

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MAURICIO CEZAR MAY

**PROJETO CONCEITUAL DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PNEUMÁTICA
DE PRECISÃO PARA PLANTIO DIRETO DE CEBOLA E CENOURA**

PATO BRANCO

2022

MAURICIO CEZAR MAY

**PROJETO CONCEITUAL DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PNEUMÁTICA
DE PRECISÃO PARA PLANTIO DIRETO DE CEBOLA E CENOURA**

**Conceptual design of a precision pneumatic seeder for no-till onion and carrot
planting.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Robson Gonçalves Trentin.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

MAURICIO CEZAR MAY

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PNEUMÁTICA DE
PRECISÃO PARA PLANTIO DIRETO DE CEBOLA E CENOURA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 01/dezembro/2022

Robson Gonçalves Trentin
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Fábio Junkes Corrêa
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Sergio Luiz Ribas Pessa
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

PATO BRANCO

2022

Dedico este trabalho em memória de meu pai que
sonhou esse momento junto comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me permitir ter saúde e determinação durante todos meus anos de estudo.

Aos meus familiares e namorada por todo apoio e incentivo incondicional prestado, em especial a meus pais João Albair May (in memorian) e Loreci Ines Burato May, que sempre fizeram de meus sonhos e os dos meus irmãos seus objetivos de vida, sem eles nada seria possível.

A todos os professores que fizeram parte de minha trajetória durante a graduação, os quais contribuíram de maneira fundamental para meu desenvolvimento pessoal e profissional, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Robson Gonçalves Trentin, por todos os conselhos e conhecimento transmitido.

Aos meus colegas e amigos que sempre se fizeram presente durante todos esses anos.

Por último, gostaria de agradecer a UTFPR, que se fez meu lar durante muitos anos, proporcionando momentos que levarei para vida.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo abordar o desenvolvimento de uma semeadora adubadora a pneumática de precisão para o plantio direto de cebola e cenoura para a utilização por micro e pequenos produtores rurais que tem no plantio dessas culturas como uma das principais fontes de renda. O projeto visa a concepção de um equipamento capaz de ser tracionado por um micro trator, proporcionando precisão e uniformidade no plantio, substituindo as maneiras convencionais que exigem grande esforço físico e condições ergonômicas desconfortáveis dos agricultores. A concepção e seleção de componentes para o equipamento seguiram uma metodologia baseada principalmente na pesquisa de suporte, abordada no estudo como revisão bibliográfica. Utilizando software CAD, foi possível desenvolver um projeto fabricável, focado na simplicidade de manutenção, baixo custo de fabricação e robustez. A semeadora desenvolvida tem como principais características: sistema de abertura de solo e mecanismos sulcadores para deposição de fertilizante e sementes, sistema de dosagem de fertilizante, dosagem pneumática de sementes e, roda compactadora.

Palavras-chave: Sistema de plantio direto; hortaliças; dosagem pneumática de sementes; desenvolvimento de produto.

ABSTRACT

This paper has as objective to approach the development of a conceptual design of a pneumatic precision seeder for a no-till onion and carrot farming system, with the use directed to small farmers, those who have in the planting of these cultures one of the main income sources. The project aims to design an equipment capable of being pulled by a micro tractor, providing precision and uniformity in planting, replacing the conventional forms that require great physical effort and uncomfortable ergonomic conditions for farmers. The design and selection of the equipment components followed a methodology based primarily on supporting research, addressed as bibliographic review. Using CAD software, it was possible to develop an easy-to-fabricate structure, focused on simplicity of maintenance, low cost, and robustness. The developed seeder has as main features: soil opening system and furrowing mechanisms for fertilizer and seed deposition, fertilizer dosing system, pneumatic seed metering device, and compactor wheel.

Keywords: no-till farming system; greenery; pneumatic seed metering; product development

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Discos de corte: A - Disco liso; B - Disco ondulado; C - Disco corrugado.....	20
Figura 2 - Dosadores de fertilizante: rosca sem-fim(A); disco horizontal(B); rotor dentado(C); cilindro canelado(D).....	21
Figura 3 - Dosador tipo sem-fim com descarga por transbordo transversal(A); dosador tipo sem-fim com descarga por gravidade (B); dosador sem-fim com descarga lateral (C).	22
Figura 4 - Dosador tipo rotor acanalado (A); dosador tipo disco estrela (B).....	22
Figura 5 - Mecanismo dosador de sementes tipo disco horizontal	24
Figura 6 - Mecanismo dosador de sementes pneumático em uma linha de plantio	25
Figura 7 - Sulcador tipo disco desencontrado (A); sulcador tipo haste sulcadora (B)	28
Figura 8 - Principais elementos de uma corrente de rolos.....	31
Figura 9 - Principais proporções de uma corrente de rolos.....	32
Figura 10 - Engrenamento entre uma corrente se rolos e engrenagem dentada.	33
Figura 11 - Relação de capacidade de transmissão de potência por número de corrente ANSI	35
Figura 12 - Modelo de microtrator	36
Figura 13 - Fluxograma com passos da metodologia utilizada.....	38
Figura 14 - Interação entre componentes comerciais selecionados e estrutura desenvolvida.....	40
Figura 15 - Representação do projeto final.....	41
Figura 16 - Banco universal para empilhadeira.....	42
Figura 17 - Dimensões do projeto.....	43
Figura 18 - Disco de corte liso.	44
Figura 19 - Suporte para disco de corte	45
Figura 20 - Disco de corte selecionado.....	46
Figura 21 - Disco de corte John Deere ST795249.....	46
Figura 22 - Montagem dos discos duplos para deposição de fertilizante e sementes.....	48
Figura 23 - Chapa perfurada para fixação dos mecanismos sulcadores.	49
Figura 24 - Disco de adubo/semente completo Tatu.....	49
Figura 25 - Dosador John Deere.	51
Figura 26 - Dimensões dos alvéolos do disco dosador para semente de cebola	52
Figura 27 - Dimensões dos alvéolos do disco dosador para semente de cenoura	53
Figura 28 - Disco para dosagem de sementes de cebola.	54
Figura 29 - Disco para dosagem de sementes de cenoura.....	54
Figura 30 - Unidade geradora de pressão negativa.	57
Figura 31 - Unidade geradora de pressão negativa fora da semeadora.....	58
Figura 32 - Características do ventilador centrífugo.....	58
Figura 33 - Motor selecionado.....	59
Figura 34 - Vista explodida do da ligação entre motor e compressor radial.	60
Figura 35 - Vista explodida com componentes do eixo mancalizado.....	60

Figura 36 - Especificações técnicas acoplamento flexível.....	62
Figura 37 - Características do mancal selecionado.	62
Figura 38 - Sistema de dosagem de fertilizante.....	63
Figura 39 - Dosador FertSystem	64
Figura 40 - Componentes do dosador de fertilizante.....	64
Figura 41 – Roda compactadora Jumil JM 2090.....	65
Figura 42 - Roda compactadora Jumil 2090.....	66
Figura 43 - Engrenagem dentada de 45 dentes.	68
Figura 44 - Engrenagem dentada de 17 dentes.	69
Figura 45 - Chassi estrutural.....	70
Figura 46 - Malha gerada para simulação numérica.	71
Figura 47 - Aplicação da força peso exercida pelo operador do equipamento.	72
Figura 48 - Aplicação da força peso exercida pela unidade geradora de pressão negativa.....	72
Figura 49 - Aplicação da força peso exercida pelo conjunto de dosagem de fertilizante.	73
Figura 50 - Aplicação da força peso exercida pelo conjunto de dosagem de sementes.....	73
Figura 51 – Aplicação da força de tração exercida pelo tratorito.	74
Figura 52 - Ponto de engaste no suporte do disco de corte.	75
Figura 53 - Pontos de engaste para os mecanismos sulcador de fertilizante, sulcador semente e roda compactadora.....	75
Figura 54 - Análise de tensões.....	76
Figura 55 - Ponto de maior tensão.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades físicas e de engenharia de sementes de cenoura com diferentes tratamentos.....	30
Tabela 2 - Propriedades físicas de sementes de cebola com a variação da concentração de densidade.	30
Tabela 3 – Recomendação de número mínimo de dentes da engrenagem menor	34
Tabela 4 – Descrição dos itens do suporte do disco de corte.	45
Tabela 5 –Lista de peças disco de corte.	47
Tabela 6 - Elementos do disco duplo	50
Tabela 7 - Dados de pressão de sucção calculados para semente de cebola...56	
Tabela 8 - Dados de pressão de sucção calculados para semente de cenoura.	57
Tabela 9 - Especificações técnicas motor Honda.	59
Tabela 10 - Descrição dos componentes da Figura 35	61
Tabela 11 - Elementos da roda compactadora	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AISI	American Iron and Steel Institute (Sistema Americano para Classificação dos Aços)
ANSI	American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Padrões)
CAD	Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
SAE	Society of Automotive Engineers (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade)
SPD	Sistema de Plantio Direto
SPDH	Sistema de Plantio Direto em Hortaliças
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

p	Passo da corrente de rolos
γ	Ângulo de passo da corrente de rolos
D	Diâmetro primitivo da engrenagem dentada
e	Engrenamento
N	Número de dentes da engrenagem dentada
N_1	Número de dentes da engrenagem motora
N_2	Número de dentes da engrenagem movida
A_{proj}	Área projetada das sementes
D_{eq}	Diâmetro equivalente das sementes
F_s	Força de sucção
F_c	Força centrífuga
P_e	Peso da semente
m_s	Massa de uma semente
V_p	Velocidade periférica do disco dosador de sementes
P_s	Pressão de sucção
A_c	Área do orifício do disco dosador de sementes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo principal	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Sistema de plantio direto para hortaliças	15
2.2	Características de plantio direto para as cultivares de cebola e cenoura	16
2.2.1	Características do plantio de cebola.....	17
2.2.2	Características do plantio de cenoura	18
2.3	Semeadoras de precisão	19
2.3.1	Mecanismos para rompimento do solo.....	19
2.3.2	Características de dosagem de fertilizante.....	20
2.3.3	Sistema de dosagem de sementes	23
2.3.4	Mecanismos sulcadores	27
2.3.5	Unidades de acabamento de semeadura	28
2.4	Propriedades físicas das sementes	29
2.5	Transmissão de potência por corrente de rolos	30
2.6	Microtratores	36
3	METODOLOGIA	37
3.1	Identificação da necessidade	38
3.2	Pesquisa de suporte	39
3.3	Definição dos objetivos	39
3.4	Especificação das tarefas	39
3.5	Síntese, análise e seleção	40
4	PROJETO DETALHADO	41
4.1	Mecanismo para rompimento do solo	43
4.2	Mecanismos sulcadores	47
4.3	Sistema de dosagem de sementes	51
4.3.1	Determinação da pressão negativa	55
4.4	Sistema de dosagem de fertilizante	63
4.5	Unidade de acabamento de semeadura	65
4.6	Seleção do sistema de transmissão	68

4.7	Chassi estrutural	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	78
	REFERÊNCIAS.....	79
	APÊNDICE A – DESENHOS DETALHADOS PARA FABRICAÇÃO. ..	86

1 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças no Brasil vem crescendo cada vez mais, para suprir tanto as demandas internas do mercado consumidor, quanto para comercialização internacional.

A agricultura familiar é responsável pelo abastecimento de cerca de 70% dos alimentos que chegam à mesa dos brasileiros, sendo ela a principal fonte de alimentação dos mercados locais e regionais (SERENINI; MALYSZ, 2014).

Em 2016, o Brasil ocupava a sétima posição no comércio internacional de cenoura com cerca de 30 mil hectares e uma produção de 30 toneladas por hectare (CEASA-PR, 2017b). A produção nacional de cenoura, se concentra nas regiões Centro Oeste e na região Sul, responsáveis por cerca de 90% da produção total.

Quando se trata da produção de cebola, o país ocupa a nona posição mundial, com cerca de 59 mil hectares de plantação e uma produção de quase 1.650 toneladas (CEASA-PR, 2017a).

Segundo Kurtz et al. (2013), cerca de 60.500 famílias brasileiras se dedicam a produção da cebola, sendo que mais de 18 mil dessas famílias têm a cebola como principal cultura de plantio.

O sistema de preparo convencional do solo (SPC), no caso do plantio da cebola, ocorre da seguinte maneira: antes do plantio geralmente, realiza-se a aração do solo, seu destorroamento por enxada rotativa e depois o encanteiramento para ser realizada a semeadura. O revolvimento excessivo e em grandes profundidades do solo para a execução desses processos causam a pulverização do solo e sua degradação física, química e biológica. Já o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) restringe o revolvimento do solo somente as linhas de plantio, mantendo a palhada e a cobertura vegetal do solo. Esse sistema demonstra vários benefícios com relação aos sistemas convencionais de semeadura (KURTZ et al., 2013).

A eficiência na produção agrícola torna-se cada vez mais essencial, pois o lucro líquido dos produtores vem sofrendo constantes reduções, não tendo muita margem para erros, uma vez que os custos de plantio estão cada vez mais altos. A distribuição de sementes é considerada a principal função das semeadoras, e seu bom desempenho é cada vez mais testado, pois o espaçamento entre as plantas influencia diretamente dentre outros fatores na competitividade por água e nutrientes

presentes no solo e exposição solar, fatores determinantes para a produtividade das culturas (CARPES, 2019).

Os principais tipos de semeadoras para plantio direto disponíveis no mercado são as que utilizam sistema de dosagem de sementes mecânico e as que utilizam sistema a vácuo. Testes a campo demonstram que as semeadoras que utilizam sistema de dosagem de sementes pneumático apresentam um espaçamento entre as sementes e uma distribuição superior quando comparado aos demais modelos existentes (ÖZMERZI; KARAYEL; TOPAKCI, 2002).

1.1 Objetivos

Nas seções abaixo estão descritos os objetivos gerais e específicos a serem abordados e desenvolvidos no trabalho.

1.1.1 Objetivo principal

O objetivo desse trabalho é desenvolver o projeto conceitual de uma semeadora-adubadora para micro trator, para o plantio direto de cebola e cenoura, utilizando sistema de dosagem de sementes a vácuo, sistema de adubação, rompedor de solo e sulcadores comerciais, e o desenvolvimento do conceito de um chassi para uma (01) linha de plantio, integrando todos os componentes selecionados.

1.1.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo principal os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Definição das propriedades agronômicas do plantio das culturas;
- Definição das características físicas das sementes utilizadas no plantio;
- Selecionar sistema comercial de dosagem de fertilizante;

- Selecionar sistemas comerciais de rompimento de solo, sulcadores e de compactação;
- Selecionar sistema comercial de dosagem de sementes;
- Selecionar sistema comercial de geração de pressão negativa;
- Desenvolver chassi estrutural conceitual;
- Desenvolver desenho conceitual da semeadora.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema de plantio direto para hortaliças

Os tipos de manejo do solo para semeadura podem ser, de forma simplista, classificados em: intensivo, mínimo ou “rodízio” e plantio direto. O sistema intensivo ou convencional, consiste em um alto índice de revolvimento do solo, utilizando arados ou grades. Por outro lado, o sistema plantio mínimo utiliza basicamente escarificadores ou subsoladores. Já o sistema de plantio direto se caracteriza pelo revolvimento de solo localizado, somente nas linhas de semeadura onde são depositadas as sementes ou mudas. Para esse último, normalmente, utiliza-se apenas a semeadora (DALLMEYER, 2001).

Usualmente, a produção nacional de hortaliças é feita de maneira a promover sucessivos processos de revolução do solo e utilização intensiva de insumos, gerando processos erosivos e de esgotamento de recursos naturais aliados ao agravamento de problemas fitossanitários, os quais são decorrentes da não rotação de culturas (EMBRAPA, 2013).

Dentre as vantagens apresentadas pelo sistema de plantio direto em hortaliças (SPDH) para com os sistemas convencionais de plantio, chamam a atenção a melhoria da qualidade e preservação do solo, reduzindo as perdas de solo em até 95% quando comparado ao sistema de plantio direto, além do aumento de retenção de umidade, tendo uma perda de água de até 83,11% com relação aos outros sistemas de plantio, uma maior conservação da temperatura de solo, acarretando na redução de custos na produção (KURTZ et al., 2013).

Apesar de apresentar vários benefícios, na adoção do SPDH, deve-se levar em consideração que na grande maioria das hortaliças, não proporcionam palhada suficiente para manutenção do sistema, o que torna de crucial incluir plantas de cobertura de solo nos períodos de entressafra. Classificam-se como plantas de cobertura, espécies que apresentem grande potencial de fornecer matéria orgânica seca (palhada) e sistema radicular profundo e vigoroso, fazendo a reciclagem de nutrientes. A decomposição dos sistemas radiculares das plantas de cobertura de solo torna o solo mais leve e poroso, auxiliando no enraizamento das culturas que serão plantadas posteriormente (EMBRAPA, 2013).

2.2 Características de plantio direto para as cultivares de cebola e cenoura

Inúmeros fatores e decisões tomadas no momento do plantio, tanto da cebola quanto da cenoura, podem influenciar diretamente nos resultados obtidos na colheita, como a qualidade dos produtos e a produtividade da plantação.

Para Amaral Filho et al. (2005), a correta distribuição espacial das plantas por área é um ponto crucial para se aumentar a produtividade e a qualidade do produto a ser colhido. Com o acréscimo na densidade de plantio das plantas, ou seja, redução do espaçamento entre as linhas de plantio e entre as sementes depositadas no solo, pode-se melhorar o aproveitamento de água e de nutrientes presentes no solo. Porém, a população ideal varia conforme as características específicas das cultivarias, da fertilidade do solo, da disponibilidade hídrica e da época de plantio.

Em um sistema de plantio direto, a definição das dosagens de adubação, bem como a composição química dos produtos a serem aplicados dependem dos teores de nutrientes presentes no solo. Uma adubação equilibrada deve ser priorizada, onde os nutrientes presentes no solo estejam em quantidades necessárias para o desenvolvimento pleno da cultura, pois além de acarretar um aumento significativo do custo de produção, o uso em excesso de fertilizantes pode gerar distúrbios nutricionais e contaminação do ambiente (KURTZ; MENEZES JUNIOR; HIGASHIKAWA, 2018).

2.2.1 Características do plantio de cebola

Para o cultivo de cebola, a correta densidade populacional é de suma importância para a boa formação dos bulbos, afetando diretamente na qualidade e conseqüentemente, em seu preço de venda.

Comumente, quando utilizado o sistema de plantio direto para a cultura da cebola, adota-se uma profundidade de plantio entre 1,0 e 1,5 cm e, quando utilizado apenas uma linha de plantio, pode-se utilizar uma densidade de plantio de até 50 sementes por metro linear, e espaçamento entrelinhas de 30 a 45 cm (MACHADO; LEMES; MACHADO, 2017).

A semeadura de cebola em sistema de SPD é comumente feita linhas simples ou duplas de plantio, utilizando uma profundidade de semeadura entre 1,0 a 1,5 cm. Quando adotado o sistema de plantio com linhas duplas, usa-se um espaçamento de 12 cm entre si e 18 cm entre as linhas duplas, utilizando uma densidade de semeadura de até 20 sementes por metro linear em cada linha. Já quando utilizado linhas simples (mais usual no plantio direto de cebola), são dispostas até 45 sementes por metro linear (EMBRAPA, 2022).

O sistema de plantio direto de cebola vem sendo utilizado com êxito em algumas regiões do Brasil, especialmente na região de São José do Rio Preto – SP, onde semeadoras a vácuo são utilizadas com mecanismos de corte de palha, utilizando um espaçamento entre linhas de semeadura de 30 a 45 cm e uma densidade de plantio de 30 a 45 sementes por metro linear (EMBRAPA, 2022).

Em estudo conduzido por Yuri, Resende e Costa (2018) aplicado as condições do Submédio do Vale do São Francisco, analisou-se a produtividade de cultivares de cebola em diferentes espaçamentos entre plantas. Para realização do experimento, foram utilizadas cinco cultivares de cebola: Vale Ouro IPA-11, Alfa São Francisco, Franciscana IPA-10, Serena F1 e Atacama F1. Quatro espaçamentos entre plantas também foram utilizados: 6, 8, 10, e 12 cm.

Nessas condições de avaliação, os autores chegaram à conclusão de que, em sistema de semeadura direta, o melhor resultado de espaçamento entre plantas encontrado para cada cultura foi de 6 cm para as cultivares Franciscana IPA-10 e Alfa São Francisco, 9 cm para a cultivar Serrana, 10 cm para a cultivar Vale Ouro IPA-11 e 12 cm para a cultivar Atacama.

EPAGRI (2013) recomenda, para uma adubação nitrogenada, dosagens 116 a 142 kg.ha⁻¹ em solos com baixo teor de matéria orgânica, sendo que de 10 a 20 kg.ha⁻¹ devem ser aplicados no momento do plantio, e o restante dividido em no mínimo outras 3 aplicações.

2.2.2 Características do plantio de cenoura

Assim como na produção de cebola, no plantio da cenoura a densidade de plantas também influencia diretamente na qualidade do produto a ser colhido, e conseqüentemente em seu valor agregado.

Lopes et al. (2015) com o objetivo de encontrar a melhor relação entre produtividade e densidade de plantio para três cultivares de cenoura, realizaram, em Mossoró, RN, experimento variando a densidade populacional entre as cultivares Alvorada, Brasília e Esplanada. Os espaçamentos utilizados para o estudo acima citado foram: 20x4 cm, 20x6 cm, 20x8 cm, 15x4 cm, 15x6 cm e 15x8 cm.

Com os resultados das análises, os autores chegaram à conclusão de que para as condições a que as culturas foram expostas, a cultivar Brasília com espaçamento de 20x4 cm foi a que apresentou maior produtividade. Além disso, concluíram também, que o aumento da população de cenoura diminuiu a massa média do produto colhido.

Em pesquisa semelhante, Luz et al. (2008) estudaram sobre a produtividade das cultivares de cenoura Alvorada e Carandaí em diferentes densidades de plantio. Para execução desse experimento, utilizaram-se densidades de 16, 20, 24, 28 e 32 plantas por metro linear, com espaçamento de um metro entre cada linha.

Com os resultados obtidos, os autores conseguiram concluir que, para as condições em que o estudo foi submetido, que o aumento da densidade de plantio interferiu na diminuição do comprimento das raízes.

Para o plantio das cultivares de cenoura, em solos característicos da região Centro-Oeste do Brasil, SEBRAE (2013) recomenda uma adubação mineral de fosforo variando de 100 até 600 kg.ha⁻¹, de potássio de 50 até 300 kg.ha⁻¹. Já para o nitrogênio, no momento do plantio, recomenda-se dosagens de 40 kg.ha⁻¹.

2.3 Semeadoras de precisão

Caracterizam-se como semeadoras de precisão aquelas que tem a capacidade de dosar as sementes uma a uma, mantendo uma distribuição uniforme de sementes nas linhas de semeadura.

Pode-se resumir as funções que as máquinas semeadoras devem executar, segundo Casarão Junior e Siqueira (2006), em: cortar a palhada da superfície; abrir sulco para depositar fertilizante em dosagem, posição e profundidade adequada; fechar o sulco aberto para deposição de fertilizante e, em seguida aberto novamente para deposição de sementes em dosagem, posição e profundidade recomendadas; e, por fim, deve fazer o fechamento do solo e compactar o solo de maneira adequada.

Para Siqueira (2008), uma semeadora-adubadora de precisão é composta basicamente por: chassi ou barra porta ferramentas, sistema de engate e acoplamento, sistema de transporte, reservatórios para sementes e fertilizantes, sistema de acionamento e transmissão, sistemas de dosagem e distribuição de sementes e fertilizantes e unidades de semeadura. As unidades de semeadura devem conter uma unidade de corte da palhada, abridores de sulco para fertilizantes, sistema de aterramento de sulco para sementes, sistemas de aterramento do sulco e sistemas de compactação do solo.

2.3.1 Mecanismos para rompimento do solo

Uma das principais características do sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) é a presença de uma camada de palhada acima do solo para melhorar as condições de germinação e manutenção de plantas (KURTZ et al., 2013).

Os discos de corte, são os responsáveis por realizar essa função de abertura do sulco de semeadura. Eles podem ser encontrados em diferentes tamanhos e formatos, sendo os formatos mais comuns os do tipo liso, ondulado e corrugado. (PORTELLA, 1991). É importante salientar que quanto maiores o diâmetro do disco e a área da superfície em contato com o solo, maiores são as forças normais necessárias para realizar essa atividade. Os diâmetros de disco comumente utilizados, variam de 16 a 22 polegadas (BERTOLLA, 2021).

Os formatos de disco citados por Bertolla (2021), podem ser analisados lado-a-lado na Figura 1.

Figura 1 - Discos de corte: A - Disco liso; B - Disco ondulado; C - Disco corrugado.



Fonte: Adaptado de Bertolla (2021).

Em estudo conduzido por Santos et al. (2010), foram avaliados o desempenho de discos de corte nos formatos liso, corrugado e ondulado em condições de operação com cinco quantidades diferentes de palhada de aveia preta. Os autores concluem com o estudo que o disco ondulado proporcionou uma maior resistência ao rolamento, exigindo maior força de reboque e reduzindo a velocidade do trator. Já o disco de corte no formato liso, obteve os menores valores com relação a força vertical necessária, tendo apresentado os maiores valores de área de solo mobilizada e maior profundidade de penetração no solo.

2.3.2 Características de dosagem de fertilizante

O condicionamento do fertilizante se dá em um reservatório, fixado geralmente na parte superior das semeadoras-adubadoras. Na maior parte dos modelos de semeadoras existentes no mercado, esses reservatórios são construídos em plástico, devido sua resistência a corrosão, leveza e fácil modelagem (CASARÃO JUNIOR; SIQUEIRA, 2006).

Ainda, para Casarão Junior e Siqueira (2006), os fertilizantes ofertados no mercado nacional são do tipo sólido e, em sua grande maioria, granulado, e sua densidade média varia de 1,1 a 1,2 g.cm⁻³. São exceções os fertilizantes formulados como pó de alta densidade, como o hiperfosfato, que tem uma densidade de aproximadamente 1,7 g.cm⁻³.

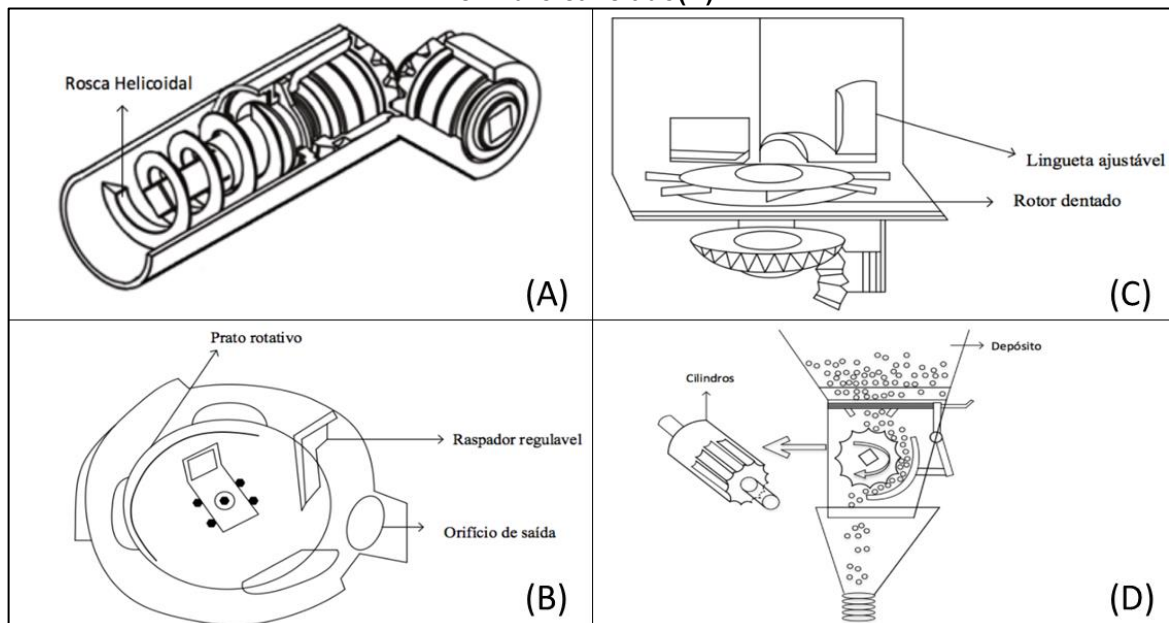
Brandt (2010) define como as principais características de um mecanismo dosador de fertilizante a regularidade no fluxo de dosagem de fertilizante, a não

alteração das características físicas e químicas do produto a ser dosado, exigir pouca manutenção, ter fácil limpeza e possibilitar a remoção completa dos resíduos de fertilizante remanescentes em seu reservatório.

Os dosadores de adubo devem ser concebidos de forma robusta e com capacidade de desestruturar possíveis doses de fertilizantes empedradas ou empelotadas (SIQUEIRA, 2008). O empelotamento ou empedramento do fertilizante pode se dar devido a sua grande capacidade de absorver água presente no ar atmosférico.

Estudo conduzido por Francetto et al. (2012) analisou 558 modelos de semeadoras-adubadoras de precisão de 18 marcas diferentes, destinadas para pequenas, médias e grandes propriedades rurais. Nesse estudo, os autores constataram que as semeadora-adubadoras existentes no mercado utilizam basicamente quatro tipos distintos de mecanismos dosadores de fertilizantes: rosca sem fim (Figura 2A), disco horizontal giratório (Figura 2B), rotor dentado (Figura 2C) e cilindro canelado (Figura 2D). Cerca de 94% das máquinas analisadas apresentaram o mecanismo dosador de fertilizantes tipo rosca sem fim.

Figura 2 - Dosadores de fertilizante: rosca sem-fim(A); disco horizontal(B); rotor dentado(C); cilindro canelado(D).



Fonte: Adaptado de Dalacort e Stevan (2017).

Bonotto (2012) realizou testes em bancada, avaliando o desempenho de cinco diferentes dosadores de fertilizante quanto a variação na dosagem relacionado a distribuição longitudinal, o efeito da inclinação longitudinal, o efeito de inclinações

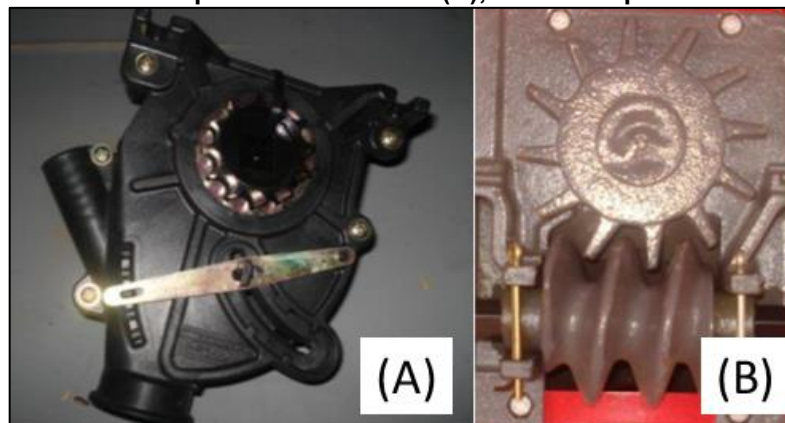
transversais e o efeito do nível do reservatório. Nesse estudo, os dosadores avaliados foram: dosador sem-fim, com descarga por transbordo transversal (Figura 3A); dosador sem-fim com descarga por gravidade (Figura 3B); dosador sem-fim com descarga lateral (Figura 3C); dosador rotor acanalado (Figura 4A) e dosador disco estrela (Figura 4B).

Figura 3 - Dosador tipo sem-fim com descarga por transbordo transversal(A); dosador tipo sem-fim com descarga por gravidade (B); dosador sem-fim com descarga lateral (C).



Fonte: Adaptado de Bonotto (2012).

Figura 4 - Dosador tipo rotor acanalado (A); dosador tipo disco estrela (B)



Fonte: Adaptado de Bonotto (2012).

Como resultados, Bonotto (2012) encontrou que todos os dosadores testados apresentam grande desuniformidade da vazão em relação à distribuição longitudinal de fertilizante, porém os dosadores sem sem-fim com sistema de fluxo do tipo transbordo transversal e o dosador rotor acanalado apresentaram menores variações. Quando variada a inclinação longitudinal, os dosadores menos afetados foram os dosadores sem-fim com transbordo lateral e disco estrela. Os dosadores que sofreram menores influências com a variação da inclinação transversal foram os dosadores sem-fim com transbordo transversal, sem-fim com descarga por gravidade e rotor acanalado. Quando analisado a influência do nível do reservatório, os dosadores que

apresentaram menor variação foram: sem-fim com transbordo transversal, sem-fim com transbordo lateral e sem-fim com descarga por gravidade.

2.3.3 Sistema de dosagem de sementes

O sistema de dosagem de sementes, em uma semeadora de precisão, é o responsável pela captura individualizada da semente nas dosagens desejadas.

Para Casarão Junior e Siqueira (2006), o sistema de dosagem de sementes é considerado o coração de uma semeadora adubadora, sendo ele o principal responsável pelo desempenho do equipamento. Os dosadores de sementes são responsáveis pela densidade populacional das plantas da linha de semeadura (SIQUEIRA, 2008). Esse processo deve ser feito de maneira com que os danos às sementes sejam mínimos, e que a captura de mais do que uma semente seja evitada (MONTEIRO, 1989)

Francetto et al. (2012) constataram que para as semeadoras-adubadoras de precisão nacionais analisadas em seu trabalho, existem apenas dois sistemas de dosagem de sementes existentes: mecanismos dosadores de sementes utilizando disco horizontal e, com disco pneumático, sendo o primeiro utilizado em 79,57% dos modelos analisados.

Pode-se resumir o funcionamento dos distribuidores de semente com disco horizontal como sendo feito por um disco com aberturas para deposição de sementes e um anel. Os discos de dosagem geralmente têm orifícios no formato redondo ou oblongo, variando de acordo com a semente plantada. Nesse sistema existe um reservatório com coluna de semente acima dos discos, e a medida que o mecanismo gira, as sementes são alocadas sobre os orifícios onde são dosadas. O mecanismo pode ser observado na Figura 5.

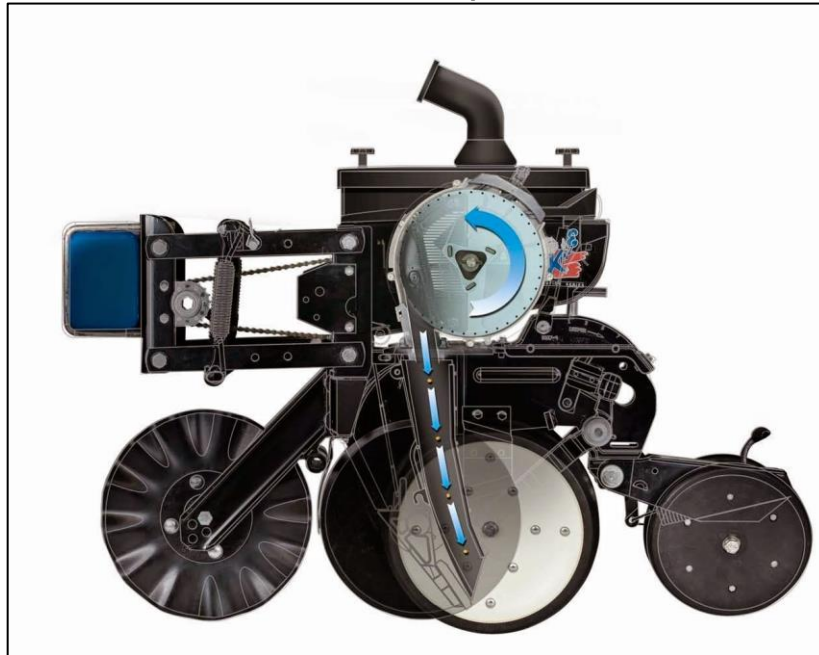
Figura 5 - Mecanismo dosador de sementes tipo disco horizontal



Fonte: Adaptado de Scalco (2017).

Para Casarão Junior e Siqueira (2006), no sistema de dosagem de sementes pneumático as sementes são capturadas e alojadas nos orifícios do disco dosador através de vácuo parcial criado junto a esses orifícios. Quando a semente chega próximo ao duto de descarga, o vácuo ou a pressão deixam de atuar, fazendo com que a semente se desprenda do disco dosador. A Figura 6 é uma ilustração desse mecanismo em uma linha de plantio direto. Essa pressão, na maioria dos casos, é gerada por um ventilador centrífugo localizado na região central da semeadora.

Figura 6 - Mecanismo dosador de sementes pneumático em uma linha de plantio



Fonte: Adaptado de Francetto *et al.* (2014).

A utilização de mecanismos pneumáticos para seleção de sementes em sistemas de plantio direto tem tido um considerável aumento nas principais regiões produtivas do Brasil. Copetti (2015) destaca como principais vantagens desses mecanismos a capacidade de individualização de sementes, a dosagem de sementes com formatos irregulares, a redução de espaçamentos falhos entre plantas e sua baixa propensão de danificar as sementes a serem dosada. Mesmo tendo um custo de aquisição mais elevado que outros mecanismos de dosagem de semente no momento da aquisição, apresenta vantagens para o produtor com o aumento da produtividade e rendimento de plantas.

Mahl, Furlani e Gamero (2008) realizaram testes a fim de avaliar a eficiência de mecanismos dosadores pneumáticos e de disco horizontal perfurado na semeadura direta de milho em solo com distintos históricos de mobilização. Neste levantamento, concluíram que o dosador pneumático apresentou uma maior regularidade na distribuição longitudinal de sementes, espaçamento mais uniforme e menor índices de falha de semente.

Para Balastreire (1987), é recomendado a utilização de mecanismos de seleção a vácuo para sementes de menor tamanho e maior fragilidade, devido a capacidade desses mecanismos de individualização de sementes e provocar baixo dano a sua integridade física.

O nível de pressão negativa atuante nos dosadores pneumáticos, em sua grande maioria é indicado pelo manual do fabricante dos equipamentos, pois ainda não existem muitos estudos contendo correlação entre os níveis de pressão do dosadores e a precisão na distribuição longitudinal das sementes. Porém, esses valores podem ser calculados levando em consideração as características físicas das sementes a serem dosadas e dimensões o disco dosador. (CARPES, 2019)

Testes de campo realizados por Bottega et al. (2017), utilizaram duas semeadoras com características e capacidades semelhantes, uma com dosador pneumático e outra com dosador de disco horizontal, a fim de avaliar a uniformidade na distribuição longitudinal de sementes de milho em três diferentes velocidades de semeadura.

Os autores constataram que a distribuição de plantas mais adequada se deu utilizando dosador de sementes pneumático nas velocidades de 4 km.h⁻¹ e 6 km.h⁻¹.

Kemper e Barger (1978) citam outros fatores além da velocidade de deslocamento que influênciam na qualidade e precisão de semeadura, como por exemplo o formato e dimensões do disco dosador e das sementes.

Em estudo feito por Pòrtella (1991), o autor cita que para a captura e seleção de sementes miúdas de culturas de hortaliças como cenoura e alface, a semeadora apresentou melhor desempenho quando utilizado um vácuo de 3 kPa. Já para sementes de milho e feijão, foram necessárias pressões em torno de 15 kPa para uma correta individualização das sementes.

Lui et al. (2015) conduziram experimentos aplicados a semeadura por dispositivo de dosagem a vácuo de sementes de milho, variando os níveis de pressão negativa de 0,5 a 1,0 kPa, com o disco dosador girando a 20 RPM e um diâmetro de alvéolo de 4 mm. Os melhores resultados foram obtidos utilizando uma pressão negativa de 1,0 a 1,5 kPa.

2.3.4 Mecanismos sulcadores

Os mecanismos sulcadores são os responsáveis por promoverem a abertura dos sulcos na terra para a inserção de semente e fertilizantes nas profundidades desejadas.

Para Trentin (2015), existem vários tipos de sulcadores para sementes e adubos, e sua seleção depende de vários fatores como o preparo do solo, tipo, quantidade e disposição dos resíduos, teor de água e grau de compactação.

Em trabalho realizado por Silva (2003), foram analisados 278 modelos de semeadoras-adubadoras para plantio direto de precisão. Nesse estudo, o autor constatou que os modelos de sulcadores para aplicação de fertilizantes existentes se restringiam aos tipos: disco duplo desencontrado, guilhotina, haste sulcadora pula pedra, haste sulcadora e disco duplo defasado. Sendo o modelo de haste sulcadora ofertado como opção em 263 modelos analisados, seguido por disco duplo desencontrado, que estava disponível em 53,6 %.

O autor ainda constata que, em relação aos sulcadores para deposição de sementes no solo, o sistema mais utilizado era o sistema de disco duplo desencontrado, presente em 52,9% das semeadoras.

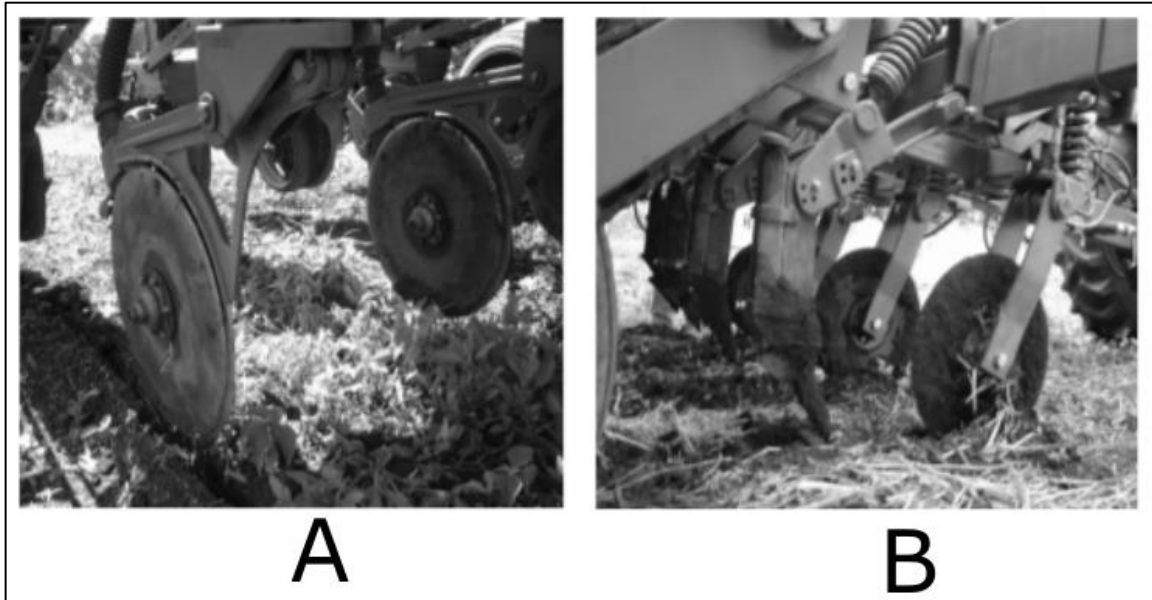
O sulcador tipo haste sulcadora, consiste em uma lâmina rígida que não possui movimentação. É indicado para solos com grau mais elevado de compactação, gerando uma maior mobilização do solo e profundidades na semeadura. Já os discos duplos são compostos por partes rotativas, a fim de evitar embuchamentos, permitindo a abertura de sulcos em terrenos com grande concentração de palhada.

Com relação ao desempenho dos mecanismos sulcadores, Santos, Volpato e Tourino (2008) concluíram que quando utilizado sistema de abertura de sulcos do tipo haste sulcadora (Figura 7B), há uma maior exigência de força de tração na barra e de potência por haste quando comparado ao mecanismo de disco desencontrado (Figura 7A).

Em estudo analisando o comportamento dos tipos de sulcadores no plantio direto do milho sobre resteva de aveia preta, Levien et al. (2011) concluíram também que o uso de sulcador tipo haste demandou maior esforço de tração, patinagem do trator e consumo de combustível por área trabalhada quando comparado com a utilização de discos duplos desencontrados. Com a alteração do tipo de sulcadores

não houve alteração no volume de solo mobilizado, na população de plantas e na produtividade de grãos de milho.

Figura 7 - Sulcador tipo disco desencontrado (A); sulcador tipo haste sulcadora (B)



Fonte: Adaptado de santos, Volpato e Tourino (2008).

Resultados obtidos por Trentin (2015) na análise do comportamento da potência média requerida na barra de tração de uma semeadora com relação a densidade do solo e mecanismos sulcadores no plantio direto de soja, mostram que para uma variação de 1,16 para 1,26 g.cm⁻³ na densidade do solo, houve uma variação de 13,29 para 15,85 kW, utilizando haste sulcadora, e uma redução de 8,51 para 7,80 kW, utilizando disco duplo. O estudo utilizou uma semeadora-adubadora de arrasto com 5 linhas de semeadura.

2.3.5 Unidades de acabamento de semeadura

Tão importante quanto a dosagem correta de fertilizantes e sementes e sua deposição em profundidade correta no solo, é a cobertura do sulco aberto durante o processo de semeadura.

Para bons resultados na germinação, as sementes devem estar em contato direto com o solo evitando a formação de bolsões de ar, para que sejam capazes de absorver água com facilidade (CASARÃO JUNIOR; SIQUEIRA, 2006). Além de fechar o sulco e compactar lateralmente às sementes, é de suma importância que a palha

que estava presente na cobertura original do solo seja depositada sobre o sulco após a semeadura (DONADEL, 2016)

Soares (2009) com o intuito de identificar os melhores arranjos entre aterradores, controladores de profundidade de sementes e rodas compactadoras na semeadura de precisão, concluiu que a utilização de rodas controladoras de profundidade paralelas melhora os resultados de emergência das plantas. Concluiu também que as rodas compactadoras com garras e sulcos internos apresentam resultados superiores que as rodas compactadoras em “V”.

Em estudo realizado em Lotossolo Vermelho, em Uberlândia MG, Donadel (2016) observou que as rodas compactadoras com maior área de contato com o solo proporcionaram maiores valores do teor médio de água e da temperatura do solo.

2.4 Propriedades físicas das sementes

Para Helmy et al. (2015) as propriedades físicas das sementes são parâmetros decisivos para determinação do projeto dos discos dosadores em semeadoras pneumáticas.

Dimensões como o tamanho das sementes, seu formato, área projetada, peso específico e seu ângulo de repouso são propriedades que devem ser levadas em conta para um projeto assertivo de dosador de sementes pneumático. (IBRAHIM, 1992)

Em estudo realizado por Yadachi et al. (2014) avaliaram laboratorialmente a variação das propriedades físicas e de engenharia para sementes de cenoura para três situações distintas: sementes sem nenhum tipo de tratamento superficial, com um tratamento superficial de pasta de biogás e com revestimento de tirame (fungicida).

Os resultados encontrados pelos autores estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Propriedades físicas e de engenharia de sementes de cenoura com diferentes tratamentos

Propriedades	Tratamento da semente		
	Sem tratamento	Revestida com pasta	Revestida com Tirame
Comprimento (mm)	2,63 ± 0,58	3,01 ± 0,45	2,77 ± 0,69
Largura (mm)	0,96 ± 0,2	1,02 ± 0,10	1,40 ± 0,42
Espessura (mm)	0,59 ± 0,05	0,61 ± 0,06	0,63 ± 0,06
Diâmetro geométrico médio (mm)	1,17 ± 0,11	1,23 ± 0,18	1,33 ± 0,26
Esfericidade (%)	34,57 ± 0,34	34,4 ± 0,41	33,30 ± 0,21
Peso de 1000 sementes (g)	1,63 ± 0,13	2,15 ± 0,6	3,77 ± 0,50
Ângulo de repouso (°)	35,3 ± 14,1	36,13 ± 10,8	36,46 ± 13,10
Coeficiente de atrito	0,73 ± 0,05	0,74 ± 0,03	0,78 ± 0,1

Fonte: Yadachi et al. (2014).

De maneira similar Pandiselvam (2014) avaliou, para sementes de cebola (variedade CO 5), a variação de suas propriedades físicas com relação a concentração de umidade, essa variando de 9,8 a 29,6 %. Os autores avaliaram o tamanho das sementes, seu formato, a massa de 1.000 sementes, densidade aparente, densidade real, porosidade e ângulo de repouso.

Alguns dos principais resultados obtidos por esse estudo podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades físicas de sementes de cebola com a variação da concentração de densidade.

Propriedades	Concentração de umidade	
	9,80%	29,60%
Comprimento (mm)	2,69	3,19
Largura (mm)	1,98	2,58
Espessura (mm)	1,35	1,86
Diâmetro geométrico médio (mm)	1,93	2,48
Esfericidade (%)	72	78
Peso de 1000 sementes (g)	3,08	4,6
Ângulo de repouso (°)	28,11	37,41
Coeficiente de atrito (superfície de aço)	0,519	0,638

Fonte: (PANDISELVAM, 2014).

2.5 Transmissão de potência por corrente de rolos

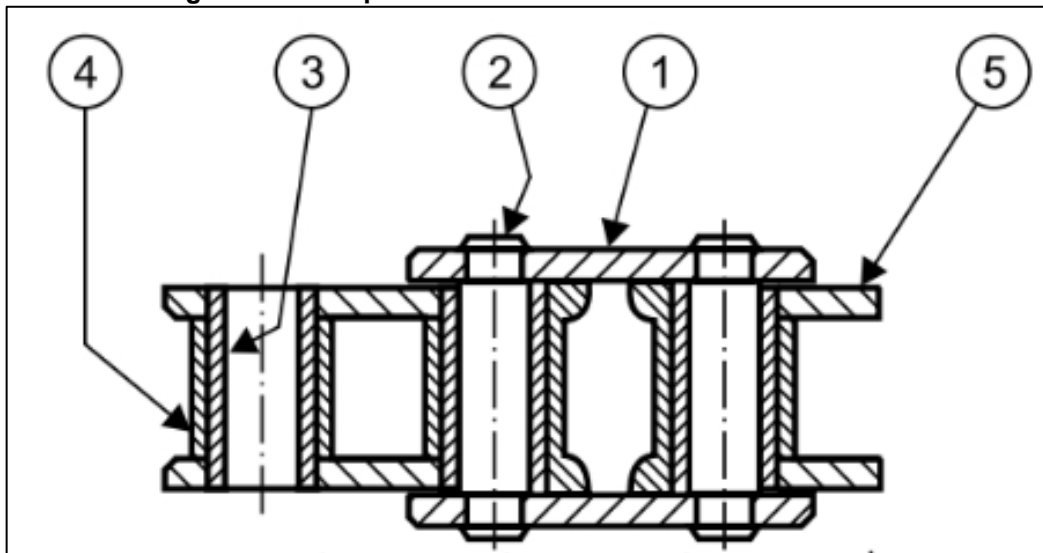
Transmissões por corrente possuem como características básicas uma razão constante, uma vez que nenhum escorregamento nem fluência estão envolvidos, vida

longa, baixa manutenção e a capacidade de acionar vários eixos a partir de uma mesma fonte de potência. (BUDYNAS; NISBETT, 2016)

Para Melconian (2019) a utilização de transmissões por corrente é recomendada em locais em que transmissões por meio de engrenagens ou correias não são possíveis ou são indesejados e quando houver a necessidade de acionamento de mais de um eixo a partir de um mesmo eixo motor. Segundo esse mesmo autor, as transmissões por corrente apresentam rendimento global em torno de 98 a 99%.

A Figura 8 abaixo ilustra os principais componentes presentes em uma corrente de rolos, representado em 1 a placa externa, em 2 o pino trava, em 3 bucha, em 4 o rolo da corrente e em 5 a placa interna.

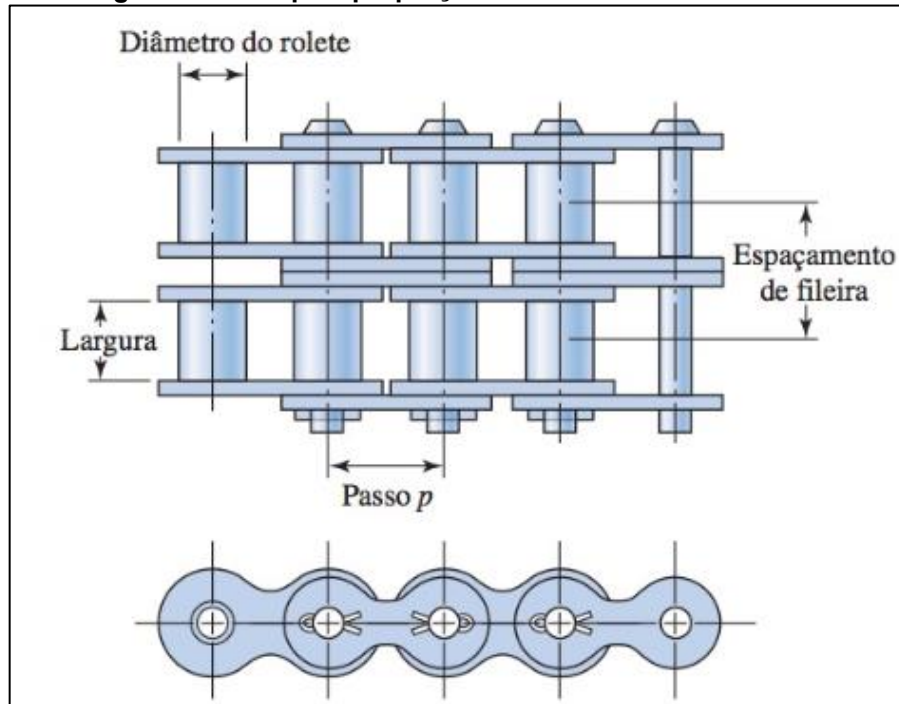
Figura 8 - Principais elementos de uma corrente de rolos.



Fonte: Adaptado de Melconian (2019).

Na Figura 9, Budynas e Nisbett (2016) apresentam as principais dimensões a de uma corrente de rolos, representando em uma corrente de roletes de fileira dupla, sendo que, as correntes de roletes têm seus tamanhos padronizados pela norma ANSI.

Figura 9 - Principais proporções de uma corrente de rolos.

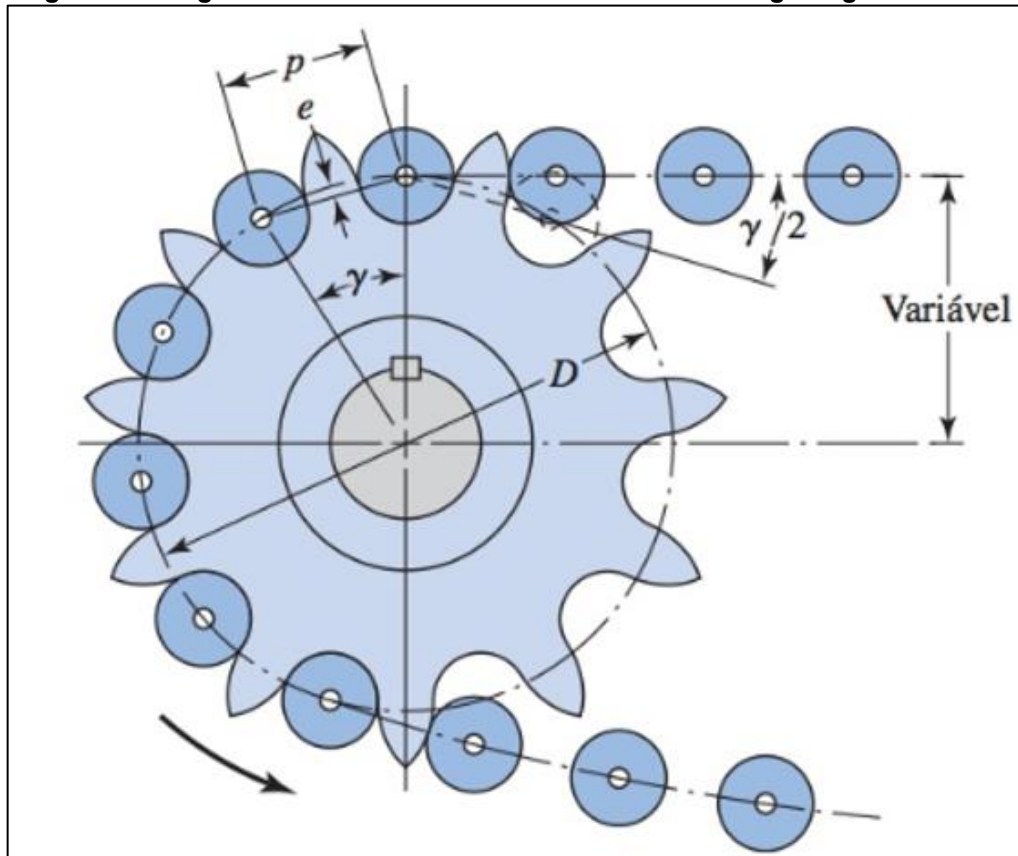


Fonte: Adaptado de Budynas e Nisbett (2016).

O desgaste é o principal ponto a ser observado em uma transmissão por correntes, pois um correto acoplamento entre roda dentada e rolos da corrente asseguram o perfeito funcionamento do conjunto. Considera-se a transmissão como desgastada quando ocorre um alongamento superior a 3% do comprimento original da corrente, provocado pelo estiramento das talas e o desgaste das articulações (MELCONIAN, 2019).

A Figura 10 abaixo representa as dimensões principais de uma corrente de rolo com relação a engrenagem (BUDYNAS; NISBETT, 2016).

Figura 10 - Engrenamento entre uma corrente se rolos e engrenagem dentada.



Fonte: Adaptado de Budynas e Nisbett (2016).

onde:

p - passo da corrente;

γ - ângulo de passo;

D - Diâmetro primitivo;

e - engrenamento.

Segundo Budynas e Nisbett (2016) o ângulo de passo é dado pela seguinte equação:

$$\gamma = \frac{360^\circ}{N} \quad (1)$$

onde,

N : Número de dentes da engrenagem dentada.

Para Budynas e Nisbett (2016), o diâmetro primitivo da engrenagem dentada pode ser expresso em função do seu número de dentes e do passo da corrente utilizada.

$$D = \frac{p}{\text{sen}\left(\frac{180^\circ}{N}\right)} \quad (2)$$

Já a relação de redução pode ser obtida pela seguinte equação (BUDYNAS; NISBETT, 2016):

$$\text{Redução} = \frac{N_1}{N_2} \quad (3)$$

onde,

N_1 - Número de dentes da engrenagem motora;

N_2 - Número de dentes da engrenagem movida.

Melconian (2019) define recomendações para o número mínimo de dentes de uma engrenagem de acordo com a relação de transmissão, visando um aumento na vida útil do conjunto e redução no ruído de operação. Esses valores estão expressos na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Recomendação de número mínimo de dentes da engrenagem menor

Tipo de corrente	Relação de transmissão					
	1	2	3	4	5	6
Corrente de rolos	31	27	25	23	21	17

Fonte: Melconian (2019).

Ainda segundo Melconian (2019), quanto menor o passo da corrente, melhor será a transmissão, devido a minimização de efeitos indesejados causados por choques, força centrífuga e atrito entre os componentes.

Budynas e Nisbett (2016) citam 4 tipos de lubrificação utilizado em sistemas de lubrificação para correntes de rolos. São eles:

- Tipo A: lubrificação manual ou por gotejamento;
- Tipo B: lubrificação de disco ou por banho;

- Tipo C: lubrificação por corrente de óleo;
- Tipo C': tipo C mas em uma região de esfolamento, para aplicações nessas condições de lubrificação, o fabricante deverá ser consultado.

A Figura 11, apresenta uma relação entre a capacidade em cavalos de potência para correntes de roletes de fila única para uma roda dentada de 17 dentes, correlacionando com a velocidade da roda dentada e o tipo de lubrificação recomendada.

Figura 11 - Relação de capacidade de transmissão de potência por número de corrente ANSI

Velocidade da roda dentada, rev/min	Número de corrente ANSI					
	25	35	40	41	50	60
50	0,05	0,16	0,37	0,20	0,72	1,24
100	0,09	0,29	0,69	0,38	1,34	2,31
150	0,13*	0,41*	0,99*	0,55*	1,92*	3,32
200	0,16*	0,54*	1,29	0,71	2,50	4,30
300	0,23	0,78	1,85	1,02	3,61	6,20
400	0,30*	1,01*	2,40	1,32	4,67	8,03
500	0,37	1,24	2,93	1,61	5,71	9,81
600	0,44*	1,46*	3,45*	1,90*	6,72*	11,6
700	0,50	1,68	3,97	2,18	7,73	13,3
800	0,56*	1,89*	4,48*	2,46*	8,71*	15,0
900	0,62	2,10	4,98	2,74	9,69	16,7
1000	0,68*	2,31*	5,48	3,01	10,7	18,3
1200	0,81	2,73	6,45	3,29	12,6	21,6
1400	0,93*	3,13*	7,41	2,61	14,4	18,1
1600	1,05*	3,53*	8,36	2,14	12,8	14,8
1800	1,16	3,93	8,96	1,79	10,7	12,4
2000	1,27*	4,32*	7,72*	1,52*	9,23*	10,6
2500	1,56	5,28	5,51*	1,10*	6,58*	7,57
3000	1,84	5,64	4,17	0,83	4,98	5,76
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	

Fonte: (BUDYNAS; NISBETT, 2016).

2.6 Microtratores

Microtratores, também comumente chamados de tratoritos ou tratores de rabiça, são tratores compostos por duas rodas seguidos geralmente de enxadas rotativas, que podem ser substituídas por outros implementos como pulverizadores, carretas, arados, entre outros tipos de implementos (SOUZA, 2019).

Essas máquinas são constituídas por um motor sobre um eixo com duas rodas motrizes e guiados por meio de um guidão. Sua potência pode variar de 6 a 27 cavalos (ARAÚJO, 2013).

Para Valdiero (1994), os microtratores de rabiça caracterizam-se principalmente pela sua versatilidade, satisfazendo a diversidade de necessidades encontradas nas pequenas propriedades. Os modelos de menor potência, possuem motores a gasolina, já os modelos maiores possuem motores a diesel e são robustos e de fácil manutenção.

A Figura 12 mostra um exemplo de modelo de microtrator comercializado no Brasil, utilizado para o estudo de Araújo (2013), se trata de um modelo Yanmar Agritech TC 14S, de 14 CV.

Figura 12 - Modelo de microtrator



Fonte: Adaptado de Araújo (2013).

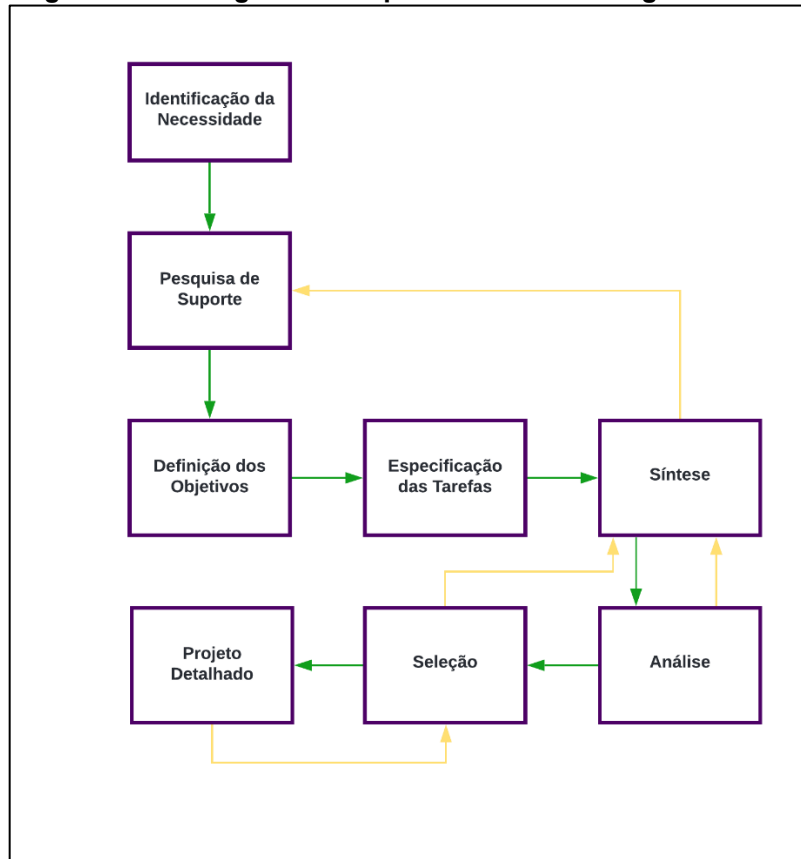
Quando utilizados para o transporte de cargas, o microtrator é acoplado a um reboque de duas rodas e o operador ganha um acento. A capacidade de carga dessa categoria, em sua grande maioria varia de 600 a 1200 kg (VALDIERO, 1994).

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente estudo foi baseada na metodologia sugerida por Norton (2013), sendo composta por oito passos ou etapas, representadas no fluxograma apresentado na Figura 13. As oito etapas utilizadas para elaboração deste projeto são: identificação da necessidade, pesquisa de suporte, definição dos objetivos, especificação das tarefas, síntese, análise, seleção e projeto detalhado.

O método selecionado não deve ser adotado de maneira que as etapas se cumpram de maneira linear, as interações entre qualquer das etapas faz-se necessária ao longo de todo o processo, indo de qualquer etapa para uma etapa anterior, em todas as combinações possíveis e repetidamente (NORTON, 2013).

Figura 13 - Fluxograma com passos da metodologia utilizada.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.1 Identificação da necessidade

O propósito da condução deste estudo foi beneficiar principalmente os pequenos produtores da agricultura familiar, que são os principais responsáveis pelo abastecimento dos comércios locais em todo o Brasil com hortifrútiis.

A mecanização do plantio de cebola e cenoura, tem como finalidade a redução dos custos com mão-de-obra, e propiciar uma distribuição de sementes uniforme e precisa, reduzindo os custos e aumentando a produtividade das pequenas propriedades. Tudo isso combinado com todos os benefícios da adoção do plantio direto.

3.2 Pesquisa de suporte

A pesquisa de suporte, abordada nesse estudo como revisão bibliográfica, foi direcionada nesse trabalho a fim de analisar trabalhos já existentes nas mais diversas áreas de cultivo de hortaliças, mecanização agrícola e sistema de plantio direto, afim de facilitar e auxiliar nas tomadas de decisão para concepção do estudo e na proposta de solução.

A pesquisa de suporte é de fundamental importância para compreensão e definição detalhada do problema proposto, e fundamental para suporte das definições dos objetivos (NORTON, 2013).

3.3 Definição dos objetivos

Após pesquisa de suporte foram definidos o objetivo que se quer alcançar, já listados na seção 1.1.

O produto foi pensado para auxiliar os pequenos produtores de hortaliças, contando apenas com uma linha de semeadura para ser acoplado em microtrator com capacidade trativa que suporte o equipamento.

3.4 Especificação das tarefas

Para se alcançar o objetivo fixado para esse estudo, fez-se necessário a elaboração de uma lista de tarefas. As tarefas definidas foram:

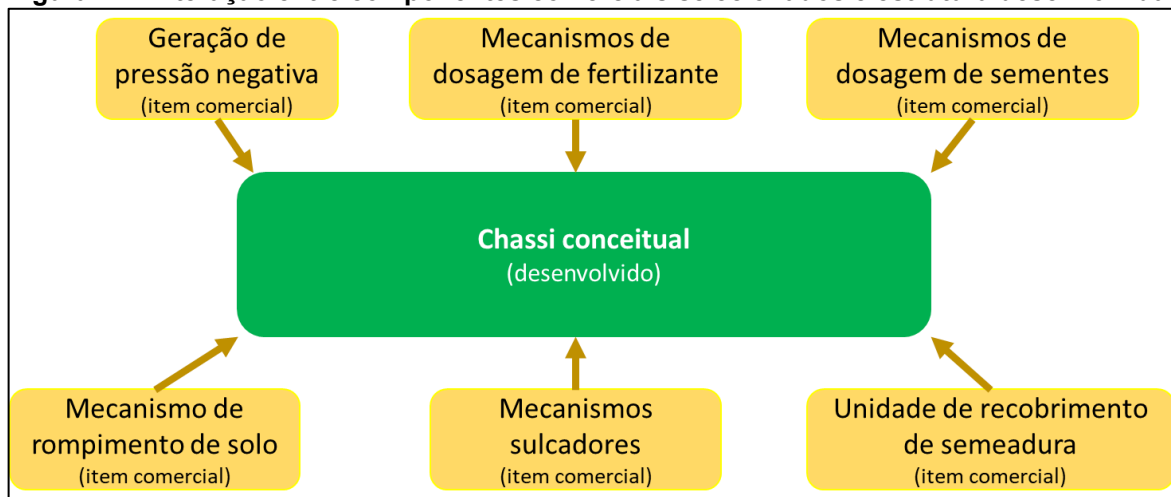
- Seleção de mecanismos comerciais para rompedor de solo, sulcadores e unidade de acabamento de semeadura;
- Seleção de mecanismo comercial para dosagem de fertilizante;
- Seleção de dosador de sementes pneumático existente no mercado;
- Seleção de componentes comerciais para composição do sistema de geração de vácuo;
- Design de chassi conceitual que abrigue todo o conjunto da semeadora e suporte os esforços a que será submetido.

3.5 Síntese, análise e seleção

Para cumprimento dessas etapas da metodologia, a pesquisa de revisão bibliográfica foi direcionada a fim de encontrar estudos já existentes na área de mecanização agrícola que fizessem menção a mecanismos de semeadoras ou referentes ao sistema de plantio direto de hortaliças, com ênfase no plantio de cebola e cenoura.

Com a revisão bibliográfica levantou-se um grande número de mecanismos existentes no mercado, facilitando e qualificando a seleção de componentes. O fluxograma mostrado na Figura 14 ilustra a interação entre componentes comerciais selecionados e o chassi conceitual desenvolvido.

Figura 14 - Interação entre componentes comerciais selecionados e estrutura desenvolvida.



Fonte: Autoria própria (2022).

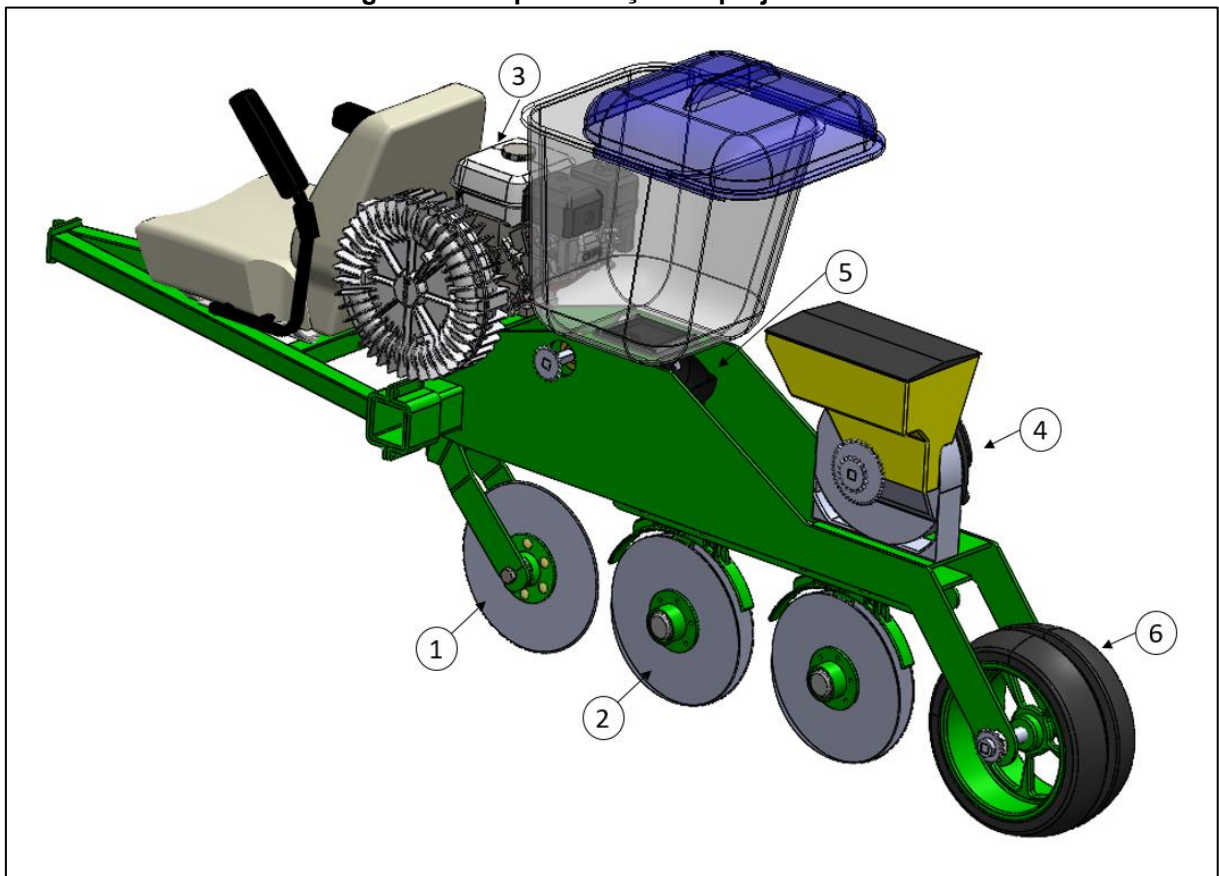
Uma busca preliminar foi feita junto ao site do INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), com o intuito de verificar se existe alguma patente com as características do projeto desenvolvido no presente trabalho. Nessa averiguação, foram buscados resultados para as seguintes palavras chaves: plantadeira cebola; plantadeira cenoura; plantadeira hortaliças; semeadora hortaliças.

Nenhum resultado com características semelhantes a idealizada foi encontrado.

4 PROJETO DETALHADO

Como resultado das pesquisas feitas, e utilizando da metodologia apresentada na seção 3, chegou-se na concepção de uma semeadora adubadora de precisão para plantio direto de hortaliças, ilustrada na Figura 15, contendo sistema mecanismo de corte e abertura de solo, mostrado em 1, mecanismos sulcadores para deposição de sementes e fertilizante, mostrado em 2, sistema gerador de vácuo, mostrado em 3, unidade de dosagem de sementes com dosagem pneumática, mostrado em 4, sistema de dosagem de fertilizante, mostrado em 5, e unidade de acabamento de semeadura, mostrado em 6.

Figura 15 - Representação do projeto final.



Fonte: Autoria própria (2022).

Estabeleceu-se como pré-requisito para o projeto, a concepção de uma semeadora em uma linha única de plantio, visando sua aplicação em micro e pequenas propriedades bem como para plantio experimental. Para tracionar a semeadora, assumiu-se como referência um microtrator ou tratorito com 10 CV,

utilizando o próprio peso do equipamento somado ao peso do operador para exercer as forças necessárias para rompimento e abertura do solo.

A fim de facilitar e baratear os custos de prototipagem e fabricação, optou-se pela escolha de conjuntos comerciais de marcas já consolidadas no mercado do agronegócio para compor todo os mecanismos da linha de plantio.

Para acomodação do operador do implemento, um acento estofado universal utilizado para empilhadeiras da marca Trator Panini, mostrado na Figura 16.

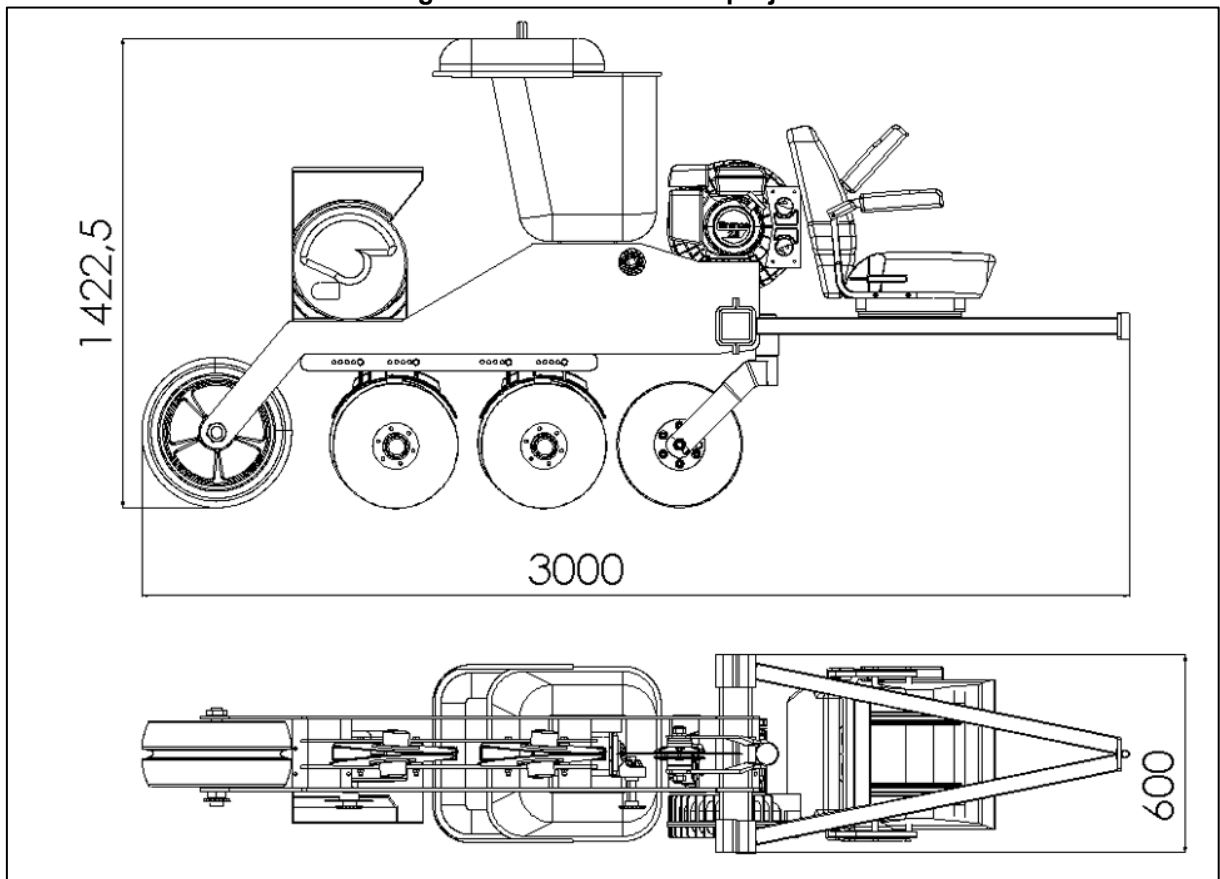
Figura 16 - Banco universal para empilhadeira.



Fonte: TRATOR PANINI (2022).

As dimensões máximas do produto, mostradas na Figura 17, são de 3.000 mm de comprimento, 600 mm de largura, e uma altura máxima de 1422,5 mm.

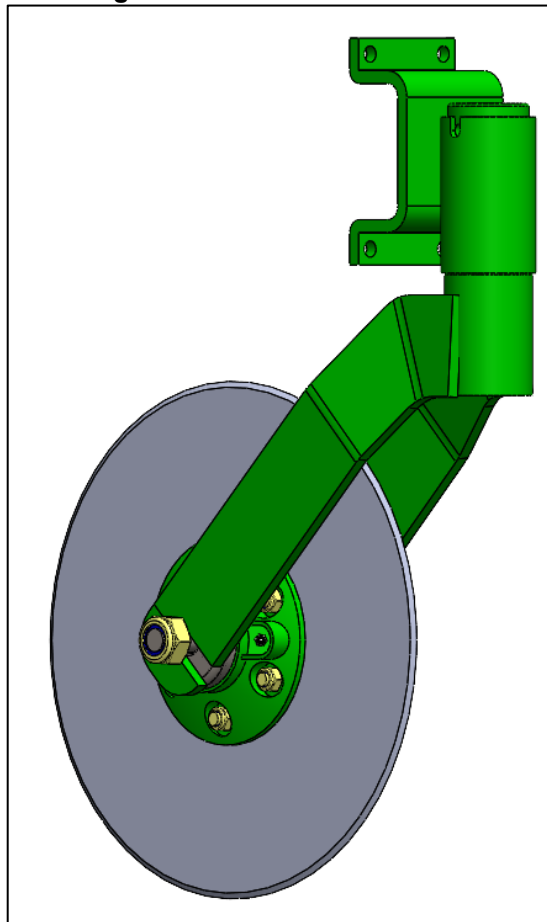
Figura 17 - Dimensões do projeto.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.1 Mecanismo para rompimento do solo

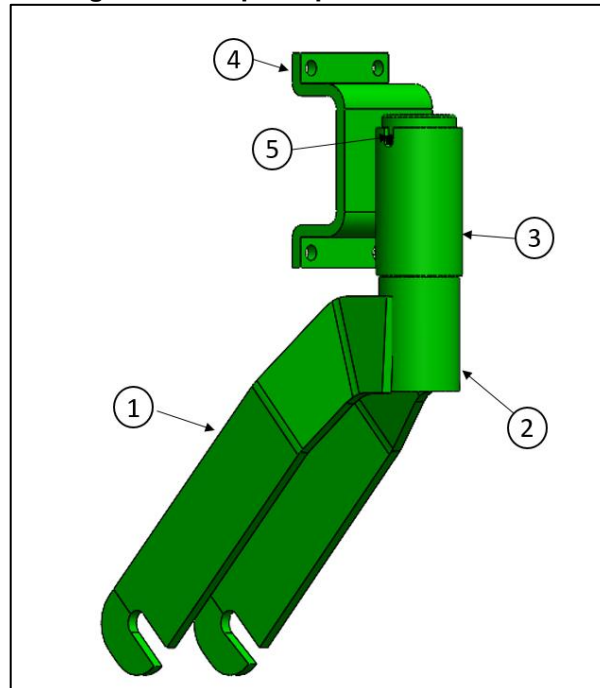
Para o mecanismo de rompimento de solo, foi selecionado um mecanismo do tipo disco de corte liso, sendo responsável pelo corte da palhada utilizada como cobertura de solo no sistema de plantio direto, exibido na Figura 18. Por possuir uma menor área de contato com o solo quando comparado aos discos ondulados, esse sistema de disco exige uma menor força normal para se feito o corte da palhada e posteriormente do solo, abrindo um sulco no solo para o depósito de fertilizante e sementes.

Figura 18 - Disco de corte liso.

Fonte: Autoria própria (2022).

Como estrutura de fixação, optou-se por uma estrutura rígida presa de forma rígida ao chassi do equipamento, simplificando e facilitando as condições de manutenção. Essa estrutura é composta por dois braços feitos em chapa de aço SAE 1020, com espessura de 9,5 mm, um eixo fabricado a partir de uma barra de aço SAE 1020 laminada a frio de diâmetro nominal de 65,09 mm. Para fixação ao tubo quadrado do chassi, utilizou-se uma braçadeira feita em chapa dobrada, utilizando o mesmo material dos braços de fixação do disco de corte. Soldado a essa abraçadeira, um tubo de aço de 2 $\frac{3}{4}$ " de diâmetro com espessura de parede de 4,75 mm foi selecionado. Para limitar o giro do eixo com o suporte do disco foi utilizado um pino elástico de 10 mm de diâmetro. Esses componentes estão ilustrados na Figura 19.

Figura 19 - Suporte para disco de corte



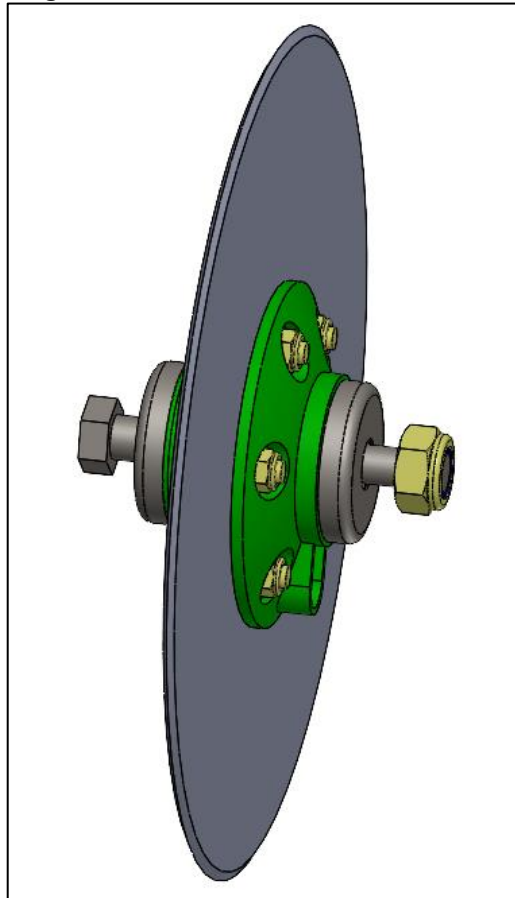
Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 4 – Descrição dos itens do suporte do disco de corte.

Item	Descrição	Observação	Quantidade
1	Braço de sustentação	Desenho detalhado no Apêndice A, folha 18/32	2
2	Eixo de fixação da estrutura do disco de corte	Desenho detalhado no Apêndice A, folha 19/32	1
3	Tubo para fixação do eixo da estrutura do disco de corte	Desenho detalhado no Apêndice A, folha 20/32	1
4	Abraçadeira em chapa dobrada	Desenho detalhado no Apêndice A, folha 15/29	2
5	Pino elástico DIN 1481 10 mm	Item comercial	1

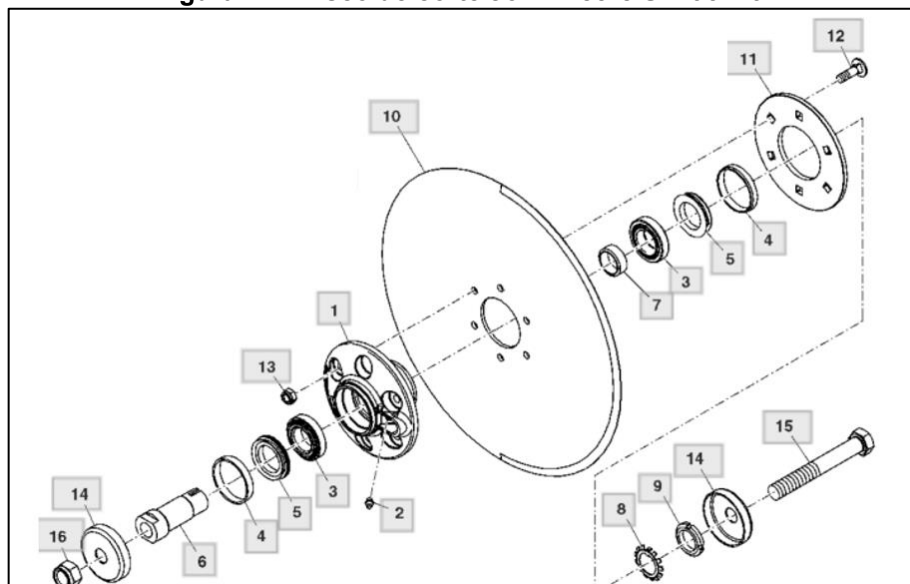
Fonte: Autoria própria (2022).

O disco de corte selecionado trata-se de um disco da marca John Deere, modelo ST795249 de 15 polegadas de diâmetro (Figura 20), utilizado em alguns equipamentos da marca.

Figura 20 - Disco de corte selecionado.

Fonte: Autoria própria (2022).

A vista explodida das peças que compõem o mecanismo, podem ser vistas na Figura 21, seus respectivos itens e descrição encontram-se na Tabela 5.

Figura 21 - Disco de corte John Deere ST795249.

Fonte: Adaptado de JOHN DEERE (2022).

Tabela 5 –Lista de peças disco de corte.

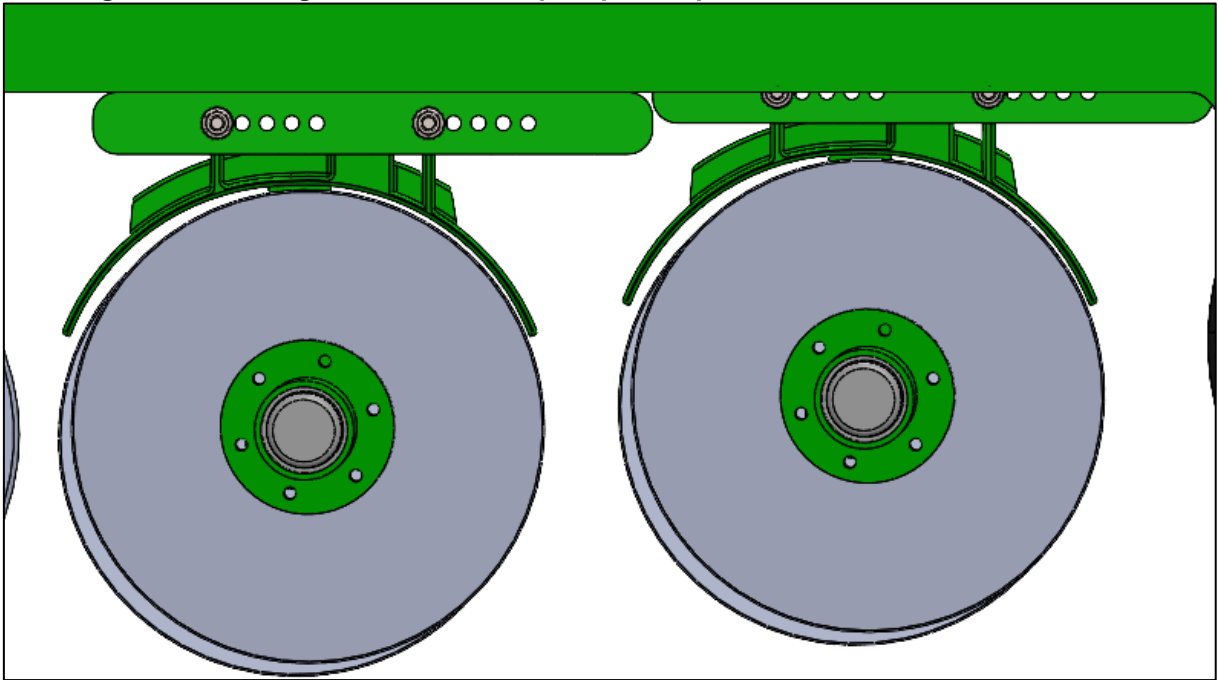
Item	Código	Denominação	Quantidade
1	CQ75243	CUBO	1
2	58M5574	CONEXÃO DE LUBRIFICAÇÃO	1
3	DQ06749	ROLAMENTO DE ROLOS CÔNICOS	2
4	B32687	VEDAÇÃO	2
5	AA26234	VEDAÇÃO	2
6	CQ75244	EIXO	1
7	CQ48592	ESPAÇADOR	1
8	12M7086	PLACA DE SEGURANÇA	1
9	52M7012	PORCA	1
10	CQ54002	DISCO	1
11	CQ52962	FLANGE	1
12	03M7098	PARAFUSO	6
13	14M7167	PORCA DE SEGURANÇA	8
14	CQ75246	CAPA	2
15	19M7621	PARAFUSO SEXTAVADO	1
16	14M7410	PORCA DE SEGURANÇA	1

Fonte: Adaptado de JOHN DEERE (2022).

4.2 Mecanismos sulcadores

Para abertura dos sulcos no solo tanto para deposição de fertilizante quanto para a deposição das sementes dosadas, optou-se pela escolha de um mecanismo de disco duplo, com formato liso de 15 polegadas de diâmetro. A montagem dos conjuntos de discos sulcadores pode ser vista na Figura 22.

Figura 22 - Montagem dos discos duplos para deposição de fertilizante e sementes.

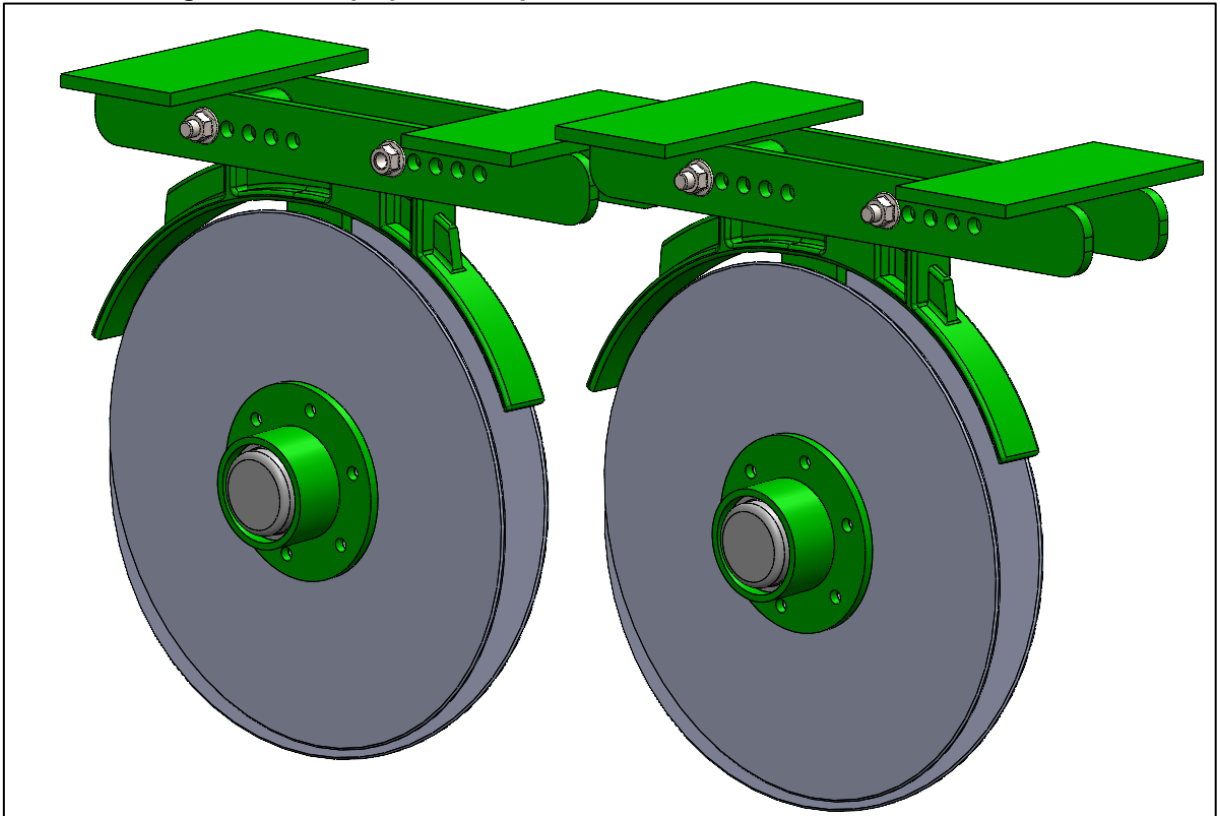


Fonte: Autoria própria (2022).

Para o sistema de disco duplo de deposição de sementes, foi adotada uma profundidade de 15 mm com relação a roda de cobertura da linha de plantio, conforme recomendado por Machado et al. (2017). Para o sistema de deposição de fertilizante, foi adotada uma profundidade de 40 mm.

Para fixação dos discos duplos no chassi da semeadora utilizou-se uma chapa de aço SAE 1020 com 9,5 mm de espessura, a mesma utilizada na construção da parte principal do chassi. Para facilitar a remoção dos discos, cada mecanismo conta com fixação feita por dois parafusos M12 x 1,75 mm. A chapa perfurada utilizada para fixação conte com 5 furos que possibilitam a variação da distância entre os mecanismos de corte, adubação e deposição de sementes. A chapa utilizada para suporte dos mecanismos sulcadores pode ser vista na Figura 23.

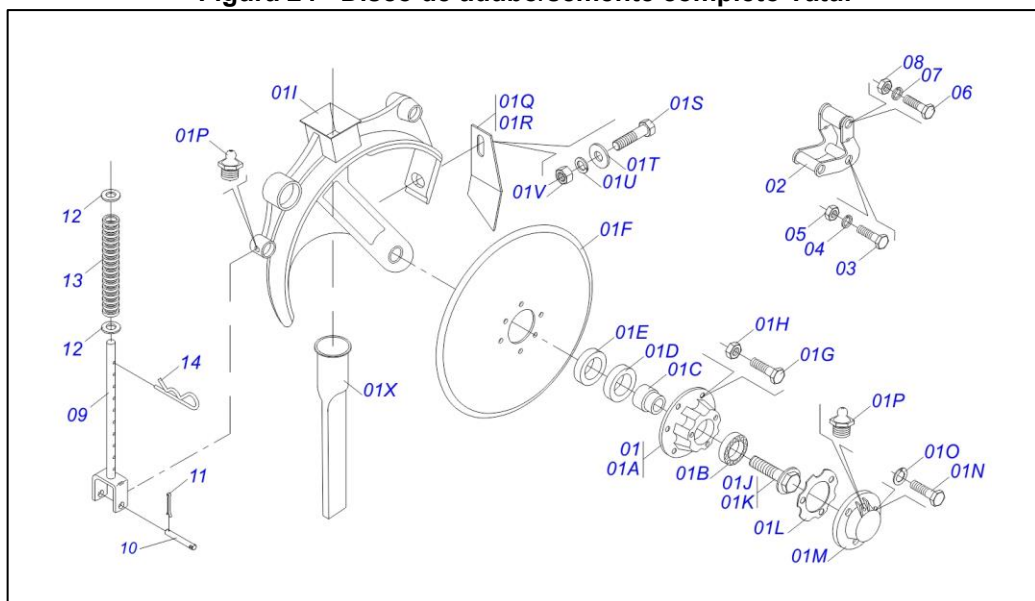
Figura 23 - Chapa perfurada para fixação dos mecanismos sulcadores.



Fonte: Autoria própria (2022).

Os mecanismos selecionados tratam-se de componentes da marca Tatu, mostrado na Figura 24

Figura 24 - Disco de adubo/semente completo Tatu.



Fonte: TATU MARCHESAN (2022).

Tabela 6 - Elementos do disco duplo

Item	Código	Denominação	Quantidade
0	501051183	DD ADUBO COMPLETO COM SUPORTE REGULADOR	
1	501050300	DD ADUBO COMPLETO	1
01A	502011273	CAIXA DISCO DUPLO	2
01B	503010276	ROLAMENTO 6206	2
01C	501011832	EIXO PASSANTE CUBO DD	2
01D	503010526	RETENTOR 3011	2
01E	503010525	RETENTOR 00797-BA	2
01F	603020019	DPL13X3 C1,2AFSFR68+6FR D272 TATU	2
01G	503010546	PARAFUSO 5/16UNCX7/8 CE PHILLIPS G5 ZN	12
01H	503010337	PORCA SEXTAVADA 5/16 UNC G.5 ZN	12
01I	502010674	SUPORTE DISCO DUPLO ADUBO	1
01J	511017958	PARAFUSO 5/8UNC X 48 CSFD S/F G.5 ZN	1
01K	511017959	PARAFUSO 5/8UNC X 48 CSFE S/F G.5 ZN	1
01L	503030142	JUNTA VEDACAO 83 X 62 X 0,5	2
01M	502020599	TAMPA PROTECAO	2
01N	503010282	PARAFUSO 1/4UNC X 3/4 CS G.2 ZN 1K04011	6
01O	503010143	ARRUELA PRESSAO 1/4 ZN 1K01518	6
01P	503010002	GRAXEIRA 1800	2
01Q	501017541	LIMPADOR DD DIREITO	1
01R	501017542	LIMPADOR DD ESQUERDO	1
01S	503010751	PARAFUSO 3/8 UNC X 1.1/4 CS G.5 ZN	1
01T	501010984	ARRUELA LISA 10,50 X 27 X 3,00 ZN	2
01U	503010025	ARRUELA PRESSAO 3/8 ZN 1K01527	1
01V	503010026	PORCA SEXTAVADA 3/8 UNC G.5 ZN	1
01X	503030483	BOCAL ADUBO	1
2	501063321	SUPORTE REGULADOR DISCO DUPLO	1
3	501010163	PARAFUSO 5/8 UNC X 4.1/2 C S G.5 ZN	1
4	503010027	ARRUELA PRESSAO 5/8 ZN 1K01574	1
5	503010013	PORCA SEXTAVADA 5/8 UNC G.5 ZN	1
6	503010479	PARAFUSO 1/2 UNCX3 CS G.5 ZN	1
7	503010019	ARRUELA PRESSAO 1/2 ZN	1
8	503010060	PORCA SEXTAVADA 1/2 UNC G.5 ZN	1
9	501063359	REGULADOR PROFUNDIDADE	1
10	521010553	EIXO JUNCAO 12,70 X 76 ZN	1
11	503010257	CONTRAPINO 1/8 X 1 SA 1G13310	1
12	501010453	ARRUELA LISA 16,50 X 45 X 3,00 ZN	2
13	503030399	MOLA DE COMPRESSÃO 25,5 X 130 X 4	1
14	503030012	CUPILHA 4 X 88	2

Fonte: TATU MARCHESAN (2022).

4.3 Sistema de dosagem de sementes

Para o sistema de dosagem de sementes, foi selecionado o mecanismo dosador pneumático de sementes da marca John Deere, mostrado na Figura 25. O mecanismo em questão utiliza de pressão negativa para realizar a tarefa de selecionar as sementes uma-a-uma e aprisionar no alvéolo do disco dosador vertical até o ponto de liberação das sementes, onde a pressão negativa do ar é cessada e a semente segue ao tubo condutor.

Figura 25 - Dosador John Deere.



Fonte: Garcia (2020).

A seleção desse modelo de dosador levou em consideração a existência de discos sem furação para venda de forma individualizada, possibilitando assim a adaptação para dosagem de vários tipos de sementes distintas. Como dispositivo para eliminação de dosagem de sementes duplas, o dosador conta com um sistema de escova de cerdas, minimizando assim os danos as sementes eliminadas do disco dosador.

Para determinação do número de alvéolos no disco dosador, foram levadas em consideração as recomendações feitas por Zhang et al. (2013). Para os autores, o espaçamento mínimo entre as celas de captura no disco dosador deve ser maior

que o comprimento de um grão, evitando assim o aprisionamento de um mesmo grão por dois orifícios distintos.

Para determinação do orifício do disco dosador foram utilizadas as áreas projetadas das sementes de cenoura e cebola, calculadas a partir do diâmetro equivalente das sementes obtidas pelos estudos de Yadachi et al. (2014) e Pandiselvam (2014), apresentados na seção 2.2.

A área projetada pode ser calculada através da equação descrita por Reis (2003):

$$A_{proj} = \frac{\pi * D_{eq}^2}{4} \quad (4)$$

onde:

A_{proj} – Área projetada das sementes (mm²)

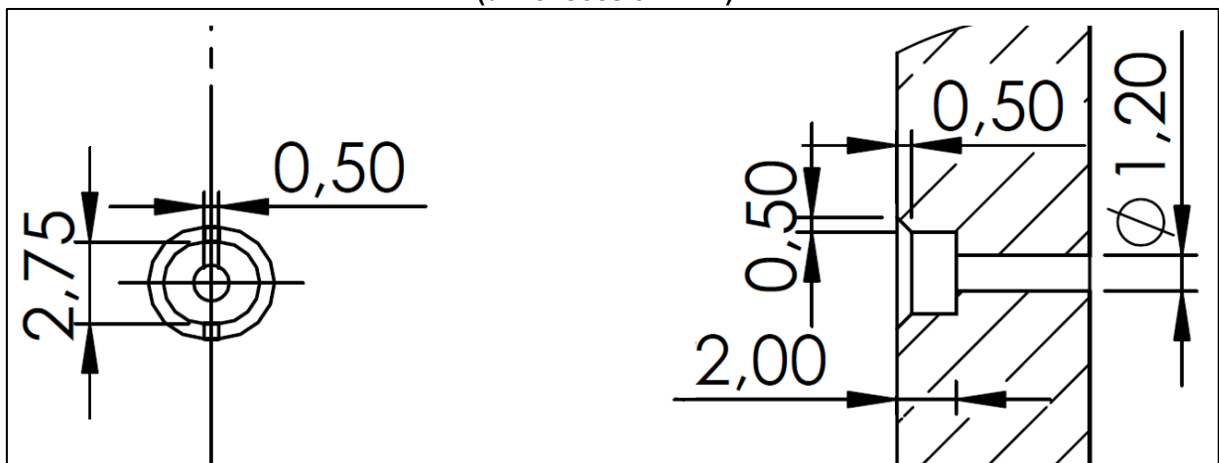
D_{eq} – Diâmetro equivalente das sementes (mm)

Para o dimensionamento dos orifícios dos discos dosadores foram seguidas as recomendações de Short e Huber (1970) de 40% da área projetada das sementes.

Com isso, foram projetados os discos dosadores para as sementes de cebola e cenoura tendo como dimensão do furo passante de 1,2 e 0,75 mm respectivamente.

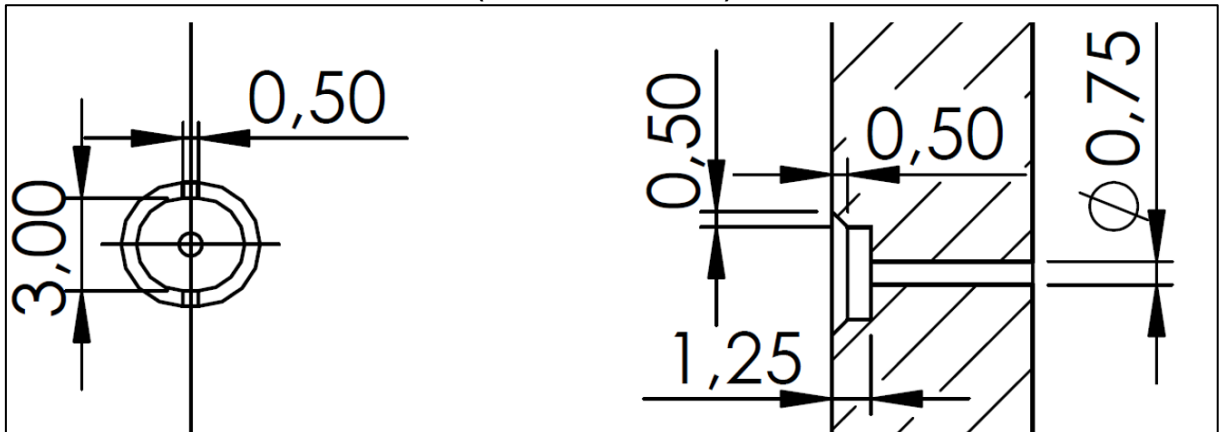
As dimensões dos alvéolos projetados estão expostas nas Figuras 26 e 27 abaixo:

Figura 26 - Dimensões dos alvéolos do disco dosador para semente de cebola (dimensões em mm).



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 27 - Dimensões dos alvéolos do disco dosador para semente de cenoura (dimensões em mm).



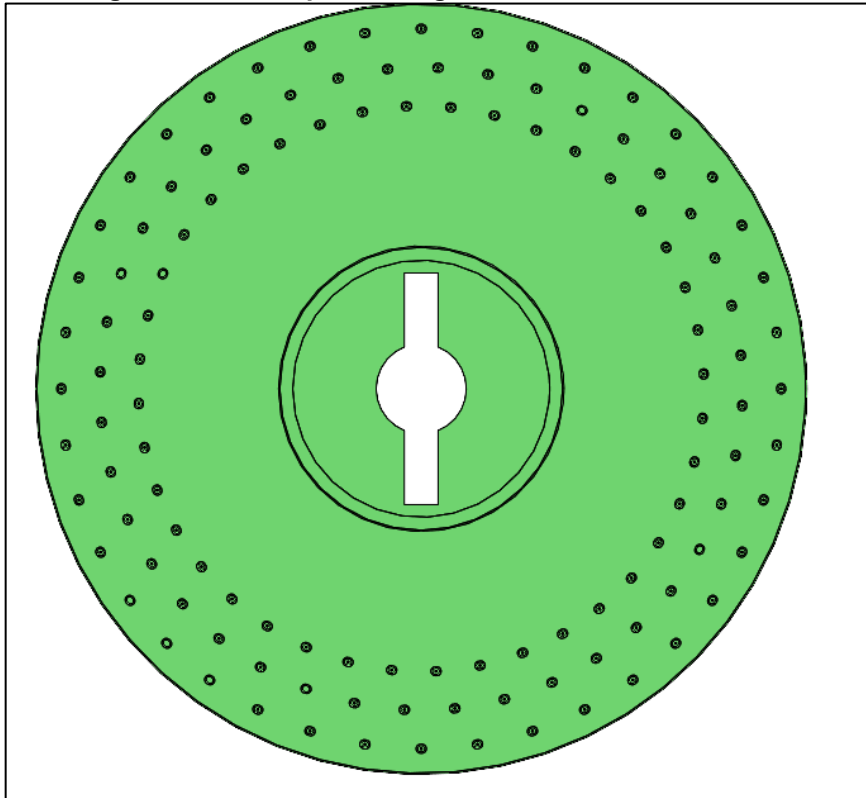
Fonte: Autoria própria (2022).

Para o disco vertical de dosagem de sementes de cebola (Figura 28), foram projetados 120 furos, deixando uma distância entre fileiras de 15 mm, uma distância entre celas na primeira fileira de 21,3 mm, de 19 mm na segunda fileira e 17,3 mm na terceira fileira.

Já o disco vertical de dosagem de sementes de cenoura (Figura 29), foram também projetados 120 furos, deixando uma distância entre fileiras de 15 mm, uma distância entre celas na primeira fileira de 21,9 mm, de 19,6 mm na segunda fileira e 16,8 mm na terceira fileira.

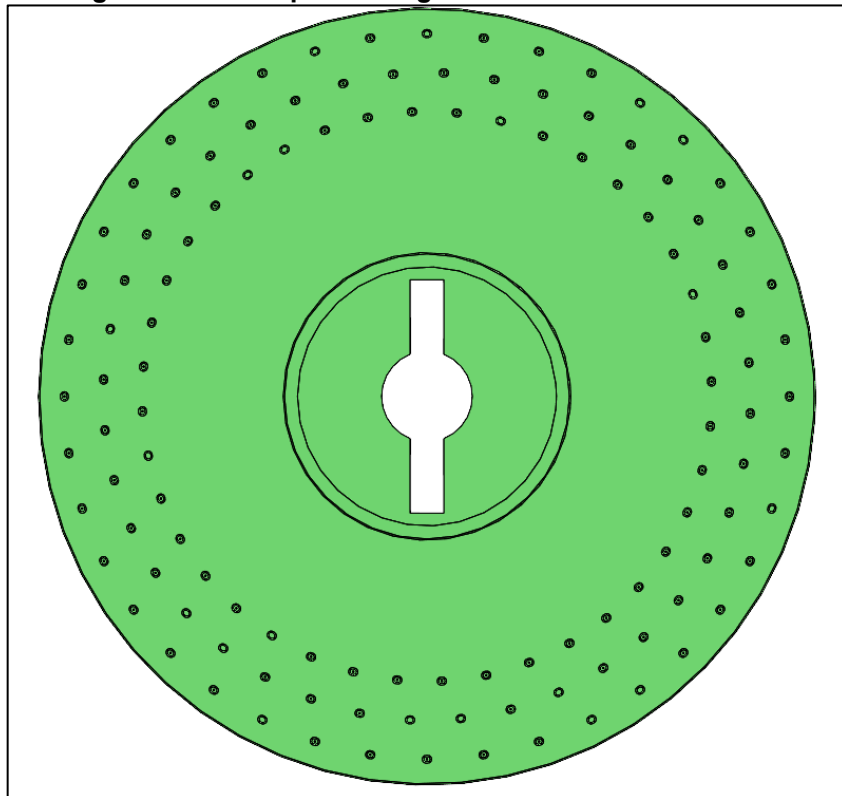
Os desenhos técnicos para as furações dimensionadas encontram-se no apêndice A, folha 31/32 para o disco dosador de sementes de cebola e folha 32/32 para o disco dosador de sementes de cenoura.

Figura 28 - Disco para dosagem de sementes de cebola.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 29 - Disco para dosagem de sementes de cenoura



Fonte: Autoria própria (2022).

4.3.1 Determinação da pressão negativa

A determinação da correta pressão de vácuo exercida no interior do dispositivo de dosagem de semente é fundamental para uma distribuição precisa e uniforme das sementes durante a operação de plantio.

Monteiro (1989) determina que a pressão mínima de ar para se fazer a captura de uma semente é dada pelas seguintes equações:

$$F_s = F_c + P_e \quad (5)$$

onde:

F_s – Força de sucção (N)

F_c – Força centrífuga (N)

P_e – Peso da semente (N)

Para obtenção da força centrífuga, tem-se:

$$F_c = \frac{m_s * V_p^2}{R} \quad (6)$$

onde:

m_s – Massa de uma semente (kg)

V_p – Velocidade periférica do disco dosador ($m \cdot s^{-1}$)

R – Raio do disco dosador (m)

O peso da semente pode ser calculado através da multiplicação da massa da semente pela aceleração gravitacional ($9,81 \text{ m s}^{-2}$).

Por fim, a pressão de sucção mínima necessária é dada por:

$$P_s = \frac{F_s}{A_c} \quad (7)$$

onde:

P_s – Pressão de sucção ($N.m^{-2}$)

A_c – Área do orifício do disco dosador (m^2)

Para o plantio de cebola, foi considerada uma densidade de semeadura de 35 sementes por metro linear, seguindo intervalo de recomendação de Machado et al. (2017). Com base nos resultados obtidos por Bottega et al. (2017), foi adotada uma velocidade de plantio de $6 km.h^{-1}$. Sendo assim, com o disco de sementes de 120 furos projetado para o plantio de cebola, necessita-se que o disco dosador trabalhe a 30 rotações por minuto. Sendo assim, foi possível calcular os requisitos mínimos de pressão negativa para individualização das sementes com características físicas encontradas por Pandiselvam (2014) e apresentadas na seção 2.2.3. Os valores encontrados estão expostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados de pressão de sucção calculados para semente de cebola.

Grandeza calculada	Concentração de umidade	
	9,80%	29,60%
Área projetada da semente (mm^2)	2,93	4,83
Área do Furo do disco (mm^2)	1,17	1,93
Diâmetro do furo do disco dosador (mm)	1,22	1,57
Diâmetro do furo do disco adotado (mm)	1,20	1,20
Área do furo do disco adotado (mm^2)	1,13	1,13
Força centrífuga (N)	9,7E-12	1,4E-11
Peso de uma semente (N)	3,0E-05	4,5E-05
Força de sucção (N)	3,0E-05	4,5E-05
Pressão de sucção (Pa)	26,73	39,90

Fonte: Autoria própria (2022).

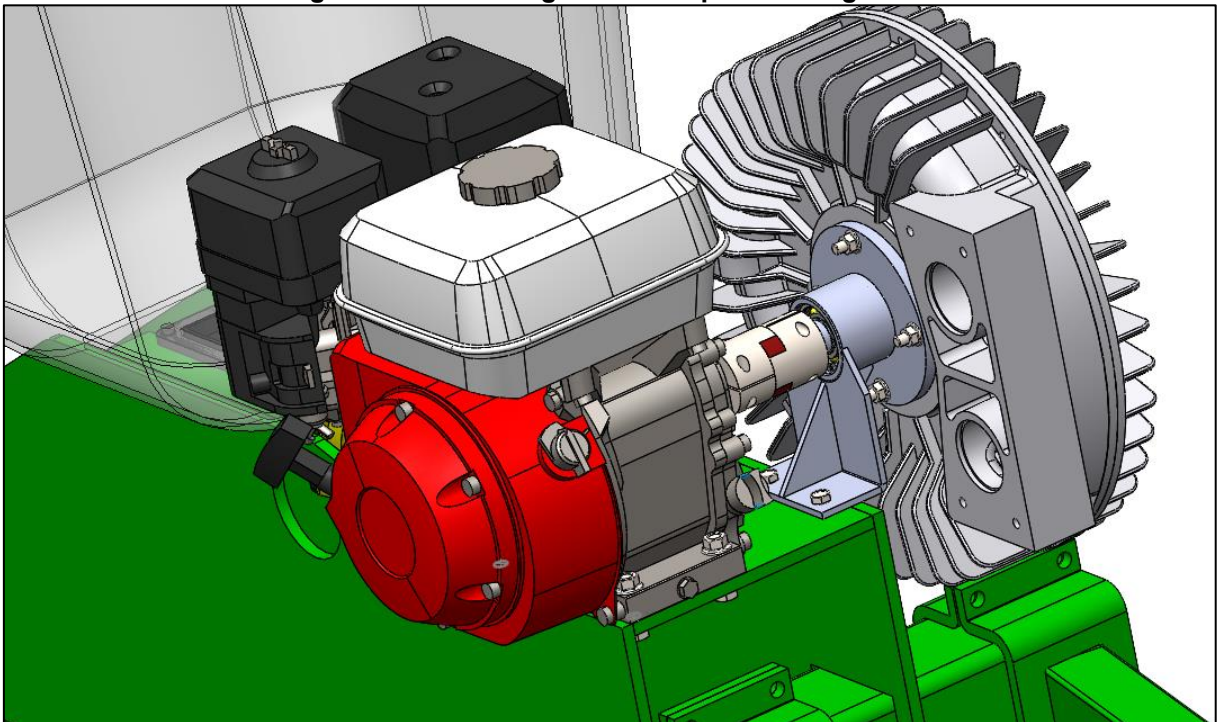
Para o cálculo de pressão mínima necessária para a dosagem de sementes de cenoura, considerou-se uma densidade de plantio de 24 sementes por metro linear, seguindo os dados apresentados por Luz et al. (2008). Por ter sido projetado um disco de 120 furos, para ser atingida essa densidade de semeadura, considerando a mesma velocidade de plantio adotada para as sementes de cebola, necessita-se de 20 rotações por minuto no disco dosador. Os resultados de pressão mínima de trabalho para as sementes com características físicas encontradas por Yadachi et al. (2014) apresentadas na seção 2.2.3 encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Dados de pressão de sucção calculados para semente de cenoura.

Grandeza calculada	Tratamento da semente		
	Sem tratamento	Revestida com pasta	Revestida com Tirame
Área projetada da semente (mm ²)	1,08	1,19	1,39
Área do Furo do disco (mm ²)	0,43	0,48	0,56
Diâmetro do furo do disco dosador (mm)	0,74	0,78	0,84
Diâmetro do furo do disco adotado (mm)	0,75	0,75	0,75
Área do furo do disco adotado (mm ²)	0,44	0,44	0,44
Força centrífuga (N)	3,41E-12	4,50E-12	7,90E-12
Peso de uma semente (N)	1,59903E-05	2,10915E-05	3,69837E-05
Força de sucção (N)	1,60E-05	2,11E-05	3,70E-05
Pressão de sucção (Pa)	36,21	47,77	83,76

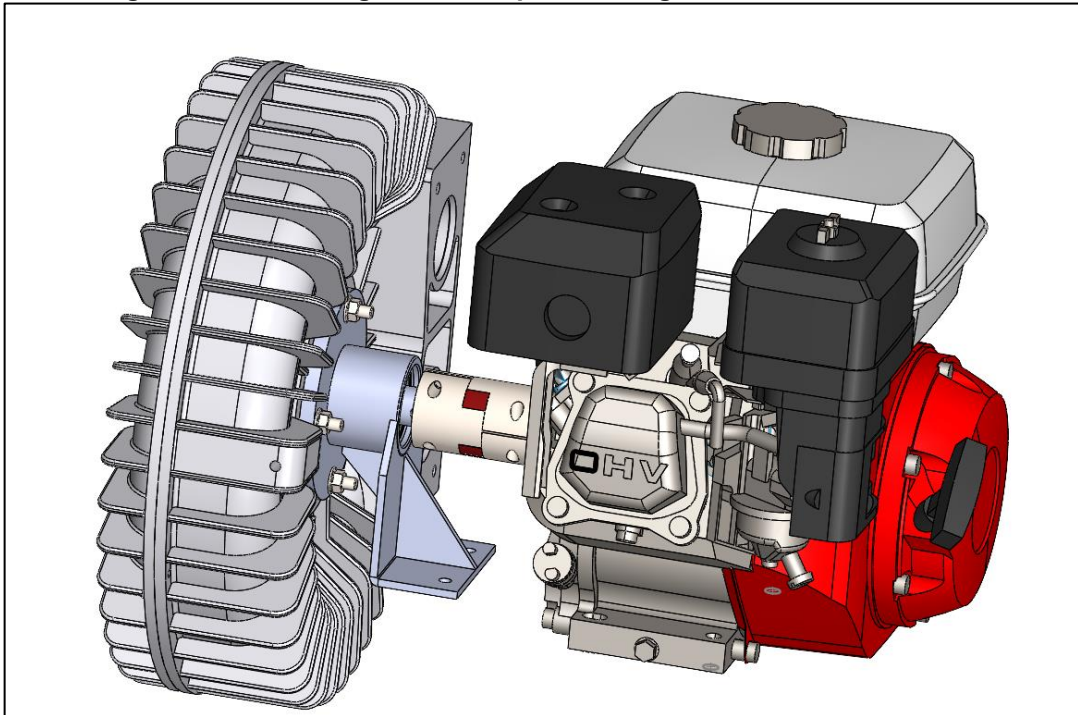
Fonte: Autoria própria (2022).

Em posse desses dados, para a seleção da unidade geradora de pressão negativa, optou-se pela adaptação do ventilador centrífugo de um compressor radial a um motor estacionário a combustão interna (Figuras 30 e 31), independentemente assim de fonte de potência externas para a geração do vácuo.

Figura 30 - Unidade geradora de pressão negativa.

Fonte: Autoria própria (2022).

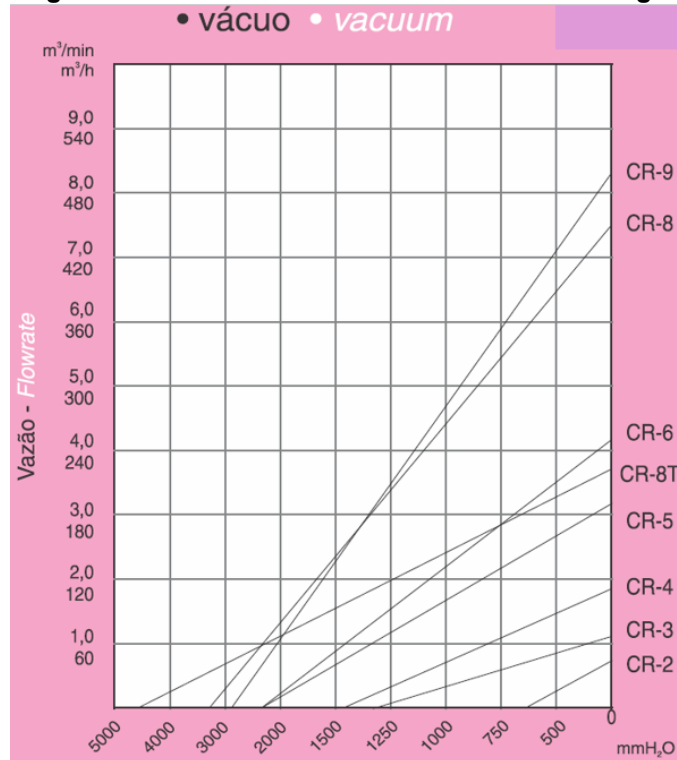
Figura 31 - Unidade geradora de pressão negativa fora da semeadora.



Fonte: Autoria própria (2022).

O ventilador é do modelo de compressor radial CR-6, da marca Ibram. Suas especificações de vazão de ar e produção de vácuo, estão expostos na Figura 32.

Figura 32 - Características do ventilador centrífugo.



Fonte: IBRAM (2022).

Segundo as informações disponibilizadas pelo fabricante, para ser atingida o nível máximo de vácuo do equipamento (aproximadamente 8,73 kPa), é necessária uma potência de 2 CV. Com isso, foi selecionado um motor estacionário quatro tempos a combustão interna da marca Honda modelo GX160. As especificações técnicas do motor podem ser analisadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Especificações técnicas motor Honda.

Características	Especificações técnicas
Características	4 Tempos / OHV / Monocilindrico
Potência líquida/rotação	4,9 CV / 3600 rpm
Cilindrada	163 cm ³
Sistema de Partida	Manual (retrátil)
Capacidade do Tanque Combustível	3,1 L
Sistema de lubrificação	Por salpico
Capacidade de óleo do Carter	580 ml
Dimensões C x L x A	312x362x335 mm
Peso seco	15 Kg
Eixo	Paralela - 3/4"
Carburador	Boia
Consumo de Combustível	1,4 l/h
Filtro de Ar	Simplex
Torque	1,10 kgf.m / 3.600 rpm

Fonte: HONDA (2022).

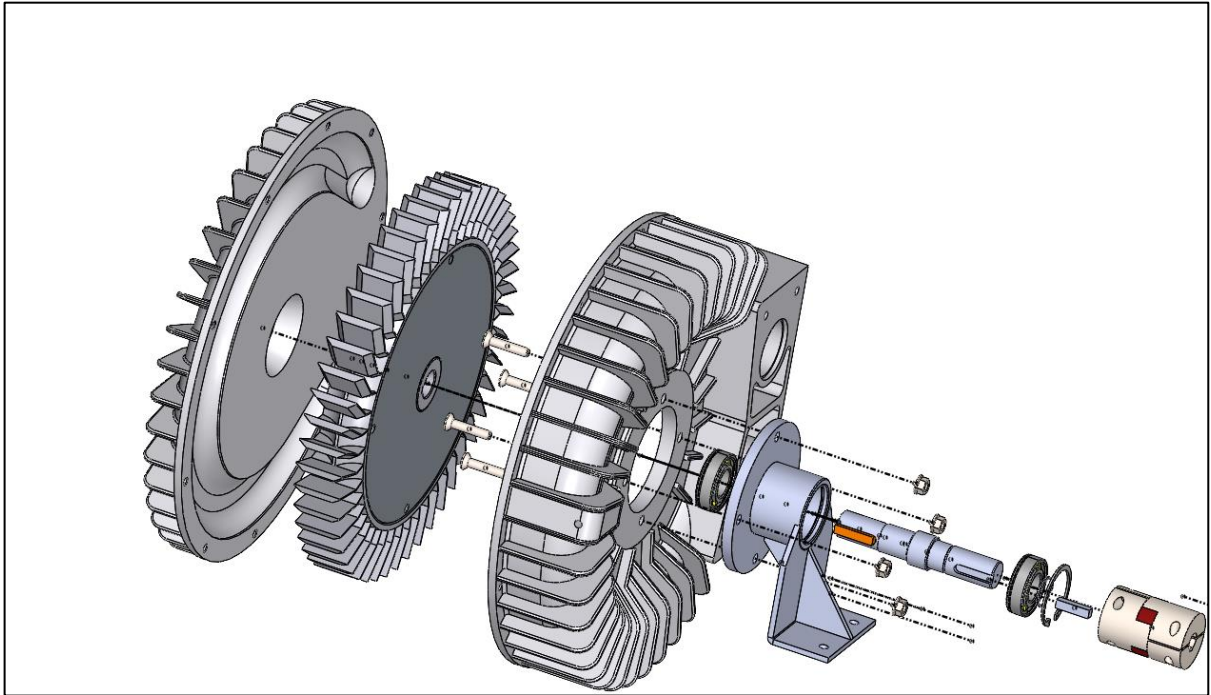
Figura 33 - Motor selecionado



Fonte: HONDA (2022).

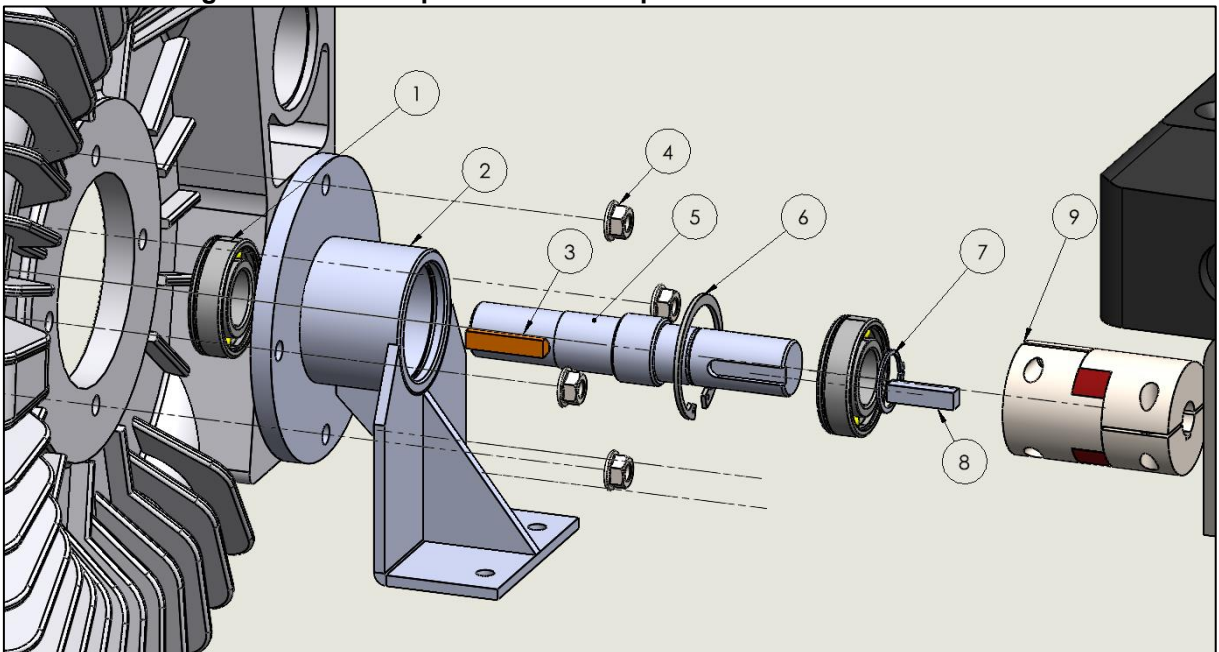
Para ligação do ventilador ao motor estacionário, foi necessária a utilização de um eixo mancalizado construído em Aço SAE 1045. Uma vista explodida do conjunto pode ser vista na Figura 34 e uma vista ampliada com seus componentes pode ser vista na Figura 35.

Figura 34 - Vista explodida do da ligação entre motor e compressor radial.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 35 - Vista explodida com componentes do eixo mancalizado.



Fonte: Autoria própria (2022).

Os componentes exibidos na Figura 35, estão descritos na Tabela 10.

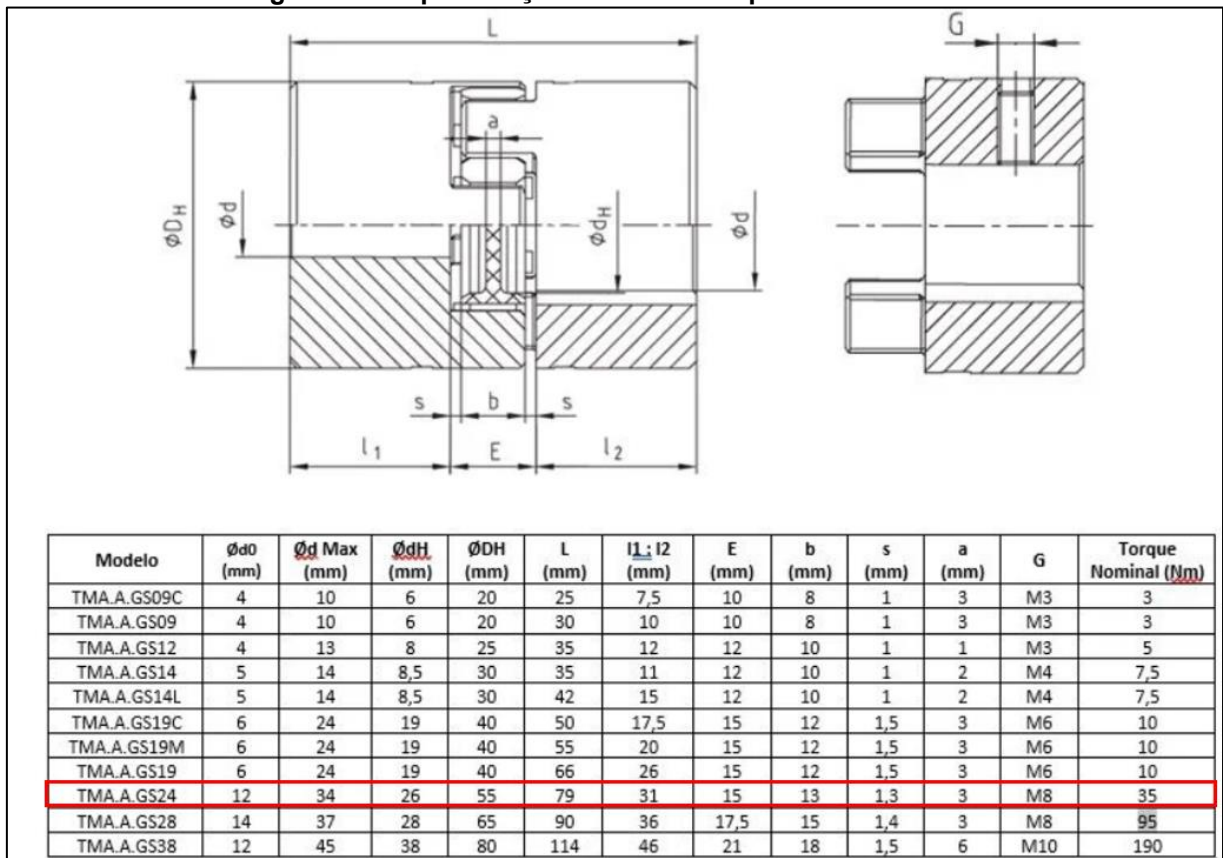
Tabela 10 - Descrição dos componentes da Figura 35

Item	Descrição	Observação	Quantidade
1	Mancal SKF 6205	Item comercial	2
2	Cubo para ventilador axial	Desenhos detalhados no Apêndice A, folha 21/32	1
3	Chaveta 7 x 8 x 36 mm	Chaveta padrão do ventilador	1
4	Porca sextavada flangeada M8 x 1,25	Item comercial	4
5	Eixo aço SAE 1045	Desenhos detalhados no Apêndice A, folha 30/32	1
6	Anel elástico DIN 472 52 mm	Item comercial	1
7	Anel elástico DIN 471 25 mm	Item comercial	1
8	Chaveta 7 x 8 x 31 mm	Desenhos detalhados no Apêndice A, folha 28/32	1

Fonte: Autoria própria (2022).

Para ligação do ventilador com o motor selecionado, optou-se pela utilização de um acoplamento flexível modelo GS24 tipo *Jaw*, visando a absorção de vibrações e possíveis desalinhamentos entre o eixo do motor e o eixo do ventilador, suas especificações técnicas estão expostas na Figura 36. Para seleção do acoplamento flexível, levou-se em conta o torque máximo transmitido pelo motor (1,10 kgf.m), e a compatibilidade com as dimensões dos eixos do ventilador e do motor selecionado, 25 mm e 3/4 " respectivamente.

Figura 36 - Especificações técnicas acoplamento flexível.



Fonte: TECMAF (2022).

Os mancais selecionados para compor o sistema são mancais de esferas rígidas, modelo 6205 da SKF. As principais dimensões e características do mancal, podem ser vistas na Figura 37, onde d é o diâmetro interno do mancal em milímetros, D é o seu diâmetro externo em milímetro; B sua largura em milímetros; C a carga dinâmica suportada, dada em quilo Newtons, C_0 carga estática suportada em quilo Newtons.

Figura 37 - Características do mancal selecionado.

Designação	Dimensões principais			Classificações de carga básica		Classificações de velocidade	
				dinâmica	estática	Velocidade de referência	Velocidade limite
	d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C_0 [kN]	[r/min]	[r/min]
16005	25	47	8	8.06	4.75	32 000	20 000

Fonte: SKF (2022).

4.4 Sistema de dosagem de fertilizante

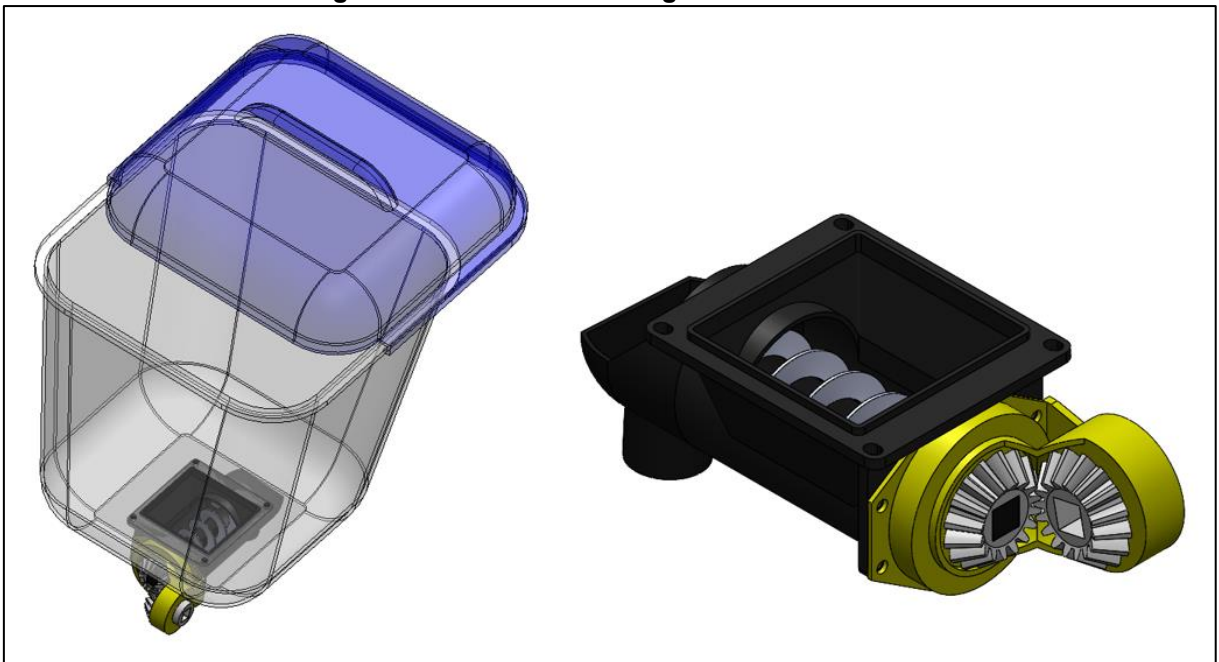
O sistema para dosagem de fertilizante, mostrado na Figura 38, é composto por um reservatório plástico com tampa, com capacidade para 50 kg (uma saca de fertilizante), e um dosador do tipo rosca sem fim com transbordo longitudinal.

Para o reservatório de fertilizante não foi encontrado nenhum item comercial com as características desejadas para a aplicação específica, devendo ser fabricado para utilização no projeto.

Dentre as concepções de dosadores de fertilizantes abordados na revisão bibliográfica, o que melhor se adapta ao projeto em questão é o mecanismo de rosca sem-fim, por sua facilidade de instalação e manutenção, corpo compacto, e estabilidade e regularidade na distribuição de fertilizante ao longo do plantio.

Esse tipo de mecanismo de dosagem de fertilizante permite uma ampla gama de possibilidades de ajuste da distribuição longitudinal, podendo ser alterada a rotação de seu eixo por meio da alteração da relação de engrenagens utilizadas para reduzir ou aumentar a rotação do eixo dosador, ou a substituição da rosca sem-fim por uma de passo diferente.

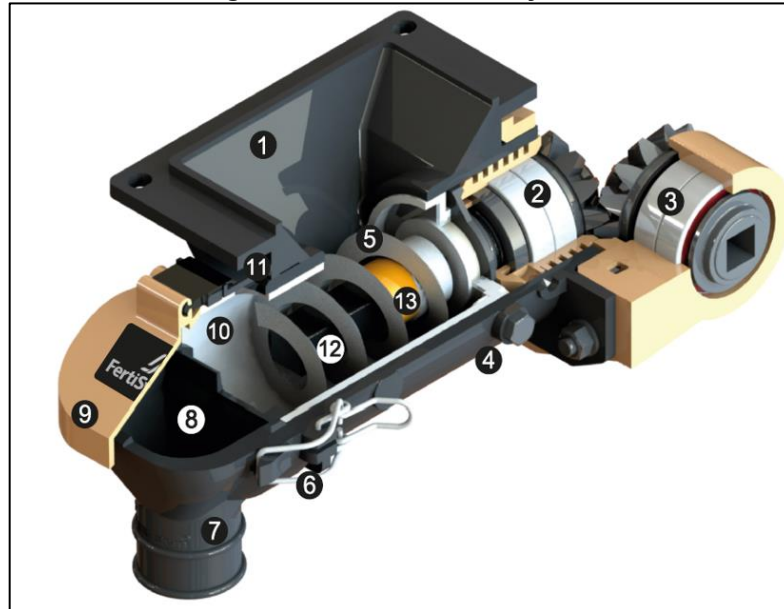
Figura 38 - Sistema de dosagem de fertilizante.



Fonte: Autoria própria (2022).

O dosador selecionado se trata de um FertSystem da Agromac possuindo um eixo sem-fim de passo de uma polegada, diâmetro externo de 80 mm e 4 fios. As peças que compõe o mecanismo podem ser vistas na Figura 39.

Figura 39 - Dosador FertSystem



Fonte: AGROMAC (2017).

Figura 40 - Componentes do dosador de fertilizante.

- | | |
|---|--|
| <p>1 CORPO PRINCIPAL - Elemento principal de sustentação de todos os componentes. Feito com material resistente e de longa durabilidade.</p> | <p>7 BOCAL DE DESCARGA - Removível, facilitando limpezas, trocas do sem-fim e manutenções. Operação simples e prática através de engates rápidos.</p> |
| <p>2 MANCALIZAÇÃO ÚNICA C/VEDAÇÃO DUPLA - Apoiada em rolamentos de esfera lubrificadas com graxa especial, totalmente protegidos e vedados, proporcionando baixo torque de tracionamento ao conjunto, resultando em elevada vida útil.</p> | <p>8 REGULADOR DE NÍVEL - Responsável por criar a zona de amortecimento, onde o pulso causado pelo ciclo do Sem-Fim é eliminado. Realiza o transborde do fertilizante em quantidades uniformes e constantes, ainda possui diferentes opções de altura.</p> |
| <p>3 MANCALIZAÇÃO AUTO-LUB AP - Movimento rotativo do eixo (apoiado em dois rolamentos autolubrificadas) gerado pelo rodado da plantadora, tomada de potência do trator, por motor hidráulico, elétrico ou outras fontes propulsoras.</p> | <p>9 TAMPA DO BOCAL - Localizada junto ao bocal de descarga, tem como principal função evitar a entrada de água no fertilizante. Proporciona também a saída do mesmo em caso de embuchamento dos condutores.</p> |
| <p>4 ORIFÍCIO DE DESCARGA AUTOLIMPANTE - Elimina contaminações, evitando o contato de partículas do fertilizante com a mancalização. Realiza auto-limpeza através de componente giratório. Indicador de substituição dos elementos de vedação (vazamento excessivo do adubo).</p> | <p>10 ZONA DE AMORTECIMENTO - Local onde o efeito de pulso gerado pelo Sem-Fim do sistema é eliminado e as quantidades de fertilizante são estabilizadas em quantidades volumétricas uniformes.</p> |
| <p>5 SEM-FIM - Transporta o fertilizante até a zona de amortecimento. Sua forma construtiva possui princípios da auto-limpeza, permitindo também a troca ou substituição de forma fácil e rápida.</p> | <p>11 REVESTIMENTO - Componente feito em material injetado anti-aderente e resistente à abrasão, proporcionando grande durabilidade ao sistema, podendo ser substituído.</p> |
| <p>6 ENGATE RÁPIDO - Componente de encaixe e sustentação do bocal e do regulador de nível.</p> | <p>12 EIXO NG - Material em plástico injetado anti-aderente com grande durabilidade e baixo coeficiente de atrito. É responsável pelo tracionamento do Sem-Fim, transmitindo o movimento de giro para o deslocamento do fertilizante até a zona de amortecimento e desta até o BOCAL NG.</p> |
| | <p>13 ANEL TRAVA - Mantém o Sem-Fim posicionado no lugar adequado, permitindo a correta dosagem do fertilizante.</p> |

Fonte: AGROMAC (2017).

4.5 Unidade de acabamento de semeadura

Para unidade de acabamento de semeadura, levou-se em consideração a necessidade de utilização da roda compactadora como geradora de movimento para os mecanismos de dosagem de sementes e fertilizante. Com isso, o mecanismo selecionado foi uma roda compactadora do modelo JM 2090, mostrada na Figura 41, da marca Jumil. O mecanismo selecionado, em sua aplicação pela marca, utiliza o conceito da roda compactadora como acionadora dos mecanismos de dosagem, possibilitando assim a montagem da engrenagem motora do sistema de transmissão diretamente no eixo da roda.

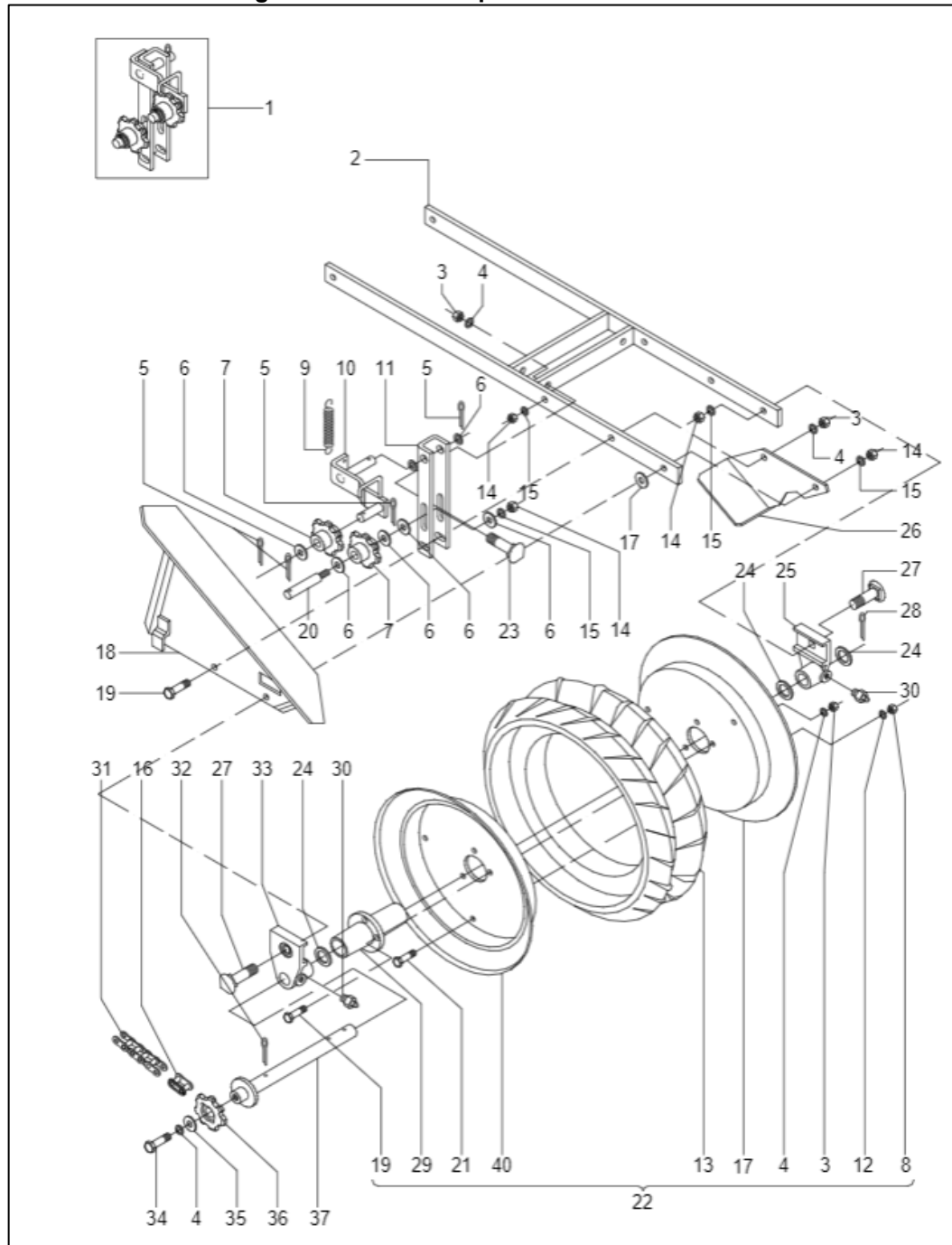
Figura 41 – Roda compactadora Jumil JM 2090



Fonte: JUMIL (2022).

Os componentes da roda compactadora podem ser vistos na Figura 42.

Figura 42 - Roda compactadora Jumil 2090.



Fonte: JUMIL ([ca. 2015]).

A lista dos componentes numerados na Figura 43, estão descritos na Tabela 11, com seus respectivos códigos de peça.

Tabela 11 - Elementos da roda compactadora

Item	Código	Denominação
1	28.01.250	CONJ DO REGULADOR
2	32.40.634	QUADRO TRASEIRO
3	70.11.354	PORCA SEXT MA10 DIN 934-5 ZN
4	70.19.156	ARRUELA PRESSAO B10-DIN 127 ZN
5	70.17.026	CONTRAPINO 3/16" X 1"
6	70.18.034	ARRUELA LISA 3/4"
7	32.40.660	ENGRENAGEM Z-7
8	70.11.353	PORCA SEXT MA8 DIN 934-5 ZN
9	32.41.183	MOLA ESTICADOR CORRENTE
10	28.01.251	REGULADOR DO ESTICADOR
11	28.01.256	SUPORTE DO ESTICADOR
12	70.19.155	ARRUELA PRESSAO B8-DIN 127 ZN
13	28.01.395	BANDA COMPACTADORA TRACAO
14	70.11.355	PORCA SEXT MA12 DIN 934-5 ZN
15	70.19.157	ARRUELA PRESSAO B12 DIN-127 ZN
16	83.04.031	REDUCAO TIPO 13 ABNT S32
17	27.11.022	ARO DA RODA
18	27.10.915	CAPA DE CORRENTE
19	70.04.406	PF SEXT RT MA10X25 DIN 933-5.6 ZN
20	27.18.162	EIXO DO ESTICADOR
21	70.04.377	PF SEXT RT MA8X16 DIN 933-5.6 ZN
22	27.11.020	CONJ DA BANDA COMPACTADORA 7X18
23	70.07.554	PF FRANCES MA10X25 DIN 603-4.6
24	70.18.076	ARRUELA LISA 1"
25	27.18.222	MANCAL DIR DA RODA TRASEIRA
26	32.40.306	CAPA INFERIOR DA CORRENTE
27	70.07.579	PF FRANCES MA12X40 DIN 603-4.6
28	70.17.056	CONTRAPINO 5/16" X 1.1/2"
29	04.27.120	CUBO DA RODA
30	93.05.005	GRAXEIRA RETA M8X1 DIN71412A
31	83.01.075	CORRENTE ROLOS ABNT S32X60 ELOS
32	70.17.058	CONTRAPINO 5/16" X 2.1/2"
33	27.18.223	MANCAL ESQ DA RODA TRASEIRA
34	70.04.404	PF SEXT RT MA10X20 DIN 933-5.6 ZN
35	70.18.008	ARRUELA LISA 3/8"
36	04.32.036	ENGRENAGEM Z-17

Fonte: JUMIL ([ca. 2015]).

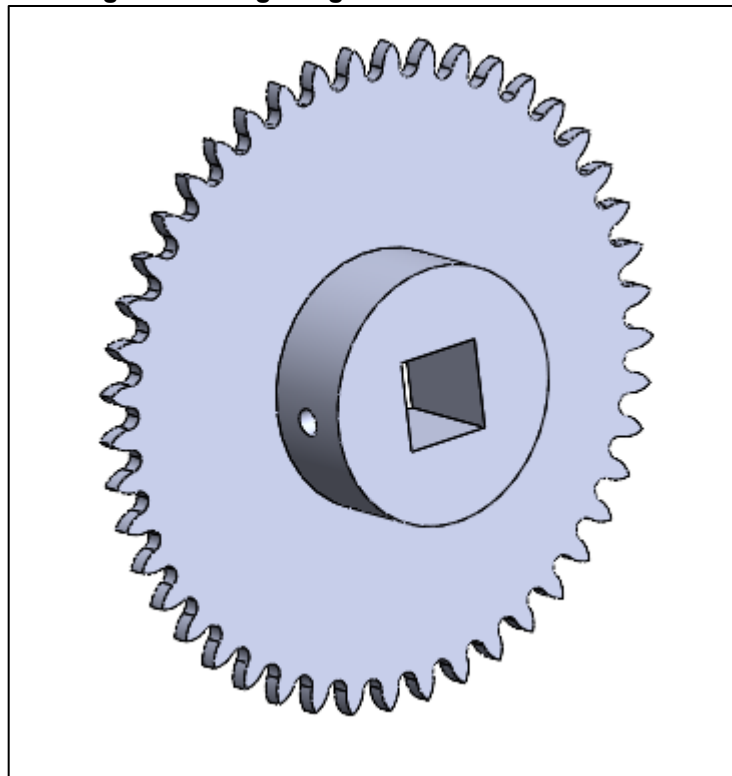
4.6 Seleção do sistema de transmissão

Para o sistema de transmissão optou-se por um conjunto único de transmissão por corrente de roletes, devido a sua versatilidade de aplicação e a existência de uma única fonte motora (roda de recobrimento de plantio).

O sistema foi pensado visando um sistema com corrente de fileira única de baixa e simples manutenção e lubrificação manual.

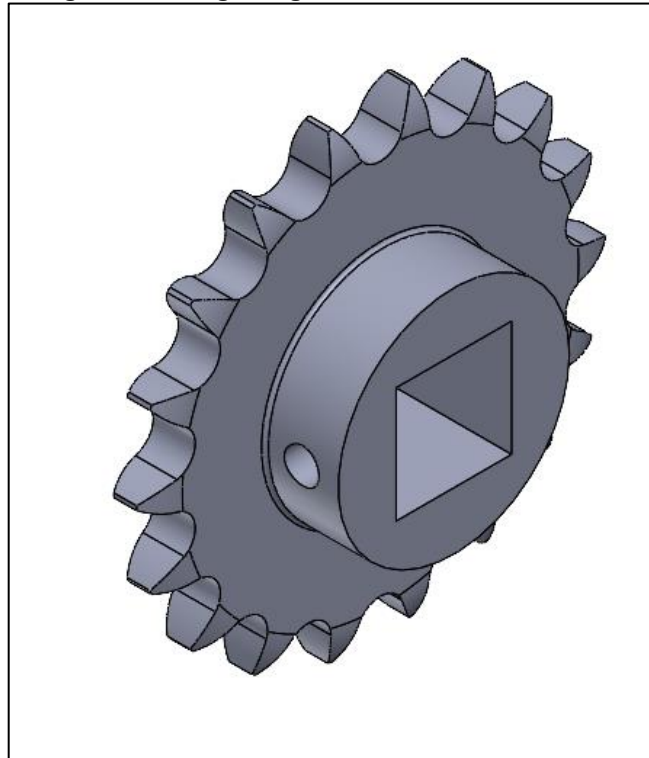
Para ser atingida a distribuição linear de sementes necessárias no dosador de sementes, uma relação de 0,38 entre a engrenagem motora e o eixo do dosador foi adotada, utilizando uma engrenagem de 17 dentes na roda motora e uma engrenagem de 45 dentes no eixo do dosador de sementes. O par de engrenagens pode ser visto nas Figuras 43 e 44.

Figura 43 - Engrenagem dentada de 45 dentes.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 44 - Engrenagem dentada de 17 dentes.



Fonte: Autoria própria (2022).

Considerando uma velocidade de plantio de 6 km/h dentro dos parâmetros recomendados por Bottega et al. (2017), e levando em consideração o diâmetro de 18 polegadas da roda de recobrimento de plantio, tem-se que a velocidade em revoluções por minuto da roda dentada motora é de aproximadamente 70 revoluções por minuto.

Considerando que uma potência máxima de 1,30 CV é transmitida pela roda motora, e baseado nos parâmetros de lubrificação e velocidade de revolução da engrenagem motora, foi selecionada uma corrente AISI 50 para essa finalidade. A lubrificação necessária se encaixa no tipo “A”, podendo ser feita de forma manual.

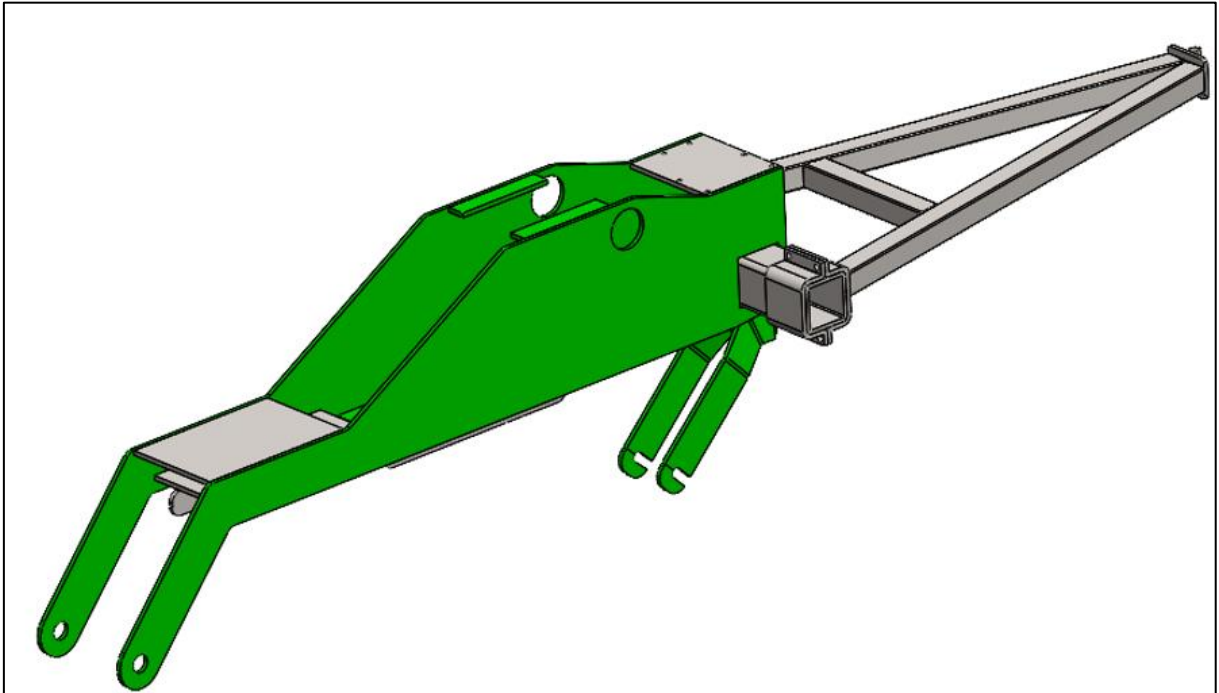
4.7 Chassi estrutural

O chassi estrutural desenvolvido para o equipamento (Figura 45), serve como suporte e junção de todos os sistemas de abertura de solo, dosagem e deposição de fertilizante e semente bem como sistema de acabamento de plantio.

A estrutura principal é constituída por um tubo quadrado de 150 x 150 mm com espessura de parede de 8 mm, feio de aço SAE 1020, responsável por interligar

o cabeçalho de tração (parte que será acoplada ao microtrator), também feita do mesmo tubo, e a estrutura da linha de plantio, fabricada em chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm de espessura. O aço SAE 1020 foi selecionado devido a sua excelente relação custo-benefício, elevada resistência mecânica e ótima soldabilidade.

Figura 45 - Chassi estrutural.



Fonte: Autoria própria (2022).

Afim de avaliar a resistência oferecida pela estrutura projetada, uma vez que a estrutura é a responsável por absorver todos os esforços durante a operação de plantio, foi realizada uma simulação numérica por elementos finitos utilizando o software SolidWorks com licença educacional fornecida pela instituição de ensino.

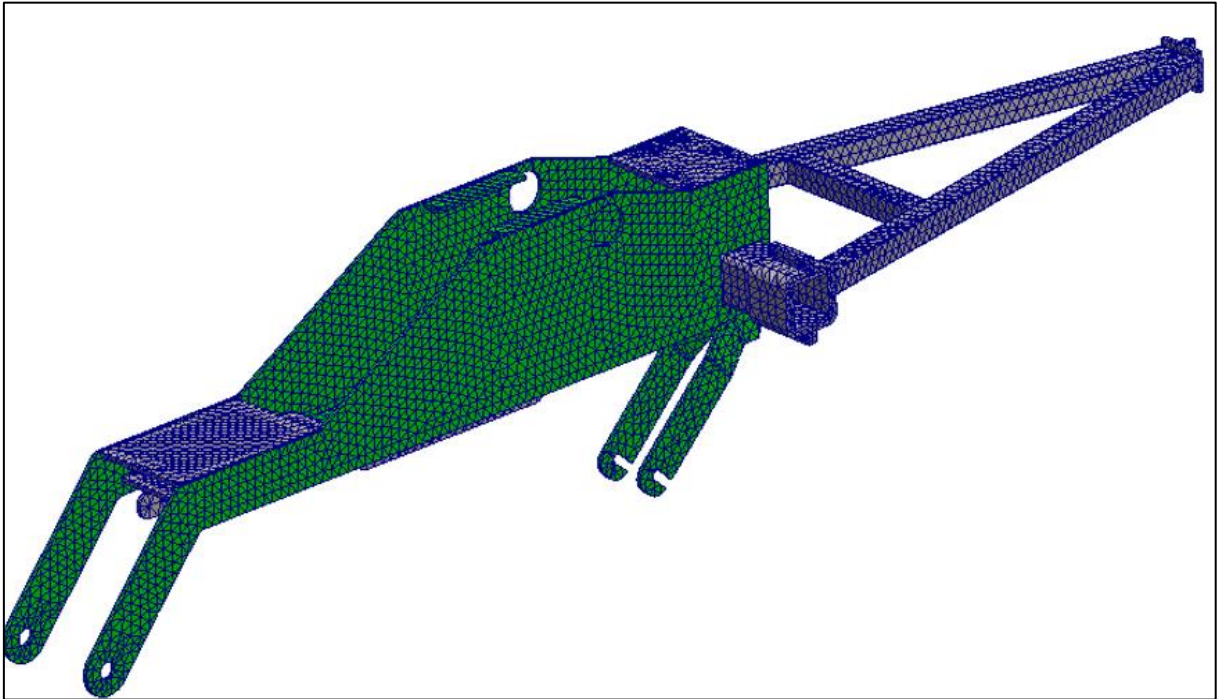
Para realização da simulação foi necessária a definição do material utilizado, tipo de elemento de malha, suas dimensões e a geração de malha, além de empregar condições de contorno que se aproximem das condições de operação.

Por se tratar de um conjunto com vários componentes unidos em uma forma de montagem, uma interação global do tipo unido foi aplicada entre os componentes, tratando o chassi como um único corpo rígido.

Como material para o chassi, foram adotados dados padrões existentes na biblioteca do software referentes ao aço AISI 1020, com limite de escoamento de 351,57 MPa, resistência a tração de 420,51 MPa, módulo elástico de 200 GPa e coeficiente de Poisson igual a 0,29.

Para geração da malha (Figura 47), foi selecionada a malha padrão do *software*, refinando o máximo possível para a versão educacional utilizada. O tamanho máximo para elementos ficou definido em 20,43 mm e o tamanho mínimo em 1,02 mm.

Figura 46 - Malha gerada para simulação numérica.

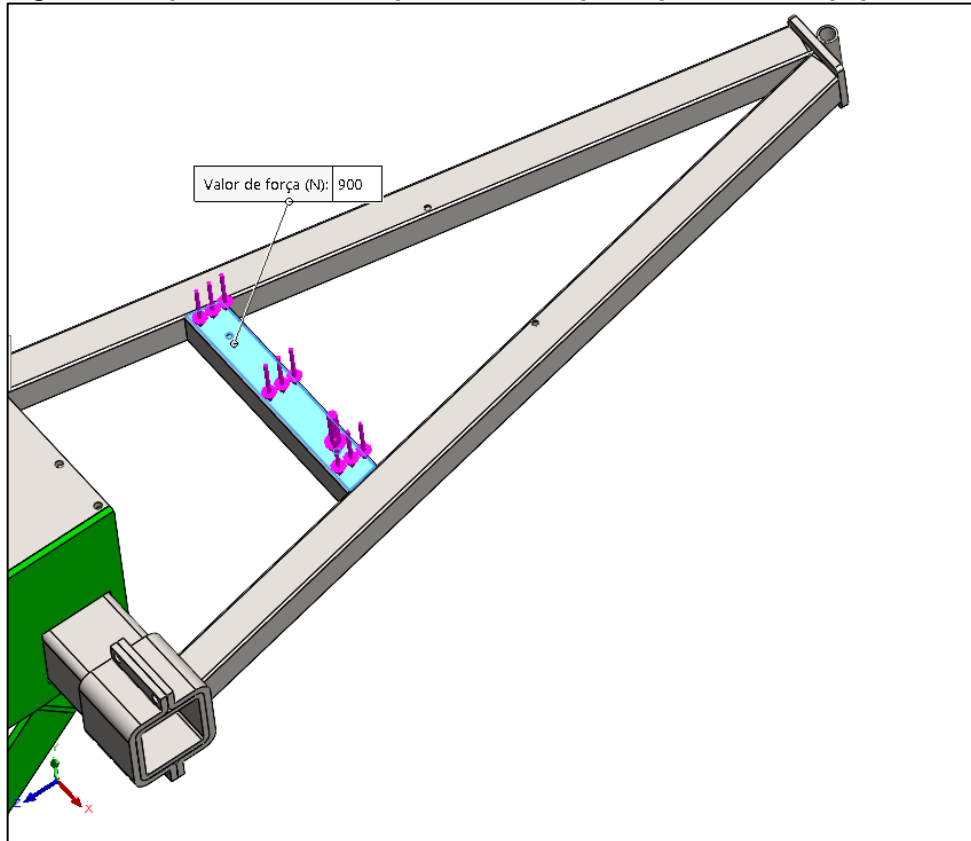


Fonte: Autoria própria (2022).

Foram gerados ao todo 38.838 elementos e 81.661 nós na malha utilizada.

No próximo passo, foram inseridas as forças atuantes na estrutura. Para a força peso do operador do equipamento foi considerado uma força de 900 N, e aplicada na barra de suporte para o assento da semeadora, como mostrado na Figura 49.

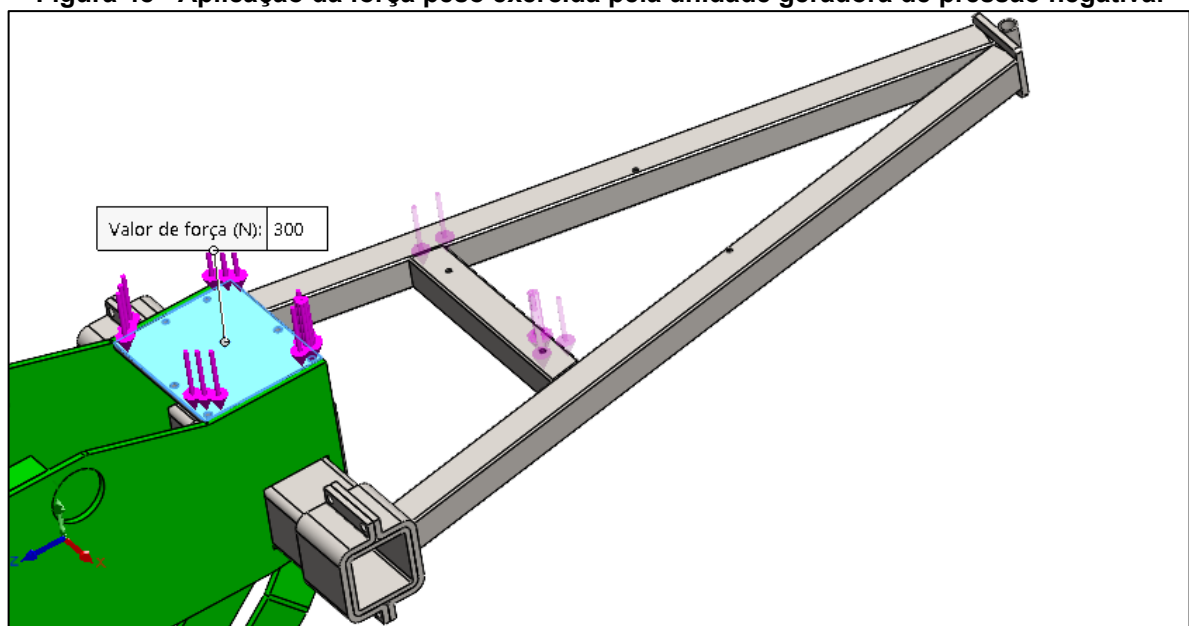
Figura 47 - Aplicação da força peso exercida pelo operador do equipamento.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para a unidade geradora de vácuo, foi aplicada uma força de 300 N em seu suporte equivalente ao peso do conjunto.

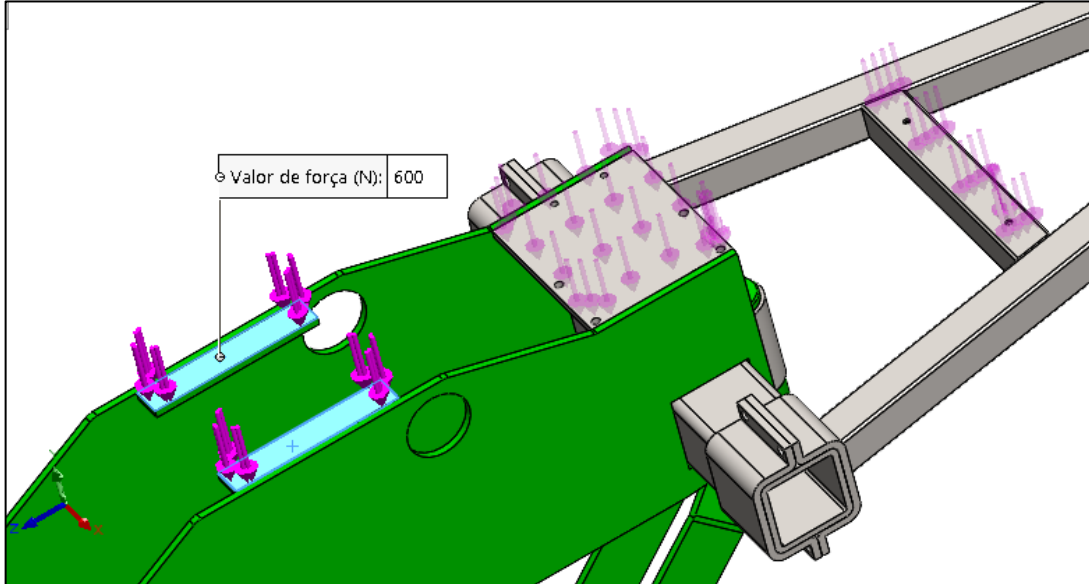
Figura 48 - Aplicação da força peso exercida pela unidade geradora de pressão negativa.



Fonte: Autoria própria (2022).

Uma força peso de 600 N foi aplicada nos suportes para fixação do conjunto de dosagem de fertilizante (Figura 49), valor referente ao peso do conjunto com o reservatório cheio de fertilizante.

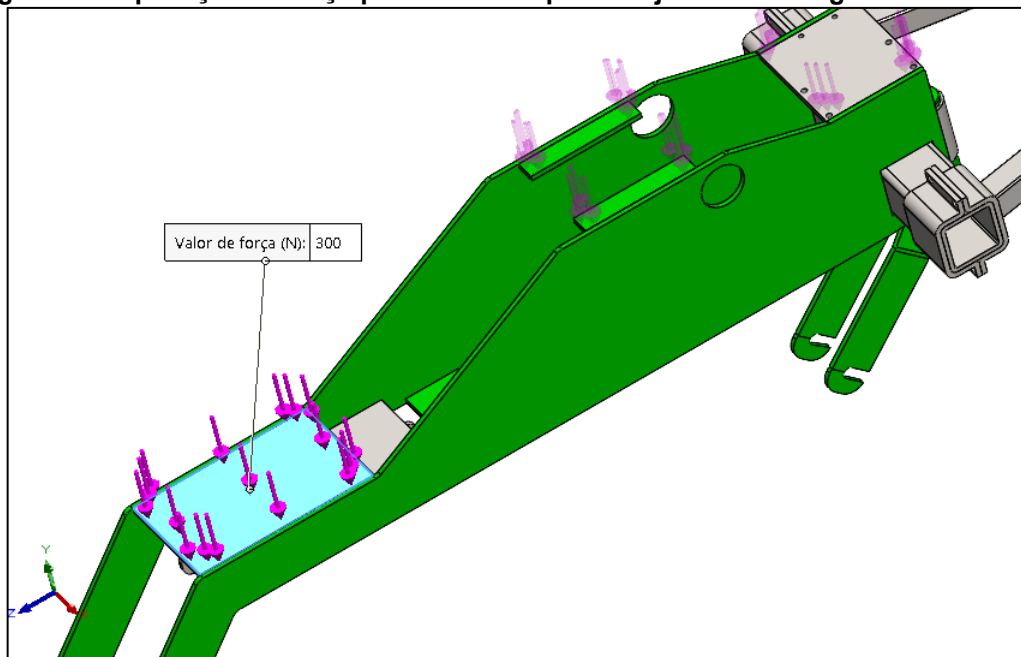
Figura 49 - Aplicação da força peso exercida pelo conjunto de dosagem de fertilizante.



Fonte: Autoria própria (2022).

E, para o dosador pneumático de sementes uma carga de 300 N. foi aplicada em seu respectivo suporte, como mostra a Figura 50.

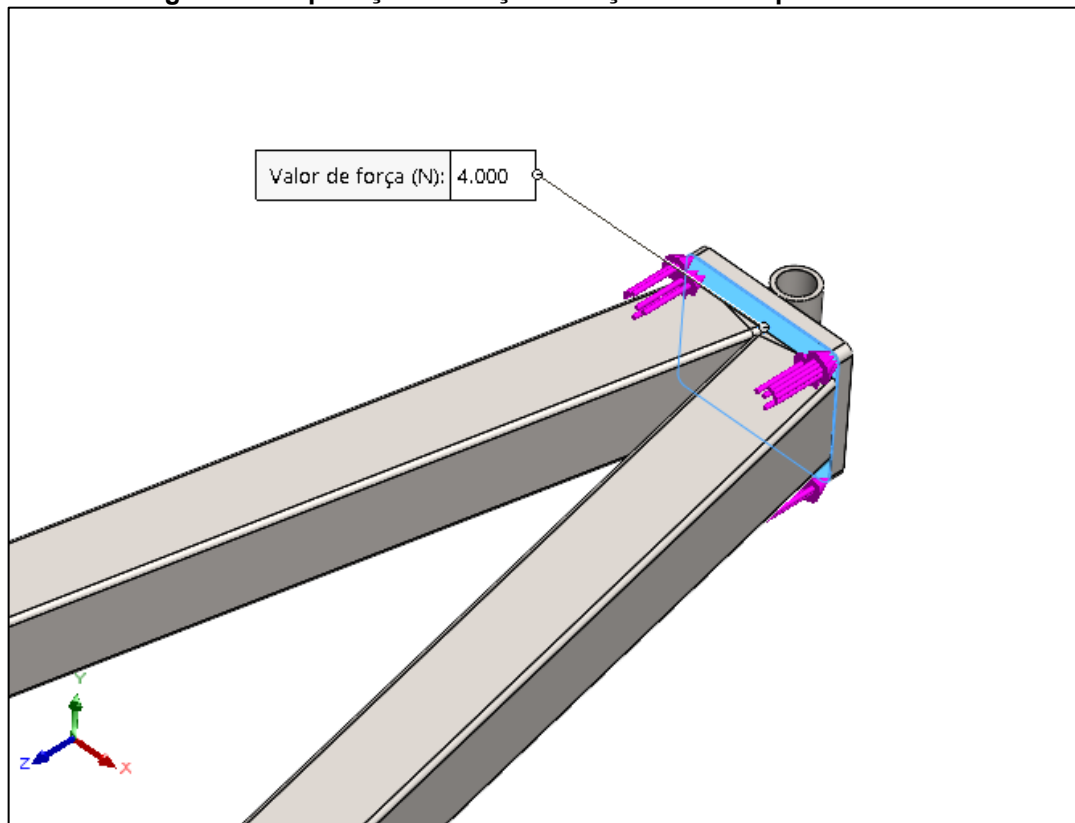
Figura 50 - Aplicação da força peso exercida pelo conjunto de dosagem de sementes.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para a força de tração exercida pelo tratorito, foi considerado um valor de 4,4 kN, calculado por Scalco (2017) em trabalho similar de dimensionamento de uma semeadora tracionada pelo mesmo tipo de equipamento. Essa carga foi aplicada no ponto de engate entre o microtrator e o implemento projetado.

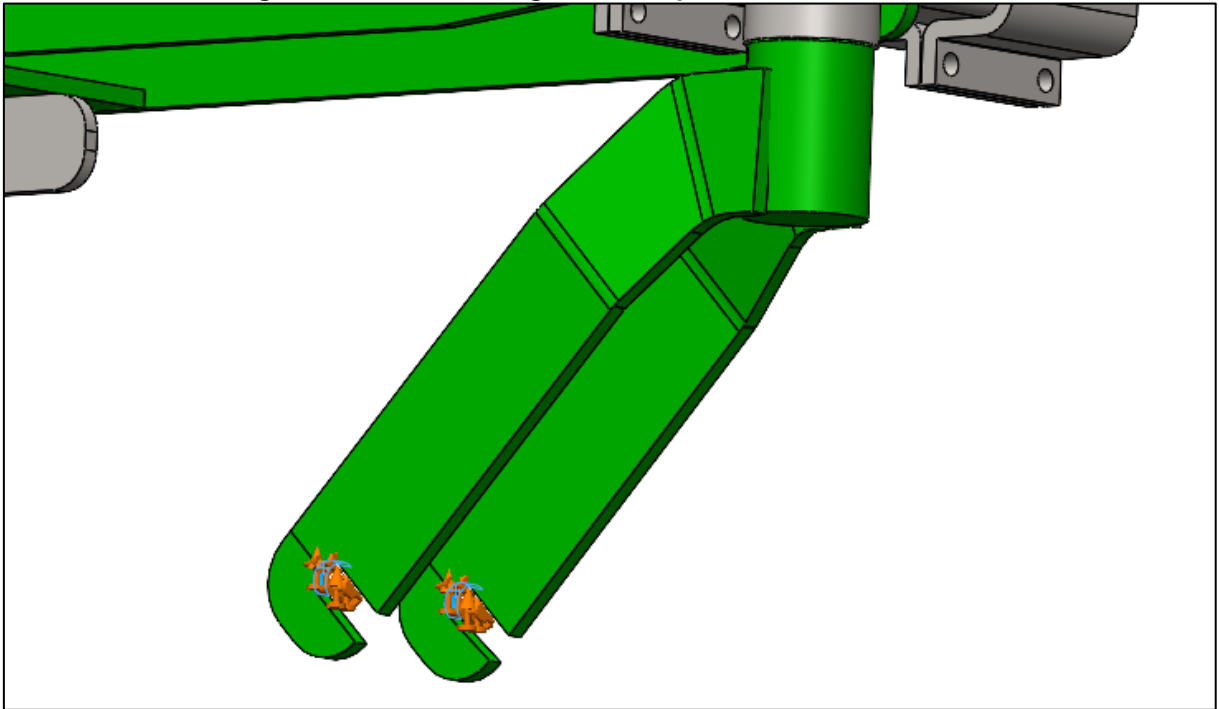
Figura 51 – Aplicação da força de tração exercida pelo tratorito.



Fonte: Autoria própria (2022).

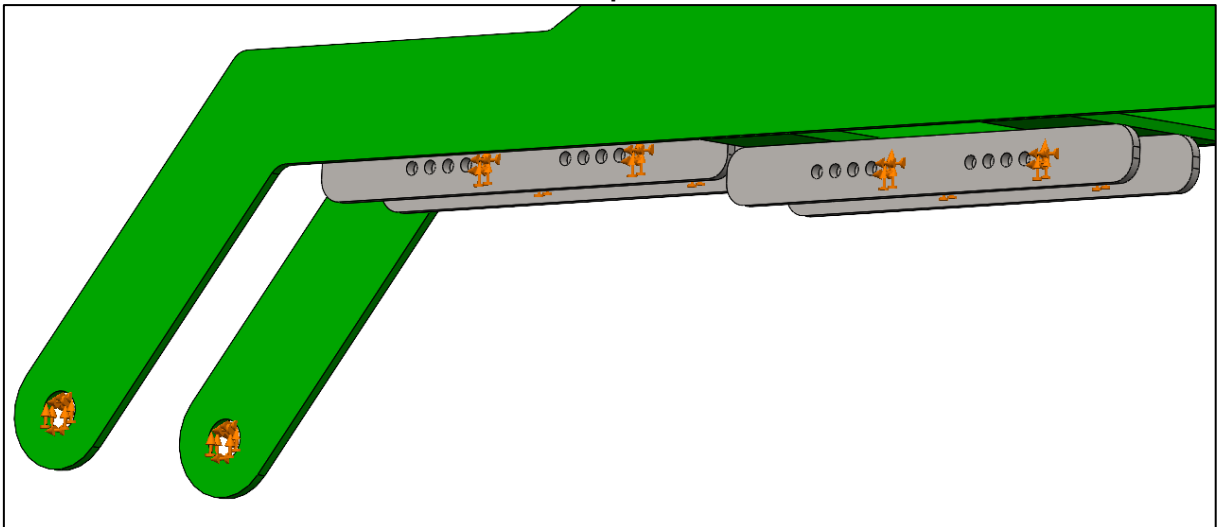
Os pontos de engaste adotados foram os pontos de fixação dos discos de corte, sulcadores de adubo e semente e da roda compactadora, mostrados na Figuras 52 e 53.

Figura 52 - Ponto de engaste no suporte do disco de corte.



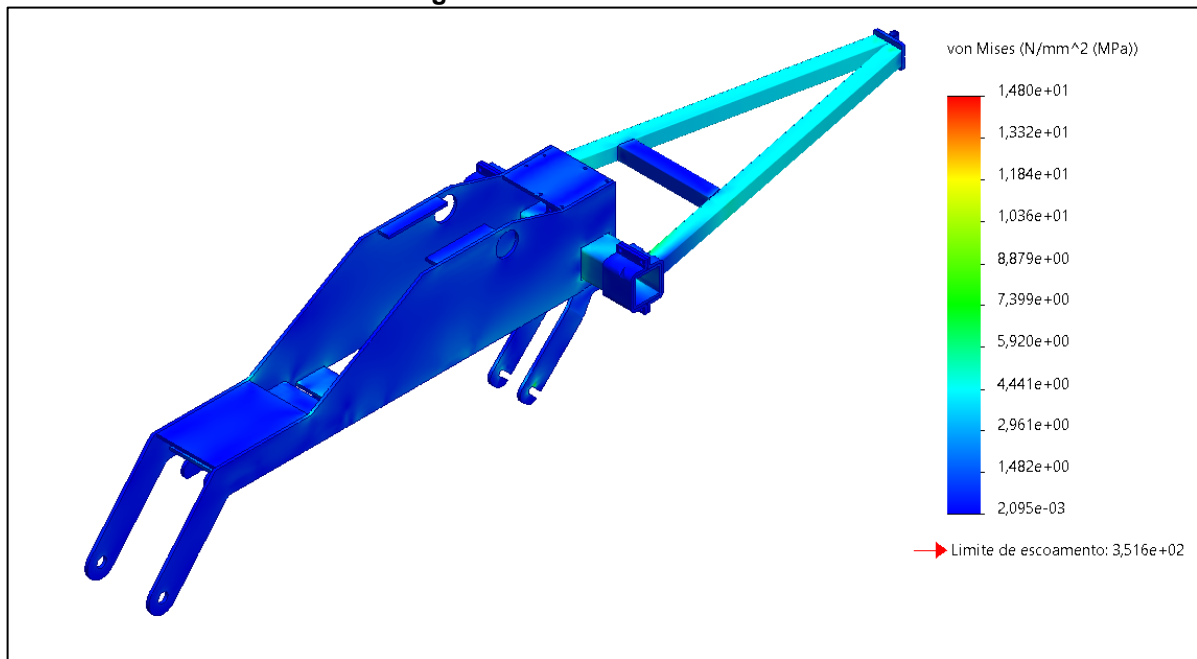
Fonte: Aatoria própria (2022).

Figura 53 - Pontos de engaste para os mecanismos sulcador de fertilizante, sulcador semente e roda compactadora.



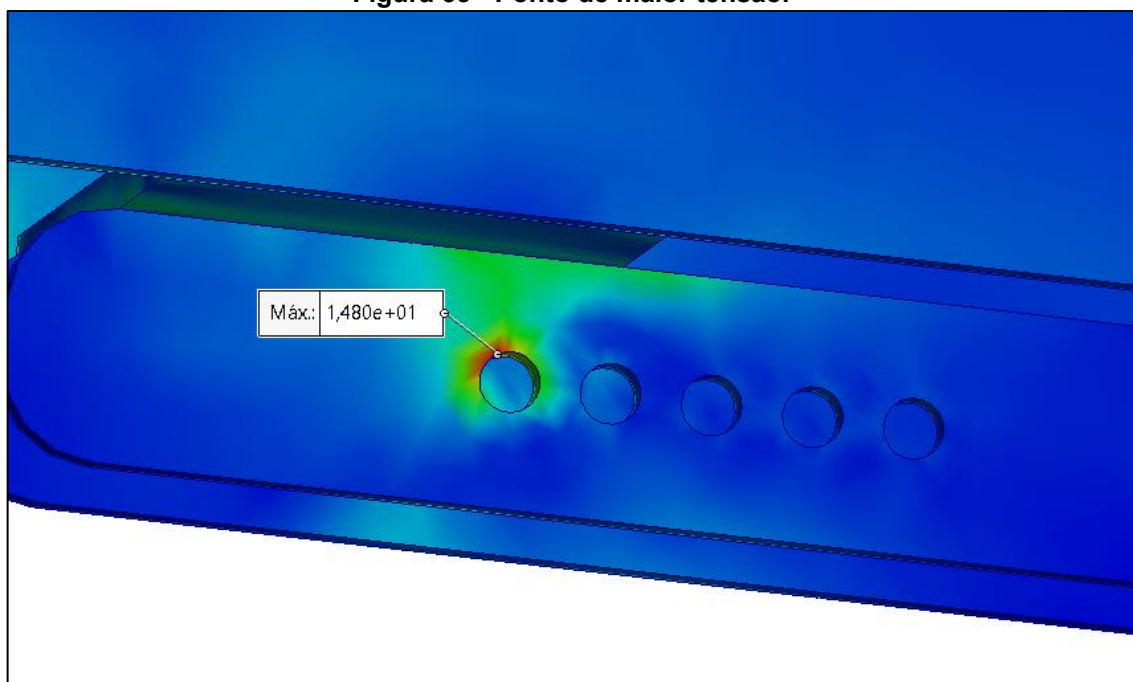
Fonte: Aatoria própria (2022).

A Figura 54 traz o resultado da análise de tensões de von Mises obtido, tendo como valor máximo de 14,80 MPa e um valor mínimo de 2,9 kPa. Considerando o limite de escoamento adotado para o aço como fator de falha, temos um coeficiente de segurança de 23,75 para o projeto.

Figura 54 - Análise de tensões.

Fonte: Autoria própria (2022).

Os pontos de maior tensão encontrados com a simulação (Figura 51) foram os furos de fixação dos discos duplos de fertilizante e sementes.

Figura 55 - Ponto de maior tensão.

Fonte: Autoria própria (2022).

Na análise estrutura feita, não foram considerados esforços de impacto nos mecanismos em contato com o solo e nem a vida em fadiga dos componentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi idealizado como um produto voltado para micro e pequenos produtores rurais que tem no plantio de hortaliças uma de suas fontes de renda. Para as pequenas propriedades, o sistema de plantio direto é uma opção que possibilita a realização de plantio de outras culturas em um período de entressafras, viabilizando também um manejo de cobertura do solo, mantendo uma camada de palhada, responsável pela manutenção de muitas de suas propriedades físico-químicas. Além disso, o SPD possibilita a substituição de sistemas convencionais de plantio que exigem grande esforço físico e péssimas condições ergonômicas dos agricultores.

A seleção de componentes para o projeto foi baseada em literaturas e estudos nacionais e internacionais, buscando os melhores componentes para se garantir a precisão na dosagem de fertilizante e a dosagem uma a uma das sementes.

Foram selecionados componentes de marcas comerciais já consolidadas no mercado do agronegócio nacional e mundial, reduzindo o número de peças a serem manufaturadas para a construção do equipamento e proporcionando uma maior robustez ao projeto e reduzindo os custos com manutenção.

As principais características do produto desenvolvido nesse estudo são:

- Sistema de abertura de solo composto por disco de corte liso;
- Sistema de dosagem e deposição de fertilizante por rosca sem-fim com transbordo longitudinal;
- Dosagem pneumática de sementes;
- Presença de unidade geradora de vácuo com motor de combustão interna, independentemente de tomadas de força externa.
- Unidade de cobertura de plantio com roda compactadora com sulco.
- Sistema de transmissão de movimento para mecanismos dosadores, feito através de reduções de engrenagem dentada e corrente de rolos;
- Acionamento dos sistemas de dosagem de sementes e fertilizante feitos a partir de engrenagem dentada acoplada ao eixo da roda compactadora.

Utilizando de ferramentas de CAD 3D foi possível desenvolver um projeto fabricável, focado na simplicidade de manutenção, baixo custo de fabricação e robustez, não adotando materiais que exigem processos complexos de montagem e

fabricação, tornando possível uma prototipagem do produto apenas com ferramentas simples de fabricação.

O chassi conceitual elaborado mostrou-se uma estrutura promissora, porém uma análise mais detalhada levando em consideração forças de impacto e vida em fadiga dos componentes se faz necessária. Para uma futura simulação por elementos finitos da estrutura, recomenda-se empregar um refino de malha nas regiões de maior tensão encontradas.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a fabricação dos discos dosadores de semente sugeridos nesse trabalho, e realização de ensaios laboratoriais juntamente com o mecanismo dosador e unidade de geração de vácuo selecionado, visando avaliar a precisão de dosagem de sementes com a variação de velocidades de plantio e faixa de pressão negativa exercida para manter as sementes presas ao dosador.

Recomenda-se também uma análise estrutural mais aprofundada do chassi conceitual desenvolvido, analisando o comportamento da estrutura quando submetido a esforços de impacto e avaliando a vida em fadiga para seus componentes.

Uma prototipagem do implemento desenvolvido com base nos desenhos detalhados de montagem e fabricação presentes no Apêndice A também pode ser realizada.

REFERÊNCIAS

- AGROMAC. **Manual de Operação**: FertiSystem. Passo Fundo - RS: Agromac, 2017. 25 p
- AMARAL FILHO, José Pedro Ribeiro do; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, Rogerio; BARBOSA, José Carlos. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 467–473, jun. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000300017>.
- ARAÚJO, Karla Lúcia Batista. Desempenho operacional e energético de um microtrator em função da lastragem, velocidade de deslocamento e pressão de inflação dos pneus. 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/18617>. Acesso em: 17 out. 2020.
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Editora Manole LTDA, 307p. 1987.
- BERTOLLA, A. T. Disco de corte e a importância da palha para o solo. **Agroadvance**. 2021. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/importancia-da-palha-e-modelos-de-disco-de-corte/>. Acesso em: 06 nov. 2022.
- BONOTTO, Gustavo José. **Desempenho de dosadores de fertilizantes de semeadoras-adubadoras em linhas**. 2012. 99 f. Dissertação de Mestrado – <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7570/BONOTTO%2C%20GUSTAVO%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Santa Maria - RS, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7570/BONOTTO%2C%20GUSTAVO%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 set. 2020.
- BOTTEGA, Eduardo Leonel; VIAN, Thiago; GUERRA, Naiara; NETO, Antonio Mendes de Oliveira. Diferentes Dosadores de Sementes e Velocidades de Deslocamento na Semeadura do Milho em Plantio Direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. u, 2017. DOI 10.12661/pap.2017.014. Disponível em: <https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.014>. Acesso em: 15 set. 2020.
- BRANDT, Marcos Antônio. Projeto conceitual de um dosador de fertilizantes granulado. , p. 67, 2010. .
- BUDYNAS, Richard; NISBETT, J K. **Elementos de Máquinas de Shigley**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788580555554. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580555554/>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- CARPES, Dauto Pivetta. **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM MECANISMO ADAPTÁVEL EM DOSADOR PNEUMÁTICO PARA INDIVIDUALIZAÇÃO DE SEMENTES DE ARROZ**. 2019. 126 f. Tese de doutorado – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria - RS, 2019. Disponível em: <https://docplayer.com.br/171621196-Dauto-pivetta-carpes.html>. Acesso em: 7 set. 2020.

CASARÃO JUNIOR, Ruy; SIQUEIRA, Rubens. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. **Sistema plantio direto com qualidade**, , p. 85–126, 2006. .

CEASA-PR. CEBOLA: ANÁLISE ECONÔMICA, CONTRIBUIÇÕES PARA A PRODUÇÃO E OS MERCADOS MUNDIAL, BRASILEIRO E PARANAENSE. jul. 2017a. Disponível em:
http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Cebola.pdf.
 Acesso em: 12 set. 2020.

CEASA-PR. CENOURA: Produção, mercado e preços na CEASA-PR. set. 2017b. Disponível em:
http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Cenoura.pdf.
 Acesso em: 12 set. 2020.

COPPETI, E.; Os desafios da semeadura. **Revista SEED News**. Ano XIX n.1. jan/fev 2015. Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/923-os-desafios-da-semeadura-edicao-janeiro-2015>. Aceso em 24 set. 2022

DALACORT, Ricardo; STEVAN, Sergio L. Gestão da distribuição agrícola de sementes e fertilizantes: Técnicas e tecnologias para redução de falhas de distribuição. **Revista ESPACIOS**, v. 38, n. 39, 25 ago. 2017. Disponível em:
<https://www.revistaespacios.com/a17v38n39/17383932.html>. Acesso em: 14 set. 2020.

DALLMEYER, Arno U. Opções na semeadura. **Cultivar Máquinas**, n. 2, p. 6–9, abr. 2001. .

DONADEL, Jeancarlo. Influência da roda compactadora da semeadora adubadora em relação à produtividade do milho. , p. 29, 2016. .

EMBRAPA. Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH) - Portal Embrapa. 1 jul. 2013. **Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2251611/sistema-de-plantio-direto-em-hortalicas-spdh>. Acesso em: 7 set. 2020.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Como plantar cebola. **Embrapa Hortaliças**.2022. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/hortalicas/cebola/plantio>. Acesso em: 13 nov. 2022.

EPAGRI. **Sistema de produção para a cebola**: Santa Catarina (4. Revisão). Florianópolis: 2013. 106p. (Epagri. Sistemas de Produção, 46). Disponível em:
https://circam.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/cebola/acervo/sistema_producao_cebola_sc.pdf. Aceso em: 13 nov. 2022.

FRANCETTO, Tiago; CARPES, Dauto; BELLÉ, Mateus; VEIT, André; SOUZA, Lucas; BECKER, Rafael. **Desempenho de tubos condutores de sementes**. 17 abr. 2014. Disponível em: <https://tiagofrancetto.blogspot.com/2014/04/desempenho-de-tubos-condutores-de.html>. Acesso em: 15 set. 2020.

FRANCETTO, Tiago R.; DAGIOS, Ravel F.; FERREIRA, Mauro F.; ALONSO, Airton dos S. Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. **X Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, p. 4, jul. 2012. <https://doi.org/10.13140/2.1.2304.8488>.

HELMY, M. A. **The determination of porosity rate on the diferente moisture contente of several crops**. *Misr J. of Ag. Eng.* 5(11):216-222. 2002

HONDA. **GX160**. 2022. <https://www.honda.com.br/motores-e-maquinas/gx160>. Acesso em: 13 nov. 2022.

IBRAHIM, M. A. **Design na apparatus suitable for winnowing and separating wheat products from stationery threshers**. M.Sc., Thesis, Faculty of Agric. Alex. Univ. 1992

IBRAM. **Compressores Radiais CR. 2022**. Disponível em: https://www.ibram.ind.br/compressor_radial_cr.php. Acesso em: 13 nov. 2022

John Deere. **Disco do Cortador (090311 -) - ST795249**. 2022. Disponível em: <https://partscatalog.deere.com/jdrc/sidebyside/equipment/68817/referrer/navigation/pgld/20437147>. Acesso em 05 nov. 2022.

JUMIL. **Catálogo de Peças JM 2090PD**. [ca. 2015].

JUMIL. **JM 2040**. 2022. Disponível em: <https://www.jumil.com.br/detalhe/pt-jm-2040-en-jm-2040-es-jm-2040>. Acesso em: 06 nov. 2022

KEPNER, R. A.; BARGER, E. L. **Principles os farm machinery**. 3 ed. Westport: Avi, 527p. 1978.

KURTZ, Claudinei; SCHMITT, Daniel Rogério; SGROTT, Édio Zunino; WAMSER, Gerson Henrique; WERNER, Hernandes; SANTOS, Ilói Antunes dos; COSTA, José Volni; GONÇALVES, Paulo Antônio de Souza; LANNES, Sérgio Dias; CARRÉ-MISSIO, Vivian. **Sistema de produção para a cebola**: Santa Catarina. v. 46, n. 4, p. 106, 2013.

KURTZ, C.; MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; HIGASHIKAWA, F.S. **Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da cebola**. Florianópolis: Epagri, 2018. p.104 (Epagri, Boletim Técnico, 184.). Disponível em: https://circam.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/cebola/acervo/Boletim_Tecnico_184_A_dubacao_e_nutricao_de_cebola.pdf. Acesso em: 13 nov. 2022.

LEVIEN, Renato; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli; GAMERO, Carlos Antônio; CONTE, Osmar; CAVICHIOLI, Fábio Alexandre. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo, em nível e no sentido do declive do terreno. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 996–1002, jun. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000600014>.

LOPES, Welder De Araujo Rangel; NEGREIROS, Maria Zuleide De; TEÓFILO, Taliane Maria Da Silva; ALVES, Samara Sibelle Vieira; MARTINS, Carolina Malala; NUNES, Glauber Henrique De Sousa; GRANGEIRO, Leilson Costa. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Ceres**, v. 55, n. 5, 22 abr. 2015. Disponível em:

<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3358>. Acesso em: 12 out. 2020.

LUI, Z.; TIAN, X. D. C.; YU, H.; ZHAO, X. Study on Negative-pressure Precision Millet Seed-metering Device. **Advance Journal of Food Science and Technology** **7(2)**: 139-143, 2015. Disponível em:

https://pdfs.semanticscholar.org/3e1d/f99d960ba302f553dbd7fcdf4015d4e64048.pdf?_ga=2.89256475.169336300.1668631306-1575438778.1668631306. Acesso em: 06 nov. 2022.

LUZ, José MQ; CALÁBRIA, Ioná P.; VIEIRA, Jairo V.; MELO, Berildo de; SANTANA, Denise G. de; SILVA, Monalisa AD da. Densidade de plantio de cultivares de cenoura para processamento submetidas à adubações química e orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 276–280, jun. 2008.

<https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000200030>.

MACHADO, Deniel Lucas Magalhães; LEMES, Ernane Miranda; MACHADO, Túlio Vieira. **População correta para obtenção de alta produção de cebola**. 17 ago. 2017. **Revista Campo & Negócios**. Disponível em:

<https://revistacampoenegocios.com.br/populacao-correta-para-obtencao-de-alta-producao-de-cebola-2/>. Acesso em: 12 out. 2022.

MAHL, Denise; FURLANI, Carlos E. A.; GAMERO, Carlos A. Eficiência de dosadores pneumáticos e disco horizontal perfurado na semeadura direta de milho em solo com distintos históricos de mobilização. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 535–542, set. 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/eagri/a/BTRGbqYLTNnR8SNc5jSY8yN/?lang=en>. Acesso em: 23 set. 2022.

MELCONIAN, Sarkis. **ELEMENTOS DE MÁQUINAS**. [Digite o Local da Editora]: Editora Saraiva, 2019. E-book. ISBN 9788536530420. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530420/>. Acesso em: 30 out. 2022

MONTEIRO, Luiz Roberto. Desenvolvimento e análise de uma semeadora pneumática de grãos. 1989. Disponível em:

<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/257392>. Acesso em: 31 ago. 2020.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ÖZMERZI, A.; KARAYEL, D.; TOPAKCI, M. PM—Power Machinery: Effect of Sowing Depth on Precision Seeder Uniformity. **Biosystems Engineering**, v. 82, n. 2, p. 227–230, 1 jun. 2002. <https://doi.org/10.1006/bioe.2002.0057>.

PANDISELVAM, Ravi. Moisture Dependent Engineering Properties of Onion Seeds. **Journal of Agricultural Engineering**, [S. l.], p. 36-43, jan. 2014. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/304353760_Moisture_Dependent_Engineering_Properties_of_Onion_Seeds. Acesso em: 3 set. 2022.

PORTELLA, J. A.. **Transporte unitario de grãos agrícolas por processo pneumático, em dutos de pequeno diâmetro**. 1991. 156f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalle/28916>. Acesso em: 13 out. 2022.

REIS, A.V. dos, **Desenvolvimento de concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – CTC-EMC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANTOS, Ariston Pinto; VOLPATO, Carlos Eduardo Silva; TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro. Desempenho de três semeadoras-adubadoras de plantio direto para a cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 540–546, abr. 2008. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200030>.

SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; BACKES, C.; SALOMÃO, L. C.; BICUDO, S. J. DESEMPENHO DE DISCOS DE CORTE DE SEMEADORA-ADUBADORA EM DIFERENTES QUANTIDADES DE COBERTURA VEGETAL. **ENERGIA NA AGRICULTURA**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 17–30, 2010. DOI: 10.17224/EnergAgric.2010v25n4p17-30. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/88>. Acesso em: 15 nov. 2022.

SCALCO, Luan Henrique. Projeto de uma semeadora adubadora para plantio direto de hortaliças. 16 nov. 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/9232>. Acesso em: 15 set. 2020.

SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). **Cenoura**: Saiba como cultivar hortaliças para semear bons negócios. Brasília: SEBRAE, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/9124396/cenoura.pdf/19c5dcd7-a384-4ada-9356-6f59f38f7883>. Acessado em: 13 nov. 2022.

SERENINI, Márcio José; MALYSZ, Sandra Terezinha. A importância da Agricultura Familiar na produção de alimentos. **OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE Artigos**, v. 1, p. 28, 2014. .

SHORT, T. H.; HURBER, S. G. **The development of a planetary-vacuum seed metering device**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, p. 803-805, 1970.

SILVA, Marcos Roberto da. **Classificação de semeadoras-adubadoras de precisão para o sistema de plantio direto conforme o índice de adequação.** 2003. 96 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/296837584.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

SIQUEIRA, Rubens. Milho: Semeadoras-adubadoras para sistema de plantio direto com qualidade. , p. 34, 2008. .

SKF. **Rolamentos rígidos de esferas.** 2022. Disponível em: <https://www.skf.com/br/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings>. Acesso em: 06 nov. 2022

SOARES, Tatiane Aparecida. **Rodas compactadoras e aterradoras na qualidade de acabamento de semeadura direta.** 2009. 113 f. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/100852>. Acesso em: 12 set. 2020.

SOUZA, José Wilson Nascimento de. Uso de luvas antivibratórias na atenuação da vibração em operações de preparo do solo utilizando microtrator. 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/42009>. Acesso em: 16 out. 2020.

TATU MARCHESAN. **DISCO DUPLO ADUBO.** 2022. Disponível em: <http://catalogo.marchesan.com.br/CatPecas.dll/Listaltens?Codigo=0909091001>. Acesso em: 05 nov. 2022.

TECMAF. **Acoplamento Flexível GS24 - tipo Jaw.** 2022. Disponível em: <https://loja.tecmaf.com.br/acoplamento-flexivel-gs24-tipo-jaw>. Acesso em: 13 nov. 2022

TRATOR PANINI. **Banco Universal Para Empilhadeira.** 2022. Disponível em: https://www.tratorpanini.com.br/MLB-2732463796-banco-universal-para-empilhadeira-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=2069ff07-a540-4e7b-b6e2-28a36f136ad2. Acesso em: 09 out. 2022

TRENTIN, Robson Gonçalves. **Desempenho de sulcadores no desenvolvimento e produtividade da soja em solo submetido a diferentes níveis de compactação.** 2015. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/1612>. Acesso em: 13 set. 2020.

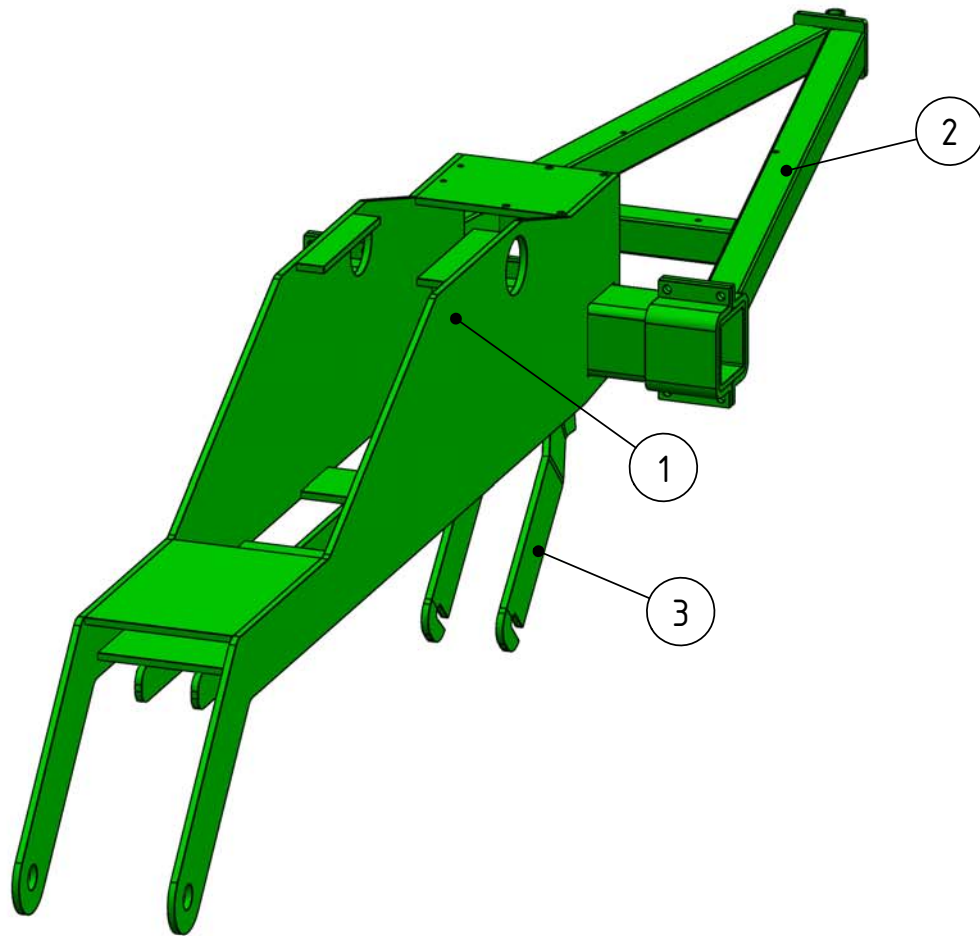
VALDIERO, Antonio Carlos. Desenvolvimento e construção do protótipo de um microtrator articulado: tração e preparo de sulcos. , p. 186, jul. 1994. .

YADACHI, Shiddanagouda; MANI, Indra; KALRA, M.S.; LANDE, Satish. Effect of Coatings on Physical and Engineering Properties of Carrot (*Daucus carota* L.) Seeds in relation to the Planter Design. **Ama, Agricultural Mechanization in Asia, Africa & Latin America**, [S. l.], ano 3, n. 45, p. 64-68, jun. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286128439_Effect_of_Coatings_on_Physical_and_Engineering_Properties_of_Carrot_Daucus_carota_L_Seeds_in_relation_to_the_Planter_Design. Acesso em: 5 nov. 2022.


YURI, Jony Eishi; RESENDE, Geraldo Milanez de; COSTA, Nivaldo Duarte. Produtividade de Cultivares de Cebola em Diferentes Populações de Plantas em Semeadura Direta. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 3, p. 2716–2724, 6 ago. 2018. <https://doi.org/10.7127/rbai.v12n300892>.

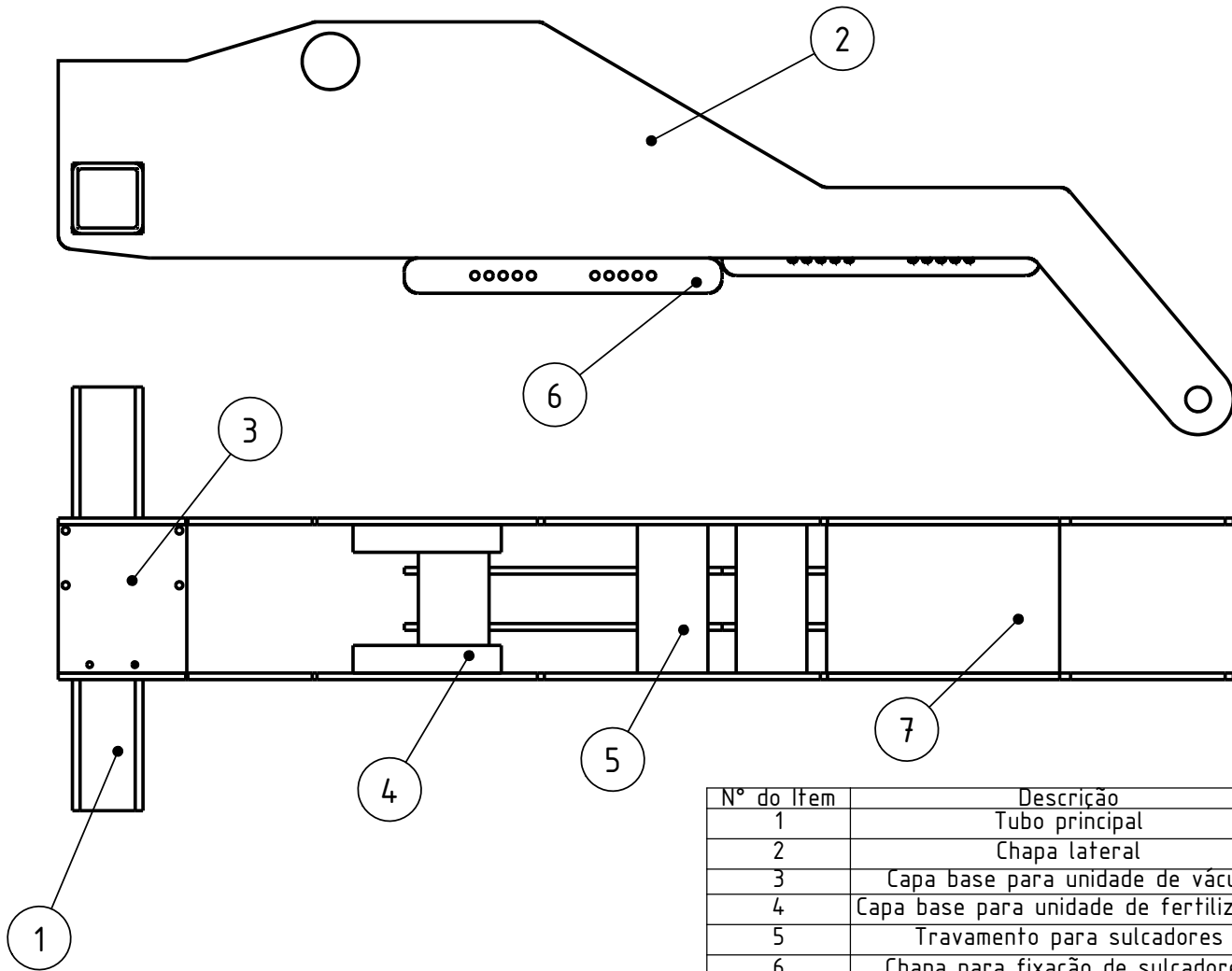
ZHANG, G. Z.; ZANG, Y.; LUO, X. W.; WANG, Z. M.; ZENG, S.; ZHOU, Z. Y. Design and experiment of oriented seed churning device on pneumatic seed metering device for rice. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, 29(12): 1-8. 2013. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/tcsae/tcsae/2013/00000029/00000012/art0001>. Acesso em: 05 nov. 2022

APÊNDICE A – DESENHOS DETALHADOS PARA FABRICAÇÃO.



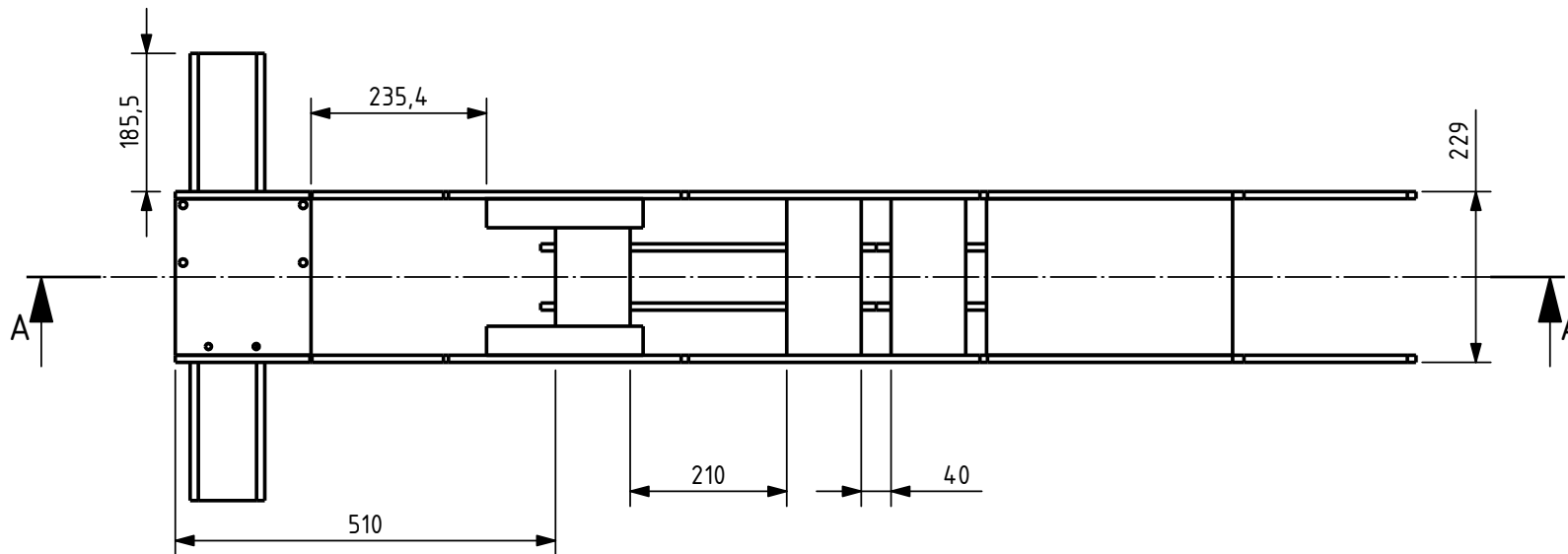
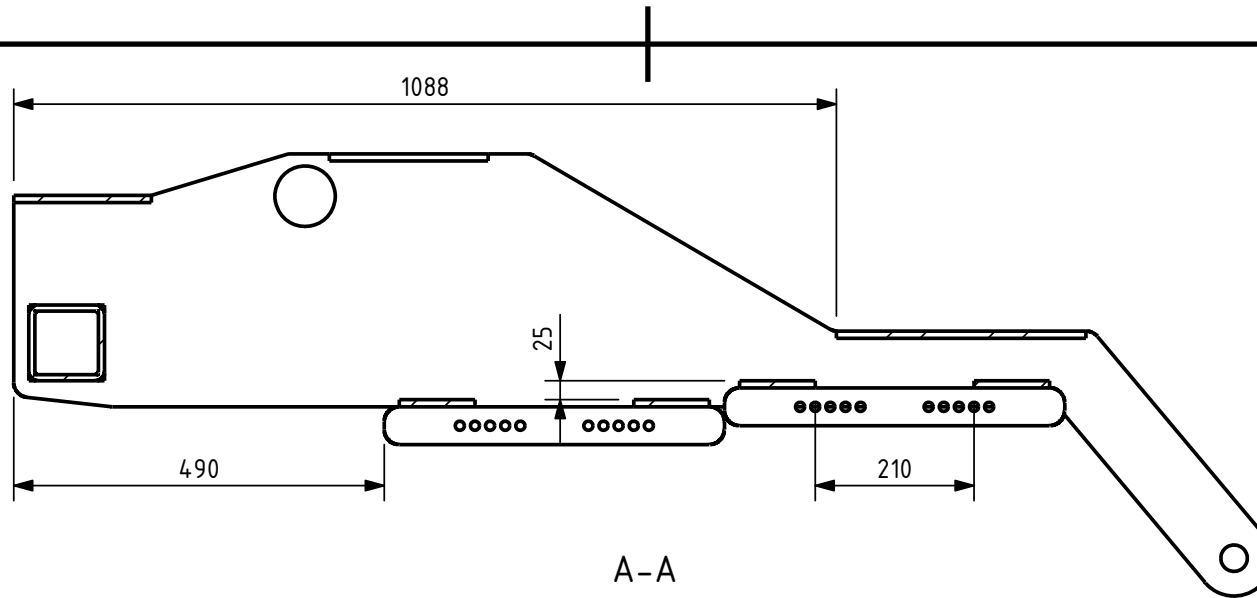
N° do Item	Descrição	Quantidade
1	Chassi da linha de plantio	1
2	Cabeçalho de tração	1
3	Suporte disco de corte	1


	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi Estrutural					
	Observação: Dimensões em mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
		Verificação:	Aprovação:			
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:10	Folha: 1/32

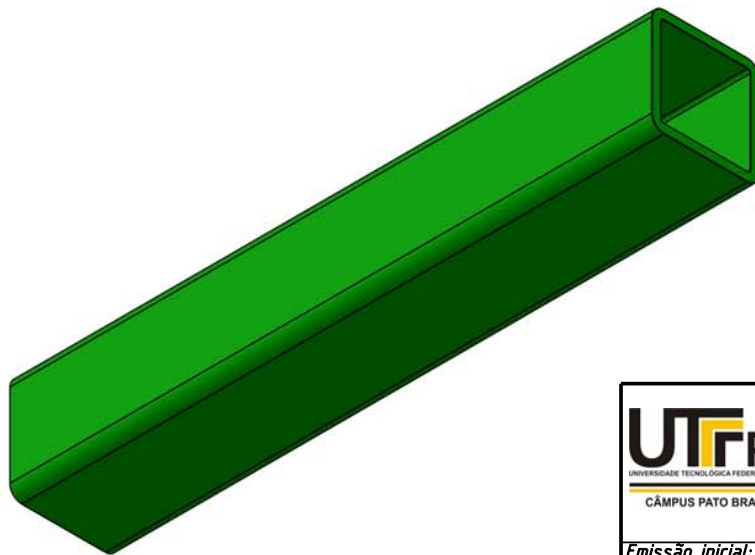
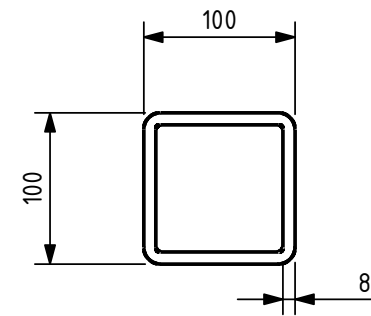
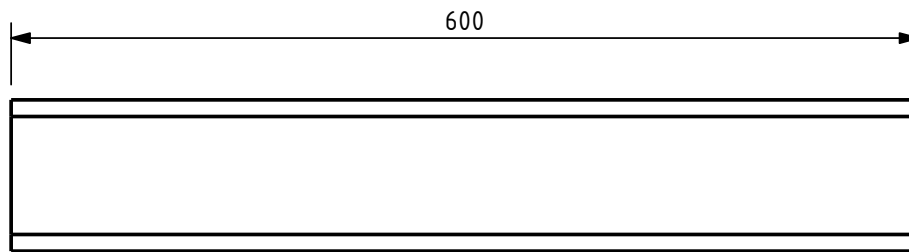



N° do Item	Descrição	Observação	Quantidade
1	Tubo principal	Tubo de aço SAE 1020 100 x 100 x 8 mm	1
2	Chapa lateral	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	2
3	Capa base para unidade de vácuo	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	1
4	Capa base para unidade de fertilizante	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	2
5	Travamento para sulcadores	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	4
6	Chapa para fixação de sulcadores	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	4
7	Chapa base para unidade de semente	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	1

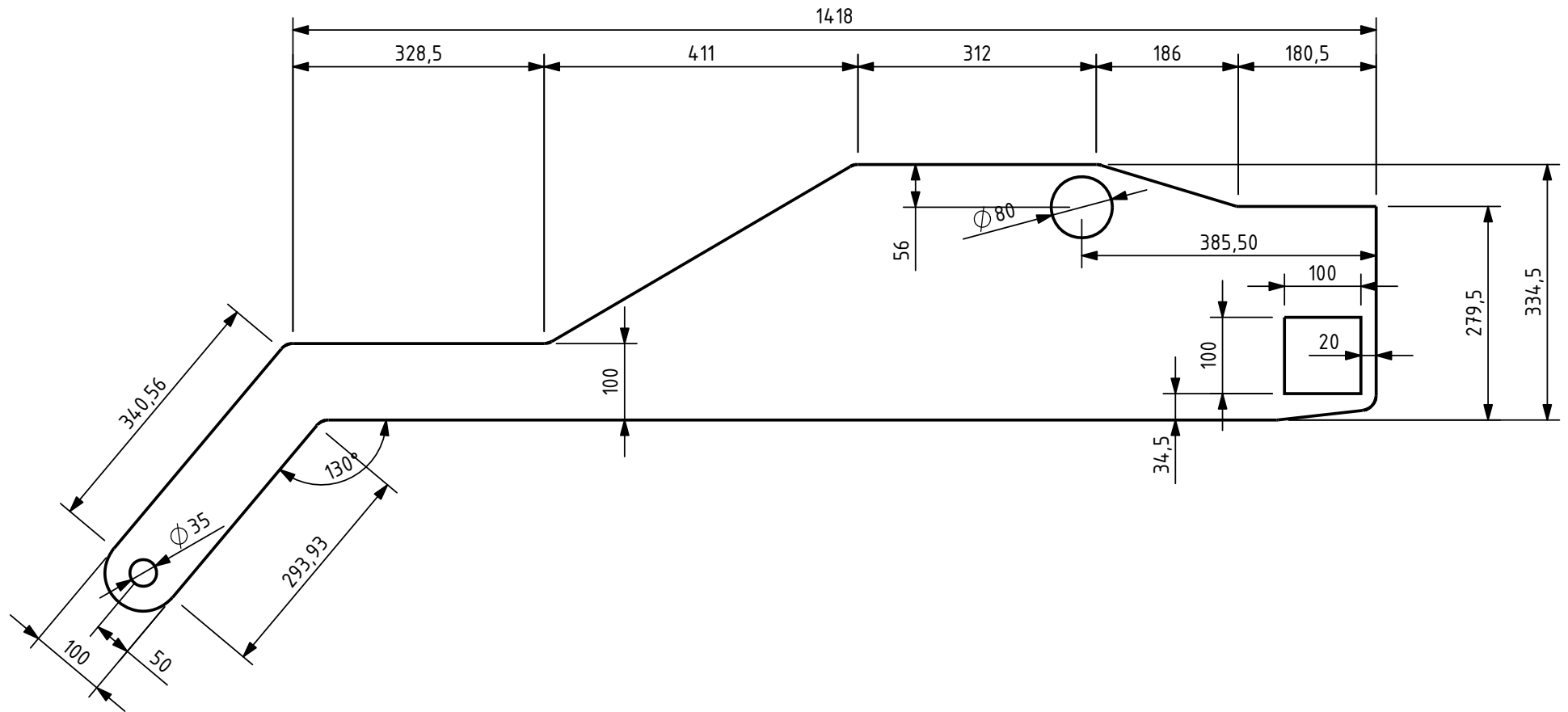
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio					
	Observação: Dimensões em mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
			Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:10	Folha: 2/32




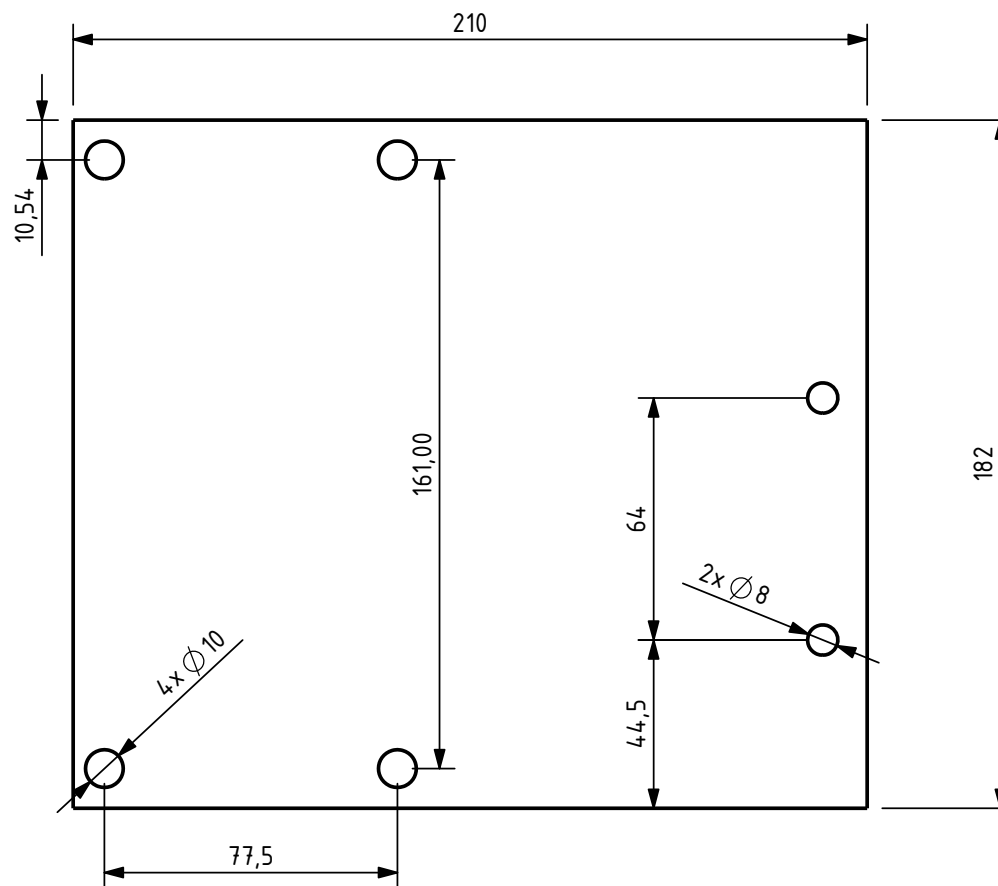
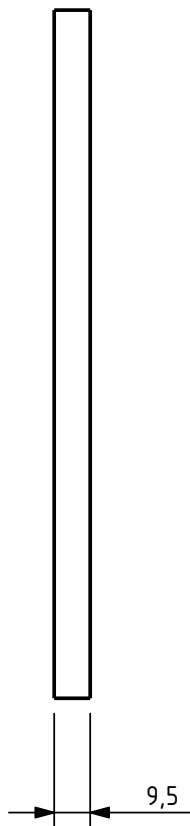
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio				
	Observação: Dimensões em mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:10
				Folha: 3/32	A4



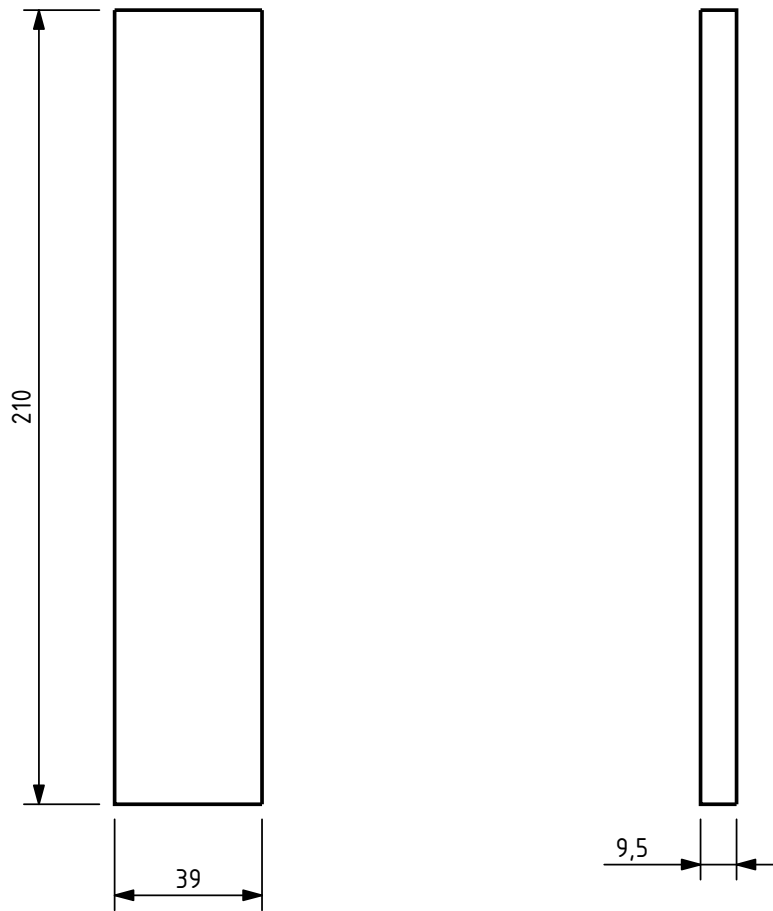
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Tubo Principal					
	Observação: Dimensões em mm Material : Tubo de aço SAE 1020 100 x 100 x 8	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
		Verificação:	Aprovação:			
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:5	Folha: 4/32




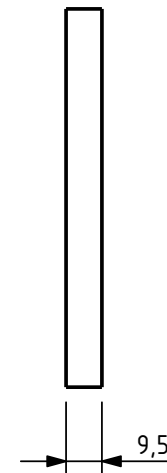
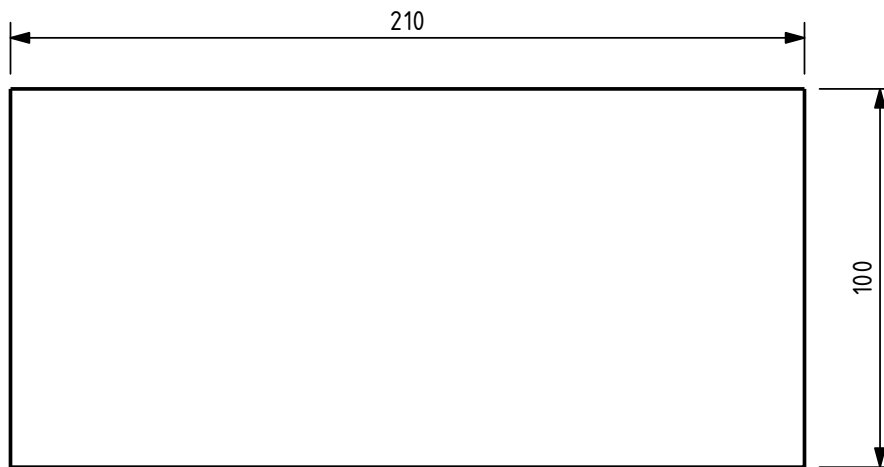
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Chapa Lateral				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022	Verificação: Tipo	Aprovação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:8
	Autótipo: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Folha: 5/32		




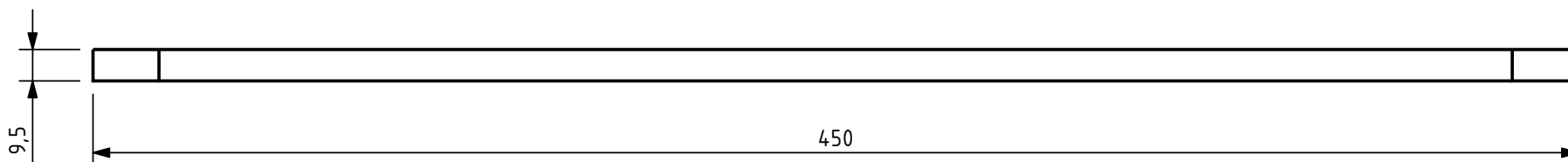
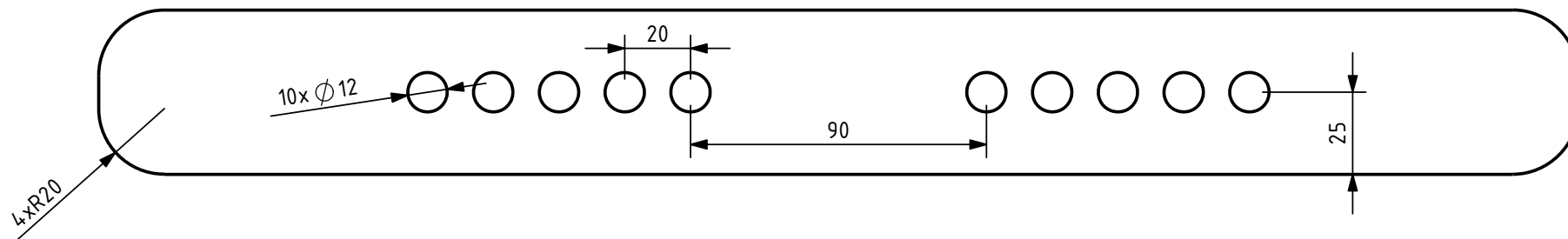
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Chapa base para unidade de vácuo					
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May		Aprovação:		
				Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso		
				Revisão: 00		
				Escala: 1:2		
				Folha: 6/32		



	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Chapa base para unidade de fertilizante				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Aprovação:	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso
			Revisão: 00	Escala: 1:2	Folha: 7/32




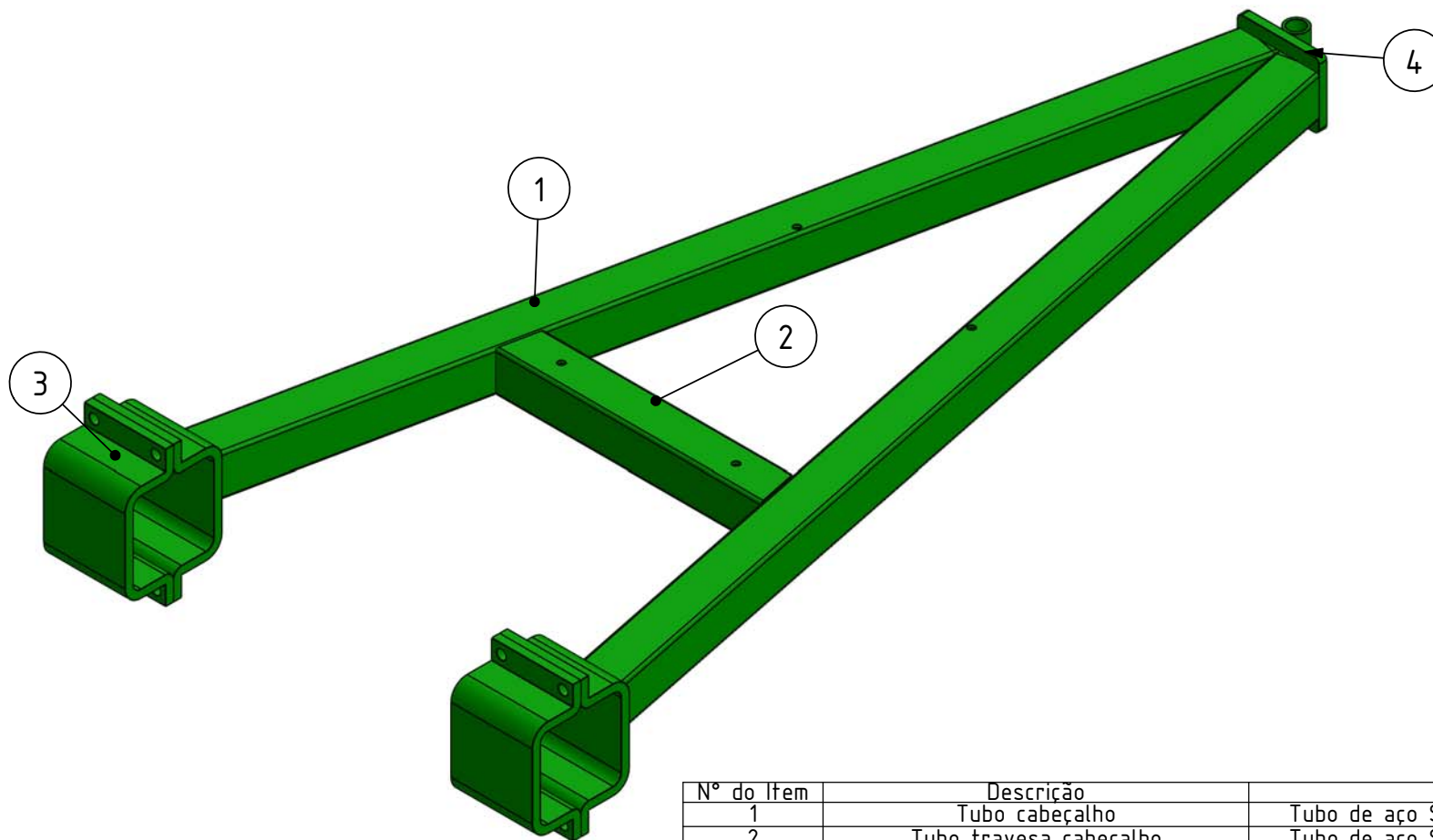
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Travamento para sulcadores				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:2
			Folha: 8/32		




	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Chapa para fixação de sulcadores						
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9.5 mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May		
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May		Aprovação:			
			Identificação Trabalho de Conclusão de Curso		Revisão: 00	Escala: 1:2	Folha: 9/32

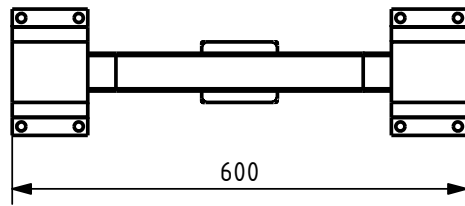


	<i>Título:</i> Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Chapa base para unidade de semente							
	<i>Observação:</i> Dimensões em mm Material : Chapa de aço		<i>Projetista:</i> Mauricio Cezar May		<i>Desenhista:</i> Mauricio Cezar May			
	SAE 1020 de 9.5 mm		<i>Verificação:</i>		<i>Aprovação:</i>			
<i>Emissão inicial:</i> 01/12/2022	<i>Tipo de documento:</i> Tipo	<i>Autor:</i> Mauricio Cezar May		<i>Identificação</i> Trabalho de Conclusão de Curso		<i>Revisão:</i> 00	<i>Escala:</i> 1:2	<i>Folha:</i> 10/32

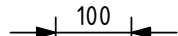


N° do Item	Descrição	Observação	Quantidade
1	Tubo cabeçalho	Tubo de aço SAE 1020 50 x 50 x 3 mm	2
2	Tubo travessa cabeçalho	Tubo de aço SAE 1020 50 x 50 x 3 mm	1
3	Abraçadeira de chapa	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	4
4	Engate para microtrator	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	1

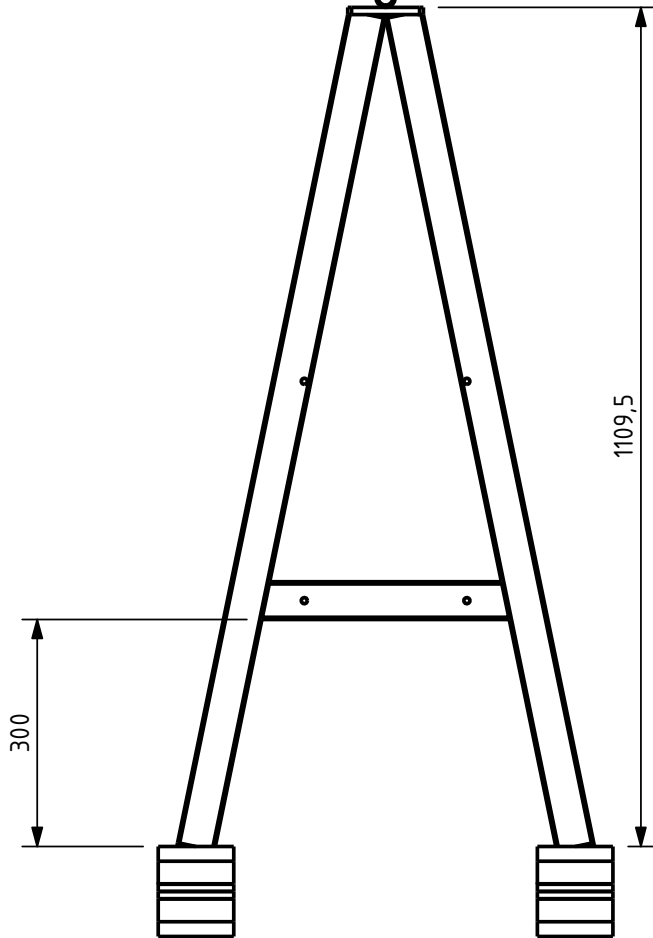
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cabeçalho					
	Observação: Dimensões em mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
		Verificação:	Aprovação:			
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:6	Folha: 11/32



600




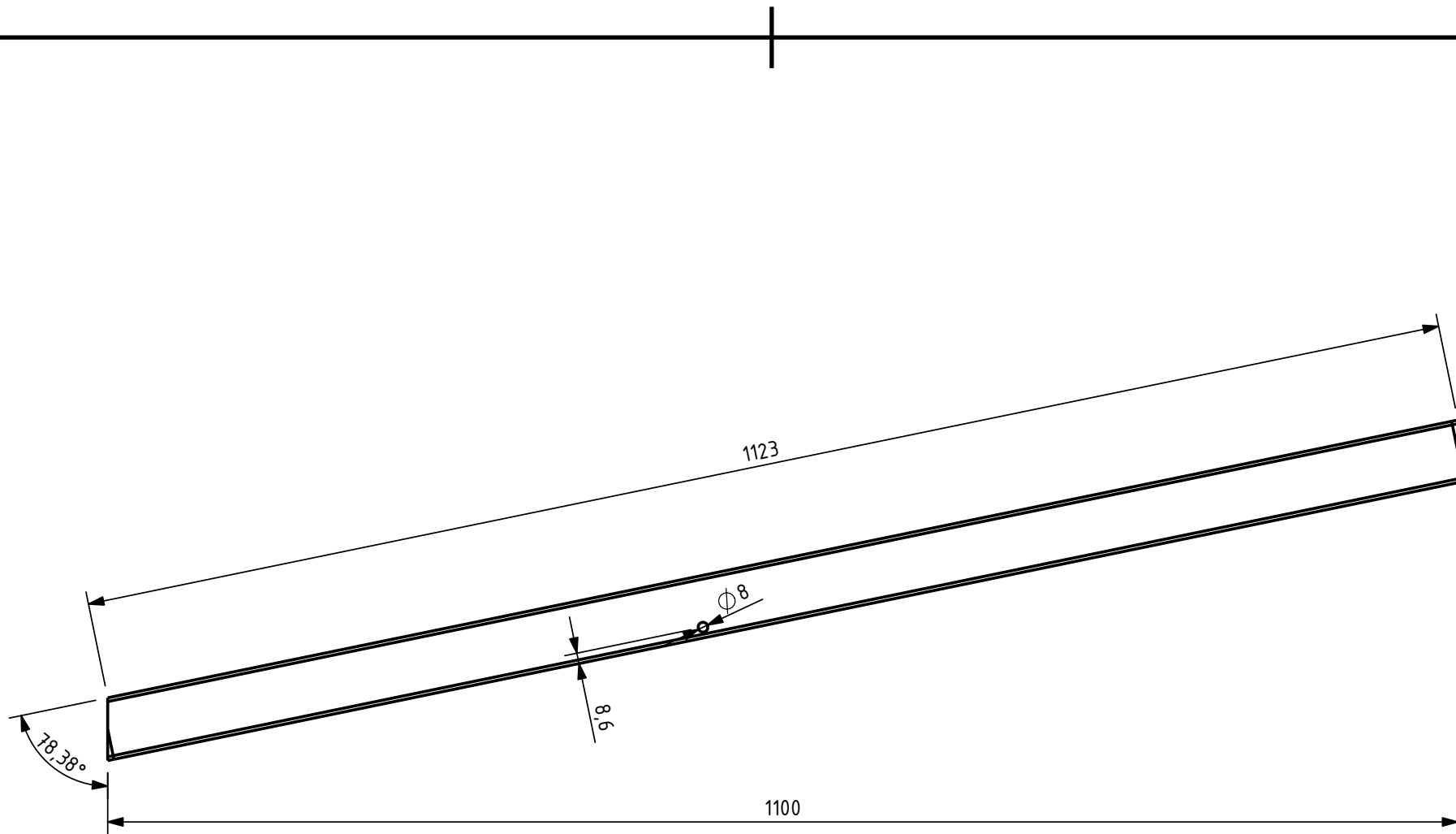
100




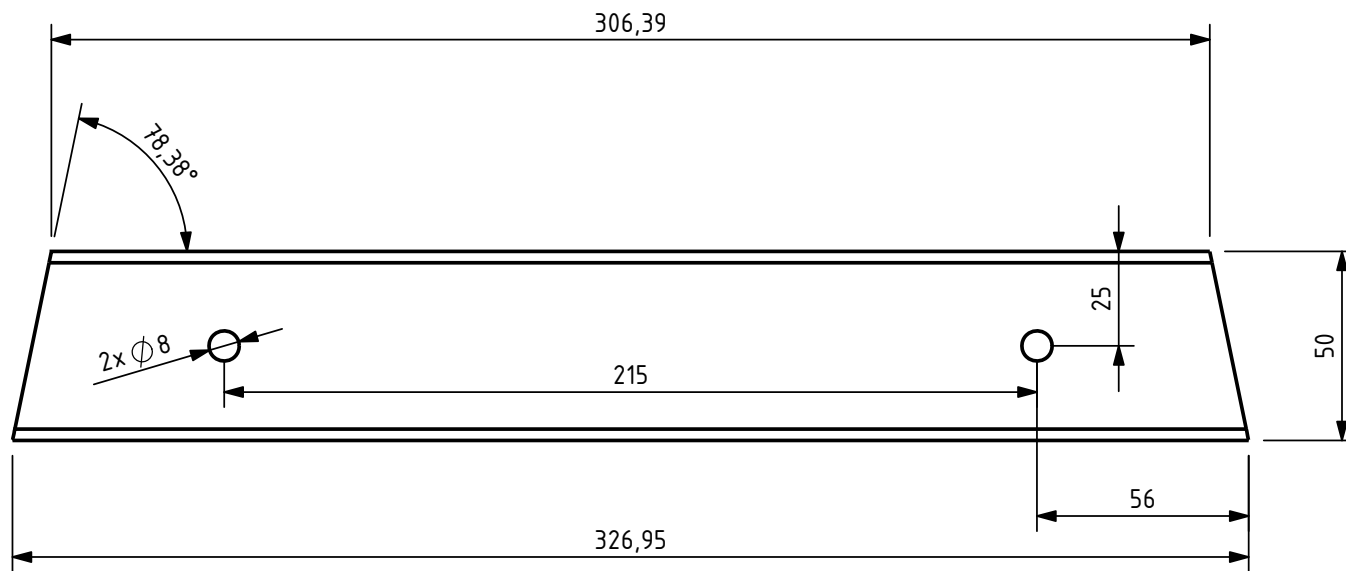
1109,5


300

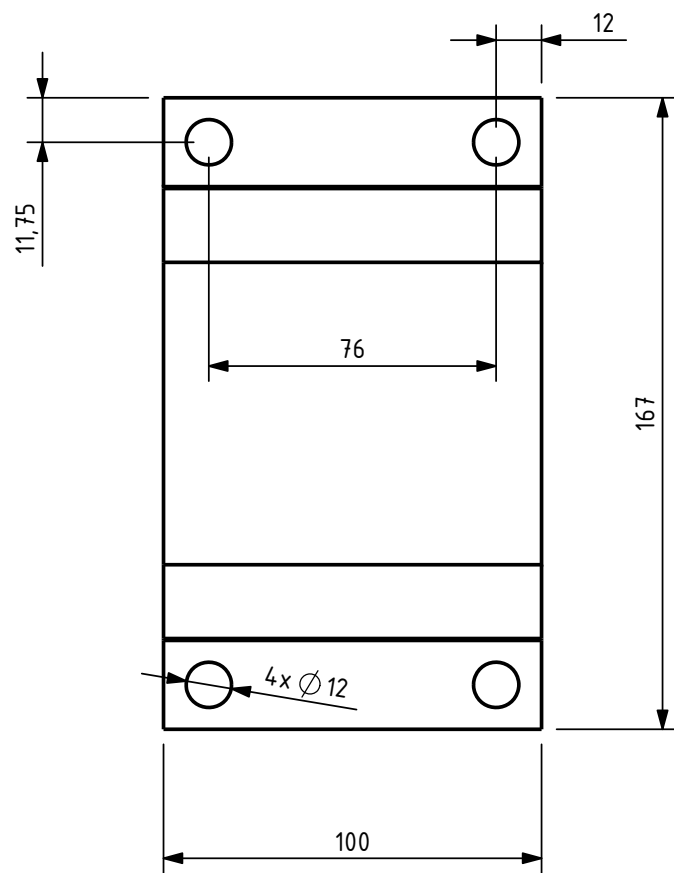
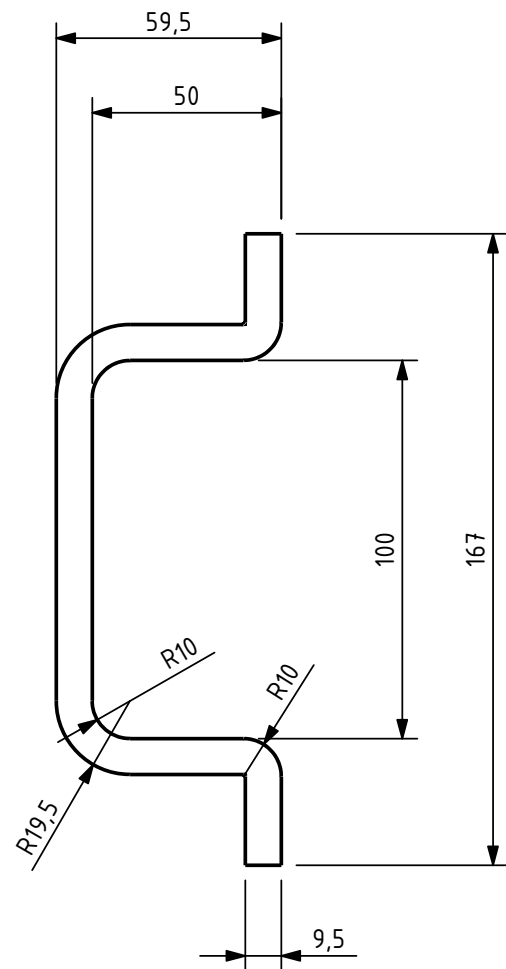
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Cabeçalho				
	Observação: Dimensões em mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:10
			Folha: 12/32	A4	



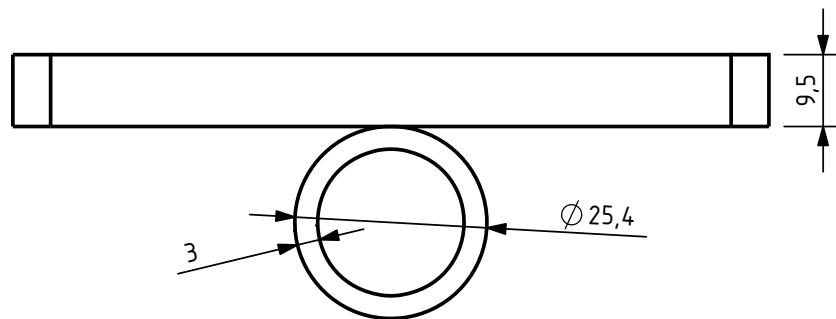
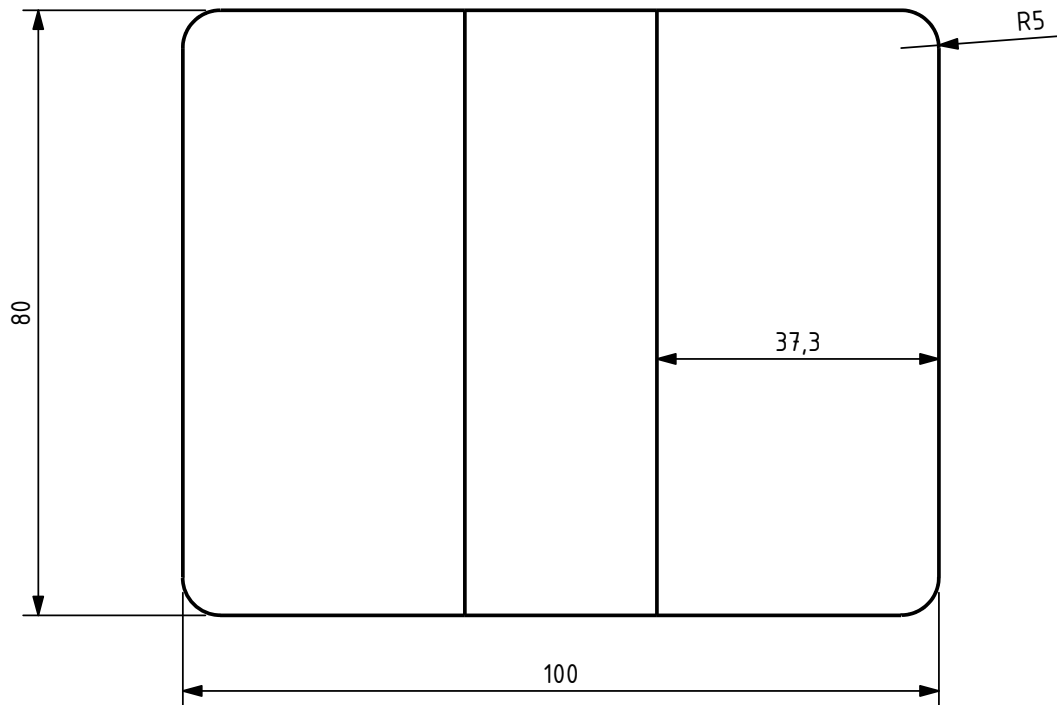
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Tubo Cabeçalho					
	Observação: Dimensões em mm Material : Tubo de aço SAE 1020 50x50x3 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
		Verificação:	Aprovação:			
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:5	Folha: 13/32




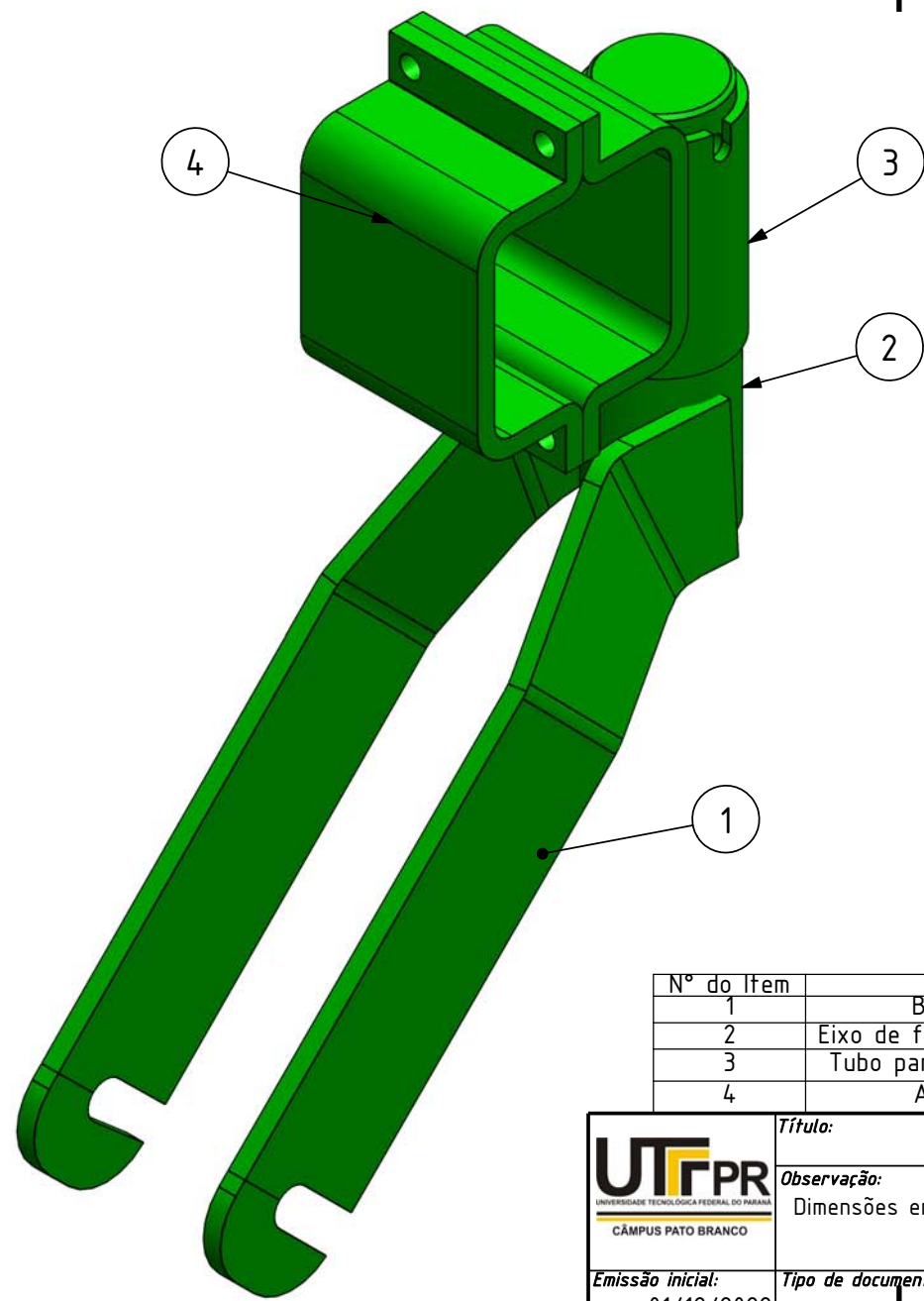
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Tubo travessa cabeçalho					
	Observação: Dimensões em mm Material : Tubo de aço SAE 1020 50x50x3 mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May		Aprovação:		
		Identificação Trabalho de Conclusão de Curso		Revisão: 00	Escala: 1:2	Folha: 14/32




	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Abraçadeira de chapa				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm		Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:	Aprovação:	Revisão: 00
Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Escala: 1:2	Folha: 15/32

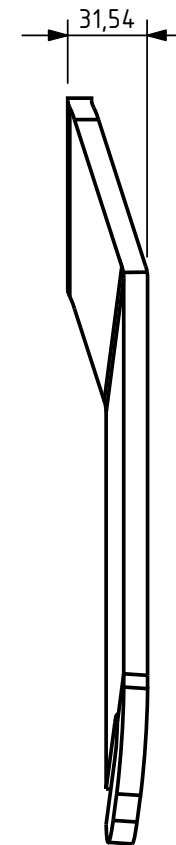
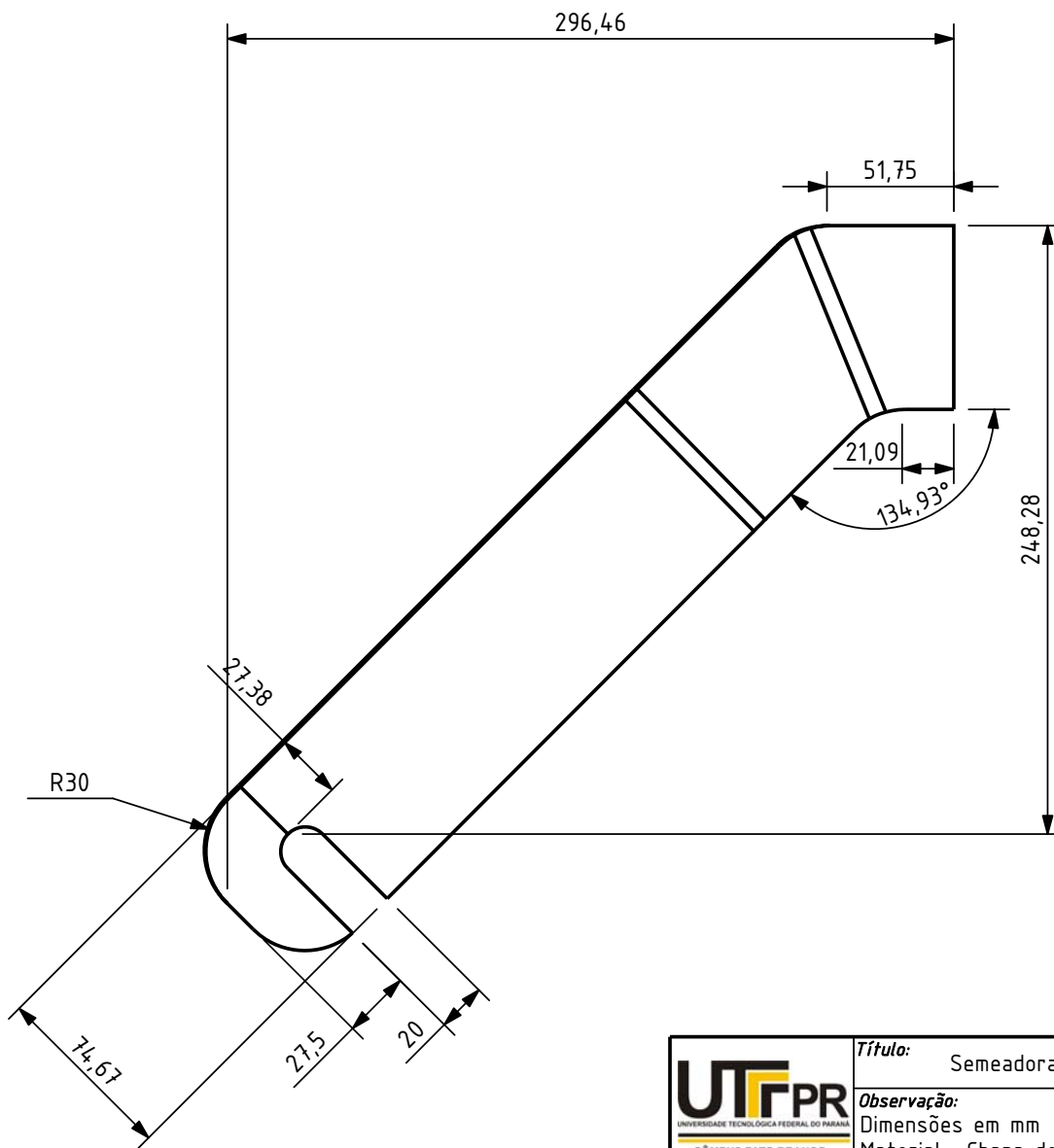



	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Chassi da linha de plantio - Engate para micro trator					
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May		Aprovação:		
Identificação Trabalho de Conclusão de Curso			Revisão: 00		Escala: 1:1	
					Folha: 16/32	

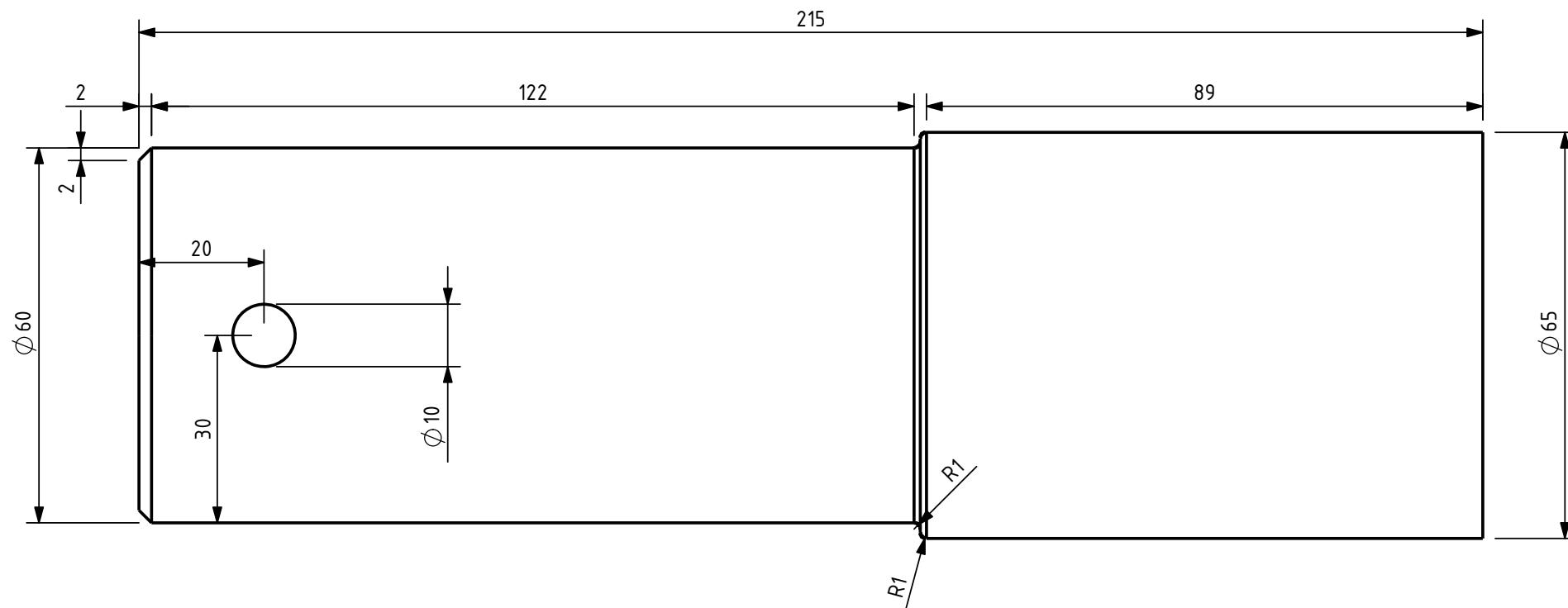


Nº do Item	Descrição	Observação	Quantidade
1	Braço de sustentação	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	2
2	Eixo de fixação da estrutura do disco	Barra de aço SAE 1020 Ø 65,09 mm	1
3	Tubo para fixação do eixo do disco	Tubo de aço SAE 1020 Ø 2 3/4" x 4,75 mm	1
4	Abraçadeira de chapa	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	2

	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Suporte disco de corte					
	Observação: Dimensões em mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
		Verificação:	Aprovação:			
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:3	Folha: 17/32



	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Suporte disco de corte - Braço de sustentação				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022	Verificação:	Aprovação:	Revisão: 00	Escala: 1:3
Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Folha: 18/32		



Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Suporte disco de corte - Eixo de fixação da estrutura do disco

Observação:
Dimensões em mm
Material : Barra de aço
SAE 1020 Ø 65,09 mm

Projetista:
Mauricio Cezar May

Desenhista:
Mauricio Cezar May

Responsável técnico:
Mauricio Cezar May

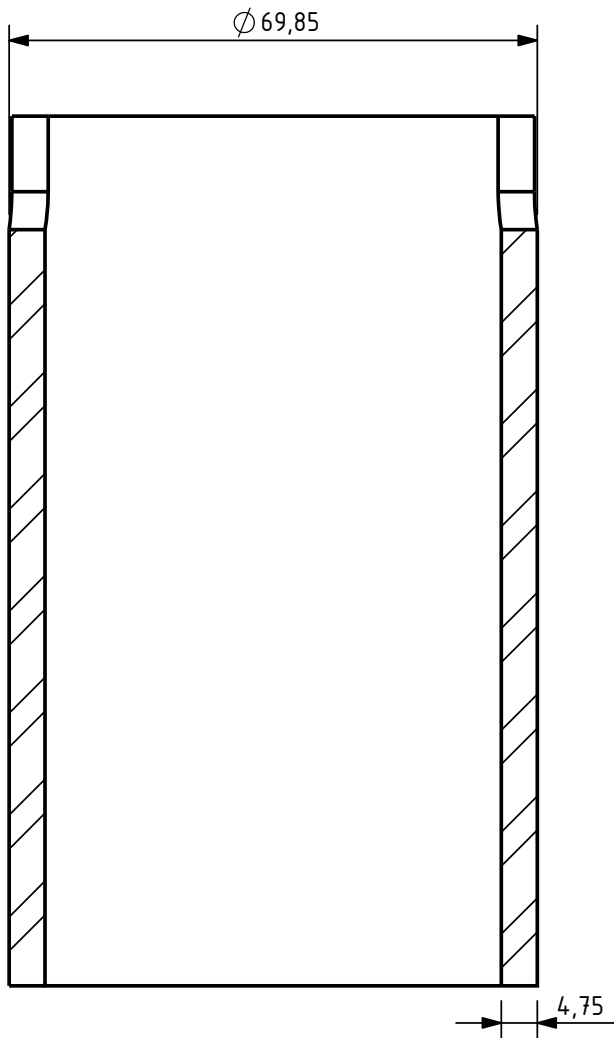
Emissão inicial:
01/12/2022

Tipo de documento:
Tipo

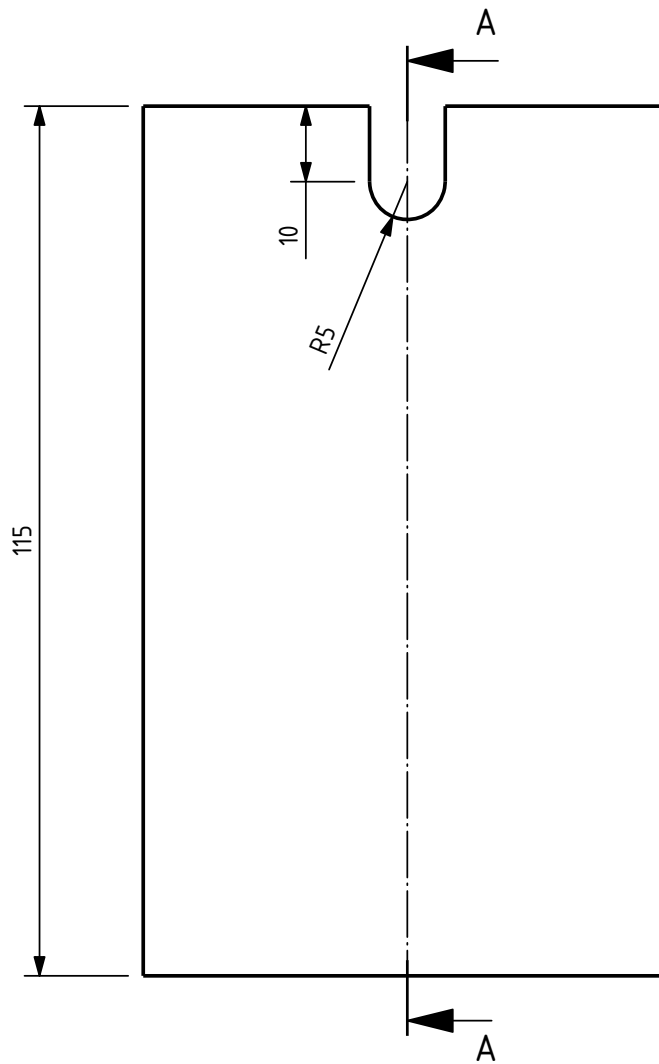
Autor:
Mauricio Cezar May


Identificação:
Trabalho de Conclusão de Curso

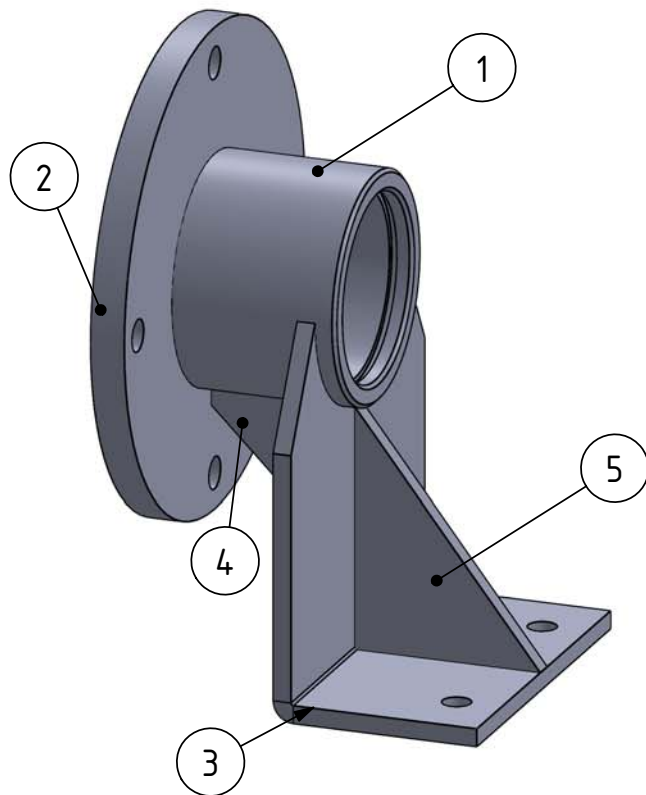
Revisão: 00
Escala: 1:1
Folha: 19/32



A-A

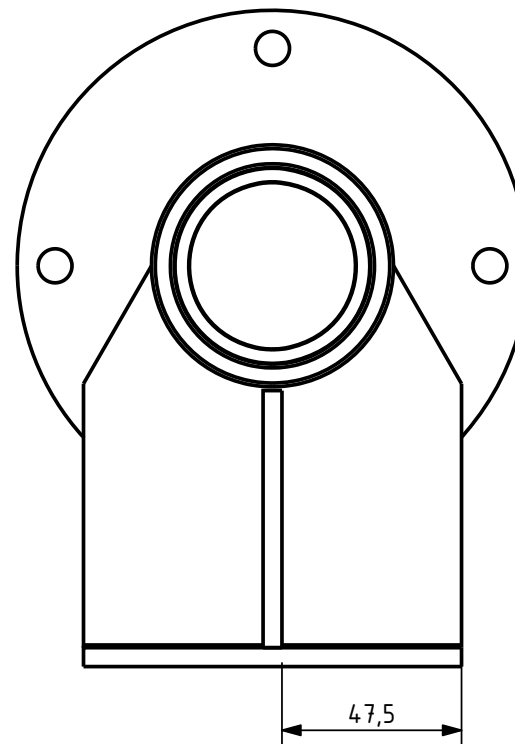
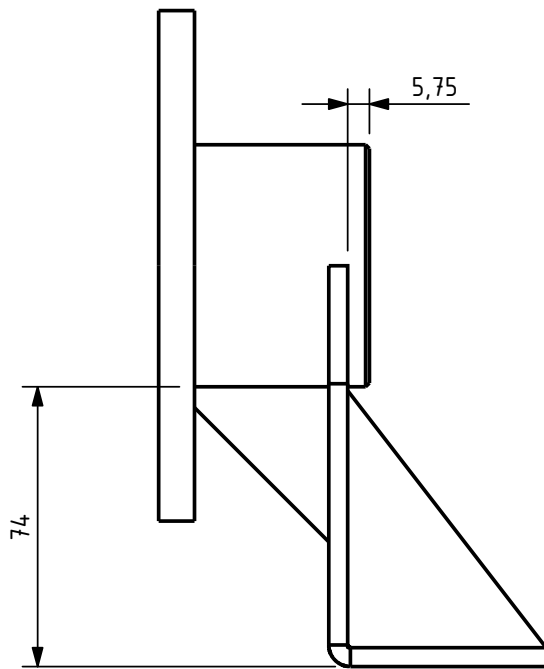



	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Suporte disco de corte - tubo para fixação do eixo do disco					
	Observação: Dimensões em mm Material : Tubo de aço SAE 1020 Ø 2 3/4" x 4,75mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May		Aprovação:		
		Identificação Trabalho de Conclusão de Curso		Revisão: 00		
				Escala: 1:1		
				Folha: 20/32		

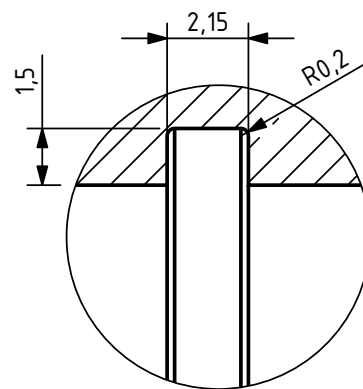
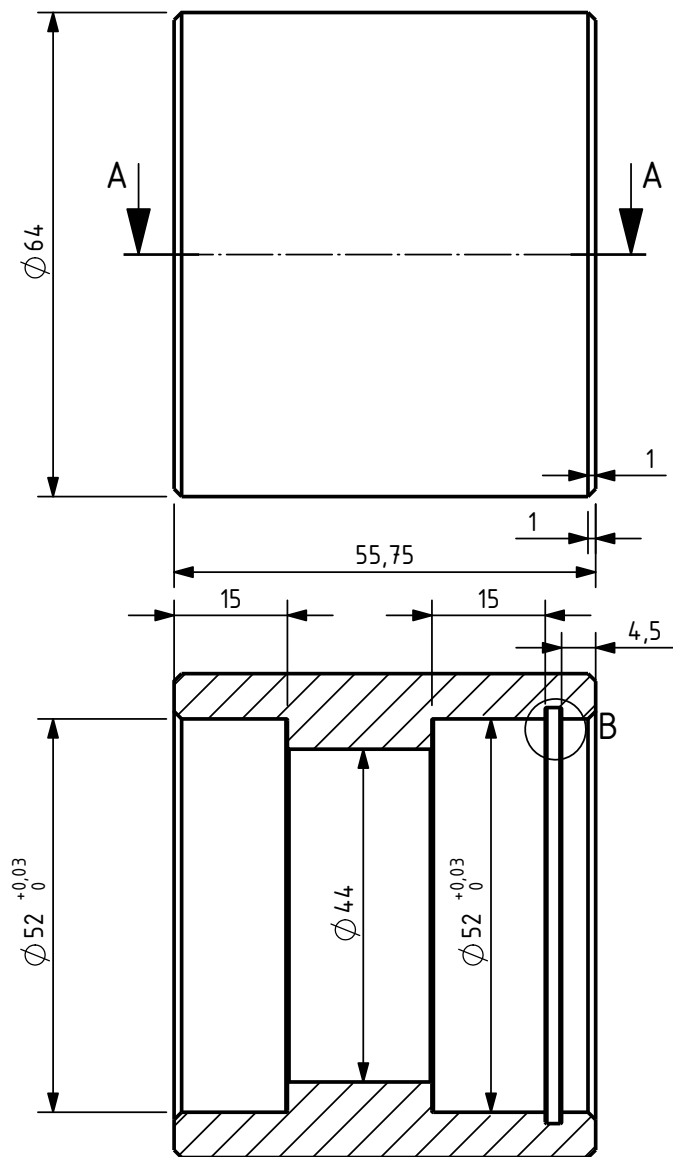


N° do Item	Descrição	Observação	Quantidade
1	Cubo para mancalização	Barra de aço SAE 1020 Ø 65,09 mm	1
2	Flange para fixação do ventilador axial	Chapa de aço SAE 1020 de 9,5 mm	1
3	Base para fixação	Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm	1
4	Nervura 1	Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm	1
5	Nervura 2	Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm	1

	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial						
	Observação: Dimensões em mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May		
			Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May		Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:2	Folha: 21/32




	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial					
	Observação: Dimensões em mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
			Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso		Revisão: 00
				Escala: 1:2		Folha: 22/32



B (5 : 1)

A-A

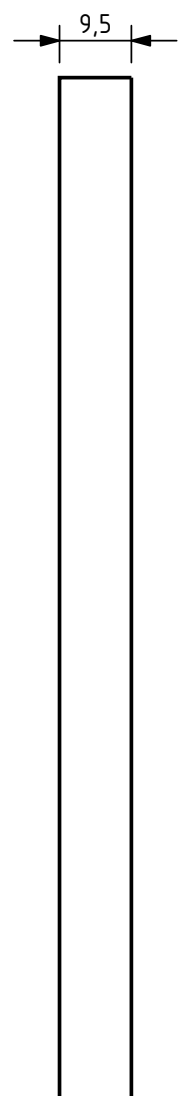
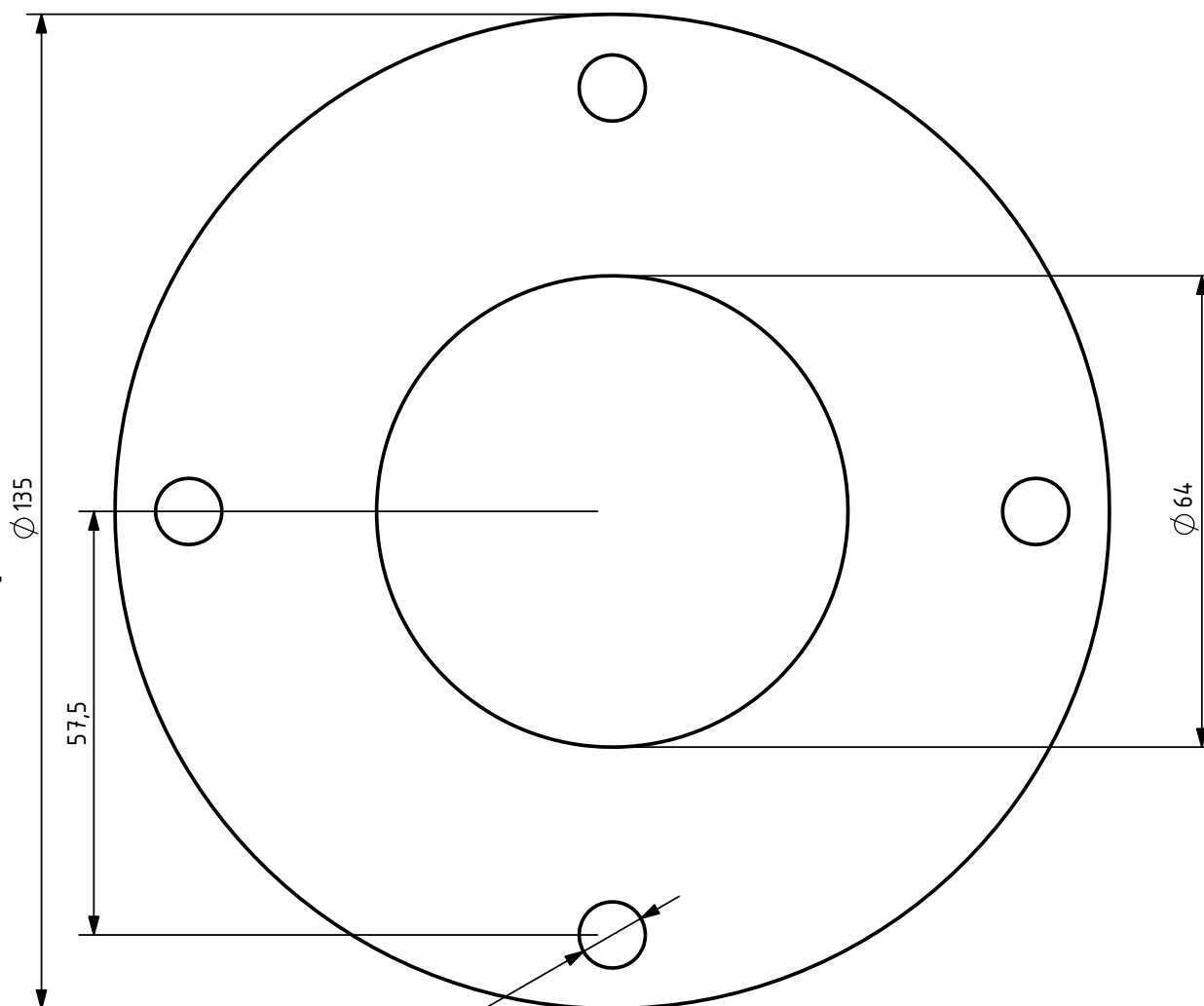
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial - Cubo para mancalização			
	Observação: Dimensões em mm Material: Barra de aço SAF 1020 Ø 65,09 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Aprovação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00
			Identificação Trabalho de Conclusão de Curso	Escala: 1:1
				Folha: 23/32

A

B

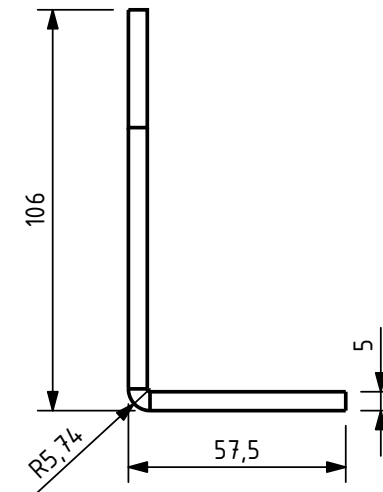
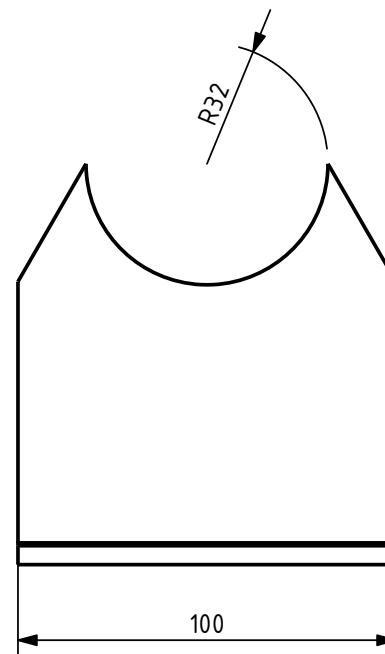
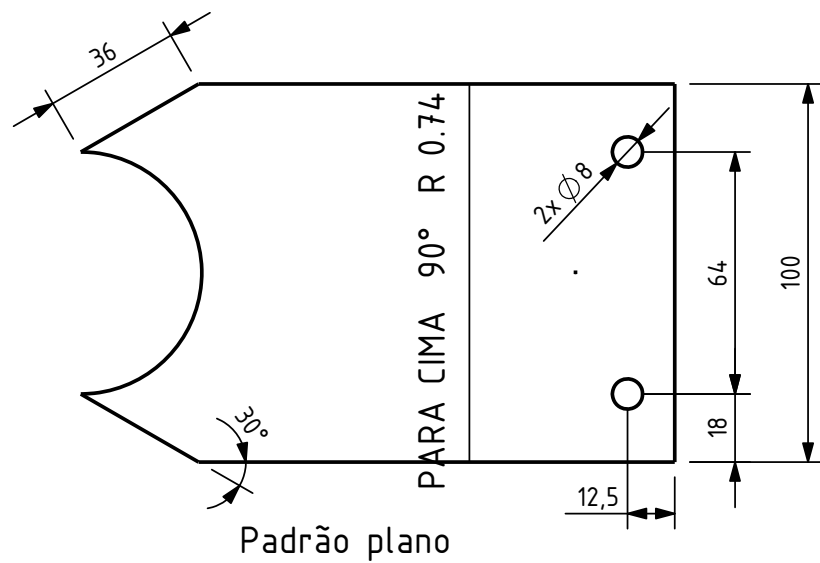
C

D

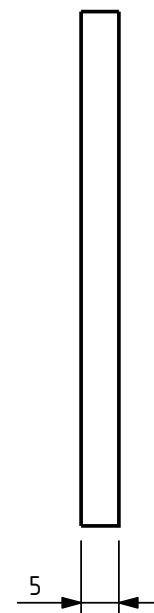
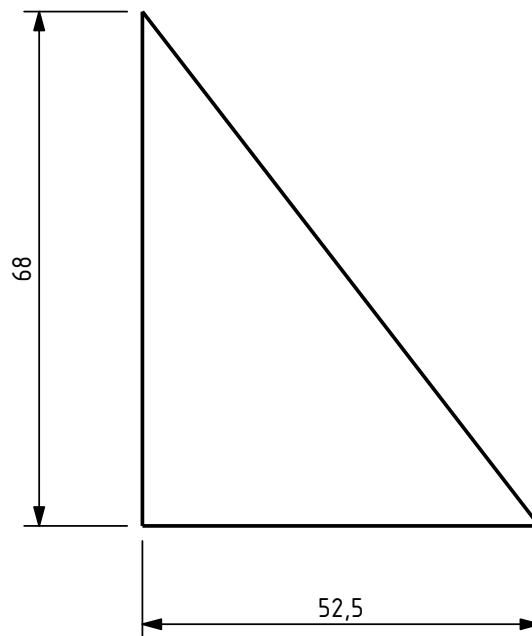



A
B
C
D

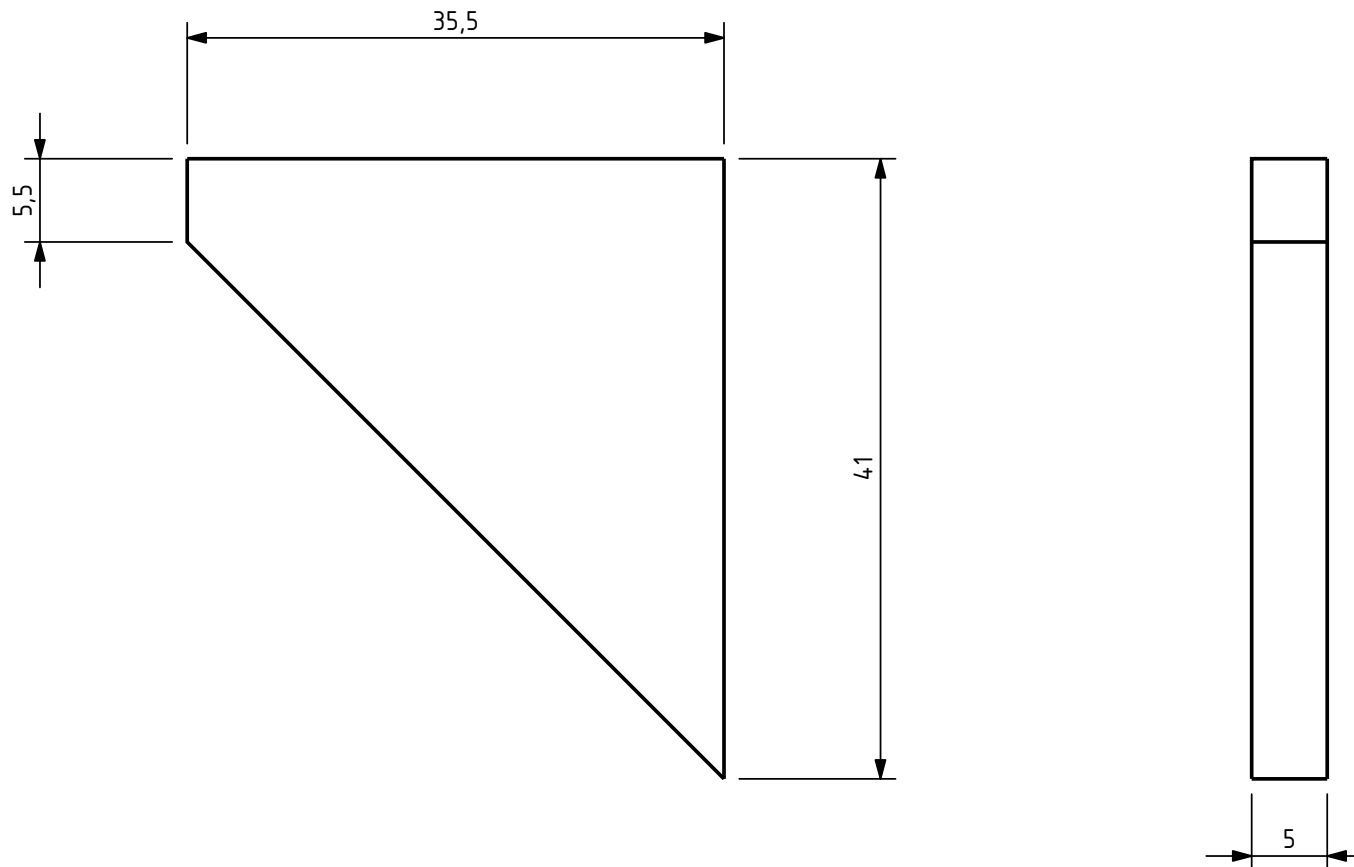
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial - Flange com furação				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022	Verificação:	Aprovação:	Revisão: 00	Escala: 1:1
 Tipo de documento: Tipo	 Autor: Mauricio Cezar May	 Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	 Folha: 24/32		




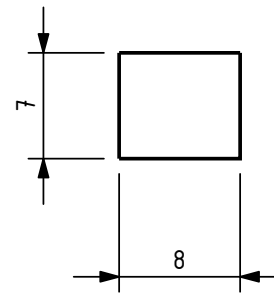
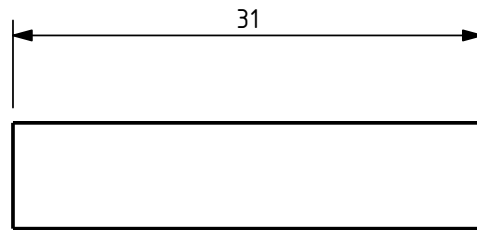
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial - Base para fixação								
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May				
	Emissão inicial: 01/12/2022		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May				
	Tipo de documento: Tipo		Autor: Mauricio Cezar May		Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso				
				Revisão: 00		Escala: 1:2		Folha: 25/32	




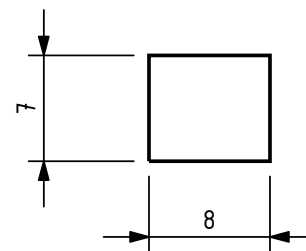
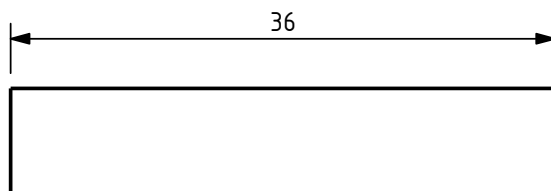
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial - Nervura 1				
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
	Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00
			Escala: 1:1	Folha: 26/32	




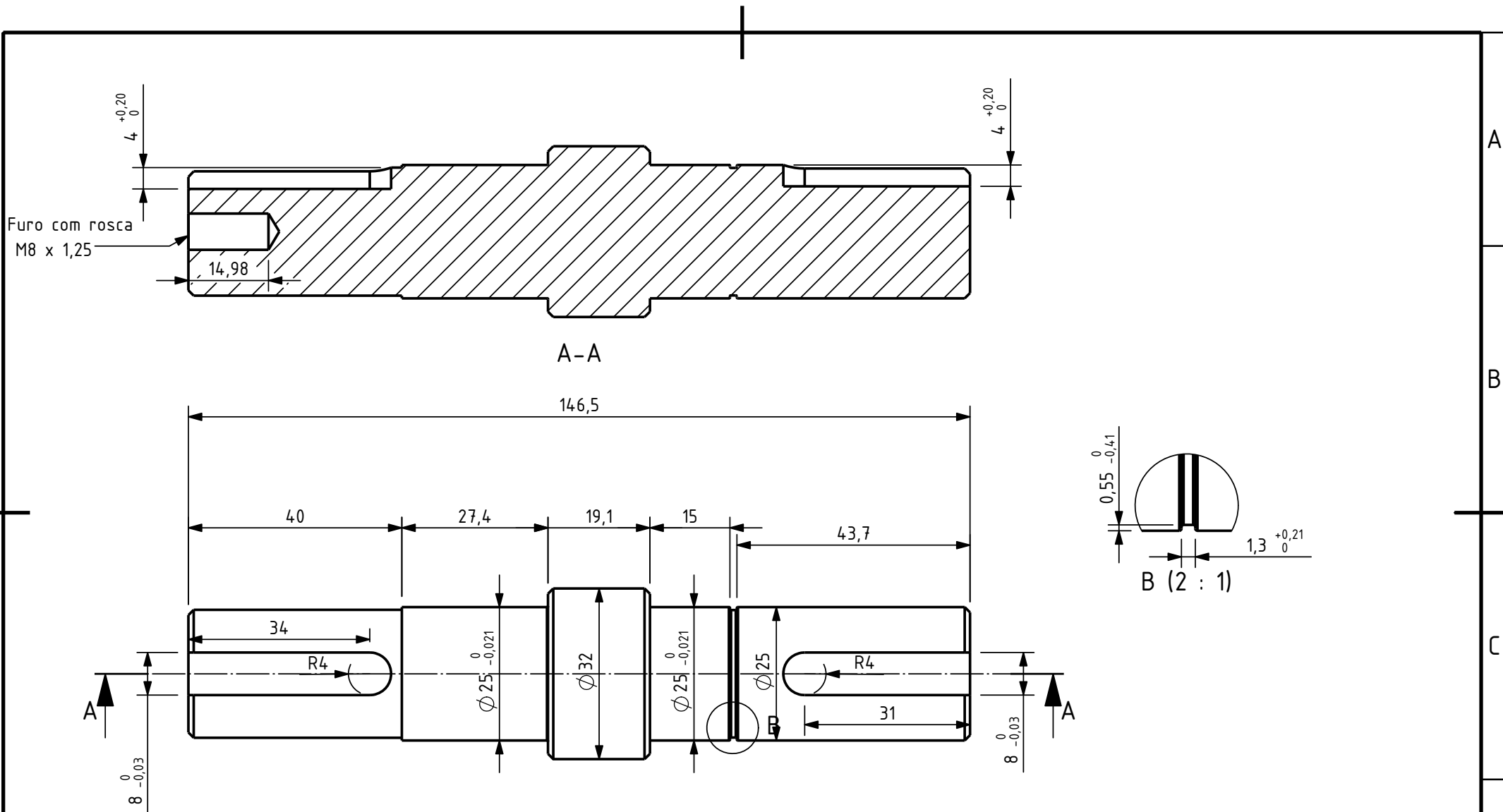
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Cubo para ventilador axial - Nervura 2					
	Observação: Dimensões em mm Material : Chapa de aço SAE 1020 de 5 mm		Projetista: Mauricio Cezar May		Desenhista: Mauricio Cezar May	
	Tipo de documento: Tipo		Verificação:		Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022		Autor: Mauricio Cezar May		Aprovação:		
		Identificação Trabalho de Conclusão de Curso		Revisão: 00		
				Escala: 2:1		
				Folha: 27/32		



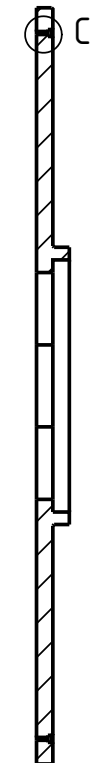
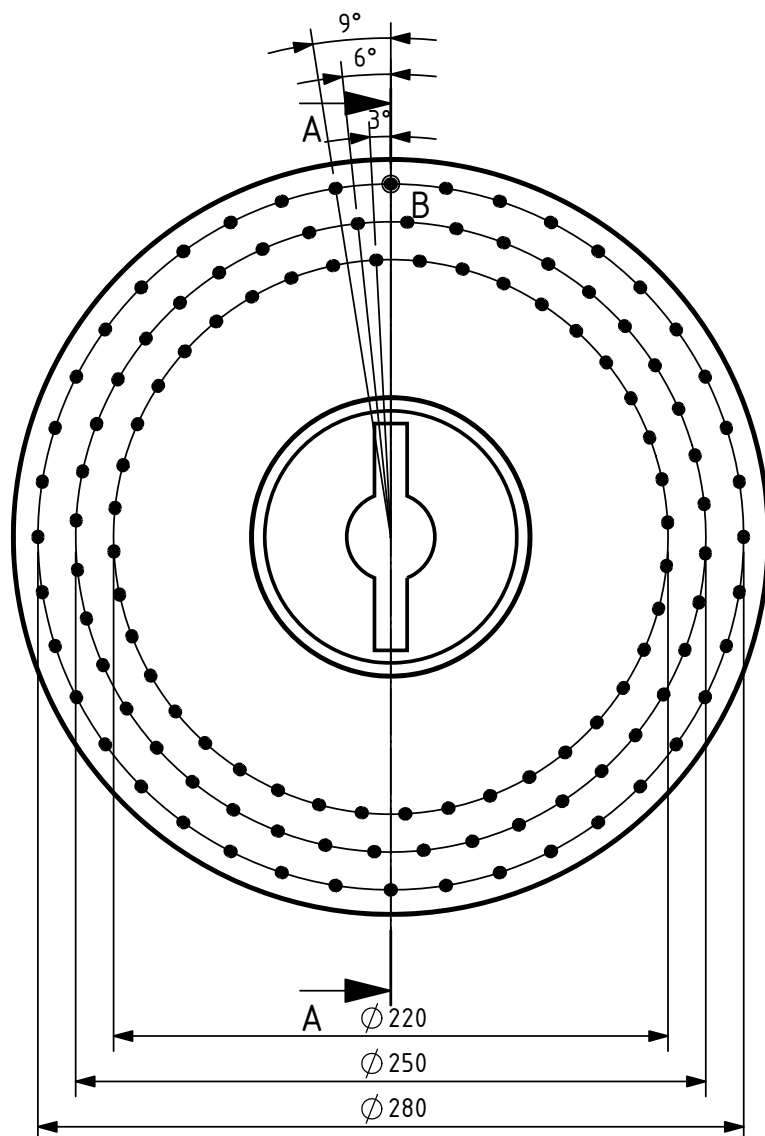
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Eixo para ventilador axial - Chaveta 7 x 8 x 31 mm					
	Observação: Dimensões em mm Material : Barra de aço	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
	Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 2:1



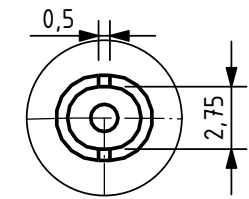
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Eixo para ventilador axial - Chaveta 7 x 8 x 36 mm					
	Observação: Dimensões em mm Material : Barra de aço SAE 1045 de 8x7 mm	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May		
	Emissão inicial: 01/12/2022	Verificação:	Aprovação:	Identificação Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 2:1
	Tipo	Autor: Mauricio Cezar May				



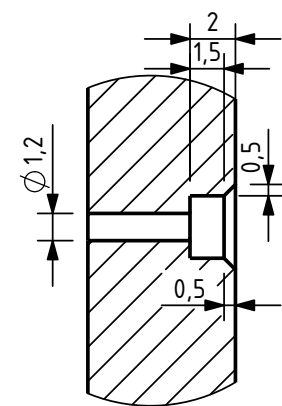
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Eixo para ventilador axial				
	Observação: Dimensões em mm Material : Barra de aço SAE 1020 Ø 1 1/2" Tipo de documento:	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Autor: Mauricio Cezar May	Aprovação:	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:1
					Folha: 30/32



A-A

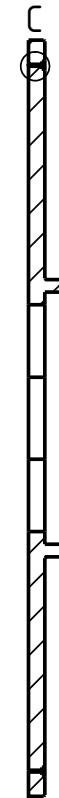
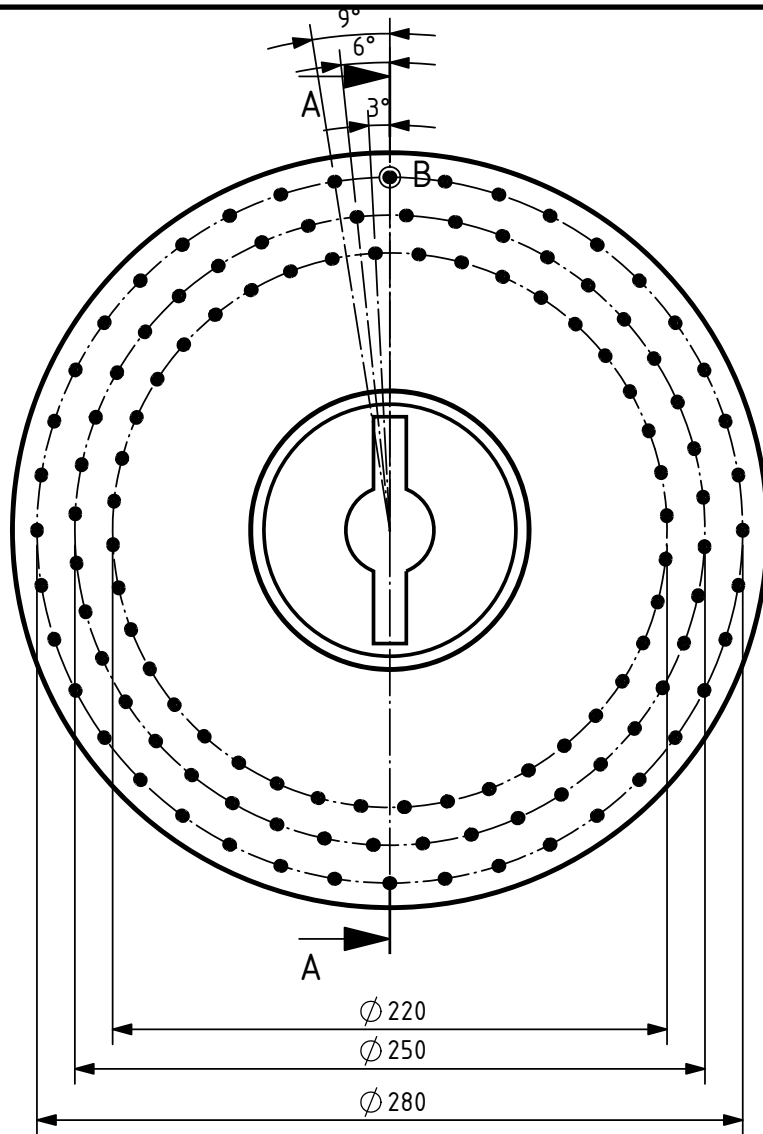


B (3 : 1)

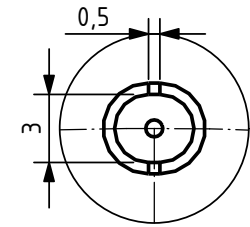


C (3 : 1)

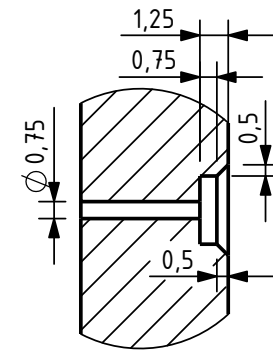
	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Disco dosador de semente de cebola				
	Observação: Dimensões em mm Material :	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May	
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00	Escala: 1:3
				Folha: 31/32	




A-A



B (3 : 1)



C (3 : 1)

	Título: Semeadora Adubadora de Hortaliças - Disco dosador de semente de cenoura			
	Observação: Dimensões em mm Material :	Projetista: Mauricio Cezar May	Desenhista: Mauricio Cezar May	Responsável técnico: Mauricio Cezar May
Emissão inicial: 01/12/2022	Tipo de documento: Tipo	Autor: Mauricio Cezar May	Identificação: Trabalho de Conclusão de Curso	Revisão: 00
			Escala: 1:3	Folha: 32/32