo custo, fácil manuseio/transporte, autônomo para preparo de solo e plantio de sementes em áreas agrícolas, usando materiais alternativos/reciclados (sucata de moto), bateria reutilizada de notebook e motor de vidro elétrico de carro, movido à energia solar e controlado por arduinos.

3. METODOLOGIA

Foram realizadas revisões bibliográficas sobre as temáticas do projeto para compor a base teórica de estudos. Ademais, foi realizada uma pesquisa de registro de patente (anterioridade) junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial, visando dimensionar o potencial inovador do protótipo.

As práticas envolvidas na construção do robô (corte, solda, montagem, etc.) foram realizadas na casa do estudante autor do projeto, sob supervisão de adultos. O projeto foi desenvolvido entre abril de 2019 e março de 2020. Todos os equipamentos de segurança necessários foram utilizados como luvas e máscaras de proteção.

Para a construção da estrutura mecânica do robô Vespertílio 01, foram utilizados materiais reciclados retirados de sucatas de peças de moto localizadas na cidade de Pindoretama-CE. Para os eixos das esteiras foram utilizados quatro cubos e para movimentação destas, quatro coroas. Para a tração um pinhão foi fixado no eixo do motor. As esteiras são correntes de moto. Para mover o robô foram usados dois motores reciclados de vidro elétrico de carro (90 kgf cada).

O arado foi desenvolvido com base no desenho de arados tradicionais de tração manual. Ao arado foi acoplado um escavador de vala adaptando o desenho de subsoladores tradicionais e uma base de arrasto da terra escavada. Com essa estrutura o robô foi preparado para arar, abrir uma pequena vala para a introdução das sementes e fechá-la de modo a completar rapidamente a semeadura. Esse arado é regulável de modo a alterar a profundidade da vala que recebe as sementes, permitindo assim a adaptação para o plantio de várias culturas.

O distribuidor de sementes foi confeccionado com um cano de PVC de 100 mm com um tampo de madeira

perfurado e garrafa PET como funil regulador da distribuição. No fundo, acoplada ao tampo, foi instalada uma chapa de PVC movimentada por um servo motor MG Tower Pro 995 que realiza a função de abrir e fechar o furo da madeira, em um intervalo programado para soltura de três sementes por vez. O servo motor é controlado por um sinal PWM, uma modulação por largura de pulso, fornecido por um arduino UNO R3. Esse sinal emitido pelo arduino é controlado por um código desenvolvido a partir da linguagem de programação em C. A programação possibilita ajustar o tempo de liberação das sementes de modo a alterar as distâncias entre os pontos de plantio.

A fenda na peça de liberação das sementes também é removível de modo simples para que possa ser substituída de acordo com o tamanho da semente. O distribuidor de sementes tem a capacidade de carregar 2 kg de grãos nessa primeira versão do robô.

O Vespertílio 01 é controlado por um *joystick* com os potenciômetros adaptados. Quando os potenciômetros giram, alteram a resistência e a tensão [de 0 a 5 volts]. Esse sinal analógico é enviado para o arduino MEGA 2560 que ao reconhecer o sinal, envia o comando por RF por transceptor NRF24 L01 para outro arduino MEGA 2560 acoplado ao robô. Quando o arduino do robô recebe o sinal ativa as programações de comando, enviando o sinal para uma ponte relê *Monster Moto Shild* que controla os motores das esteiras do robô. Desse modo, o robô realiza diferentes movimentos.

A alimentação do Vespertílio 01 é feita através de uma bateria desenvolvida a partir de células de lítio de 4,2 volts [V], com 2.000 miliamperes [mA] de carga, recicladas de baterias usadas de *notebooks*. Foram confeccionados seis conjuntos, de seis células em paralelo, esses conjuntos foram unidos em dois grupos de três.

A bateria do robô tem assim 36 células que somam 72 amperes [A] de carga, com 12,6 V, com carga completa perdurando por seis horas. O controle de carregamento das células é realizado por uma placa BMS que permite o carregamento de todas as células igualmente e também assegura a proteção anti-curto. Essa bateria é alimentada por uma placa solar fotovoltaica, autocarregável, permitindo que o robô trabalhe sem necessidade de interrupção para reabastecimento. Na placa solar foi utilizado um controlador de carga PWM, que controla a saída e entrada de energia. Para finalização dos dados foram feitos testes em campo com o protótipo aplicado na semeadura de uma plantação, bem como calculadas a velocidade contínua e o custo de médio de obtenção e comercialização. Também foi realizado comparativo de custos do robô em relação aos maquinários convencionais de pequeno porte [tratores com potência nominal do motor inferior a 70 cv].

A velocidade contínua, do robô, nessa primeira versão é de 3 km/h. O Vespertílio 01 tem um custo médio para comercialização/aquisição de R\$ 3.573,00 [já contemplando uma margem de lucro de 50%], é sustentável por empregar materiais alternativos/reciclados e utilizar energia limpa, além de ser de fácil transporte, pois

é pequeno e desmontável.

Os valores relativos à aquisição do maquinário tradicional (tratores de pequeno porte) foram retirados da tabela de custos de mecanização agrícola divulgados pela COCARI - Cooperativa Agropecuária e Industrial, em Julho - 2019. Constatou-se o custo de R\$ 85.100,00 pela aquisição de um trator de pequeno porte, <70cv, mais o custo de R\$ 15.598,00 da aquisição de uma plantadeira simples. Esses dois custos somaram o valor de R\$ 100.698,00. Esse valor dividido por um tempo de vida útil estimado de 9.000 horas, ou 10 anos com 900 horas de atividade cada, resultou no valor de investimento em aquisição de maquinário de R\$11,18 a hora.

Ao valor da hora do maquinário, somou-se o valor do combustível de R\$ 3,39, que, considerando que o consumo médio do trator de referência, é 7L/hora, os investimentos em combustível somaram R\$ 23,73 por hora. A esses valores somaram-se, também, os valores de manutenção e mão de obra. Para os valores de manutenção com gastos de seguro, depreciação, graxas, reposição de peças, foi considerado o custo divulgado pela COCARI para tratores de pequeno porte que é o custo/hora de R\$ 8,78. Para os custos de mão de obra, consideraram-se os custos/hora de R\$ 13,75, também, divulgado pela COCARI. Chegou-se, assim ao custo de R\$ 57,44 a hora da mecanização agrícola tradicional.

O Quadro 1 contempla os custos de aquisição de máquinas de pequeno porte/maquinarío, combustível, manutenção e mão de obra, possibilitando analisar o custo/hora de mecanização.

Quadro 1 – descritivo de custos para maquinário tradicional de pequeno porte.

MECANIZAÇÃO COM MAQUINÁRIO TRADICIONAL DE PEQUENO PORTE.		
Aquisição de Máquinas tradicionais de pequeno porte	Custos R\$	
Trator < 70cv	85.100,00	
Plantadeira 2 linhas	15.598,00	
Custo total de aquisição de máquinas – \$100.698,00		
CUSTO 1 – AQUISIÇÃO DE MAQUINÁRIO		
Custo do maquinário	Horas de vida útil	Valor da hora
R\$ 100.698,00	9000	R\$ 11,18
CUSTO 2 – COMBUSTÍVEL		
Custo do Diesel	Consumo litros/hora	Custo hora
R\$ 3,39	7L	R\$ 23,73
CUSTO 3 – MANUTENÇÃO		
Custo/Hora de manutenção – R\$ 8,78		
CUSTO 4 – MÃO DE OBRA		
Custo/Hora de mão de obra – R\$ 13,75		
Total Custo/Hora de mecanização – R\$ 57,44		

Fonte: COCARI (2019).

Para cálculo de custo da mecanização agrícola com o uso do robô Vespertílio 01 considerou-se o custo de aquisição de R\$ 3.573,00. Esse valor dividido por um tempo de vida útil estimado de 9.000 horas, ou 10 anos com 900 horas de uso cada, resultou no valor de investimento em aquisição de maquinário de R\$ 0,39 a hora. A este valor somou-se o valor de mão de obra de R\$ 0,23 a hora, que foi calculado considerando o tempo de um minuto de trabalho humano para cada hora de trabalho do robô, tempo de trabalho previsto para o modelo autônomo do Vespertílio 01.

Somou-se ainda o valor de R\$ 0,27 a hora de manutenção, custo calculado considerando uma média de gasto anual de R\$ 250,00 com desgaste de esteiras e arador. Esse valor projetado para 10 anos, ou para 9.000h resultou no custo de manutenção de R\$ 0,27 a hora. Chegou-se, assim, ao custo total de R\$ 0,89 a hora da automação agrícola com o uso do robô Vespertílio. Observou-se que foram obtidos valores menores para combustível, mão de obra, manutenção para o protótipo em relação ao maquinário tradicional, o que resulta em economia para mecanização agrícola.

O descritivo de custos para o Robô Vespertílio pode ser visualizado no Quadro 2.

QUADRO 2 – Descritivo de custos para o Vespertílio.

MECANIZAÇÃO COM O ROBÔ VESPERTÍLIO		
CUSTO 1 – AQUISIÇÃO DE MAQUINÁRIO		
Custo do maquinário	Horas de vida útil	Valor da hora
R\$ 3.573,00	9.000,00	R\$ 0,39
CUSTO 2 – COMBUSTÍVEL		
Custo/Hora de Combustível – R\$ 0,0		
CUSTO 3 – MANUTENÇÃO		
Custo/Hora de Manutenção – R\$ 0,27		
CUSTO 4 – MÃO DE OBRA		
Custo/Hora de mão de obra – R\$ 0,23		
Total Custo/Hora do Robô Vespertílio – R\$ 0,89		

Fonte: COCARI (2019).

Comparando-se a aquisição em relação ao uso de maquinários tradicionais o Robô Vespertílio é 98,46% mais econômico. O custo total por hora de mecanização do Vespertílio representa apenas 1,54% dos custos de operacionalização da máquina agrícola de referência.

Um aspecto importante a ser ressaltado é a economia com combustíveis fósseis, uma vez que o Vespertílio se utiliza de energia solar, agregando valor ambiental ao projeto. Quando considerados custos com

manutenção, o Vespertílio 01 é 96,92% mais econômico que os maquinários de referência (tratores com potência nominal do motor inferior a 70 cv). Em relação à mão de obra por hora o Vespertílio é 98,33% mais econômico. O comparativo entre os custos de combustível, manutenção e mão de obra do protótipo desenvolvido e do maquinário agrícola tradicional pode ser visualizado no quadro 3

QUADRO 3 – Comparativo de custos.

Especificação	Vespertílio 01	Maquinário tradicional
Combustível/hora	0	23,73
Manutenção/hora	0,27	8,78
Mão de Obra/hora	0,23	13,75

Fonte: O próprio autor, 2020.

A redução de custos demonstra que o Vespertílio 01 é economicamente viável.

Os testes em campo demonstraram a efetividade do protótipo, comprovando a funcionalidade do mesmo para execução das operações de preparo do solo e plantio. Assim, o robô Vespertílio 01, pode ser aprimorado e constituir um produto final capaz de impactar a produtividade agrícola brasileira, trazendo uma contribuição para a eficiência da atividade agrícola do pequeno produtor e para manutenção de agriculturas alternativas de base familiar e comunitária. O robô é uma ferramenta de extrema relevância social, uma vez que os pequenos produtores têm um papel fundamental na preservação da diversidade de sementes tradicionais, ou sementes crioulas.

É, também, uma contribuição para assegurar, aos homens e mulheres do campo, condições dignas de vida que o protejam das relações de trabalho com tendências regressivas à escravidão. Melhorando-se a produtividade dos agricultores familiares, contribui-se para evitar a marginalização econômica de homens e mulheres do campo. Assim, a inserção da robótica na agricultura familiar pode ser uma ferramenta para minimização do êxodo rural moderno e para promover uma melhor qualidade de vida das populações rurais, assim como aumentar a oferta de alimentos para todos os setores da sociedade.

Além dos impactos sociais ressaltados, o protótipo representa ainda uma inovação no campo da engenharia agrícola. Na busca feita junto ao INPI não foram mapeadas patentes de robôs autônomos para a agricultura familiar sintetizados com materiais alternativos e empregando placas fotovoltaicas. Assim, além da relevância para os consumidores finais (agricultores familiares), o projeto é criativo e inovador.

O Vespertílio 01 é uma alternativa sustentável aos robôs e máquinas agrícolas tradicionais, pois, consegue realizar as mesmas operações unitárias, com economia de mão de obra, manutenção e sem usar combustíveis fósseis. Ademais, o robô é de fácil manuseio e adaptabilidade para plantio de diversas

culturas, sendo uma proposta interessante para mecanização agrícola sustentável.

Para aprimoramento do robô, pretende-se aumentar sua velocidade e força com uso de motor DC de 24 volts e 500W. E, torná-lo totalmente autônomo, com uso de acelerômetro, bússola e sensor infravermelho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O robô Vespertílio 01 ao facilitar o serviço do agricultor familiar, realizando as atividades de aragem e plantio de sementes, diminui suas despesas e aumenta sua produção com menos esforço físico. O aumento da produção de alimentos, por sua vez, traz benefícios para a comunidade do pequeno produtor que poderá comercializar o excedente da sua produção por um menor custo.

O protótipo desenvolvido é 98,46% mais econômico que os maquinários agrícolas tradicionais de pequeno porte, analisados. Ao se considerar custos de obtenção, manutenção, vida útil e impactos ambientais, o Vespertílio 01 traz importantes ganhos sociais. Vale salientar que os resultados obtidos até o momento não restringem as possibilidades metodológicas do projeto. Novos testes serão realizados para aprimoramento do protótipo.

O Vespertílio 01 é uma ferramenta de auxílio que irá contribuir com o aumento na quantidade e na qualidade dos alimentos, mas não pode ser vista como uma solução isolada. Para combater a fome, um princípio básico a ser considerado é a produção de alimentos de maneira sustentável para se combater a problemática social da fome. Daí a necessidade de somar à tecnologia à segurança nutricional, à preservação dos alimentos tradicionais e a salvaguarda da agrobiodiversidade, bem como, ao uso sustentável dos recursos naturais.

É necessário, ainda, investir no fortalecimento de políticas de acesso à crédito rural pelos pequenos produtores, bem como investimentos em inovações para a agricultura e fomento às práticas sustentáveis que estimulem a redução de desigualdades no campo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de Julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais, Brasília – DF, jun. 2006.

COCARI, Cooperativa Agropecuária e Industrial. Custo de mecanização agrícola (R\$/Hora). **Informativo COCARI**, Nº 348 – Julho – 2019. Disponível em https://cocari.com.br/infcocari/2019/julho_2019/ic_julho_2019.pdf. Acesso em: 04 ago. 2019.

Como usar um servo motor com Arduino. **Arduino e CIA**. 9 de junho de 2013. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/controlando-um-servo-motor-com-arduino/>. Acesso em: 02 maio 2019.

DELGADO, G. C.; BERGAMASCO, S. M. (orgs.) **Agricultura familiar brasileira**: desafios e perspectivas de futuro. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017, 470 p.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fome aumenta no mundo e afeta 821 milhões de pessoas**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-fome-aumenta-no-mundo-e-afeta-821-milhoes-de-pessoas/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Ano pandêmico marcado por aumento da fome no mundo**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/relatorio-da-onu-ano-pandemico-marcado-por-aumento-da-fome-no-mundo>. Acesso em: 19 out. 2021.

HACKENHAAR, Neusa Maria *et al.* Robótica na agricultura. **INTERAÇÕES**. Campo Grande, v. 16, n. 1, p. 119-129, jan./jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/inter/v16n1/1518-7012-inter-16-01-0119.pdf>. Acesso: em 03 de maio de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades – Pindoretama – CE**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pindoretama/pesquisa/31/29644>. Acesso em: 23 de maio de 2019.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Robôs agrícolas farão colheita de frutas de forma autônoma**. Disponível em: <https://mundogeo.com/2007/09/11/robos-agricolas-farao-colheita-de-frutas-de-forma-autonoma/>. Acesso em: 12 maio 2019.