

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

CAMPUS AVARÉ

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE

ALLAN CESAR GERVAZIO LAMEGO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PANTOGRÁFICO DE BAIXO CUSTO
PARA ADAPTAÇÃO DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS DIRECIONADOS A
PEQUENOS E MÉDIOS PRODUTORES DE GRÃOS ORGÂNICOS**

**AVARÉ
2022**

ALLAN CESAR GERVAZIO LAMEGO

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PANTOGRÁFICO DE BAIXO CUSTO
PARA ADAPTAÇÃO DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS DIRECIONADOS A
PEQUENOS E MÉDIOS PRODUTORES DE GRÃOS ORGÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Biosistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus Avaré*, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Biosistemas.

Orientador(a): Prof. Me. Celso Daniel Galvani Junior

**AVARÉ
2022**

Catálogo na fonte
Instituto Federal de São Paulo – Campus Avaré

Lamego, Allan Cesar Gervasio

Desenvolvimento de um sistema pantográfico de baixo custo para adaptação de implementos agrícolas direcionados a pequenos e médios produtores de grãos orgânicos /Allan Cesar Gervazio Lamego – Avaré, 2022. 48 p.

Orientador: Prof. Me. Celso Daniel Galvani Junior

Monografia (Graduação – Bacharelado em Engenharia de Biosistemas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Avaré, Avaré, 2022.

1. Agricultura orgânica. 2. Implementos agrícolas. 3. Protótipo. I. Junior, Celso Daniel Galvani. II. Título.

FORMULÁRIO N.º 3/2022 - CME-AVR/DAE-AVR/DRG/AVR/IFSP

FOLHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO	
Nome: Allan Cesar Gervazio Lamego	
Título: Desenvolvimento de um sistema pantográfico de baixo custo para adaptação de implementos agrícolas direcionados a pequenos e médios produtores de grãos orgânicos	
Curso: Bacharelado em Engenharia de Biosistemas	
BANCA EXAMINADORA	
Nome: Maria Cristina Marques	
Instituição/Departamento: IFSP/Avaré	
Nota:	9,76 Julgamento: (<input checked="" type="checkbox"/>) Aprovado () Reprovado
Assinatura: <i>[assinado eletronicamente]</i>	
Nome: Sergio Augusto Martins Faria	
Instituição/Departamento: CATISementes e Mudás	
Nota:	9,7 Julgamento: (<input checked="" type="checkbox"/>) Aprovado () Reprovado
Assinatura:	
Nome: Celso Daniel Galvani Junior	
Instituição/Departamento: IFSP/Avaré	
Nota:	9,34 Julgamento: (<input checked="" type="checkbox"/>) Aprovado () Reprovado
Assinatura: <i>[assinado eletronicamente]</i>	

RESULTADO FINAL
Como parte das exigências para conclusão do Curso de Engenharia de Biosistemas, o candidato(a)/aluno(a), em sessão pública, foi considerado Aprovada pela Comissão Examinadora, com média final 9,6 .

Avaré, 15 de dezembro de 2022.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Celso Daniel Galvani Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/12/2022 15:52:08.
- **Maria Cristina Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 16/12/2022 14:46:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 463374

Código de Autenticação: 8bf3923d8a



FORMULÁRIO N.º 3/2022 - CME-AVR/DAE-AVR/DRG-AVR/IFSP

Documento assinado digitalmente
gov.br SERGIO AUGUSTO MARTINS FARIA
Data: 19/12/2022 12:18:0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

via IFSP, 2ª via do(a) Aluno(a), 3ª via do(a) Co-orientador(a)
uras"

"Este documento não contém

Honro o fechamento deste ciclo dedicando este trabalho a minha família, meus maiores incentivadores, pela educação que me deram e pelo amor que me dedicaram.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por me permitir superar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais Julio e Valdirene, irmãos Julio e Cesar, avós Maria, José e Cecília, tios, em especial Benedito e Marcos, e namorada Nathalia, que me incentivaram nos momentos mais difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto me dedicava à realização deste projeto.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso. Ao professor Celso por ter sido meu orientador e ter desempenhado essa função com dedicação e sabedoria.

Aos meus colegas de curso, em especial ao Nilson, por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste processo.

Agradeço a empresa Raiar orgânicos S.A pelo patrocínio dos componentes para a construção dos equipamentos e incentivos.

Ao Engenheiro Agrônomo Sérgio Correa Pimenta e ao Produtor Agrícola Alexandre Gabriel Ribeiro pelo conhecimento, apoio e compreensão do início ao fim do projeto.

Ao Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação de São Paulo, Câmpus Avaré, pelo apoio estrutural e científico.

Acima de tudo, inovação não é invenção.
É mais um termo de economia do que de tecnologia.

(DRUCKER, Peter. 1992)

RESUMO

O presente trabalho abrange o projeto detalhado e a construção do protótipo de um sistema pantográfico inovador, além de, adaptações de implementos que proporcionem ao pequeno e médio agricultor orgânico, situado no interior do estado de São Paulo, meios de facilitar as tarefas requeridas para a produção de grãos orgânicos em sua propriedade. Estes produtores, fomentados pela instalação de uma empresa produtora de proteína animal no município de Avaré, necessitam de meios que viabilizem as operações de produção, em especial, de milho e soja. A metodologia utilizada para o desenvolvimento do sistema pantográfico baseou-se nas seguintes etapas: reconhecimento da necessidade, determinação dos requisitos funcionais, desenvolvimento experimental, projeto do protótipo, construção do protótipo, avaliação, testes e modificações. Após a conclusão do equipamento principal realizaram-se pequenas adaptações em implementos agrícolas comerciais, como cultivadores, semeadoras, rolos facas e rodas guia, tornando-se assim possível a adequação ao sistema pantográfico que de maneira rápida e fácil, permite ao operador realizar a troca de implementos com apenas a retirada de um pino. O trabalho de conclusão de curso contempla o projeto, especificações para construção, construção do protótipo, testes de campo, valor investido e adaptações de implementos comerciais ao sistema.

Palavras-chave: Agricultura orgânica. Implementos agrícolas. Protótipo.

ABSTRACT

The present work covers the detailed project and the construction of the prototype of an innovative pantographic system, as well as, implement adaptations that provide the small and medium organic farmer, located in the interior of the state of São Paulo, with means to facilitate the tasks required for the production of organic grains in his property. These producers, encouraged by the installation of a company producer of animal protein in the city of Avaré, need the means to make the production operations viable, especially for corn and soy. The methodology used to develop the pantographic system was based on the following stages: recognition of the need, determination of the functional requirements, experimental development, prototype design, prototype construction, evaluation, tests and modifications. After the conclusion of the main equipment, small adaptations were made in commercial agricultural implements, such as cultivators, sowing machines, knife rollers and guide wheels, thus making it possible to adapt the pantographic system, which in a quick and easy way, allows the operator to change implements with just the removal of a pin. The course conclusion work includes the project, specifications for construction, construction of the prototype, field tests, amount invested and adaptations of commercial implements to the system.

Key-words: Organic agriculture. Agricultural implements. Prototype.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Solo exposto na agricultura orgânica a esquerda, e a cobertura de palhada na agricultura sustentável a direita.....	17
Figura 2: Estruturação de solo exposto a esquerda, e coberto a direita	18
Figura 3: Sistemas produtivos	19
Figura 4: Sistema pantográfico.....	25
Figura 5: Estrutura de acoplamento	26
Figura 6: Braços articulados.....	27
Figura 7: Sistema central	28
Figura 8: Encaixe de implementos	28
Figura 9: Peças prontas para usinagem.....	29
Figura 10: Protótipo do sistema pantográfico concluído.....	30
Figura 11: Comparativo entre o equipamento construído e o projeto detalhado	30
Figura 12: Diagrama de blocos das funções que devem ser cumpridas pelas máquinas de semeadura	32
Figura 13: Base estrutural adaptada para semear em linha dupla	33
Figura 14: Comparativo entre a construção e o projeto detalhado da base estrutural adaptada para semear em linha dupla	33
Figura 15: Semeadora completa	34
Figura 16: Principais componentes do cultivador	35
Figura 17: Cultivador em processo de montagem.....	35
Figura 18: Montagem do cultivador	36
Figura 19: Desenho da linha completa de trabalho do cultivador.....	36
Figura 20: Semeadora acoplada ao sistema central	37
Figura 21: Conformação padrão para semeadura.....	38
Figura 22: Testes de transporte	39
Figura 23: Simulação de semeadura.....	39
Figura 24: Semeadura.....	40
Figura 25: Testes de distribuição de sementes	41
Figura 26: Testes de distribuição de sementes	42
Figura 27: Distribuição de sementes (adaptação Mialhe, 2012).....	42

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 28: Conformação do cultivador com três hastes	43
Figura 29: Teste realizado com cultivador na entrelinha de plantio da soja	44
Figura 30: Conformação do equipamento com apenas uma haste	44
Figura 31: Teste do cultivador em plantio com distanciamento convencional	45
Figura 32: Melhorias feitas ao cultivador	46
Figura 33: Testes das molas ao usar o cultivador	47
Figura 34: Resultado após a passagem do cultivador	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SPD	Sistema de Plantio Direto
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ha.	Hectare
CV	Cavalo-Vapor
EUA	Estados Unidos da América
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. PROBLEMATIZAÇÃO	16
1.1.1. Aumento da demanda mundial por alimentos orgânicos.....	16
1.1.2. Aumento da demanda brasileira por alimentos orgânicos.....	16
1.1.3. Obstáculos a superar pela agricultura orgânica	16
1.1.4. Dilema da agricultura sustentável nos trópicos	17
2. OBJETIVOS	20
2.1. OBJETIVO GERAL	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
3.1. DESCRIÇÃO BÁSICA DOS CONCEITOS DA METODOLOGIA	21
3.1.1. Reconhecimento da necessidade	21
3.1.2. Determinação dos requisitos funcionais	22
3.1.3. Desenvolvimento experimental	22
3.1.4. Projeto do protótipo	22
3.1.5. Construção do protótipo	23
3.1.6. Avaliação.....	23
3.1.7. Testes e modificações	23
4. PROJETO DETALHADO	24
4.1. INTRODUÇÃO	24
4.2. FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO	24
4.2.1. Estrutura de acoplamento.....	25
4.2.2. Braços articulados	26

4.2.3. Sistema central	27
4.2.4. Encaixe de implementos.....	28
5. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	29
5.1. ADAPTAÇÕES DE IMPLEMENTOS COMERCIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA SEMEADORA	31
5.2. ADAPTAÇÕES DE IMPLEMENTOS COMERCIAIS PARA CONSTRUÇÃO DO CULTIVADOR	34
6. TESTES	37
6.1. TESTES DE FUNCIONAMENTO DA SEMEADORA	37
6.2. TESTES DE FUNCIONAMENTO DO CULTIVADOR	43
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
8. REFERÊNCIAS bibliográficas	51
GLOSSÁRIO	53
APÊNDICE A – Porta ferramentas	54
APÊNDICE B – Rolo faca	55
APÊNDICE C – Ouriço	56
APÊNDICE D – Equipamento de sobresemeadura	57

1. INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola está em ascensão não só no Brasil, como no mundo inteiro, por conta do grande crescimento populacional. A alta demanda por maquinários agrícolas é nitidamente visível em grandes produtores de grãos, devido ao fato de cultivarem grandes extensões de terra e possuírem poder aquisitivo mais elevado (MÁQUINAS & INOVAÇÕES AGRÍCOLAS, 2021).

De acordo com o Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA, 2019), atualmente no Brasil os incentivos estão voltados para a agricultura familiar, onde não é visada apenas a monocultura, pois as áreas são geralmente pequenas e a rentabilidade não é suficiente para mantê-los. Logo, o foco do pequeno agricultor está em diversificar a produção como, por exemplo, milho, banana, verduras, legumes, gado leiteiro, porcos, etc. para complementar a renda familiar.

Com a intenção de fornecer a possibilidade ao pequeno produtor uma forma viável de produzir grãos orgânicos - estimulado pela crescente demanda no interior de São Paulo por conta da instalação da empresa produtora de proteína animal (Raiar orgânicos) na cidade de Avaré - o presente trabalho elaborou alguns equipamentos financiados pela empresa. Baseado no equipamento gaia, da fabricante de implementos agrícolas francesa Eco-Mulch, foi elaborado um sistema pantográfico a fim de tornar mais prática e rentável algumas operações, levando em conta o poder aquisitivo dos produtores, a estrutura da propriedade, e a praticidade na utilização e manutenção do equipamento.

Ao analisar as características das pequenas e médias propriedades dos assentamentos no interior do estado de São Paulo, foi possível constatar que as famílias vivem em uma área que varia de 5 a 15 ha. Normalmente, possuem apenas um trator de potência baixa (50 a 75 CV), e a mão-de-obra é composta, na maioria das vezes, pela própria família que, geralmente, são de 3 a 4 pessoas.

Os produtos desenvolvidos no presente trabalho pretendem oferecer artifícios aos produtores para superar os obstáculos que a agricultura orgânica enfrenta nos trópicos. Criando e adaptando equipamentos viáveis economicamente e que proporcionem um método agrícola compatível com os requisitos ambientais.

1.1. PROBLEMATIZAÇÃO

Neste tópico será apresentado um preâmbulo dos assuntos relativos ao desenvolvimento deste trabalho, os quais são de suma importância para a compreensão da necessidade de equipamentos que venham a otimizar o trabalho no campo, especialmente para as pequenas e médias propriedades.

1.1.1. Aumento da demanda mundial por alimentos orgânicos

Nas últimas décadas a produção e consumo de produtos orgânicos no mundo têm crescido substancialmente impulsionados pelo aumento da demanda por alimentos e bebidas orgânicas principalmente nos países mais desenvolvidos como EUA, Alemanha e França. Este setor tende a ascender continuamente ao longo dos anos, uma vez que os produtos orgânicos estão progressivamente associados com maiores níveis de segurança, saúde para os consumidores e menores impactos ambientais e sociais (IPEA, 2020).

1.1.2. Aumento da demanda brasileira por alimentos orgânicos

A produção e consumo de produtos orgânicos no Brasil também aumentaram porém em um ritmo mais lento, instigado principalmente pelo mercado doméstico. Destacando-se as compras institucionais para a alimentação escolar e os serviços de alimentação de alguns órgãos governamentais, possibilitando a valorização da produção orgânica – especialmente – da agricultura familiar (IPEA, 2020).

1.1.3. Obstáculos a superar pela agricultura orgânica

Em evento de lançamento da 15ª Campanha Nacional de Orgânicos realizado na sede do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento foram citados por representantes do governo que para mitigar a utilização de produtos químicos na agricultura e fomentar a produção orgânica ainda é preciso superar alguns obstáculos: como a produção de bioinsumos, biofertilizantes, sementes orgânicas e defensivos biológicos. Também foram apresentadas durante o lançamento algumas demandas urgentes, como: o desenvolvimento de máquinas agrícolas apropriadas para pequenas e médias propriedades, facilidade de acesso a créditos e financiamentos, além do fortalecimento das comissões de produção orgânica (MAPA, 2019).

1.1.4. Dilema da agricultura sustentável nos trópicos

Por ser fundamental a proteção do solo no ambiente tropical, normalmente são utilizados herbicidas para fazer a dessecação tanto das ervas espontâneas como das plantas de cobertura cultivadas para recuperar o solo. Nestes sistemas, de acordo com Galvão, et al. (2017, p. 81):

Busca-se adequar tecnologias que possibilitem aliar menor mobilização do solo e maior preservação de matéria orgânica que influencia direta e indiretamente nos processos químicos, físicos, físico-químicos e biológicos. Este processo chamado de sistema de plantio direto (SPD), permite uma sucessão contínua de culturas e plantas de cobertura para garantir um grande aporte de carbono, além de favorecer os processos de estruturação e desenvolvimento biológico do solo.

Desta maneira, a agricultura orgânica tem o grande desafio de desenvolver um método agrícola compatível com os requisitos ambientais nos trópicos para manter o solo coberto.

Figura 1: Solo exposto na agricultura orgânica a esquerda, e a cobertura de palhada na agricultura sustentável a direita



Fonte: Adaptado de Salvador, 2022.

Praticamente toda agricultura orgânica desenvolvida no Brasil utiliza o método de preparação de solo convencional, que de acordo com Galvão, et al. (2017, p. 79):

Os métodos mais tradicionais utilizam arados e grades para o preparo. Caracterizam-se pelo revolvimento total de uma camada superficial de solo pelas operações de aração e nivelamento do terreno, que ocorrem em duas etapas. Primeiramente, faz-se a mobilização mais profunda e grosseira do solo (aração), que visa essencialmente eliminar ou enterrar as plantas daninhas e os restos

culturais e, também, melhorar as condições do solo para facilitar o crescimento inicial das raízes e a infiltração de água. A segunda etapa é feita normalmente com grades leves ou médias, niveladoras ou destorroadoras, respectivamente. Ocorrem logo após ao preparo primário, e causam a eliminação de plantas invasoras, de forma a permitir um ambiente favorável ao desenvolvimento inicial das plantas. E para a melhor eficiência no manejo das plantas daninhas deve ser realizada ainda, imediatamente antes do plantio uma última gradagem.

O preparo convencional através da aração e gradagem expõe o solo a ação da radiação solar, aquece a terra e a expõe a erosão por água e vento. Desta forma a diversidade e quantidade de micro-organismos do solo ficam muito prejudicadas. Caso não ocorra associação entre o sistema radicular e os organismos do solo, a performance das raízes das culturas fica comprometida, necessitando de maior aporte de fertilizantes, sejam eles químicos ou orgânicos.

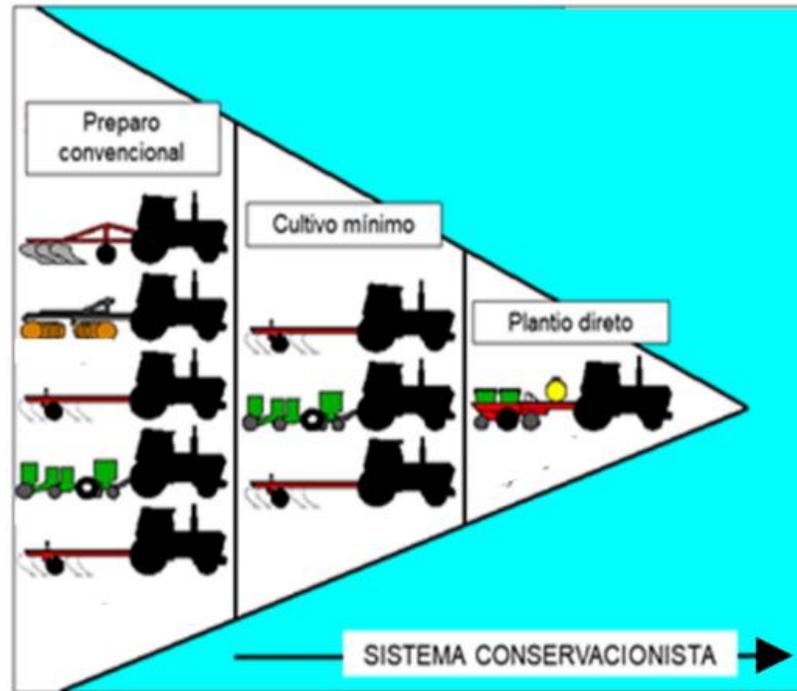
Figura 2: Estruturação de solo exposto a esquerda, e coberto a direita



Fonte: Adaptado de Pessoa, 2020.

Como na agricultura orgânica não se pode utilizar herbicida para fazer a gestão do mato e das plantas de cobertura, esta etapa se torna um ponto crítico. E além de, a utilização do preparo convencional de solo também ser algo que deva ser evitado para se manter a biota do solo. Resta tentar um outro caminho, realizando uma preparação parcial do solo em faixas, de forma a não deixá-lo totalmente exposto e ainda criar um espaço na entrelinha para o desenvolvimento de plantas que auxiliem na produção de carbono para o sistema produtivo.

Figura 3: Sistemas produtivos



Fonte: Pessoa, 2020.

O plantio orgânico tradicional de grãos praticado atualmente expõe 100% do solo e o uso de plantas regeneradoras ocorre somente após a colheita. As etapas de produção usadas atualmente no sistema orgânico são: Aração, 2 gradeações, plantio da cultura, 2 cultivos (capina), 2 pulverizações, colheita e plantio de plantas regeneradoras.

Com o preparo em faixas pretende-se reduzir 50% da exposição do solo além de fazer o cultivo simultâneo de plantas regeneradoras antes da colheita. As etapas necessárias ao preparo em faixa são: Preparo em faixa, plantio da cultura, cultivo e plantio de plantas regeneradoras, 2 pulverizações e a colheita.

Para superar os entraves citados anteriormente o preparo em faixas aparentemente proporciona vantagens consideráveis como, evitar o revolvimento total do solo, permitir o plantio de filas duplas da cultura que tem rápido fechamento, evitar a exposição prolongada do solo ao sol e ao vento, bem como criar um sombreamento para o mato.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

A fim de atender à crescente demanda de grãos orgânicos na região de Avaré-SP o presente projeto tem por objetivo desenvolver implementos agrícolas que propiciem um manejo de baixo custo e alta eficiência para pequenos e médios produtores.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Elaborar um sistema pantográfico de baixo custo.
- b) Adaptar uma semeadora para o plantio em linha dupla;
- c) Adaptar um cultivador para eliminação de daninhas em linha dupla.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste tópico serão abordados os métodos e as técnicas necessárias para que fosse possível a criação, desenvolvimento e adaptação dos implementos agrícolas que venham a facilitar a tarefa de plantio de grãos orgânicos em pequenas e médias propriedades rurais.

A metodologia utilizada é uma adaptação de Fortulan (2017) e Romano (2003), e contem as seguintes fases:

1. Reconhecimento da necessidade;
2. Determinação dos requisitos funcionais;
3. Desenvolvimento experimental;
4. Projeto do protótipo;
5. Construção do protótipo;
6. Avaliação;
7. Testes e modificações.

3.1. DESCRIÇÃO BÁSICA DOS CONCEITOS DA METODOLOGIA

Considerações sobre a metodologia e os conceitos básicos do projeto.

3.1.1. Reconhecimento da necessidade

Parte inicial e fundamental para o início das atividades do projeto, pois é a partir das informações adquiridas junto ao especialista de campo que será balizada todas as atividades subsequentes.

No presente projeto o reconhecimento da necessidade contou com a vasta experiência do engenheiro agrônomo Sérgio Correa Pimenta que durante muitos anos atuou como consultor em agricultura orgânica em diversas cadeias agropecuárias, foi implementador de normas de certificação em fazendas e indústrias, e recentemente tem trabalhado com desenvolvimento de protocolos particulares e avaliação de impactos em atividades rurais.

E o critério mais relevante para o reconhecimento da necessidade, sugerido pelo especialista em relação ao sistema pantográfico, foi a versatilidade, pois o mesmo equipamento forneceria a possibilidade da utilização de diversos implementos.

No que diz respeito a semeadora de linha dupla o principal critério foi o espaçamento de sementes para possibilitar o consórcio de plantas com a cultura.

E em relação ao cultivador o critério foi o controle das plantas invasoras iniciais nas entre linhas.

3.1.2. Determinação dos requisitos funcionais

Estabelecer as funções que o equipamento deve realizar e sob quais condições é esperada uma operação satisfatória, além das especificações do projeto.

As informações necessárias para a determinação dos requisitos funcionais eram passadas à equipe de trabalho pelo engenheiro agrônomo Sérgio C. Pimenta por meio de reuniões quinzenais. Nessas reuniões eram apresentados equipamentos de referência através de vídeos e imagens. Em seguida eram discutidas as especificações do projeto para uma operação satisfatória do equipamento, que no caso do sistema pantográfico era sua versatilidade, na semeadora de linha dupla era a distribuição de sementes, e em relação ao cultivador o controle das daninhas iniciais.

3.1.3. Desenvolvimento experimental

Desenvolver ideias para diversas soluções do problema através da imaginação e do raciocínio lógico, incluindo ideias sugeridas por outras pessoas e a realização de experimentos. Os primeiros experimentos são puramente funcionais e envolvem normalmente os componentes ou sistemas mais importantes a serem testados.

Nesta etapa eram realizadas visitas, por toda a equipe de trabalho, a oficina do produtor agrícola e mecânico Alexandre Gabriel Ribeiro para a discussão de ideias, análise de equipamentos similares e analisar simulações realizadas com o programa de modelagem 3D SolidWorks. Também ocorriam visitas a lojas e oficinas de equipamentos agrícolas para obter informações sobre quais peças seriam necessárias projetar e quais poderiam ser adquiridas evitando usinagens e projeções desnecessárias.

3.1.4. Projeto do protótipo

Caso as etapas anteriores indiquem que o equipamento é viável através da versatilidade do sistema pantográfico, distribuição adequada da semeadora de linha dupla, e controle das plantas invasoras iniciais, um protótipo apropriado foi projetado,

considerando os seguintes fatores como requisitos peso, durabilidade, regulagens, segurança, conformidade com as normas e custos.

3.1.5. Construção do protótipo

Foram confeccionadas as peças conforme o projeto do protótipo, dando origem a primeira versão do produto.

3.1.6. Avaliação

Foi verificado o atendimento das especificações impostas na determinação dos requisitos funcionais.

3.1.7. Testes e modificações

O equipamento foi submetido a testes de bancada ou de campo, em que foram simuladas as rotinas de funcionamento, conferindo seu desempenho e sugerindo mudanças no projeto para melhorias e aperfeiçoar seu desempenho.

4. PROJETO DETALHADO

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o projeto detalhado do sistema pantográfico que propiciará a adaptação de implementos comerciais, com foco em atender os pequenos e médios produtores de grãos orgânicos. Nesta fase do desenvolvimento foram definidas todas as especificações técnicas necessárias para a construção dos componentes levando em consideração vários fatores importantes como segurança, robustez e simplicidade, além de, viabilizar que o projeto esteja direcionado para a usinagem, montagem e uso de componentes padronizados.

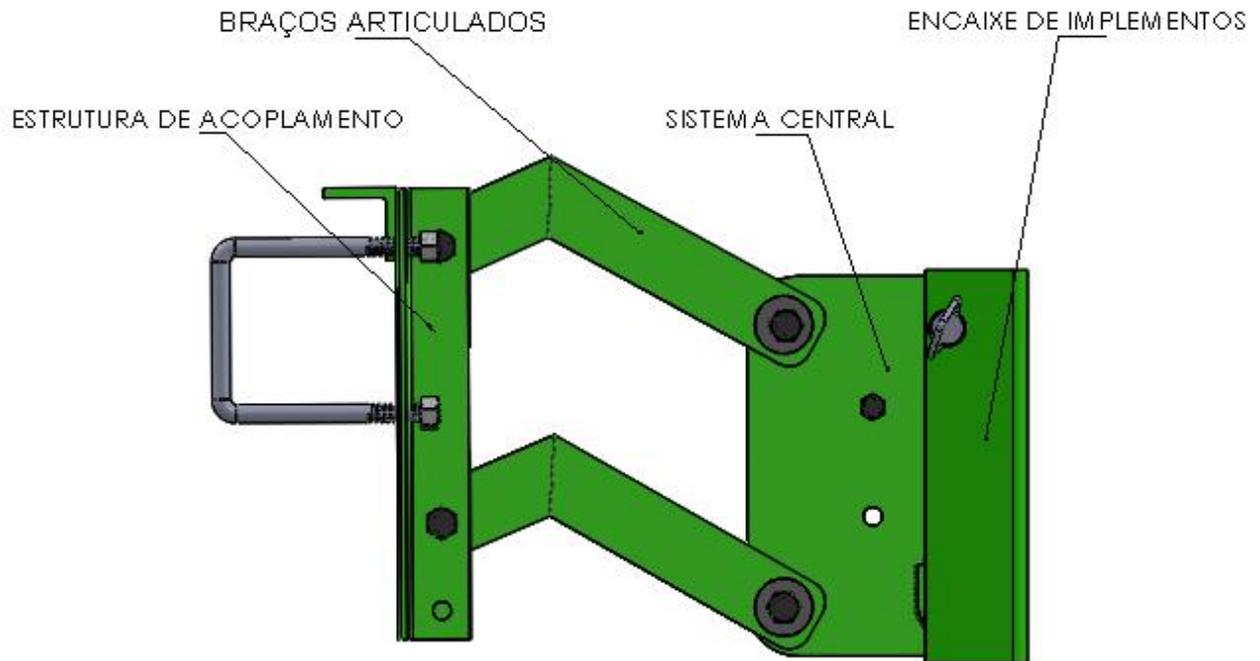
Levando em conta a renda relativamente baixa dos pequenos e médios produtores, foi proposto a utilização do maior número possível de componentes padronizados com a intenção de reduzir o custo da aquisição, bem como, não sendo necessária a fabricação especial de componentes, facilitando a reposição de peças e manutenção.

4.2. FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO

A Figura 6 mostra o equipamento primordial proposto no projeto, pois a partir deste mecanismo foi possível a adaptação de implementos convencionais para todas as operações necessárias no manejo produtivo de grãos orgânicos.

O sistema pantográfico foi colocado na barra de suporte que estava acoplada no engate de três pontos do trator numa extremidade, e na outra o encaixe onde foram soldados os implementos necessários para as operações requeridas.

Figura 4: Sistema pantográfico



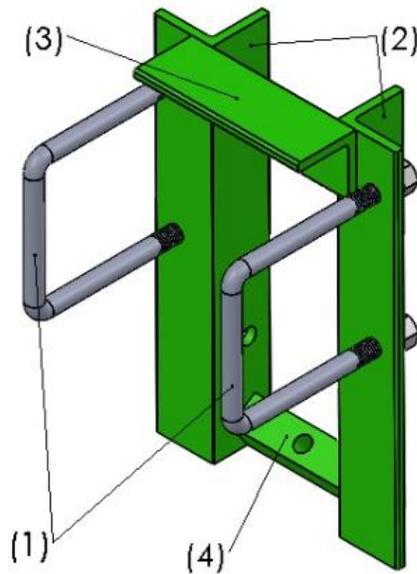
Fonte: Própria, 2022.

O detalhamento do equipamento foi dividido em quatro partes conforme mostrado na figura anterior. No item 4.2.1 será apresentado a estrutura do acoplamento, no item 4.2.2 os braços articulados, no item 4.2.3 o sistema central e no item 4.2.4 o encaixe dos implementos.

4.2.1. Estrutura de acoplamento

Conforme apresenta a Figura 5 a estrutura de acoplamento é composta por dois grampos, três cantoneiras e um tubo de suporte. Os grampos tem a função de fixar as cantoneiras na barra que está engatada nos três pontos do trator. As cantoneiras que estão paralelas entre si terão a função de se ligar aos braços, a cantoneira superior alinhará o conjunto a barra, e o tubo de suporte além de centralizar poderá servir de base para um futuro mecanismo de tração do sistema pantográfico.

Figura 5: Estrutura de acoplamento

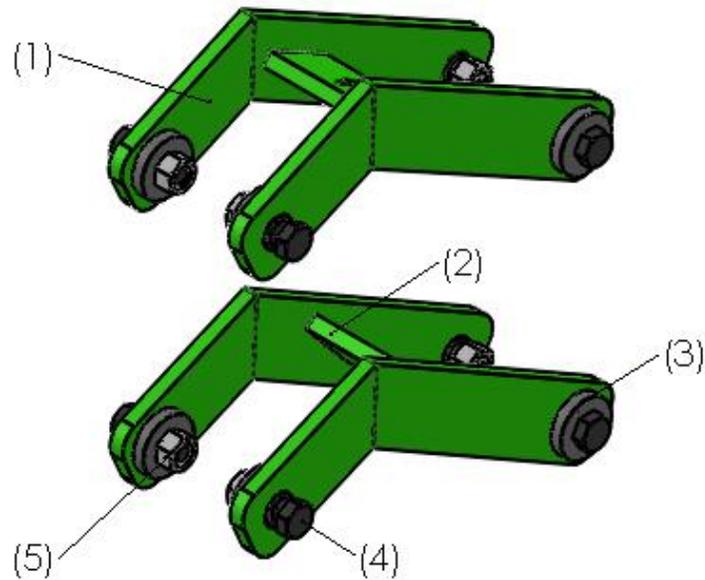


Fonte: Própria, 2022.

4.2.2. Braços articulados

Conforme ilustra a Figura 6, os braços articulados tem a função de conferir movimento ao sistema, fazendo com que os implementos tenham a capacidade de se adaptar a superfície de trabalho. São compostos por dois conjuntos de chapas paralelas entre si (1), uma chapa central (2), oito buchas (3) para o menor desgaste do equipamento, oito parafusos (4) e oito porcas (5).

Figura 6: Braços articulados

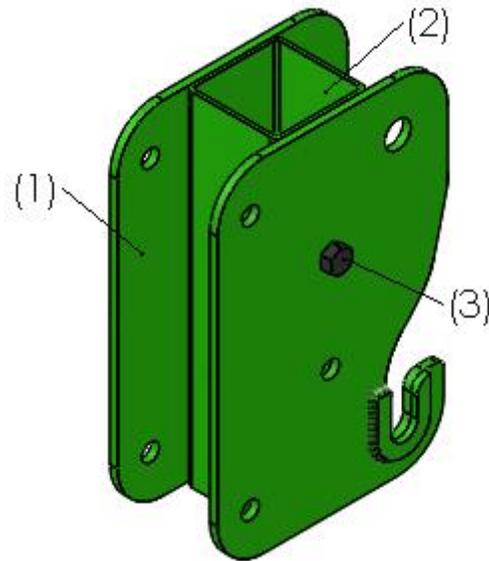


Fonte: Própria, 2022.

4.2.3. Sistema central

O sistema central de acordo com a Figura 7 está composto por um tubo quadrado (2) fixado entre duas chapas (1) e um parafuso (3) para regular a altura de trabalho. Neste ponto o equipamento confere a primeira opção de utilização de alguns tipos de implemento como, por exemplo, rodas, roda-guia, rolos-facas, discos de corte, dentre outros.

Figura 7: Sistema central

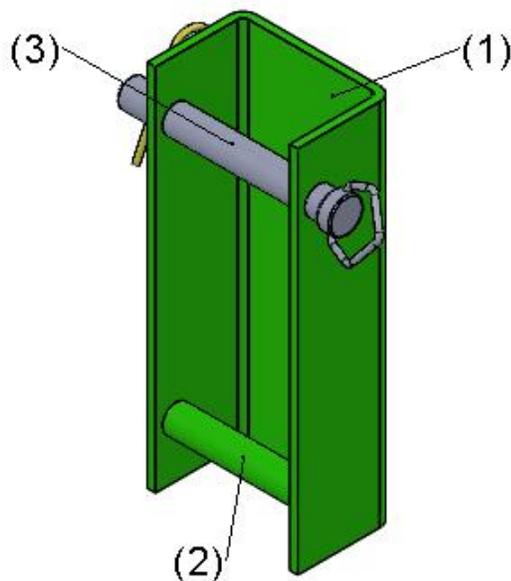


Fonte: Própria, 2022.

4.2.4. Encaixe de implementos

De acordo com a Figura 8 o encaixe é composto por uma chapa de ferro dobrada (1), um pino de trava (3) e um eixo de sustentação (2). Esta parte do equipamento propicia o encaixe principal para diversos implementos.

Figura 8: Encaixe de implementos



Fonte: Própria, 2022.

5. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo é apresentado a construção do protótipo conforme o detalhamento feito no capítulo anterior. Nesta etapa a ocorrência de erros possui custo mais elevado, portanto um projeto detalhado bem elaborado deve desprender mais tempo pois é a fase na qual o produto começa a ganhar forma e servirá como base para a construção. Na Figura 9 estão as principais peças usadas para a construção do sistema pantográfico. As peças adquiridas necessitaram dos seguintes processos, corte e corte a plasma.

Figura 9: Peças prontas para usinagem



Fonte: Própria, 2022.

A Figura 10 representa a montagem completa do sistema pantográfico. Os processos requeridos para a fabricação e montagem foram, torneamento, dobra, furação, soldagem e pintura.

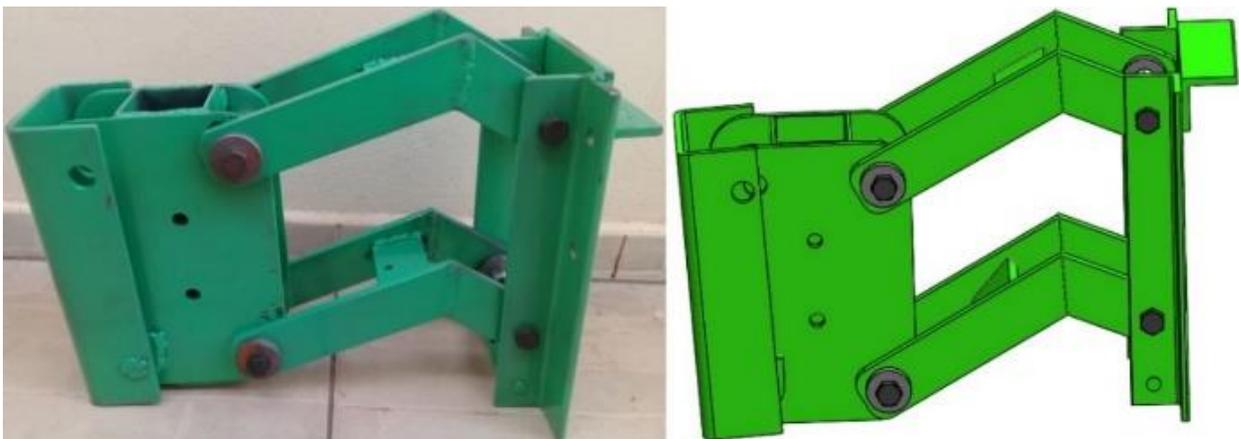
Figura 10: Protótipo do sistema pantográfico concluído



Fonte: Própria, 2022.

A Figura 11 demonstra a comparação do projeto detalhado com a construção do protótipo.

Figura 11: Comparativo entre o equipamento construído e o projeto detalhado



Fonte: Própria, 2022.

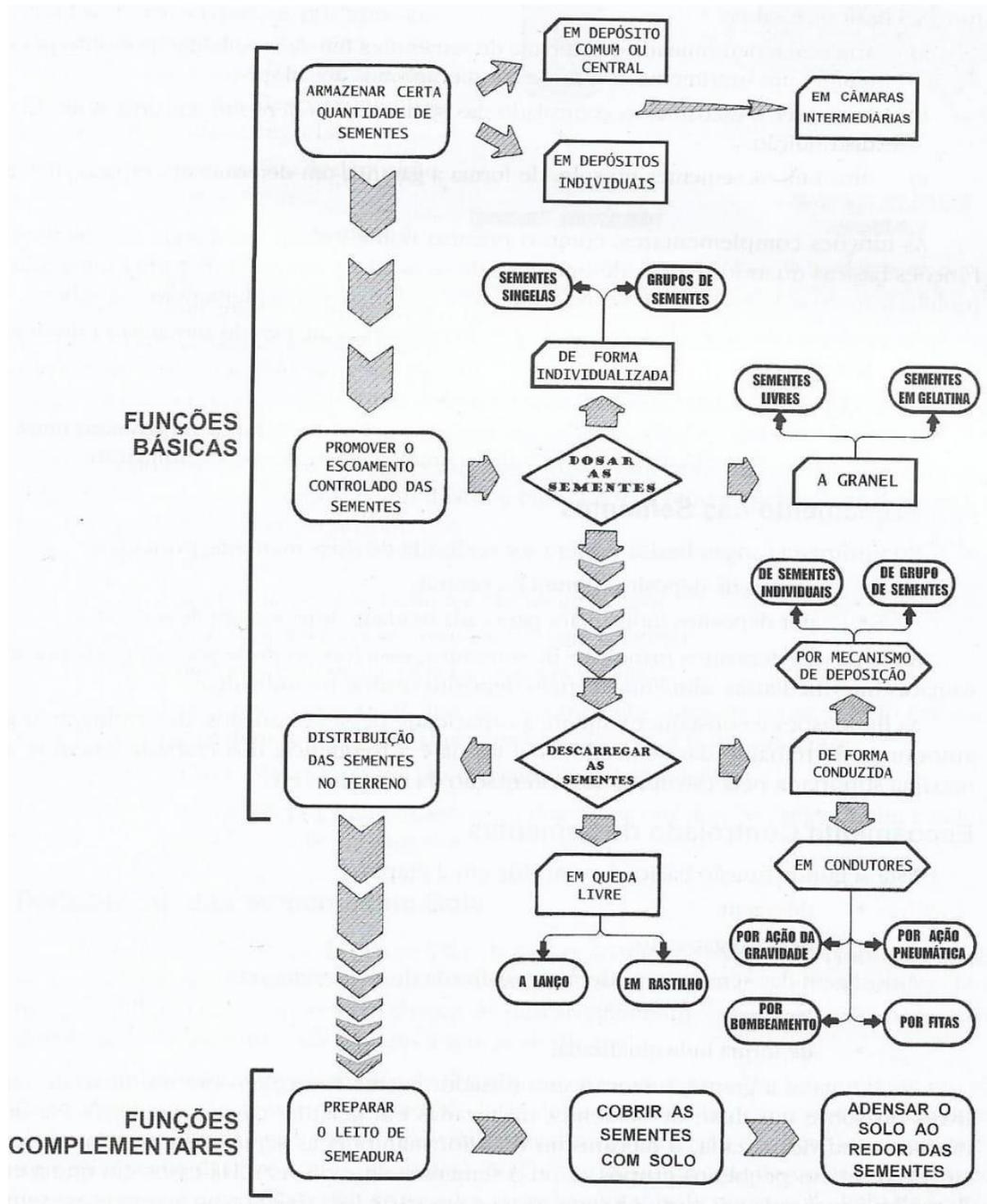
5.1. ADAPTAÇÕES DE IMPLEMENTOS COMERCIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA SEMEADORA

Para Cometti (2012, p.97), “Semeadora é o equipamento responsável por depositar a densidade ideal de sementes (grãos) no solo e dosar o adubo necessário. As semeadoras para grãos são utilizadas principalmente para cereais, enquanto as semeadoras de sementes pequenas, miúdas, são destinadas a plantio de pastagens.”

Com o protótipo do sistema pantográfico concluído partiu-se para as adaptações de implementos comerciais, que a partir das necessidades de manejo citadas anteriormente na problematização deste trabalho procurou-se uma maneira de transformar uma semeadora convencional para linhas duplas. Para tal transformação foi utilizado um modelo antigo de semeadora da empresa Semeato.

De acordo com Mialhe (2012) as máquinas para semeadura devem cumprir as funções mostradas esquematicamente no diagrama abaixo.

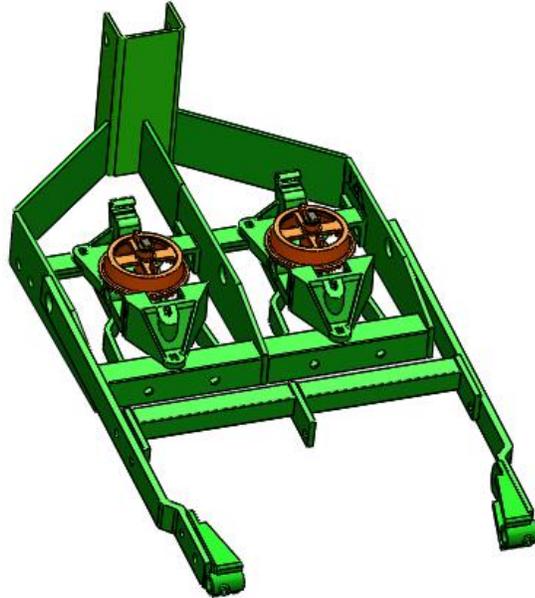
Figura 12: Diagrama de blocos das funções que devem ser cumpridas pelas máquinas de semeadura



Fonte: Mialhe, 2012.

A partir de uma nova base estrutural para deixar os dois mecanismos de plantio mais próximos, conforme mostrado nas Figuras 13 e 14, foi possível manter todos os outros sistemas da semeadora sem alterações.

Figura 13: Base estrutural adaptada para semear em linha dupla



Fonte: Própria, 2022.

Figura 14: Comparativo entre a construção e o projeto detalhado da base estrutural adaptada para semear em linha dupla



Fonte: Própria, 2022.

Em seguida, de acordo com a Figura 15, foi possível realizar a montagem padrão do equipamento.

Figura 15: Semeadora completa



Fonte: Própria, 2022.

5.2. ADAPTAÇÕES DE IMPLEMENTOS COMERCIAIS PARA CONSTRUÇÃO DO CULTIVADOR

Para Cometti (2012, p.110), “o cultivo é vulgarmente conhecido como capina. No cultivo tratorizado, é feita, também, uma escarificação superficial do solo com o objetivo de incorporar fertilizantes, corretivos e restos culturais, além de controlar plantas invasoras de culturas.”

Os cultivadores possuem: chassi no qual se fixam as hastes e na dianteira possui pinos para engate no sistema hidráulico de três pontos do trator. As hastes que normalmente são formadas por molas chatas ou barras de aço com enxadas nas extremidades inferiores. E enxadas que são responsáveis pela escarificação do solo.

Assim como a semeadora, o cultivador precisaria de uma base para ser fixada ao sistema pantográfico. Entretanto, além de ser executável no cultivo em linhas duplas também seria interessante que o equipamento fosse útil para o cultivo convencional. Desta maneira, para fins de praticidade foi adaptado um mecanismo de barras flutuantes

que torna possível a adição de hastes em S para o cultivo em linhas duplas, e caso se queira cultivar em linhas convencionais as hastes extras podem ser retiradas e reguladas com certa facilidade. A Figura 16 apresenta alguns componentes do cultivador antes da montagem. Nas Figuras 17 e 18 é possível verificar o equipamento montado.

Figura 16: Principais componentes do cultivador



Fonte: Própria, 2022.

Figura 17: Cultivador em processo de montagem



Fonte: Própria, 2022.

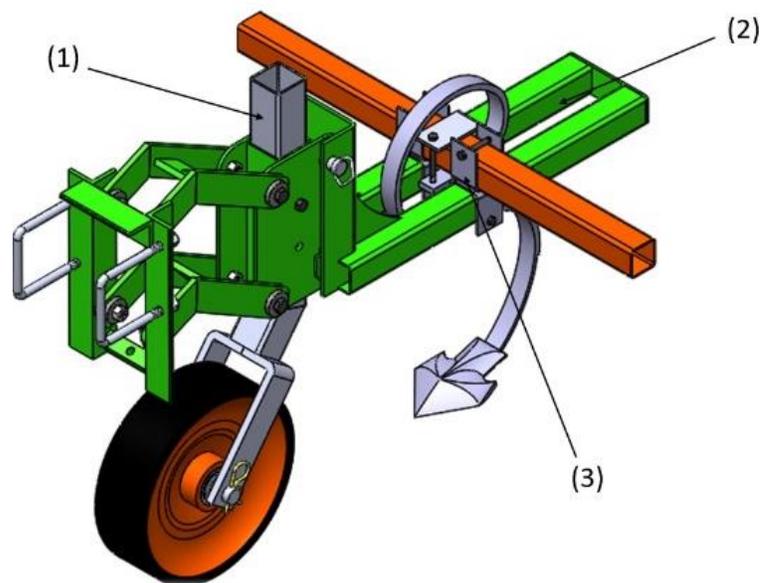
Figura 18: Montagem do cultivador



Fonte: Própria, 2022.

Conforme ilustra a Figura 19, este equipamento conta com uma roda (1) para controle de altura de trabalho, uma base estrutural (2), além de uma barra que possibilita a adição de hastes em “S” e também possui um mecanismo de corrediças (3) para a movimentação lateral das hastes.

Figura 19: Desenho da linha completa de trabalho do cultivador



Fonte: Própria, 2022.

6. TESTES

Após a elaboração do sistema pantográfico, seguido das adaptações da semeadora e do cultivador, foi possível realizar alguns testes de funcionamento. Esta etapa é de grande importância para a ratificação e aperfeiçoamento do projeto, procura-se realizar testes nas condições mais próximas possíveis daquelas que o equipamento enfrentará durante sua vida útil. No próximo módulo será apresentado alguns testes preliminares de funcionamento do produto em uma situação similar a real de trabalho.

6.1. TESTES DE FUNCIONAMENTO DA SEMEADORA

Primeiramente foram realizados testes no acoplamento da barra que posteriormente seria engatada nos três pontos do trator. Conforme ilustra a Figura 20.

Figura 20: Semeadora acoplada ao sistema central



Fonte: Própria, 2022.

Em seguida foram realizados ajustes e melhoramentos no equipamento, deixando-o preparado para a situação real de operação, conforme ilustrado na Figura 21. Nesta

conformação padrão o equipamento possui na barra de sustentação um reservatório que está acoplada a mangueiras. Estas mangueiras realizam a aplicação de insumos biológicos no momento do plantio. A capacidade de semeadura do sistema é de 6 linhas.

Figura 21: Conformação padrão para semeadura



Fonte: Própria, 2022.

Após o acoplamento foi simulado o deslocamento do equipamento até o local de trabalho. Nesta etapa foi acrescentado ao sistema central um implemento desenvolvido anteriormente pela equipe de trabalho que tem a função de destorroar e quebrar a palhada em excesso na linha de plantio.

Em relação as condições do terreno e a velocidade de transporte o equipamento apresentou resultado satisfatório. Vide figura 22.

Figura 22: Testes de transporte



Fonte: Própria, 2022.

Posteriormente, em um local que o solo estava preparado por grades aradoras foi simulado a semeadura. Esta etapa foi realizada com sucesso, pois o equipamento não encontrou dificuldades para realizar a abertura da linha com os discos de plantio para deposição da semente, nem para realizar a compactação da linha pelas rodas. Conforme mostra a Figura 23.

Figura 23: Simulação de semeadura



Fonte: Própria, 2022.

Para testar a gama de possibilidades de trabalho deste equipamento foi realizado um teste de semeadura simultâneo ao amassamento da cultura anteriormente semeada (aveia). Para este processo foi realizado um preparo de solo em faixas com um equipamento (porta ferramentas contendo um disco de corte, um arado aiveca, um sulcador e um “ouriço”) desenvolvido inicialmente pela equipe de trabalho.

Em seguida foi alterada a conformação da semeadora deixando-a sem nenhum implemento no sistema central, e nos equipamentos ao lado da semeadora foram acrescentados rolos facas aos seus respectivos sistemas centrais para promover o amassamento da aveia, retardando seu desenvolvimento e mantendo a palhada morta sobre o solo. Esta situação está devidamente demonstrada na Figura 24.

Figura 24: Semeadura



Fonte: Própria, 2022.

Após os testes citados anteriormente, o próximo objetivo foi verificar a distribuição de semente. Durante o ensaio foi utilizado semente de milho para simular as condições

reais de funcionamento que o equipamento irá enfrentar, conforme mostra a figura 25 e a figura 26. Notou-se uma distribuição de sementes por metro similar da previamente calculada. A profundidade ficou em torno de 50 a 60mm, e a distância entre grãos na diagonal ficou entre 220 a 240mm, e a distância horizontal ficou em torno de 280 e 300mm. Apresentando uma densidade aproximada de 70.000 plantas.ha⁻¹, vide ilustração da Figura 27.

Os testes de profundidade e densidade de plantio alcançaram valores altamente eficientes, visto que no local testado o solo é arenoso, e de acordo com Cruz (2008) a profundidade de semeadura deve variar entre 30 a 50 mm em solos com drenagem deficiente que dificultam o alongamento do mesocótilo. Já em solos mais arenosos as sementes devem ficar entre 50 a 70 mm para se beneficiarem do maior teor de umidade do solo. E a população ideal de plantas ideal para maximizar o rendimento de grãos de milho varia de 30.000 a 90.000 plantas.ha⁻¹.

Figura 25: Testes de distribuição de sementes



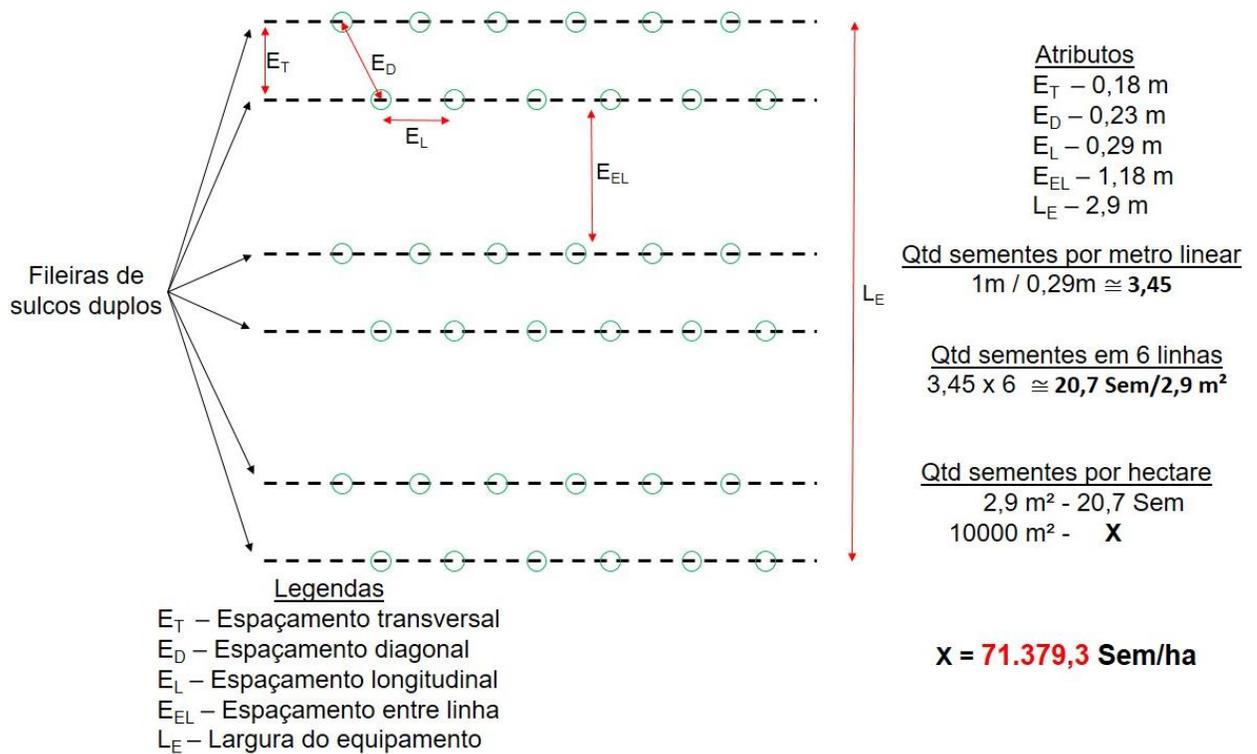
Fonte: Própria, 2022.

Figura 26: Testes de distribuição de sementes



Fonte: Própria, 2022.

Figura 27: Distribuição de sementes (adaptação Mialhe, 2012)

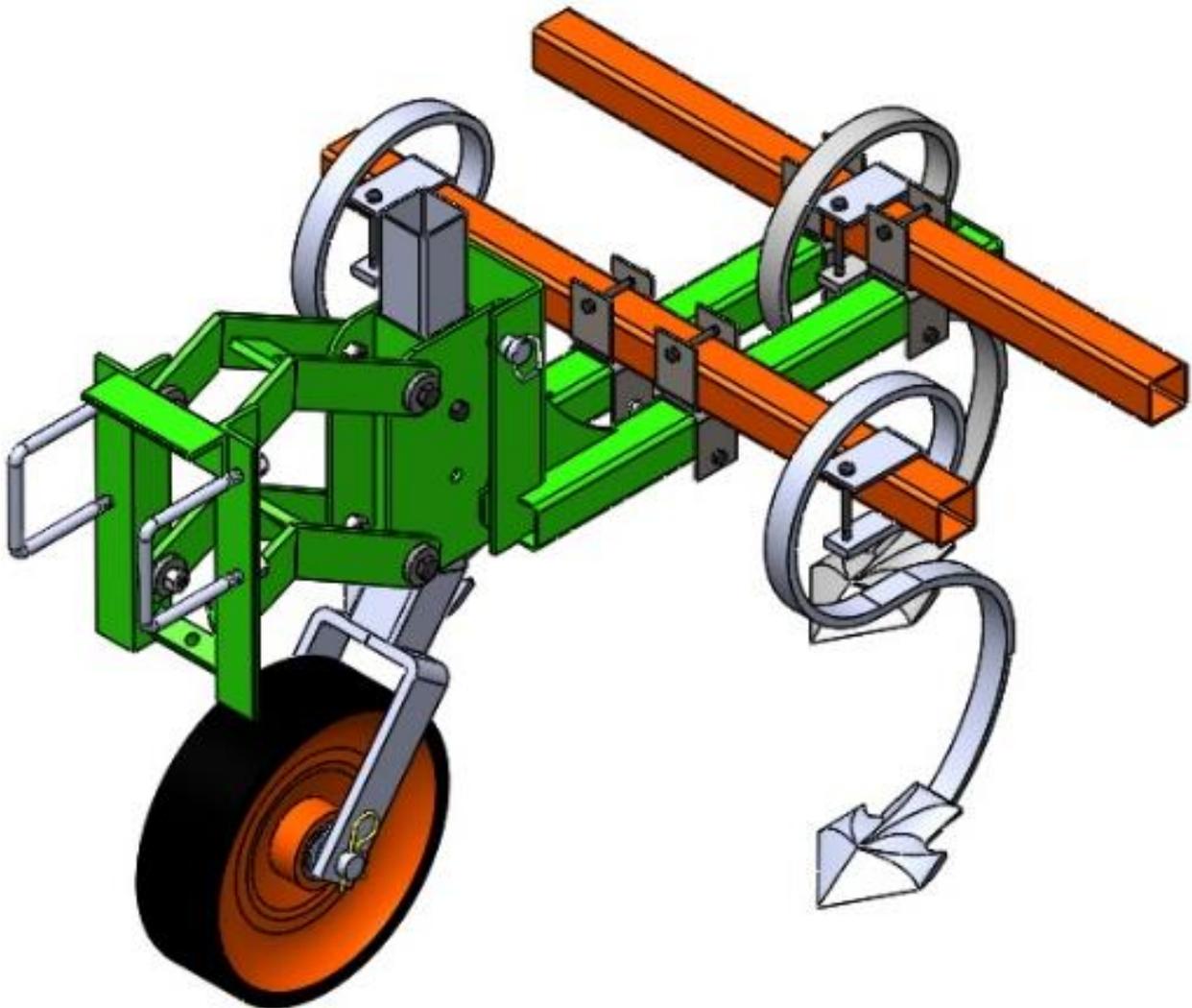


Fonte: Própria, 2022.

6.2. TESTES DE FUNCIONAMENTO DO CULTIVADOR

O cultivador foi testado inicialmente em uma área experimental de soja semeada em linha dupla. A conformação do equipamento ficou da seguinte forma, três hastes por rua, sendo necessária a adição de duas hastes laterais em relação ao modo inicialmente proposto na construção do protótipo. A Figura 28 evidencia o modo como ficou organizado o equipamento.

Figura 28: Conformação do cultivador com três hastes



Fonte: Própria, 2022.

O resultado do trabalho foi satisfatório, pois realizou a extração total das plantas daninhas nas entrelinhas. A Figura 29 demonstra a eficácia do equipamento.

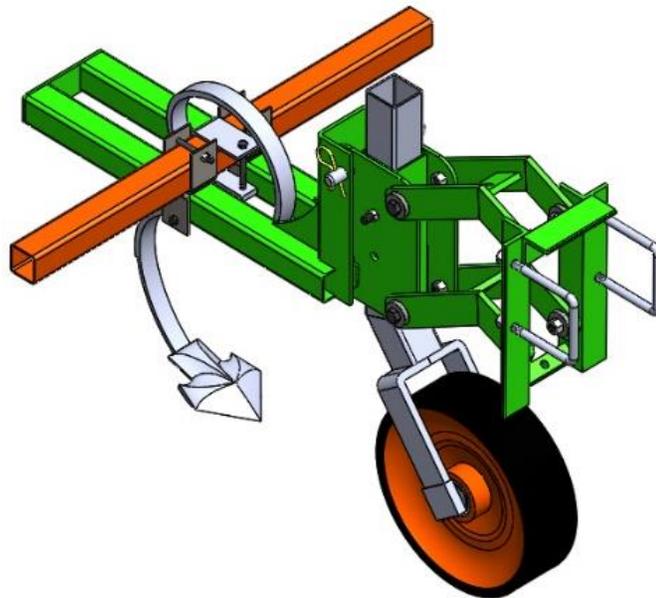
Figura 29: Teste realizado com cultivador na entrelinha de plantio da soja



Fonte: Própria, 2022.

Também foram realizados testes no cultivador em locais de cultivos tradicionais. Neste momento, de acordo com a Figura 30, foi regulado as linhas do cultivador para o distanciamento de 45x45 cm, contendo apenas uma haste por linha.

Figura 30: Conformação do equipamento com apenas uma haste



Fonte: Própria, 2022.

Analizou-se neste momento, conforme ilustra a Figura 31, a utilização do equipamento em uma situação adversa, pois nesta área estava plantado milho, que devido a problemas de regulagens na hora da semeadura ocorreu irregularidades de distribuição de plantas, acarretando em excesso de plantas por linha. Foi percebido durante a realização do teste que o equipamento levantava por falta de lastro quando, havia excesso de restos plantas, touceiras de brachiaria ou ainda, quando continha torrões de terras mais densos. Um preparo de solo bem realizado evitaria esses problemas na hora do cultivo. Apesar das dificuldades encontradas, o cultivador apresentou um resultado bastante eficiente de cultivo no local.

Figura 31: Teste do cultivador em plantio com distanciamento convencional



Fonte: Própria, 2022.

Algumas adaptações foram feitas para solucionar o problema da falta de lastro. Acrescentou-se então ao sistema pantográfico uma mola de compressão para que o cultivador não se erga facilmente ao encontrar algum obstáculo em seu caminho. A Figura 32 ilustra a adaptação.

Figura 32: Melhorias feitas ao cultivador



Fonte: Própria, 2022.

Para comprovar se as molas trariam algum tipo de melhoria ao equipamento, foram acrescentadas apenas nas linhas da extremidade do conjunto. Para realizar os testes foi passado o cultivador numa área de plantio de girassol possuindo espaçamento convencional de 45x45 cm. Os resultados de acordo com as Figuras 33 e 34 deixaram evidente a eficiência das molas, pois nitidamente os rastros ficaram mais profundos nos sistemas que possuíam molas.

Figura 33: Testes das molas ao usar o cultivador



Fonte: Própria, 2022.

Figura 34: Resultado após a passagem do cultivador



Fonte: Própria, 2022.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o projeto detalhado e a construção de um sistema pantográfico, além de, adaptação e construção, respectivamente, de uma plantadeira de linha dupla e um cultivador direcionados para pequenos e médios produtores rurais interessados em produzir grãos orgânicos.

O trabalho também contou com o desenvolvimento, a construção e testes de outros protótipos de implementos que também se apresentaram como boas soluções para a melhora no manejo orgânico como, um preparador de solo, um rolo faca, um “ouriço” e um equipamento de sobresemeadura. Apesar de até o presente momento os implementos citados não estarem prontos, serão apresentados no apêndice mais detalhes sobre eles.

O trabalho focou no detalhamento dos projetos, construção dos protótipos e testes preliminares, com o intuito de validar a concepção pré-determinada através do projeto conceitual estipulado.

Com o auxílio do programa SolidWorks e através do detalhamento dos componentes foi possível prever interferências no projeto, tal qual, simular movimentos e mitigar as chances de erros de projeto.

A construção do sistema pantográfico apresentou valor aproximado de 4,24 sacas de 60 kg de soja em grãos a nível de comercialização de produtor no estado de São Paulo no período de janeiro de 2022 a preço médio de R\$ 164,94. E a construção do cultivador ficou na faixa de 5,76 sacas. Já construção da semeadora de linha dupla irá variar de acordo com o preço do material reutilizado de cada região, visto que o implemento usado para a adaptação já saiu de linha. Todos os implementos citados contam com vários componentes padronizados, o que torna o custo de aquisição mais baixo.

Foi possível observar durante a realização dos testes detalhes importantes relativos ao desempenho de cada equipamento, como a excelente articulação do sistema pantográfico, bem como a capacidade de explorar diversas utilidades de ferramentas dentro de seu sistema central. A eficiente distribuição de sementes da semeadora em linhas duplas alternadas. E em relação ao cultivador, apesar de apresentar um

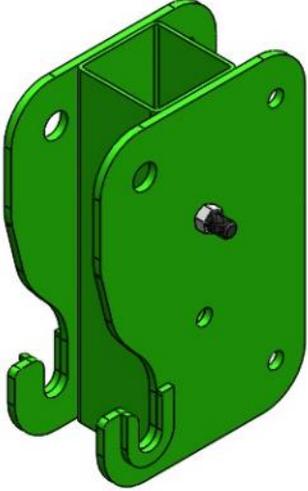
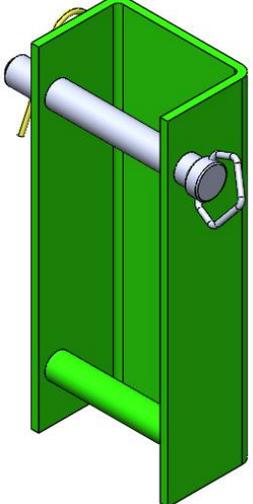
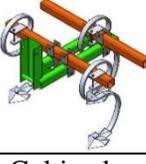
levantamento indesejado por falta de lastro em locais com muitas sujidades, em condições adequadas se obteve o comportamento esperado.

Neste trabalho, priorizou-se o desenvolvimento de implementos que proporcionem meios de facilitar o manejo orgânico de grãos nas pequenas e médias propriedades, tornando a tarefa mais amena e produtiva.

Para trabalhos futuros, sugere-se que sejam realizadas melhorias nos equipamentos, visando a adição de sistemas de tração ou acrescentar suportes para aumentar o lastro, tornando o equipamento mais versátil. Além de substituir a base dupla da semeadora por uma base única para cada linha, pois desta forma a eficiência de deposição de sementes em situações adversas aumentaria.

A fim de demonstrar as possíveis soluções para a utilização de diferentes combinações de equipamentos ou implementos foi desenvolvido uma matriz morfológica, conforme demonstra a TABELA 1 a seguir, na qual os princípios de soluções apresentados tratam-se apenas de algumas possibilidades de adaptações de implementos já colocadas em prática (com exceção da sobressemeadora).

Tabela 1 - Matriz morfológica

Parte do equipamento	Funções	Princípios de soluções
 <p data-bbox="386 995 571 1024">Sistema central</p>	Controle de profundidade	 <p data-bbox="1140 621 1214 651">Rodas</p>
	Amassamento de culturas	 <p data-bbox="1117 831 1237 861">Rolo faca</p>
	Destorroamento	 <p data-bbox="1140 1041 1221 1071">Ouriço</p>
 <p data-bbox="409 1633 506 1663">Encaixe</p>	Semeadura	 <p data-bbox="1107 1251 1247 1281">Semeadora</p>
	Sobressemeadura	 <p data-bbox="1075 1461 1286 1491">Sobressemeadora</p>
	Capina	 <p data-bbox="1117 1671 1247 1701">Cultivador</p>

Fonte: Própria, 2022.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3D CAD Design Software SOLIDWORKS. Disponível em :< <https://www.solidworks.com/>>. Acesso em: 22/08/2022.

COMETTI, Nilton. **Mecanização agrícola.** Curitiba: Livro técnico, 2012. P 97.

Conab. Disponível em :< <https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 19/12/2022.

CRUZ, José. Et al. **A cultura do milho.** 1ª Edição. Sete Lagoas, MG: Embrapa milho e sorgo, 2008. P. 171 a 186.

DRUCKER, P. **Speech.** 04/1992.

Eco-Mulch. Disponível em :< <https://www.eco-mulch.com/>>. Acesso em: 04/09/2022.

GALVÃO, João; BORÉM, Aluizio; PIMENTEL, Marco. **Milho do plantio à colheita.** 2ª Edição. Viçosa (MG): Editora. UFV, 2017. Cap. 4.

LIMA, S. et al. **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil.** IPEA (Instituto de pesquisa econômica aplicada) Publicado em: 18/02/2020. Disponível em:<https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2538.pdf>. Acesso em: 31/05/2022.

MÁQUINAS & INOVAÇÕES AGRÍCOLAS. **Mecanização agrícola segue em alta também em 2021.** Publicado em: 29/01/2021. Disponível em :< [Mecanização agrícola segue em alta também em 2021 - Máquinas e Inovações Agrícolas \(portalmaquinasagricolas.com.br\)](https://portalmaquinasagricolas.com.br/)>. Acesso em: 18/08/2022.

MELLO, I. **Plantio direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira.** Editora parque Itaipu. 1ª edição. Foz do Iguaçu, 2015. Disponível em:< https://febrapdp.org.br/download/publicacoes/LIVRO_PLANTIO_DIRETO_WEB.pdf>. Acesso em: 31/05/2022.

MIALHE, Luíz. **Máquinas agrícolas para plantio.** Campinas, SP: Millennium Editora, 2012. P. 77.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Semana dos orgânicos é lançada com destaque para crescimento do setor no Brasil.** Publicado em: 27/05/2019. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt->

br/assuntos/noticias/semana-dos-organicos-e-lancada-com-destaque-para-crescimento-do-setor-no-brasil>. Acesso em: 02/06/2022.

PESSOA, Thaís. **Como realizar o preparo do solo para plantio de milho**. Publicado em: 04/09/2020. Disponível em:< <https://blog.aegro.com.br/preparo-do-solo-para-plantio-de-milho/>>. Acesso em: 22/11/2022.

SALVADOR, Murilo. **Manejo do solo para a cultura do milho**. Publicado em: 27/05/2022. Disponível em:<<https://portal.agriconline.com.br/artigo/manejo-do-solo-para-a-cultura-do-milho/>>. Acesso em: 22/11/2022.

GLOSSÁRIO

Agricultura orgânica – É um tipo de agricultura alternativa que utiliza de técnicas específicas sem a utilização de agrotóxicos e fertilizantes em todas as fase do processo produtivo.

Implementos agrícolas – São equipamentos geralmente conectados a um sistema de tração que tem a função de realizar as tarefas do campo, a fim de aumentar a agilidade e eficiência das atividades.

Plantas de cobertura – São as plantas responsáveis por formar a palhada que tem a função de fornecer a cobertura do solo reduzindo a erosão e a exposição de radiação solar. Além de ser uma excelente fonte de nutrientes que são liberados a partir da decomposição promovida pelos organismos presentes no solo.

Plantas regeneradoras – São aquelas plantas que trazem benefícios às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Preparo de solo em faixa – Preparo de solo somente no sulco de plantio.

Protótipo – É o modelo de um produto feito para testar e simular um conceito.

APÊNDICE A – PORTA FERRAMENTAS

Este foi o primeiro equipamento idealizado pela equipe de trabalho, e tem a função de realizar o preparo de solo em faixas. Nele está contido um disco de corte, um arado aiveca, um subsolador, um ouriço, e também contem um reservatório para adubo, além de suportes para adicionar dois pares de grades recortadas.



Fonte: Própria, 2022.

APÊNDICE B – ROLO FACA

O rolo faca tem a função de derrubar, amassar ou picar a vegetação, restos culturais ou plantas de cobertura, para facilitar o plantio seguinte e formar uma camada verde sobre o solo que poderá se manter durante todo o ciclo das culturas. Essa camada verde possibilita a supressão de germinação de plantas daninhas, protege o solo contra a ação da erosão, e também serve como um protetor solar do solo, mantendo a temperatura estabilizada e diminuindo a perda de umidade por evaporação. (INDUTAR, 2021)

No manejo orgânico proposto neste projeto o rolo faca exerce um papel essencial, pois possui uma gama muito grande de aplicações para o plantio em faixas.



Fonte: Própria, 2022.

APÊNDICE C – OURIÇO

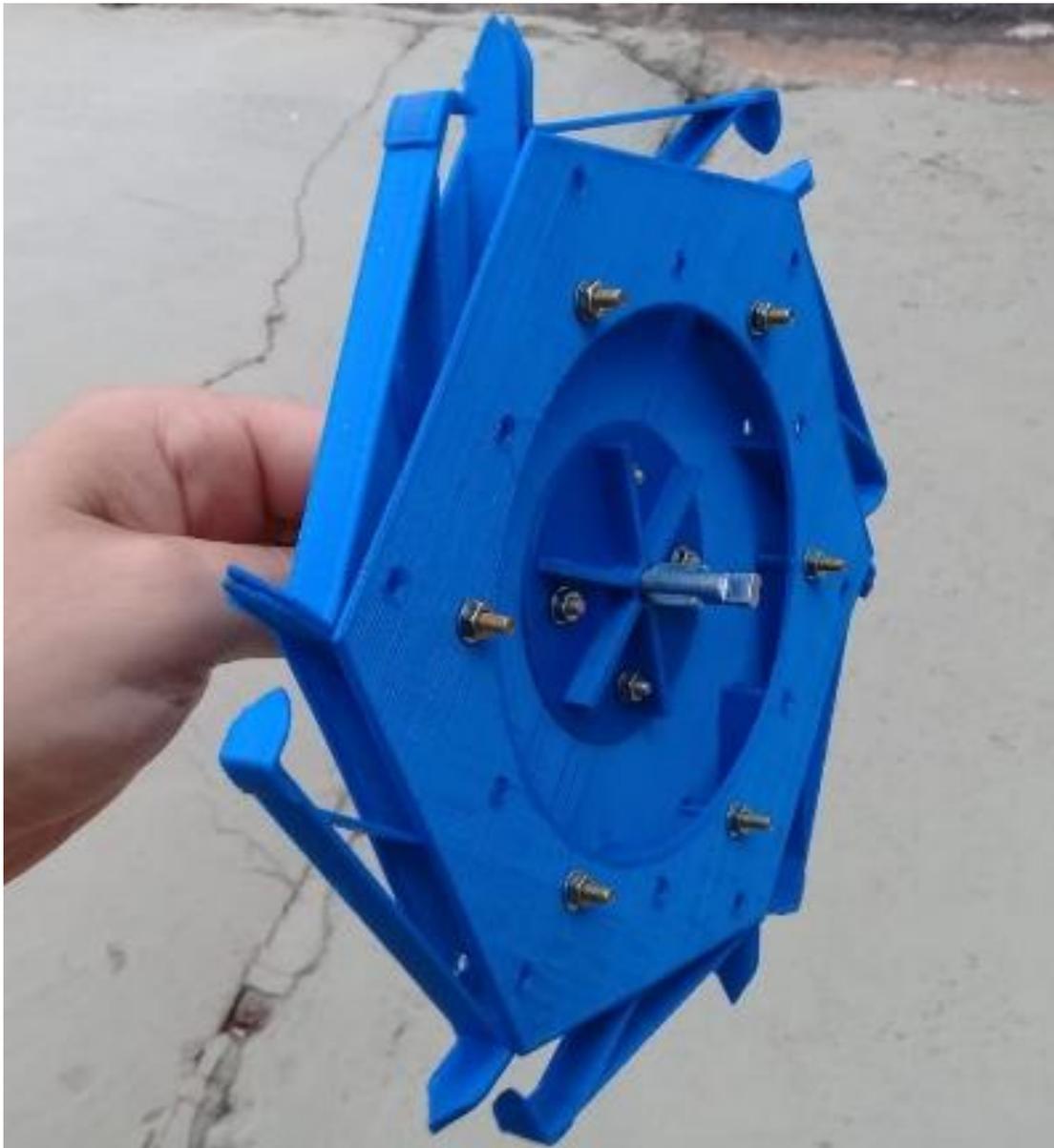
Este equipamento foi idealizado para destorroar a camada superficial do solo preparado em faixas. Assim como o rolo faca o ouriço pode ser usado em diversas situações, como, a frente da plantadeira, a frente do cultivador, no final da linha do preparador de solo, dentre outras.



Fonte: Própria, 2022.

APÊNDICE D – EQUIPAMENTO DE SOBRESSEMEADURA

Este equipamento foi idealizado a partir do equipamento “Haraka planter” para realizar a semeadura em locais sem prévio preparo de solo. Será utilizada, posteriormente neste projeto, para realizar a semeadura de plantas de cobertura na entrelinha do plantio no momento do cultivo. Sua principal função será de semear plantas que sirvam de adubação verde na entrelinha, além de criar um ambiente de competição por nutrientes com as plantas daninhas retardando assim seu desenvolvimento.



Fonte: Própria, 2022.

