



**<< DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE SEMEADORA MOVIDA A ENERGIA SOLAR PARA A
OTIMIZAÇÃO DO PLANTIO DE MILHO NO SUDESTE BRASILEIRO >>**

Isabella Furlan Leite Vicentini

Júlia de Melo Vidal

Nicole Cavalcanti Savi

Orientador 1: Jairo Oliveira de Castro especialista em gestão escolar

Orientador 2: José Aparecido Santos Junior

Brazilian International School

2023

Resumo

Neste trabalho, analisamos os modelos de semeadoras mais comuns disponíveis no mercado atual e suas características com o objetivo de desenvolver um modelo de semeadora movida a energia solar. Atualmente, as semeadoras são movidas a combustíveis fósseis, que causam impactos extremamente nocivos ao meio ambiente. Ademais, a instabilidade dos preços elevados da gasolina e diesel levam a manutenção das semeadoras a ser extremamente cara para os produtores. Por isso, propomos a utilização de energia solar para as semeadoras. O cultivo de milho apresenta as condições ideais para a implementação de placas solares nas semeadoras, e adotando as recomendações científicas de cultivo e a tecnologia de semeadoras de precisão, desenvolvemos um modelo de semeadora movida a energia solar para otimizar o plantio de milho na região Sudeste brasileira.

Palavras-chave: Semeadora. Energia Solar na Agricultura. Cultivo de Milho. Agricultura Sustentável. Agricultura no Sudeste.

Introdução

Este trabalho tem como objeto de estudo o plantio de milho e como esse pode ser beneficiado pela transição da utilização de combustíveis fósseis para energia solar. procuramos entender as necessidades específicas (profundidade, espaçamento, densidade, temperatura, etc.) da semente de milho e incorporar os parâmetros cientificamente ideais em um novo modelo de semeadora movida a energia solar. Também analisamos os avanços tecnológicos das semeadoras presentes no mercado para entender qual é o melhor modelo para ser utilizado no nosso protótipo.

O milho é o cereal mais produzido no Brasil, com mais de 54 milhões de toneladas de grãos produzidos em uma área de mais de 12 milhões de hectares (CONAB, 2010). Sendo um grão que necessita de altos níveis de exposição à radiação solar e que deve ser idealmente plantado em outubro e novembro (Cruz *et al*, 2010), meses de temperaturas e precipitação mediana, o milho proporciona condições ideais para a utilização de placas fotovoltaicas no plantio de sementes. O agronegócio sustentável no Brasil é uma área extremamente precária, porém promissora. Com o desenvolvimento desse projeto, visamos apresentar uma possibilidade para o início de um desenvolvimento sustentável na agricultura brasileira que simultaneamente é benéfico para o meio ambiente, é mais eficiente produtivamente e apresenta um melhor custo-benefício para os produtores.

Analisamos primeiramente cada componente do projeto separadamente: semeadoras,

agronegócio, energia renovável na agricultura e o cultivo do milho. Finalmente, integramos todos os tópicos de análise no desenvolvimento do modelo do nosso protótipo.

Objetivo

Coleta e análise de dados para o desenvolvimento de uma semeadora movida a energia solar para a otimização do plantio de milho na Região Sudeste do Brasil. A precisão mecânica da semeadora visa beneficiar o plantio do milho e a placa solar tem como objetivo tornar a semeadora mais sustentável e energeticamente eficiente. Por meio desse trabalho, desejamos proporcionar um local de partida para a inovação na intersecção da agricultura sustentável e o plantio eficiente para a obtenção de melhores resultados em plantações.

Metodologia

Nossa pesquisa tomou formato de pesquisa-ação, visando analisar dados de outros autores e documentos oficiais para justificar o desenvolvimento de uma semeadora movida a energia solar. Através da análise de dados do plantio de milho, como temperatura ideal, umidade do solo, espaçamento entre plantas e profundidade das sementes, definimos um modelo ideal de automatização do nosso modelo de semeadora específico para o plantio de milho na região sudeste. Através da análise e comparação de dados sobre energia solar e combustíveis fósseis em veículos agrícolas, esclarecemos os benefícios de uma semeadora movida a energia solar no cenário específico do Sudeste brasileiro.

DESENVOLVIMENTO

SEMEADORAS

Para cumprir o objetivo deste trabalho, é necessário primeiramente eleger o formato da semeadora a ser desenvolvida, analisando os tipos existentes e escolhendo o tipo ideal para a convergência entre o plantio de milho e a tecnologia agrícola sustentável.

Uma semeadora é um aparelho essencial para a atividade agrícola. Sua função é plantar sementes de plantas que se reproduzem desse modo, agindo de modo mais eficiente e barato que o trabalho manual. Uma semeadora consegue inserir uma semente no solo de acordo com a densidade e profundidade necessária para o desenvolvimento da espécie, agindo de forma

diferente para o plantio de plantas diferentes. As semeadoras se dividem em dois grandes grupos: adubadora convencional e adubadora direta.

A função de uma semeadora adubadora convencional é abrir o sulco, dosar e inserir as sementes e fechar o sulco. A função de uma semeadora adubadora direta é cortar a palha, dosar e inserir as sementes e fechar o sulco. Ela é utilizada em terrenos cobertos de palha para melhorar a qualidade do solo, já que o material entra rapidamente em decomposição, nutrindo a terra.

CLASSIFICAÇÃO E ESPECIFICAÇÕES DAS SEMEADORAS ADUBADORAS

Dentre ambos os tipos de semeadoras adubadoras, outras características podem dividir os tipos de semeadora em mais dois tipos de classificações. O modo de funcionamento de uma semeadora pode gerar mais duas divisões das semeadoras: de precisão e de fluxo contínuo.

Semeadoras de precisão (plantadeiras): depositam as sementes em distâncias regulares. Utilizada no cultivo de sementes gráudas como milho, soja, feijão, mucuna e algodão. Utilizam sistemas de dosagem e tem componentes em contato com o solo que garantem que o espaçamento entre as sementes não seja menor que 40 cm.

Semeadoras de fluxo contínuo (semeadeiras): depositam uma quantidade indeterminada e contínua de sementes no sulco, sem que haja um espaçamento definido e preciso entre elas, mas sendo geralmente menor que 4 cm. Distribui sementes miúdas como de trigo, mas também pode ser utilizada no plantio de sementes maiores, como a de soja. Seus sistemas de dosagem e componentes em contato com o solo são mais estreitos, resultando nas linhas de sementes terem entre 15 e 20 cm de distância.

A dosagem de plantio de sementes varia por espécie, porém geralmente está dentro de 3 a 25 sementes por metro em linhas de um espaçamento de até 45 cm (JÚNIOR, SIQUEIRA, 2006). Essa quantidade é influenciada por diversos fatores e características específicas das sementes, como formato,

uniformidade, rugosidade e dimensão. Além disso, a recomendação agrônômica de profundidade para a semeadura com semeadoras de precisão é de 3 a 6 cm. Esses valores também variam de acordo com a densidade, formato e uniformidade das sementes, além da temperatura do local de plantio.

Outro fator que influencia a profundidade é a umidade do solo. Um solo seco normalmente exige que as sementes estejam mais profundas, e um solo friável não causa a necessidade de

uma profundidade grande. Ademais, solos friáveis são ideais para a utilização de semeadoras de precisão, já que os componentes das semeadoras responsáveis por fechar o sulco raramente compactam o solo, um fenômeno que impede o desenvolvimento correto das sementes.

Nas semeadoras de fluxo contínuo, o espaçamento entre as semente pode variar entre 100 e 200 sementes por metro, dependendo das espécie, formato, uniformidade, rugosidade e Dimensão. Em relação a profundidade, como esse tipo de semeadora é usualmente usado com sementes pequenas, não é recomendável plantá-las em uma profundidade acima de 3 cm. Por consequência da baixa profundidade, é necessário que as semeadoras eficientemente fechem o sulco, cobrindo as sementes com uma camada grossa de terra e palha. Essa camada também deve estar devidamente compactada para que as sementes tenham completo contato com o solo para absorção de umidade.

SEMEADORAS MECÂNICAS E PNEUMÁTICAS

A distinção entre semeadoras mecânicas e pneumáticas está relacionada ao modo como as sementes são distribuídas. Com esses parâmetros, podem-se obter dois tipos de semeadoras: mecânica e pneumática.

Semeadoras mecânicas utilizam a gravidade para distribuir as sementes. Os discos onde as sementes são colocadas podem ficar na horizontal, vertical ou diagonal. Semeadoras pneumáticas utilizam o vácuo para distribuir sementes, que são retidas em furos pela pressão negativa gerada.

Semeadoras mecânicas tem um custo expressivamente mais baixo que as semeadoras pneumáticas, e também necessitam de menos manutenção. Por outro lado, a tecnologia mais avançada das pneumáticas resulta em uma capacidade elevada de cobrir uma área maior do terreno no mesmo tempo de trabalho que a mecânica. Pneumáticas necessitam de uma potência maior para operar, enquanto mecânicas exigem um custo energético menor.

UM PANORAMA DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

O Brasil é um dos países de maior representatividade no agronegócio mundial. Esse setor da indústria é fundamental para a economia brasileira, tendo representando 25% do PIB do país em 2022 (IBGE), e sendo de suma importância para o crescimento econômico do Brasil e o atendimento da demanda mundial de alimentos.

Nos últimos 40 anos, a indústria agropecuária brasileira cresceu drasticamente, ganhando alto renome e destaque internacional. Em 1977, segundo a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), o Brasil produzia 46 milhões de toneladas de grão, enquanto em 2022/23, segundo a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), o país produzirá aproximadamente 300 milhões de toneladas de grãos, indicando um crescimento de 500% em somente 4 décadas. Essa diferença expressiva se dá devido aos avanços tecnológicos nas técnicas de plantio, como a evolução das semeadoras (mecânica para pneumática). No entanto é importante notar-se que grande parte do setor agrícola brasileiro ainda é rudimentar comparativamente, com 70% ainda utilizando semeadoras mecânicas. Todavia, é previsto que essa taxa diminua muito nos próximos anos, com a transição para semeadoras pneumáticas, por causa do crescimento do mercado, da demanda, e da economia brasileira.

No cenário global, o Brasil tem um papel fundamental. Na produção de grãos, o país se classifica como o 4º maior produtor global, somente atrás da China, EUA e Índia. Segundo a Embrapa, ele é responsável por 7,8% da produção mundial de cereais (239 milhões de toneladas), sendo o maior exportador de grãos em valor (22% das exportações mundiais), e sendo o maior produtor e exportador de soja no mundo, com 126 milhões de toneladas produzidas em 2020. Além disso, é responsável pelo terceiro maior volume de milho no mundo, com 100 milhões de toneladas.

No setor da pecuária, o Brasil também se destaca. Em 2021, foi o segundo maior produtor de carne bovina do mundo, com 17% da produção total de acordo com o USDA, somente perdendo para os Estados Unidos. Na última década, outra proteína animal que cresceu em relevância no mercado internacional é o frango, da qual o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, e o maior exportador global, segundo a ABPA.

Com a pandemia do COVID-19 e as tensões comerciais e políticas entre Estados Unidos e China, há cada vez mais oportunidades e aberturas para o Brasil no mercado asiático. Enquanto no início do século a União Européia era a maior importadora de produtos brasileiro, a China hoje representa mais de 30% do mercado do país, de acordo com Pedro Mizutani, Presidente do Conselho do CTC - Centro de Tecnologia Canavieira e Membro do Conselho da COSAN. Tal tendência mostra que o agronegócio Brasileiro tem se mantido altamente versátil, se adaptando a novos mercados consumidores e políticas de comércio. Além disso, há uma preocupação mundial com os impactos das mudanças climáticas na produção de alimentos. Por consequência do clima diverso e tropical do Brasil, e o tamanho do seu território, é previsto que o Brasil assumirá um papel ainda maior no cenário internacional do agronegócio no futuro, servindo como fonte de alimento global. Portanto, o

desenvolvimento tecnológico do agronegócio brasileiro é imprescindível e, mesmo tendo evoluído significativamente, ainda é um sistema muito precário em relação a outros países como China e Estados Unidos.

IMPLEMENTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NO AGRONEGÓCIO

No Brasil, foram feitas poucas tentativas de adaptação para a agricultura sustentável nos últimos anos. A implementação de agrotóxicos naturais e a utilização de veículos menos poluentes para o transporte de produtos agrícolas são destaques entre as maiores mudanças no cenário sustentável da agricultura brasileira. Diversas análises e previsões sobre como a transição para a agricultura sustentável poderia ser feita, mas a maior parte de tais estudos tomam como objeto de análise a indústria agrícola completa, desde o plantio até o transporte de produtos finalizados. Há um consenso entre diversos autores sobre a viabilidade de uma transição para a agricultura sustentável no Brasil. Rodrigues (2006), Becerra-Pérez *et al.* (2020), Nobre (2011), Fonteles (2019), Rosa *et al.* (2020), Pereira & Araújo (2020) e Costa & Agostinho (2018) concordam que a agricultura sustentável, em especial com energia renovável, é possível e um caminho natural para o agronegócio brasileiro. No entanto, uma falta de investimento e infraestrutura pode gravemente retardar o desenvolvimento da nova prática.

Sob um ponto de vista econômico, Fonteles (2019) e Rosa *et al.* (2020) previram a aplicação de placas fotovoltaicas em cenários agrícolas. Em seus estudos, ambos concluem que, apesar do custo elevado de instalação das placas solares, de acordo com o modelo matemático de Payback (GITMAN, 2002), o custo-benefício final é mais vantajoso quando se usa energia solar em comparação com combustíveis fósseis. No entanto, Baker *et al.* (2013) ofereceu um panorama de diminuição do custo de placas fotovoltaicas ao longo do tempo, ao ponto que a tecnologia se torne mais avançada e comum. Por isso, pode-se concluir que apesar de uma mudança completa onde todos os setores de uma produção agrícola utilizam a energia solar apresentar um custo elevado, o retorno a longo prazo, e a tendência do barateamento da energia solar no futuro, tornam um modelo de agricultura sustentável viável no Brasil. Para o objetivo deste trabalho, somente um setor da produção agrícola sofreria uma mudança de fonte energética, o de plantio. Portanto, vale-se notar que os custos seriam mais baixos, e pela alta produtividade das máquinas, um retorno de um investimento inicial seria rápido.

O CULTIVO DO MILHO

O milho é o cereal mais produzido no Brasil, com mais de 54 milhões de toneladas de grãos produzidos em uma área de mais de 12 milhões de hectares (CONAB, 2010). No Brasil, a região Sudeste se destaca no desenvolvimento e produtividade do plantio de milho. Na safra 2021/2022, houve um aumento de 12,7% na produtividade em comparação com a safra anterior. Segundo a Conab, há um rápido crescimento tanto na área de plantio quanto na produtividade média da Região Sudeste. Em 2022, houve um aumento de 4,9% na área da produção e de 7,5% na produtividade média em relação à 2020. Em especial, o Rio de Janeiro ganha destaque no plantio de milho, com um aumento de mais de 30% na produtividade da safra de 2021/2022 em relação ao ano anterior.

O milho é uma semente sensível às mudanças nas condições no ambiente, principalmente em relação à temperatura, umidade e radiação solar. Temperaturas abaixo de 10°C e acima de 40°C podem severamente prejudicar a germinação da semente, e a temperatura ideal para esse estágio seria entre 25°C e 30°C (Fancelli & Dourado Neto, 2000). Vale-se notar que cada grau acima de 21,1°C pode acelerar o crescimento da planta, e graus abaixo de 15,5°C podem retardar o crescimento.

O milho precisa de alta exposição à radiação solar, que é essencial para seu bom desenvolvimento, já que sem ela, seu processo fotossintético é inibido. Uma redução expressiva na exposição luminosa da semente pode resultar no retardo da maturação dos grãos. Na fase reprodutiva, é necessário uma exposição maior à radiação solar, tornando a semente mais sensível à variação na luminosidade (Aguilar Sans & Santana, 2007). Em relação ao fotoperíodo, o milho é uma semente de dias mais curtos, porém várias variações não sofrem muitas alterações em relação ao tempo de exposição solar diário.

O milho é uma cultura altamente exigente de água. No entanto, também é flexível em relação ao volume de precipitação, podendo ser cultivado em áreas com níveis de precipitação variando entre 250 mm até 5000 mm anuais, sendo que a planta consome em torno de 600 mm durante seu ciclo. Durante seus estágios iniciais de desenvolvimento, o milho raramente consome mais de 2,5 mm/dia de água, podendo se adaptar a climas sem níveis de precipitação altos. Um déficit hídrico em qualquer fase do milho pode impactar negativamente todo o resto do seu desenvolvimento, podendo afetar a taxa fotossintética e a meiose (Embrapa, 2010).

A época de semeadura é determinada com o objetivo de coincidir a época de floração do milho com os dias mais longos do ano e a época de enchimento de grãos com os dias de temperaturas mais elevadas e maior radiação solar. Também deve-se considerar os níveis de

chuva que atendem as necessidades hídricas da planta. Por isso, na região Sudeste, os meses ideais, segundo a Embrapa, são entre outubro e novembro, otimizando os dias quentes de janeiro e fevereiro. No entanto, há uma discordância entre autores neste ponto. Cruz *et al.*, 2010, citam que em uma pesquisa obteve-se um aumento de 60% na produtividade de uma semeadura feita em março em relação à uma em outubro, majoritariamente devido ao elevado nível de radiação solar nas fases iniciais do desenvolvimento do milho. Porém, deve-se considerar que uma semeadura em março faria com que o enchimento dos grãos acontecesse em meses mais secos, podendo comprometer a qualidade dos grãos, já que esses consomem três vezes mais água por dia nessa fase do que na germinação.

A profundidade em que uma semente deve ser plantada depende de diversos fatores, como temperatura do solo, umidade e tipo de solo. A região Sudeste apresenta um solo argiloso com uma capacidade de drenagem média e, em casos específicos, deficiente, porém é firme absorve água suficiente para ser ideal para o plantio de milho. Nesse tipo de solo, segundo Fagundes (1975) e Bresolin (1993), a profundidade ideal é entre 3 e 5 cm. Em solos mais arenosos, as sementes devem ser colocadas em maiores profundidades, entre 5 e 7 cm.

A densidade de semeadura é um parâmetro altamente específico para cada plantação, pois varia em cada tipo de microclima e condições regionais. A densidade da lavoura pode afetar a produtividade e qualidade da produção, podendo alterar o tamanho das espigas e o rendimento total da plantação. A população de plantas recomendada para a maior produtividade do milho está entre 40.000 e 80.000 plantas/ha. Fatores que podem afetar a densidade são a fertilidade e umidade do solo e o espaçamento entre linhas. Sob a ótica do estudo das semeadoras, o espaçamento entre linhas se destaca, já que esse é controlado pelas máquinas de semeadura. Pesquisas indicam que o espaçamento reduzido utilizado em plantações mais recentes, de 45 a 50 cm entre fileiras, comparado ao espaçamento convencional (80 a 90 cm), é mais vantajoso, especialmente em plantações com densidades maiores, como mostrado na Figura 1. Como pode-se ver, um espaçamento de 50cm em uma densidade de entre 75.000 pl/ha e 85.000 pl/ha é ideal para o milho.

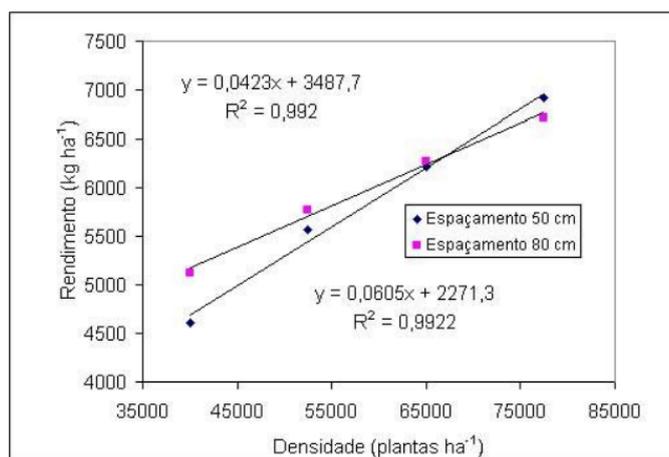


Fig.1. Rendimento de grãos de milho obtido com dois espaçamentos e quatro densidades diferentes de plantas (Fonte: Cruz et al., 2007)

MODELO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA SEMEADORA MOVIDA À ENERGIA SOLAR

Para o objetivo deste trabalho, de desenvolver uma semeadora movida a energia solar para a otimização do plantio de milho na região Sudeste do Brasil, é necessário se definir dois parâmetros principais: o tipo de semeadora e o modo de plantio das sementes de milho.

Como mencionado anteriormente, há diversos tipos de semeadoras. Dentre os previamente apresentados, selecionamos um formato de semeadora adubadora convencional, já que essa apresenta o auxílio da gravidade, sendo mais eficiente energeticamente, e não necessita cortar palha no solo (já que essa não está presente no plantio de milho). Nossa semeadora também tomará formato de semeadora de precisão, já que essa é capaz de precisamente controlar a profundidade e espaçamento entre sementes na lavoura, características que afetam diretamente a qualidade das plantas. Finalmente, adotariamos um modelo de semeadora mecânica, já que essas têm um custo expressivamente mais baixo que as semeadoras pneumáticas, necessitam de menos manutenção e exigem um custo energético menor.

Além dos benefícios para o meio ambiente, como a diminuição de poluentes por combustíveis fósseis, as placas fotovoltaicas podem proporcionar uma maior eficiência e custo-benefício para os produtores. Placas de tamanhos pequenos que ocupam uma parte pequena da semeadora já são capazes de proporcionar energia para a máquina. Além disso, placas solares

são um investimento único, que envolve somente a compra e manutenção. Por outro lado, com a situação geopolítica atual, os preços da gasolina e diesel estão extremamente instáveis e altos, provando ser uma desvantagem para os produtores.

As placas fotovoltaicas são ideais para a otimização do plantio de milho na região Sudeste do Brasil devido aos seguintes fatos: i) o milho necessita de altos índices de exposição à radiação solar durante a fase de plantio e germinação; ii) necessita de baixos índices de precipitação nas fases iniciais; iii) necessita de temperaturas medianas e elevadas durante seu ciclo. Portanto, a recomendação de plantio em outubro e novembro proporcionam condições favoráveis tanto para o plantio de milho quanto para a implementação de placas solares, resultando nas placas que proporcionam energia durante todo o período de plantação, sem a necessidade de combustíveis fósseis.

O protótipo da nossa semeadora usa um sistema duplo de pás para o plantio das sementes. Tal sistema garante o plantio da semente na profundidade recomendada no solo da região Sudeste (3 a 5 cm), e a convergência ideal de ~80.000 pl/ha de densidade e o espaçamento ideal de 50 cm entre fileiras. No entanto, deve-se considerar que em uma semeadora em escala real poderá se utilizar outros sistemas de dispersão de sementes, já que a tecnologia oferecida para a produção de máquinas profissionais favorece o desenvolvimento nesse formato.

Como produto, temos o design de semeadora na Figura 2. Deve-se notar novamente que tal modelo não representa as especificações de construção específicas de uma semeadora a ser construída, mas sim a interação entre seus componentes.

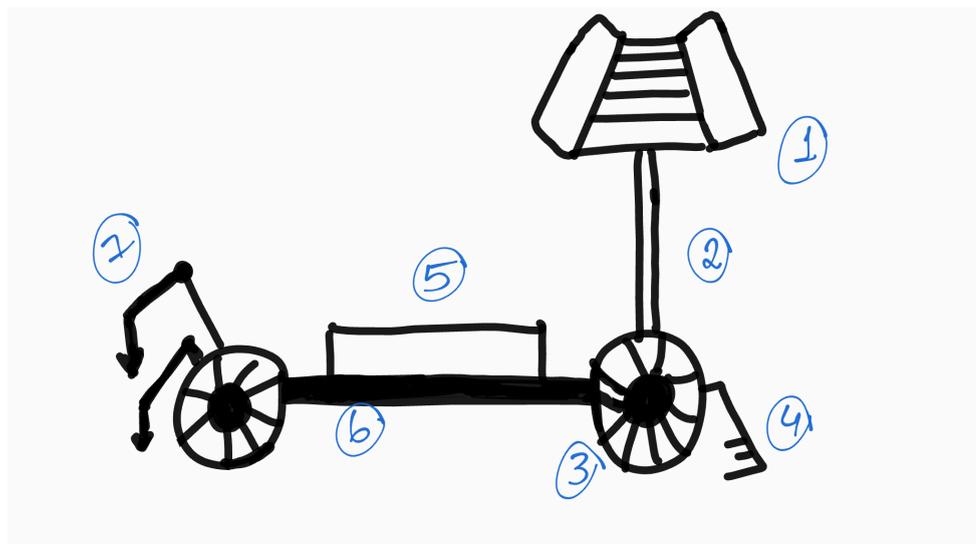


Figura 2: design autoral da semeadora. 1) Placa Fotovoltaica, 2) Haste e Motor, 3) Rodas, 4) Arado, 5) Arduino, 6) Base do carrinho, 7) Pás

No protótipo, uma placa solar gera energia que é convertida em um motor localizado entre as rodas, que as faz girar e mover o carro. Um arado é fixado à parte traseira do protótipo para tampar a terra onde as sementes são plantadas. Na parte frontal, são localizadas mais duas rodas e as pás. Uma pá é um tubo contendo sementes. Ele abre e fecha, sendo controlado por um arduino, dispensando sementes regularmente, como uma semeadora de precisão. Em uma semeadora desenvolvida comercialmente, o arduino pode ser substituído por um sistema movido por trabalhadores. A outra pá possui uma ponta que cava a cavidade no solo onde a semente será colocada na profundidade recomendada de 3 a 5 cm no espaçamento recomendado de 50 cm (em escala).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O agronegócio sustentável no Brasil é um setor extremamente subdesenvolvido, em contraste com o agronegócio convencional, que é responsável por quase um quarto da renda do Brasil. A infraestrutura robusta do agronegócio brasileiro proporciona um cenário promissor para o desenvolvimento de uma agricultura energeticamente sustentável. No entanto, uma falta de avanço tecnológico e investimento faz com que o setor seja precário. A energia solar é uma fonte de energia renovável extremamente eficiente. Porém, devido ao desenvolvimento contínuo da tecnologia, ainda consideravelmente mais caro que outras formas de energia renovável. Mas previsões de mercado sugerem que a tendência futura é essa tecnologia se tornar mais acessível, confirmando a viabilidade dela na agricultura. Ademais, os altos preços de combustíveis tornam a manutenção de veículos agrícolas extremamente cara, e até inviável para pequenos produtores, tornando o cenário mais a favor da utilização da energia solar, que exige um investimento único e uma manutenção de rotina. Por isso, diversos autores já preveem a implementação da energia solar na agricultura, mas falham em encontrar um modelo viável, já que analisam a indústria como um todo. Tomando como foco somente as semeadoras, proporcionamos um ponto de partida para o desenvolvimento da agricultura energeticamente sustentável e uma base para a pesquisa de sua eficiência, para então ser implementada em outras partes do setor agrícola.

O cultivo do milho é de suma importância para o agronegócio brasileiro. Como necessita de alta exposição solar, níveis de precipitação e temperaturas e níveis de precipitação medianos, o plantio de milho ocorre em um clima ideal para a implementação das placas solares. Tais condições não estão presentes em todos os tipos de cultivos, porém o

nosso modelo pode ser utilizado como base para a adoção da energia solar em outros cultivos com condições parecidas, como a soja. Por outro lado, através da análise das tecnologias presentes nas diferentes semeadoras atuais, fomos capazes de desenvolver um modelo de semeadora que otimiza o cultivo de milho nas condições climáticas e de solo do Sudeste, adotando equipamentos de precisão e a programação para cumprir as recomendações de plantio do milho, juntando a precisão de semeadoras atuais com a eficiência e sustentabilidade da energia solar, cumprindo nosso objetivo inicial e proporcionando uma base para o desenvolvimento da implementação e pesquisa da agricultura energeticamente sustentável no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que foi possível atingir os objetivos propostos deste trabalho. Através da análise das tecnologias atuais de semeadoras e das técnicas de plantio de milho, desenvolvemos um modelo de semeadora que combina a eficiência e sustentabilidade da energia solar com a tecnologia de plantio e maquinário já existentes, projetando um modelo de semeadora movida a energia solar que otimiza o cultivo de milho no Sudeste do Brasil. O protótipo mostrado neste trabalho tem como objetivo mostrar a interação entre componentes da semeadora e como esse poderia atingir seu objetivo final, mas ainda está em desenvolvimento e não deve ser utilizado como base para a construção de uma semeadora para uso real. Para esse fim, recomendamos a utilização dos dados analisados e concluídos ao longo deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AGUIAR SANS E SANTANA. Cultivo do Milho. Clima e Solo. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 3 a edição Set/2007
- (2) CASÃO JÚNIOR, R., & SIQUEIRA, R. (2006). Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, YR, 85-126.
- (3) CONTE, Osmar. EMBRAPA. Máquinas para adubação e semeadura (Plantabilidade); Módulo IV".

- <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/M%C3%A1quinas+para+aduba%C3%A7%C3%A3o+e+semeadura+%28Plantabilidade%29+-+Osmar+Conte/6a4b9177-750b-ca61-27b4-3e0308f9379a?version=1.0&download=true>> Acesso em 2/3/23
- (4) CRUZ *et al.* Cultivo do Milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6^a edição. Set./2010
- (5) FIELD VIEW. Agronegócio no Brasil: um panorama da importância, oportunidades e desafios no país. <<https://blog.climatefieldview.com.br/agronegocio-no-brasil>> Acesso em 2/3/23.
- (6) JÚNIOR, Ruy Casão; SIQUEIRA. MÁQUINAS PARA MANEJO DE VEGETAÇÕES E SEMEADURA EM PLANTIO DIRETO”. JÚNIOR, Ruy Casão; SIQUEIRA, Rubens. <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/mecanizacao/livros/MAQUINAS%20PARA%20MANEJO%20DE%20VEGETACOES%20E%20SEMEADURA%20EM%20PLANTIO%20DIRETO.pdf>> Acesso em 5/4/23
- (7) MICHAEL PAGE. O panorama e o futuro do agronegócio no Brasil. <<https://www.michaelpage.com.br/advice/lideran%C3%A7a-e-gest%C3%A3o/recrutamento-e-sele%C3%A7%C3%A3o/o-panorama-e-o-futuro-do-agroneg%C3%B3cio-no-brasil>> Acesso em 2/3/23
- (8) O PRESENTE RURAL. Brasil assume protagonismo no cenário mundial ao permanecer entre os três maiores produtores de frango. <[14](https://opresenterural.com.br/brasil-assume-protagonismo-no-cenario-mundial-ao-permanecer-entre-os-tres-maiores-produtores-de-frango/#:~:text=Entendendo%20essa%20din%C3%A2mica%20de%20mercado,de%20Prote%C3%ADna%20Animal%20(A BPA).> Acesso em 2/3/23.</p></div><div data-bbox=)