

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FARROUPILHA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DESENVOLVIMENTO DE SEMEADORA DE HORTALIÇAS PARA A  
AGRICULTURA FAMILIAR**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Lucas Cazabonet Ramos**

**Alegrete, 2018**

**DESENVOLVIMENTO DE SEMEADORA DE HORTALIÇAS PARA A  
AGRICULTURA FAMILIAR**

**Lucas Cazabonet Ramos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da  
Universidade Federal do Pampa e Instituto Federal Farroupilha, como requisito parcial para  
obtenção do Título de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola.**

**Orientador: Prof. Dr. Alex Leal de Oliveira**

**Alegrete, RS, Brasil  
2018**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FARROUPILHA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso**

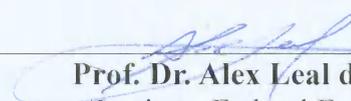
**DESENVOLVIMENTO DE SEMEADORA DE HORTALIÇAS PARA A  
AGRICULTURA FAMILIAR**

**Elaborado por  
Lucas Cazabonet Ramos**

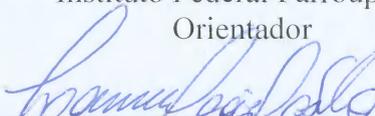
Como requisito parcial para a obtenção de grau de  
**Bacharel em Engenharia Agrícola**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

  
**Prof. Dr. Alex Leal de Oliveira**  
Instituto Federal Farroupilha  
Orientador

---

  
**Prof. Me. Lauren Morais da Silva**  
Instituto Federal Farroupilha

---

  
**Prof. Dr. Douglas Dalla Nora**  
Instituto Federal Farroupilha

Alegrete, 2018.

Dedico este trabalho à minha família.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, às duas instituições de ensino Universidade Federal do Pampa e Instituto Federal Farroupilha Campus Alegrete, à minha família pelo apoio que sempre me foi dedicado facilitando trilhar esta caminhada, a todos os meus professores da graduação pois cada conhecimento que me foi transmitido foram os tijolos para construir este longo caminho, aos colegas de graduação pelo companheirismo que dividimos estas batalhas e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

*“O êxito da vida não se mede pelo caminho que  
você conquistou, mas sim pelas dificuldades  
que superou no caminho”.*

Abraham Lincoln

## **RESUMO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
Bacharelado em Engenharia Agrícola  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil  
Universidade Federal do Pampa

### **DESENVOLVIMENTO DE SEMEADORA DE HORTALIÇAS ADAPTADA PARA AGRICULTURA FAMILIAR**

AUTOR: LUCAS CAZABONET RAMOS

ORIENTADOR: ALEX LEAL DE OLIVEIRA

Data e local da defesa: Alegrete, 27 de junho de 2018.

Com a missão de solucionar a problemática da sementeira de cenoura (*Daucus carota L.*), realizada de forma manual e bastante trabalhosa, o foco principal deste estudo será também aumentar a produção e contribuir diretamente para o trabalho do agricultor familiar.

O objetivo deste trabalho é realizar o protótipo de uma sementeira de sementes de pequeno porte em linha. Os principais requisitos impostos para a realização deste projeto foi: fácil sistema de regulação, para que possa ser realizada sem a necessidade de uma pessoa especializada; e o baixo custo de produção, tornando acessível a aquisição por pessoas com baixa renda. Com a sementeira de cenoura em linha espera-se favorecer o pequeno produtor rural, visando melhorar a qualidade de vida e a produção, bem como a colheita, manual e mecanizada, o que será devido ao espaçamento controlado e a uniformidade das distâncias entre plantas, que não ocorre na sementeira à lanço realizada quase que em sua totalidade nas pequenas propriedades, também com o espaçamento controlado há uma melhor absorção de luz solar facilitando a fotossíntese, processo indispensável para o desenvolvimento da planta.

Palavras-Chave: Cenoura, espaçamento e produção.

## **ABSTRACT**

Course Work

Course of Agricultural Engineering

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, RS, Brasil

Universidade Federal do Pampa

### **DEVELOPMENT OF VEGETABLE SEEDING ADAPTED TO SMALL SEEDS**

**AUTHOR:** Lucas Cazabonet Ramos

**ADVISOR:** Alex Leal de Oliveira

Date and place of defense: Alegrete, June 27, 2018.

With the mission of solving the problem of carrot seeding (*Daucus carota* L.), performed manually and rather laborious, the main focus of this study will also be to increase production and contribute directly to the work of the family farmer.

The objective of this work is to carry out the prototype of a small seed seeder in line. The main requirements imposed for the realization of this project was: easy regulation system, so that it can be carried out without the need of a specialized person; and the low cost of production, making it affordable for people with low incomes. With the sowing of carrots in line it is hoped to favor the small rural producer, aiming to improve the quality of life and the production, as well as the harvest, manual and mechanized, which will be due to the controlled spacing and the uniformity of the distances between plants, which does not occur in sowing to the haul carried out almost entirely in the small properties, also with the controlled spacing there is a better absorption of sunlight facilitating the photosynthesis, an indispensable process for the development of the plant.

**Key words:** Carrot, spacing and production.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Protótipo da semeadora em construção.....            | 18 |
| Figura 2 – Detalhe do sistema de regulagem ambidestro.....      | 18 |
| Figura 3 – Processo de desenvolvimento do produto.....          | 19 |
| Figura 4 – Detalhamento dos reservatórios do implemento.....    | 21 |
| Figura 5 – Sistema de regulagem de profundidade.....            | 22 |
| Figura 6 – Detalhe do eixo perfurado e seus componentes.....    | 23 |
| Figura 7 – Rodas da semeadora.....                              | 23 |
| Figura 8 – Transmissão.....                                     | 24 |
| Figura 9 – Vista inferior do sulcador.....                      | 25 |
| Figura 10 – Vista frontal sulcador.....                         | 25 |
| Figura 11 – Vista posterior do implemento.....                  | 28 |
| Figura 12 – Vista frontal do implemento.....                    | 28 |
| Figura 13 – Protótipo pronto.....                               | 29 |
| Figura 14 – Detalhe do sistema de regulagem de espaçamento..... | 32 |

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Dados sobre à produção de cenoura no Brasil.....      | 15 |
| Tabela 2 – Relações de medidas das engrenagens do protótipo..... | 20 |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....                                       | <b>12</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVO GERAL</b> .....                                   | <b>13</b> |
| <b>3</b> | <b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....                            | <b>13</b> |
| <b>4</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                            | <b>14</b> |
|          | <b>4.1 Semeadora</b> .....                                    | <b>14</b> |
|          | <b>4.2 Cultivo de cenoura (<i>Daucus carota L.</i>)</b> ..... | <b>14</b> |
|          | <b>4.3 Dados sobre a produção de cenoura no Brasil</b> .....  | <b>14</b> |
|          | <b>4.4 Mecanismos sulcadores</b> .....                        | <b>15</b> |
|          | <b>4.5 Resistência a penetração do solo</b> .....             | <b>16</b> |
| <b>5</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....                                      | <b>17</b> |
|          | <b>5.1 Construção do protótipo</b> .....                      | <b>19</b> |
|          | <b>5.2 Sistema de regulação de espaçamento</b> .....          | <b>19</b> |
|          | <b>5.3 Reservatório de sementes</b> .....                     | <b>20</b> |
|          | <b>5.4 Sistema de regulação de profundidade</b> .....         | <b>21</b> |
|          | <b>5.5 Eixo</b> .....   | <b>22</b> |
|          | <b>5.6 Rodas da semeadora</b> .....                           | <b>23</b> |
|          | <b>5.7 Transmissão</b> .....                                  | <b>24</b> |
|          | <b>5.8 Sulcador</b> .....                                     | <b>24</b> |
|          | <b>5.9 Detalhamento da construção do protótipo</b> .....      | <b>25</b> |
|          | <b>5.9.1 Materiais utilizados</b> .....                       | <b>26</b> |
|          | <b>5.9.2 Etapas construtivas</b> .....                        | <b>26</b> |
|          | <b>5.9.3 Imagens da construção do protótipo</b> .....         | <b>28</b> |
|          | <b>5.9.4 Cálculos estruturais</b> .....                       | <b>30</b> |
| <b>6</b> | <b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....                           | <b>33</b> |
| <b>7</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>34</b> |
| <b>8</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....                             | <b>35</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                      | <b>36</b> |
|          | <b>APÊNDICE</b> .....   | <b>38</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Uma problemática existente em pequenas propriedades rurais é a execução da semeadura mecanizada com espaçamento controlado de sementes de pequeno porte, como por exemplo cenoura (*Daucus carota* L.) Para este tipo de semeadura, em grande parte dos casos, o produtor realiza todo o trabalho manualmente, o que pode se tornar cansativo e de certa forma prejudicial à saúde do trabalhador, tendo em vista a postura com que este trabalho é realizado.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1994), as semeadoras são classificadas, segundo a forma de distribuição de sementes, em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo. Em qualquer sistema, a semeadura deve possibilitar o estabelecimento rápido e uniforme da população de plantas desejada (COPETTI, 2014).

A semeadura de cenoura, nas condições brasileiras, é geralmente realizada em canteiros de 0,8 a 1,2 m de largura, sobre os quais são abertos sulcos de 1 a 2 cm de profundidade, dispostos de forma longitudinal ou transversalmente ao comprimento do canteiro, mantendo os sulcos espaçados de 15 a 25 cm entre si (FILGUEIRA, 1982). A semeadura pode ser feita manualmente ou com o emprego de semeadora manual ou mecanizada (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2008).

Devido ao grande crescimento populacional, o foco da agricultura está voltado para a produção de alimentos, o que fez a mecanização agrícola estar em grande ascendência não só no Brasil como no mundo (SHULZ, 2010).

A cultura da cenoura é um ótimo exemplo da importância da pesquisa agrícola e de seus impactos positivos na economia, no desenvolvimento de várias regiões e também de benefícios para os consumidores (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2008).

A produção e a produtividade de raízes comerciais de cenoura podem ser influenciadas por diferentes fatores, tais como: época de semeadura, população de plantas, qualidade das sementes, preparo e tipo de solo (PINTO et al., 1984).

Considerando a potencialidade da mecanização nas atividades da olericultura, especialmente na agricultura familiar, o desenvolvimento de máquinas e equipamentos adaptados à realidade da pequena propriedade é uma necessidade imediata. O desenvolvimento de uma semeadora de sementes de pequeno porte para a agricultura familiar, especialmente para sementes de cenoura, possibilitaria a simples utilização e manutenção independentemente de uma assessoria especializada, possibilitando que o produtor familiar conserte seu implemento quando necessário.

## **2 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho foi desenvolvimento de um protótipo de uma semeadora em linha, com espaçamento controlado, para a operação de semeadura de sementes miúdas de hortaliças bem como a avaliação de sua funcionalidade e aplicação ao meio agrícola mais especificamente ao pequeno produtor.

## **3 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Observar as etapas da semeadura de hortaliças na agricultura familiar e pequena propriedade, especificamente o cultivo a cenoura;
- Propor medidas alternativas para semeadura de sementes miúdas;
- Desenvolver o protótipo para teste.
- Avaliar a aplicabilidade de utilização do protótipo bem como sua funcionalidade.

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 SEMEADORA**

A utilização de semeadoras melhora os processos a campo segundo Balastreire (2005), foi Joseph Locatelli de Corinto quem desenvolveu a primeira semeadora europeia em 1636. Obviamente, a tecnologia que acompanha o agronegócio, também está presente nos implementos mais modernos.

Coelho (1998) define uma máquina para semeadura como aquela destinada a dosar certa quantidade de sementes e lançá-las no solo de acordo com certo padrão de distribuição.

O princípio de funcionamento da semeadora é simples, mas de grande contribuição para as atividades de campo. Segundo Ortiz-Cañavate (1995), uma semeadora em linha deve realizar as seguintes operações: abrir o sulco, dosar e depositar a semente no sulco, cobrir a semente e compactar o sulco.

### **4.2 CULTIVO DE CENOURA**

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma planta cuja parte comestível é a raiz tuberosa de cor alaranjada. Tem alto teor de betacaroteno, substância necessária à produção de vitamina A pelo nosso organismo está hortaliça também fornece cálcio, sódio e potássio (CATALOGO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2010).

No cultivo da cenoura, não há necessidade de produzir mudas. As sementes são distribuídas direta e uniformemente nos canteiros, em linha contínua, em sulcos de 1 a 2 cm de profundidade e distanciados de 20 cm entre si (FRANSISCO et al., 1999).

A cenoura é uma hortaliça de grande importância econômica no Brasil podendo ser semeada durante todo ano, desde que a cultivar seja adequada à época de plantio (LUZ et al., 2009).

### **4.3 DADOS SOBRE A PRODUÇÃO DE CENOURA NO BRASIL**

Atualmente existem 23089 estabelecimentos produtores de cenoura totalizando 276.994 toneladas produzidas no (CENSO AGROPECUÁRIO- SIDRA, 2017).

Com relação à geração de empregos, estimam-se que 150 mil postos de trabalho são gerados anualmente no setor primário da produção de raízes, ou seja, de 3 a 4 empregos diretos

e o mesmo número de empregos indiretos, considerando apenas o setor da produção (SAASP, 1997).

**Tabela 1:** Dados da produção nacional de cenoura nos seguintes anos.

| Ano  | Produção<br>(Mil T) | Área<br>(Mil ha) | Produtividade<br>(Kg / ha) | Disponibilidade<br>(Kg/hab/ano) |
|------|---------------------|------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1980 | 150                 | 10,698           | 14,030                     | 1,266                           |
| 1985 | 245                 | 11,960           | 20,319                     | 1,845                           |
| 1990 | 291                 | 13,549           | 21,471                     | 1,984                           |
| 1995 | 387                 | 15,340           | 25,226                     | 2,436                           |
| 2000 | 690                 | 25,850           | 26,713                     | 4,031                           |
| 2001 | 750                 | 27,700           | 27,076                     | 4,315                           |
| 2002 | 755                 | 27,399           | 27,565                     | 4,282                           |
| 2003 | 758                 | 26,420           | 28,695                     | 4,236                           |
| 2004 | 785                 | 27,000           | 29,074                     | 4,323                           |
| 2005 | 765                 | 26,300           | 29,102                     | 4,158                           |
| 2006 | 750                 | 25,550           | 29,356                     | 4,016                           |

Fonte: Estimativas do Agronegócio (2007).

#### 4.4 MECANISMOS SULCADORES

Para a abertura de um sulco de profundidade uniforme, que possibilite a colocação de sementes e fertilizantes, existem diversos mecanismos sulcadores distintos, que podem ser combinados em função do preparo de solo realizado, tipo de solo, teor de água, grau de compactação da camada superficial, profundidade de semeadura, velocidade e grau de mobilização do leito de semeadura desejado (ASAE, 1996).

Trabalhando com haste sulcadora (facão), Cepik et al. (2002b) concluíram que a relação entre a força de tração requerida e a área de solo mobilizada pelo sulcador, não foi influenciada pelo fator velocidade de deslocamento do conjunto. Porém houve influência nos parâmetros em função do fator profundidade de trabalho.

#### **4.5 RESISTENCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO**

A compactação do solo determina as proporções entre ar, água e temperatura, e estas influenciam a germinação, emergência, crescimento radicular em praticamente todas as fases de seu desenvolvimento (SANTOS, 1998).

Esta compactação do solo pode ser caracterizada por meio da resistência à penetração, que é um atributo diretamente relacionado ao crescimento das plantas (LETEY, 1985).

Segundo Goedert et al. (2002) os principais efeitos negativos da compactação do solo são: aumento da resistência mecânica ao crescimento radicular, redução da aeração, disponibilidade de água e nutrientes e, conseqüentemente, decréscimo na produtividade agrícola.

## **5 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO**

O trabalho proposto considera as etapas de desenvolvimento de produtos, orientada por Rozenfeld et al. (2006). A atividade de desenvolvimento do protótipo teve como etapa inicial a revisão de literatura sobre a temática da mecanização agrícola no contexto da agricultura familiar e da observação das atividades a campo nas propriedades rurais, com posterior anotação das informações.

Com os requisitos identificados em campo, a equipe de desenvolvimento do protótipo, liderada pelo Acadêmico Lucas Cazabonet Ramos, realizou os encontros de desenvolvimento do produto. Os encontros ocorreram nas dependências do Laboratório de Mecanização Agrícola da Universidade Federal do Pampa e no Laboratório de Ensino, Pesquisa e Extensão em Mecanização Agrícola, situado no Instituto Federal Farroupilha / Campus Alegrete – RS.

Os dados de desempenho do funcionamento do protótipo foram coletados e analisados para verificação do atendimento da funcionalidade e possíveis melhorias.

O material básico para a construção do protótipo foi constituído de estruturas metálicas e componentes plásticos, visando uma maior vida útil do equipamento e a disponibilidade destes materiais, de modo a permitir que os agricultores familiares possam realizar a montagem das semeadoras sem maiores dificuldades.

A forma de tração do dispositivo foi de arrasto por uma pessoa foi considerado diversos fatores para o desenvolvimento do protótipo, dentre os quais o fácil manuseio, a maior eficiência do sistema de abertura e fechamento de linhas, a melhoria ergonômica da ação de puxar, bem como a adaptabilidade para o usuário devido ao seu sistema de puxador ambidestro com regulagem de pino, conforme apresentado na Figura 02.



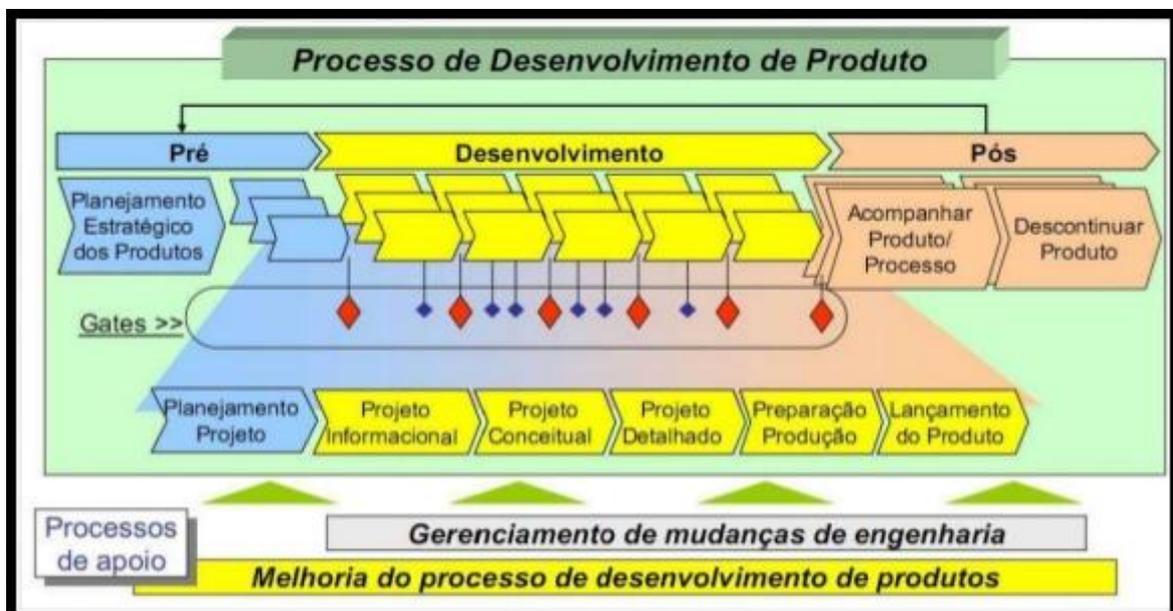
**Figura 1:** Protótipo da semeadora em construção.



**Figura 2:** Protótipo: Detalhe do sistema de regulagem ambidestro.

## 5.1 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a construção do protótipo foi adotada a metodologia de desenvolvimento de produtos (Figura 3) apresentada por Rozenfeld et al (2006), considerando algumas das suas etapas, uma vez que o projeto conceitual do protótipo tinha como maior desafio a funcionalidade da abertura do sulco, deposição da semente e o seu fechamento. Além disso, o requisito de possuir baixo custo de montagem foi utilizado durante todas as etapas como referência na escolha de materiais e dimensionamento dos mesmos, visando transferir o que foi proposto durante o projeto para o protótipo.



**Figura 3:** Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

## 5.2 SISTEMA DE REGULAGEM DE ESPAÇAMENTO

Em relação ao sistema de regulagem de espaçamento, a distância entre linhas é fixa com uma ressalva que seria a independência de alimentação dos quatro reservatórios possibilitando então a utilização destes individualmente, quanto ao espaçamento na linha a semeadora contará com seis regulagens realizadas por meio da seleção de diferentes relações de engrenagens dispostas de forma a possibilitar espaçamentos variáveis entre plantas.

Tendo em vista a possível adaptabilidade do dispositivo a outras culturas com sementes de pequeno porte, os espaçamentos não foram limitados apenas ao recomendado para a cenoura (*Daucus carota* L.).

**Tabela 2:** Relações de medidas das engrenagens do protótipo.

| Perímetro<br>Roda (cm) | Perímetro Motriz<br>(cm) | Perímetro<br>Movida (cm) | N de voltas<br>Movida |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 78,5                   | 15,7                     | 31,4                     | 2                     |
| 78,5                   | 18,8                     | 28,3                     | 1,49                  |
| 78,5                   | 21,9                     | 25,13                    | 1,14                  |
| 78,5                   | 25,13                    | 21,9                     | 1,75                  |
| 78,5                   | 28,3                     | 18,8                     | 0,66                  |
| 78,5                   | 31,4                     | 15,7                     | 0,5                   |

### 5.3 RESERVATÓRIO DE SEMENTES

Para realizar a função de acomodar as sementes deste protótipo foram utilizados quatro componentes plásticos para atuarem como reservatórios. Cada recipiente das sementes possuía volume interno capaz de acomodar 200 gramas de sementes. O peso de mil sementes de cenoura (*Daucus carota L.*) varia entre 0,6 – 2 gramas, o que significa, aproximadamente 100000 (cem mil) sementes por reservatório. Tendo em vista ser um mecanismo voltado ao pequeno produtor, o qual dispõe de áreas de pequenas proporções, muitas vezes inferior a 100 metros por canteiro, longitudinalmente, esta capacidade foi ajustada com a demanda das pequenas produções de hortaliças assim, a autonomia será elevada, evitando o término das sementes em meio a operação, proporcionando um maior rendimento diário de área semeada.

O reservatório de sementes (Figura 2) é produzido em formato cilíndrico, tendo sua base reduzida a um formato cônico, facilitando o escoamento de todas as sementes, de forma que não ocorra formação de bolsões de ar no interior do reservatório ou acúmulos laterais de sementes, que são comuns em reservatórios de base semelhante ao topo da estrutura.



**Figura 4:** Detalhamento dos reservatórios do implemento.

#### 5.4 SISTEMA DE REGULAGEM DE PROFUNDIDADE

A regulagem da profundidade de semeadura é realizada por meio de rodas guia metálicas (Figura 3), dispostas na parte frontal da semeadora e ligadas em eixos circulares metálicos com regulagens de parafuso. Essa regulagem permite que possa ser escolhida a profundidade adequada de semeadura de acordo com a variedade de cenoura e outras hortaliças a ser implantada na área de cultivo.

Segundo os dados de semeadura informados pela Embrapa Hortaliças (2008) a profundidade adequada para semear cenoura fica entre 1 – 2 cm. A superficial profundidade de semeadura é devido a estrutura física da semente que é de um porte pequeno, portanto tem uma reserva de energia proporcional ao tamanho. Se a profundidade exceder os 2 cm orientados pela pesquisa agrícola, existe a possibilidade da plântula não ter força para emergir do solo ou mesmo que ocorra, sua emergência pode não resultar no estabelecimento de uma plântula normal.



**Figura 5:** Sistema de regulagem de profundidade.

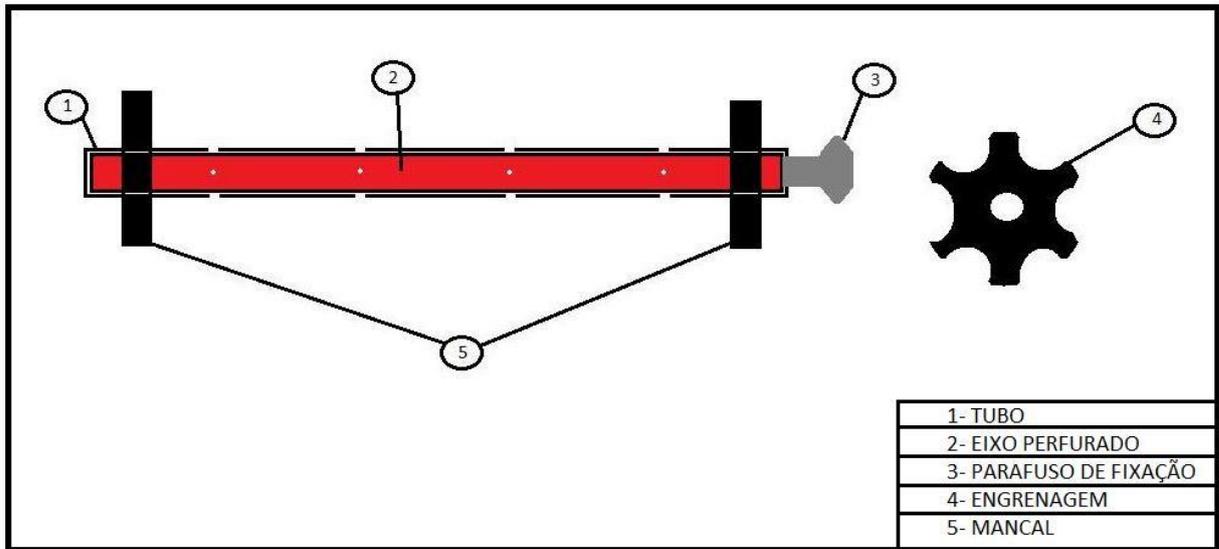
### 5.5 EIXO

O eixo que realiza a operação da seleção de sementes e as deposita dentro do sulcador possui quatro perfurações por linha de semeadura que estão dispostos ao redor do eixo. Esses orifícios são responsáveis por captarem as sementes da base do reservatório e, através da rotação do eixo, liberar a semente no sulco, por ação gravitacional.

Para efeito de detalhamento e potencial montagem por terceiros, são apresentas as medidas do eixo no Quadro 1

**Quadro 1. Detalhamento dos dados de comprimento total e porções do eixo**

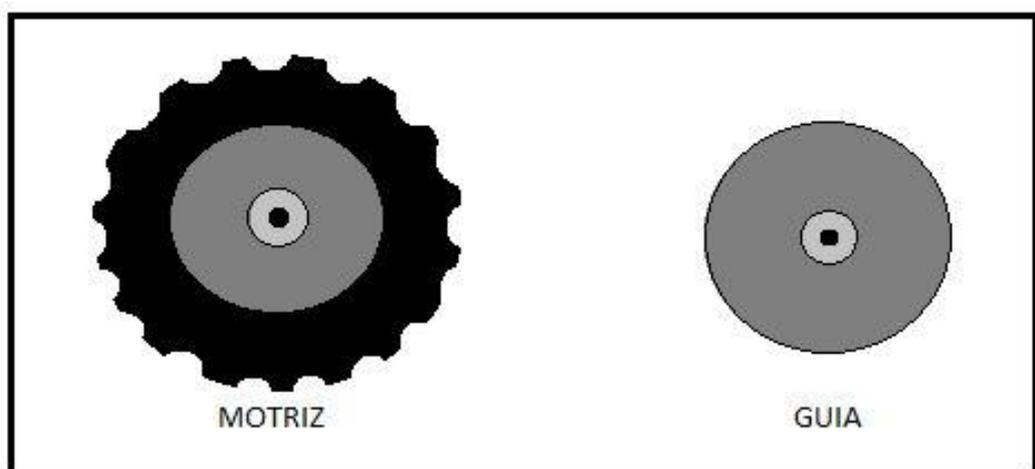
|                                       |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Diâmetro: 15 mm                       | Comprimento da parte lisa: 600 mm |
| Comprimento da parte com rosca: 40 mm | Comprimento total: 640 mm         |
| Espaçamento entre linhas: 133 mm      |                                   |



**Figura 6:** Protótipo: detalhe do eixo perfurado e seus componentes.

#### 5.6 SISTEMA DE RODADOS DA SEMEADORA

O sistema de rodados que permite a movimentação da semeadora em deslocamento na fileira de produção é adaptado de rodas oriundas de outras máquinas e equipamentos reaproveitadas de sucata. A roda motriz foi retirada de um cortador de grama motorizado, enquanto que a dianteira, com a função de regular a profundidade de semeadura foi reutilizada de um carro de transporte de uma máquina de solda.

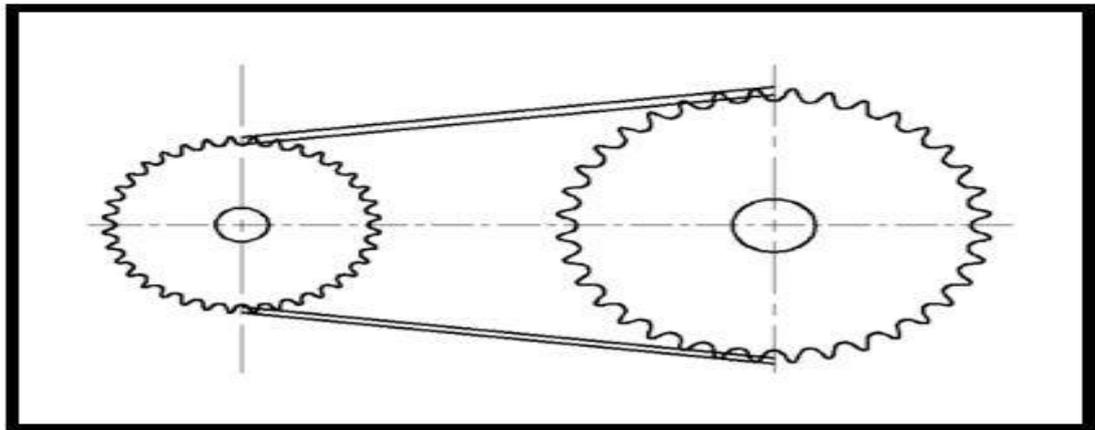


**Figura 7:** Protótipo: detalhe das rodas.

## 5.7 TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão do movimento da semeadora foi montado com uma correia dentada, com comprimento estabelecido de acordo com a maior relação de engrenagens.

O sistema conta com duas engrenagens com seis diâmetros diferentes cada que possibilitando seis relações diferentes, portanto seis possibilidades de espaçamentos entre linha diferentes.

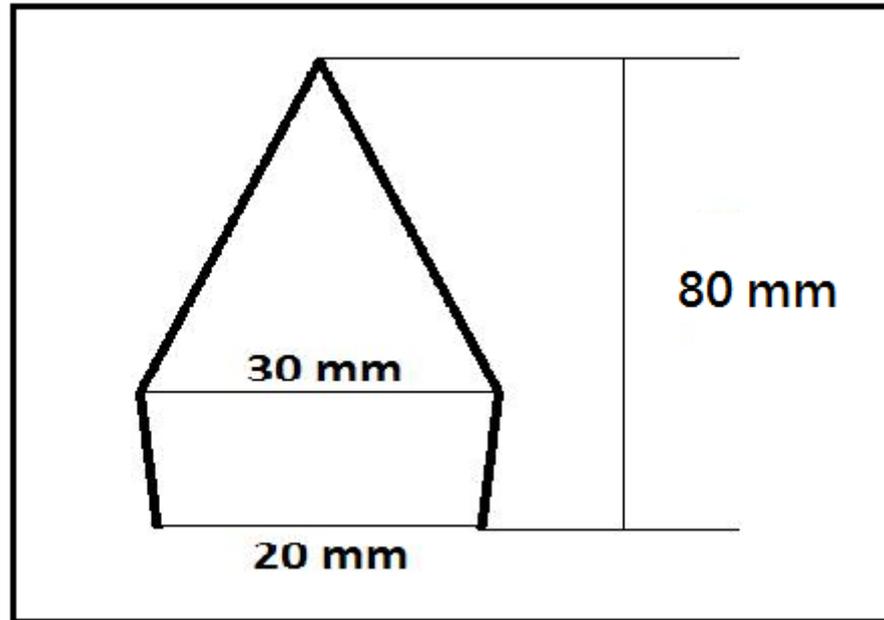


**Figura 8:** Protótipo: Transmissão responsável pelos espaçamentos.

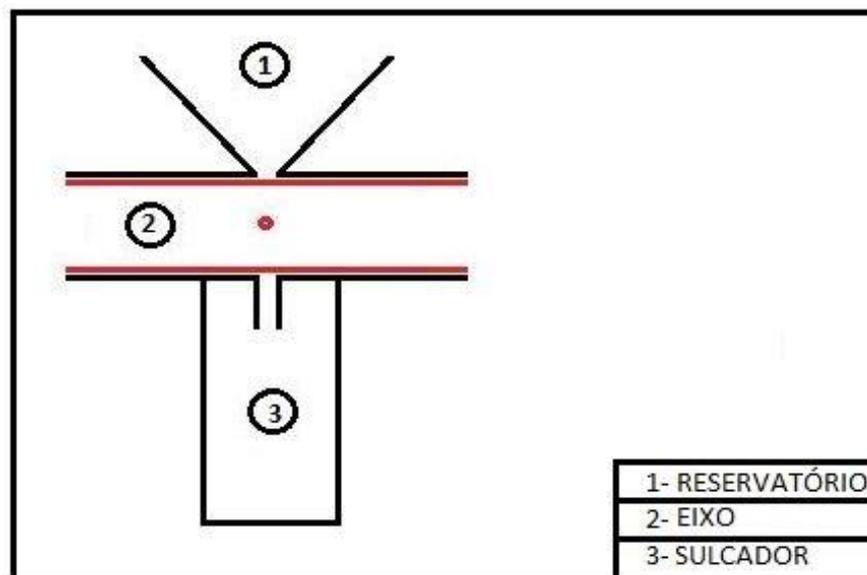
## 5.8 SULCADOR

O sulcador do implemento foi feito para realizar a abertura do solo e a deposição da semente no sulco. Seu formato é projetado, de modo que a abertura do sulco e a deposição da semente sejam possíveis em leiras preparadas para a semeadura.

Para o fechamento do sulco de semeadura foi instalada um sistema de borracha fixado na parte posterior do chassi do implemento.



**Figura 9:** Protótipo: Vista inferior do sulcador.



**Figura 10:** Protótipo: Vista frontal do sulcador.

### 5.9 DETALHAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a construção do protótipo alguns passos foram seguidos, a exemplo da seleção e separação dos materiais a serem utilizados, sendo estes provenientes de sucata. Após este trabalho foi realizado um levantamento de materiais a serem comprados com o orçamento definido, a equipe de desenvolvimento providenciou a aquisição dos materiais no comércio

local da cidade de Alegrete-RS. Foi considerado que a montagem pela agricultura familiar dependia dos seguintes requisitos de montagem: baixo custo de aquisição e montagem e disponibilidade de peças.

### 5.9.1 Materiais utilizados

Para o desenvolvimento do produto apresentado no presente trabalho, foram utilizados os materiais listados a seguir, porém o agricultor familiar poderá montar um equipamento similar com outros materiais disponíveis.

| <b>1</b>  | <b>MATERIAL</b>                        | <b>VALOR<br/>(R\$)</b> | <b>COMP.(m)</b> | <b>QUANT.</b> |
|-----------|--|------------------------|-----------------|---------------|
| <b>2</b>  | Eixo metálico                          | <b>20</b>              | <b>0,6</b>      | <b>-</b>      |
| <b>3</b>  | Cantoneira de 1/2                      | <b>27</b>              | <b>3</b>        | <b>-</b>      |
| <b>4</b>  | Eletrodo 2,5 6013                      | <b>9</b>               | <b>-</b>        | <b>0,5 Kg</b> |
| <b>5</b>  | Serra de cortar ferro                  | <b>6</b>               | <b>-</b>        | <b>1</b>      |
| <b>6</b>  | Pega mão de bicicleta                  | <b>8</b>               | <b>-</b>        | <b>1</b>      |
| <b>7</b>  | Cano pvc (policloreto de vinila)       | <b>7</b>               | <b>0,6</b>      | <b>1</b>      |
| <b>8</b>  | Rodas de roçadeira                     | <b>40</b>              | <b>-</b>        | <b>2</b>      |
| <b>9</b>  | Correia de bicicleta                   | <b>5</b>               | <b>-</b>        | <b>1</b>      |
| <b>10</b> | Catraca/pinhão com 6 marchas           | <b>8</b>               | <b>-</b>        | <b>2</b>      |
| <b>11</b> | Tubo metálico quadrado com parede fina | <b>8</b>               | <b>1</b>        | <b>1</b>      |
| <b>12</b> | Reservatório                           | <b>18</b>              | <b>-</b>        | <b>4</b>      |
| <b>13</b> | <b>Porca</b>                           | <b>5</b>               | <b>-</b>        | <b>6</b>      |
| <b>14</b> | <b>Aruela</b>                          | <b>4</b>               | <b>-</b>        | <b>8</b>      |
| <b>15</b> | <b>VALOR TOTAL</b>                     | <b>165</b>             | <b>-</b>        | <b>-</b>      |

### 5.9.2 Etapas construtivas:

**1°. Construção do chassi:** Como primeira etapa na construção do protótipo foi realizada a construção do chassi que foi a base de todos os outros componentes.

**2°. Construção do eixo traseiro:** Para eixo traseiro do mecanismo foram utilizadas ponteiros de aço galvanizado e cantoneira de mesma medida da que compõe o chassi por se trata de uma parte importante e estrutural do mecanismo.

**3°. Construção do eixo dianteiro:** O eixo dianteiro foi construído utilizando uma barra de ferro com ponteiros de aço carbono afim de maior durabilidade.

**4°. Construção do sistema de regulagem de profundidade:** O sistema de profundidade de semeadura foi construído utilizando tubos circulares com diferentes diâmetros possibilitando que o menor pudesse deslocar-se facilmente no interior do tubo com maior diâmetro, tendo sua fixação na profundidade desejada estabelecida por meio de sistema de parafuso este possui um pegador para facilitar a torção, e uma porca prisioneira fixada no tubo que compõe o chassi.

**5°. Construção do eixo central:** Para construção do eixo central foi utilizado um eixo metálico de aço com rosca nas extremidades o qual foi perfurado com espaçamento de 13,3 cm correspondente ao espaçamento entre linhas da semeadura.

Para o tubo que envolve o eixo central foi utilizado um tubo de alta temperatura devido ao diâmetro aproximado do eixo além da maior resistência devido ao atrito, a decisão de utilizar um tubo de policloreto de vinila e não um tubo metálico é no intuito de reduzir o potencial de dano mecânico resultado pelo cisalhamento de sementes.

**6°. Construção do sistema de transmissão:** O sistema de transmissão foi feito reutilizando duas catracas usadas de bicicleta e uma correia também reutilizada afim de manter a proposta feita no projeto conceitual.

**7°. Construção dos sulcadores:** Os sulcadores feitos a partir de uma chapa de ferro preto afim de facilitar a moldagem bem como a sua soldagem no chassi.

**8°. Construção dos reservatórios:** Para este componente foram adaptadas recipientes de acrílico destinados ao fornecimento de água e ração na criação de aves de companhia. A inversão dos recipientes permite o escoamento das sementes e, por isso, o material foi selecionado e adaptado para exercer a funcionalidade de acomodar as sementes de cenoura ou olerícolas com tamanhos similares.

**9°. Construção do puxador:** Como o deslocamento do equipamento é realizado pelo operador, foi realizado o desenvolvimento de um sistema que permitisse algum tipo de regulagem para que puxador do protótipo fosse leve e que possibilitasse a realização por trabalhadores destros, canhotos e com possibilidade de adaptação para utilização por duas pessoas, simultaneamente. Portanto, ao visar a condição ergonômica do usuário foi construído um puxador regulável de tubo circular galvanizado, dotado de manopla, que favoreça a melhor usabilidade do protótipo.

### 5.9.3 Imagens da construção do protótipo



**Figura 11:** Vista posterior do implemento.



**Figura 12:** Vista frontal do implemento.



**Figura 13:** Protótipo pronto.

### 5.9.4 Cálculos de funcionalidade

Para o desenvolvimento do protótipo foram realizados cálculos estruturais para determinar a eficiência de utilização do protótipo.

#### 5.9.5.1 Força necessária para movimentar o protótipo

**Calculo 1:** Força necessária para movimentar o protótipo 5 kg em atrito cinético e 8 kg de força de atrito estático (Para a aferição destes valores foi utilizada um dinamômetro).

$$Am = (PN - PF) * e$$

**Em que:**

Am: área mobilizada no sulco de semeadura, cm<sup>2</sup>;

PN: valor do perfil da superfície natural do solo (pré-semeadura) para cada ponto do perfilômetro, cm;

PF: valor do perfil da superfície final do solo (pós-semeadura) para cada ponto do perfilômetro, cm;

e: espaçamento entre réguas verticais, cm.

**Calculo 2:** Capacidade dos reservatórios de sementes.

#### 1- Volume interno de cada reservatório.

O volume interno de cada reservatório é de 200 gramas de semente, com peso de 1000 grãos que possuem 0,8 gramas esse é o peso médio das cultivares produzidas no país.

$$\frac{Vi(g)}{ph(g)} = \frac{200}{0,8} = 250 \text{ mil sementes}$$

**Em que:**

Vi: Volume interno em gramas de sementes de cenoura.

ph: Peso de 1000 grãos da cultivar escolhida.

#### 2- Volume total dos 4 reservatórios.

$$S1 \times nr = 250000 \times 4 = 100000 \text{ sementes}$$

**Em que:**

S1: Sementes em um reservatório.

nr: Numero de reservatórios.

#### 3- Plantas por hectare.

$$Nst \times Pg = 100000 \times 0,98 = 98000 \text{ plantas por hectare}$$

**Em que:**

Nst: Numero de sementes totais nos 4 reservatórios.

Pg: Potencial germinativo (conforme indicado pelo fornecedor).

**Calculo 3:** Regulagem da sementeira.**1- Comprimento do sulco por hectare.**

$$\frac{m}{ha} = \frac{10000 \text{ m}^2/ha}{esp. (m)} = \frac{10000}{0,20} = 50000 \text{ m de sulco/hectare}$$

**Em que:**

m: Metros.

ha: Hectares.

esp: Espaçamento.

**2- Peso de sementes desejado por metro do sulco.**

Peso de sementes por hectare: 6 kg/ha = 6000 g/ha

Espaçamento: 5 cm

$$\frac{g}{m} = \frac{6000}{50000} = 0,12 \text{ g/m}$$

**Em que:**

g: gramas.

m: Metros.

**3- Deslocar a uma distância conhecida em metros.**

Distância: 10 Metros.

$$\frac{gs}{mp} = g/m$$

**Em que:**

gs: gramas de sementes recolhidas (variável de acordo com a relação da transmissão responsável pela regulagem de espaçamento do protótipo).

mp: Metros percorridos (10 metros adotados para regulagem )

### 5.9.6 Observações pertinentes sobre a regulagem da semeadoura.

Devido ao fato do protótipo possuir como regulagem de espaçamento, relações entre engrenagens conforme Figura (15) o passo a passo deve ser seguido, para sua relação indicada a cultivar de cenoura escolhida, conforme recomendação será realizada a combinação de engrenagens para que o peso desejado possa ser igual ao obtido, portanto essa regulagem é realizada por tentativa e erro.



**Figura 14:** Protótipo: Detalhe do sistema de regulagem de espaçamento.

## 6 ANALISE DE RESULTADOS

Com este protótipo desenvolvido espera-se alcançar o objetivo de realizar a semeadura de sementes de pequeno porte de hortaliça ainda, o protótipo pode solucionar os problemas de implantação das sementes na leira, melhorando as condições ergonômicas do agricultor familiar que se dedica a produção de hortaliças e realiza muitos tratos culturais em condição desfavorável.

O presente protótipo pode ajudar no processo de semeadura e contribuir para a melhoria da qualidade de vida do trabalhador que realiza a semeadura em canteiros, considerando as consequências do risco ergonômico e o rendimento operacional da atividade.

## 7 CONCLUSÃO

Após a construção do protótipo foi possível observar que alguns ajustes ainda são necessários para uma execução correta da semeadura de cenoura com espaçamento controlado.

Porém, foi observado que a velocidade de realização da tarefa e praticidade de fabricação e utilização do equipamento supera, de forma significativa, a semeadura manual podendo ser capaz de substituir de uma maneira eficaz e bem mais precisa que a semeadura convencional.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com se tratando de um protótipo, algumas limitações ainda existem e ajustes podem ser providenciados.

Espera-se que com a realização dos ajustes necessários o protótipo entre em funcionamento pleno e a sua aplicabilidade possa ocorrer para a agricultura familiar. Portanto, sugere-se a realização de novos trabalhos que considerem a melhoria da funcionalidade do protótipo bem como a sua interação com o operador, de modo que a tarefa se torne menos penosa para quem a realiza.

Para efeito de multiplicação do protótipo, poderá ser providenciada a elaboração de cartilha ou folder com orientações sobre a montagem pelos usuários da tecnologia adaptada a agricultura familiar.

Para um trabalho futuro poderá ser avaliado os danos mecânicos causados a semente e o seus impactos no potencial germinativo, além da produção de cenoura com a utilização do protótipo para execução da semeadura.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04.015.06-004 semeadoras de precisão: ensaio de laboratório: método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1994. 26 p.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Terminology for soil-engaging components for conservation tillage planters, drills and seeders. In: **ASAE standards 1996: standards engineering practices data.** San Joseph, 1996. p.309

ÂNGELO VIEIRA DOS REIS, **Requisitos de projeto de uma semeadora acionada por força humana.**UFPEL,2009.

BALASTREIRE, L. A. (1990) **Máquinas Agrícolas.** São Paulo: L. A. Balastreire, p.307.

CATALOGO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, Brasília-DF 2010, Pg-25.

COELHO, J. L. D. (1998). **Avaliação de elementos sulcadores para semeadoras adubadoras utilizadas em sistemas conservacionistas de manejo de solo.** Dissertação (Mestrado), Campinas, SP, Universidade Estadual de Campinas, p.78.

CENSO AGROPECUÁRIO, **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA,**2017.

CEPIK, C.T.C. et al. Relação entre força de tração na haste sulcadora de semeadora-adubadora e a área de solo mobilizada em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31, 2002a, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2002. 1CD-ROM

COPETTI, E. **Influência da eficiência de semeadura na qualidade da lavoura.** Cultivar máquinas, nº141, Junho,2014

FRANSISCO et al (1999), Coleção Plantar 43 – CENOURA, Pg-29.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças.**

GOEDERT, W.J.; SCHERMACK, M. J.; FREITAS, F.C. Estado de compactação do solo em áreas cultivadas no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.2, p.223-227, fev 2002

IBGE. **Produção de cenoura por extrato de área**: número de informantes: 2007 Disponível em: Acesso em: 12 dez. 2006.

LUZ et al., **Produção e aceitabilidade de cenoura sob cultivo orgânico no inverno e no verão**, 2009, Pg - 446.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v.1, p.277-294, 1985.

ORTIZ-CAVAÑATE, J. (1995) **Las maquinas agrícolas y su aplicación**. 5. ed. rev. e amp. Madrid: Mundi-Prensa, p.125-157.

PINTO, C.M.F.; PÁDUA, J.G. de; CASALI, V.W.D. **Semeadura e espaçamento na cultura da cenoura**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.21-23, dez. 1984.

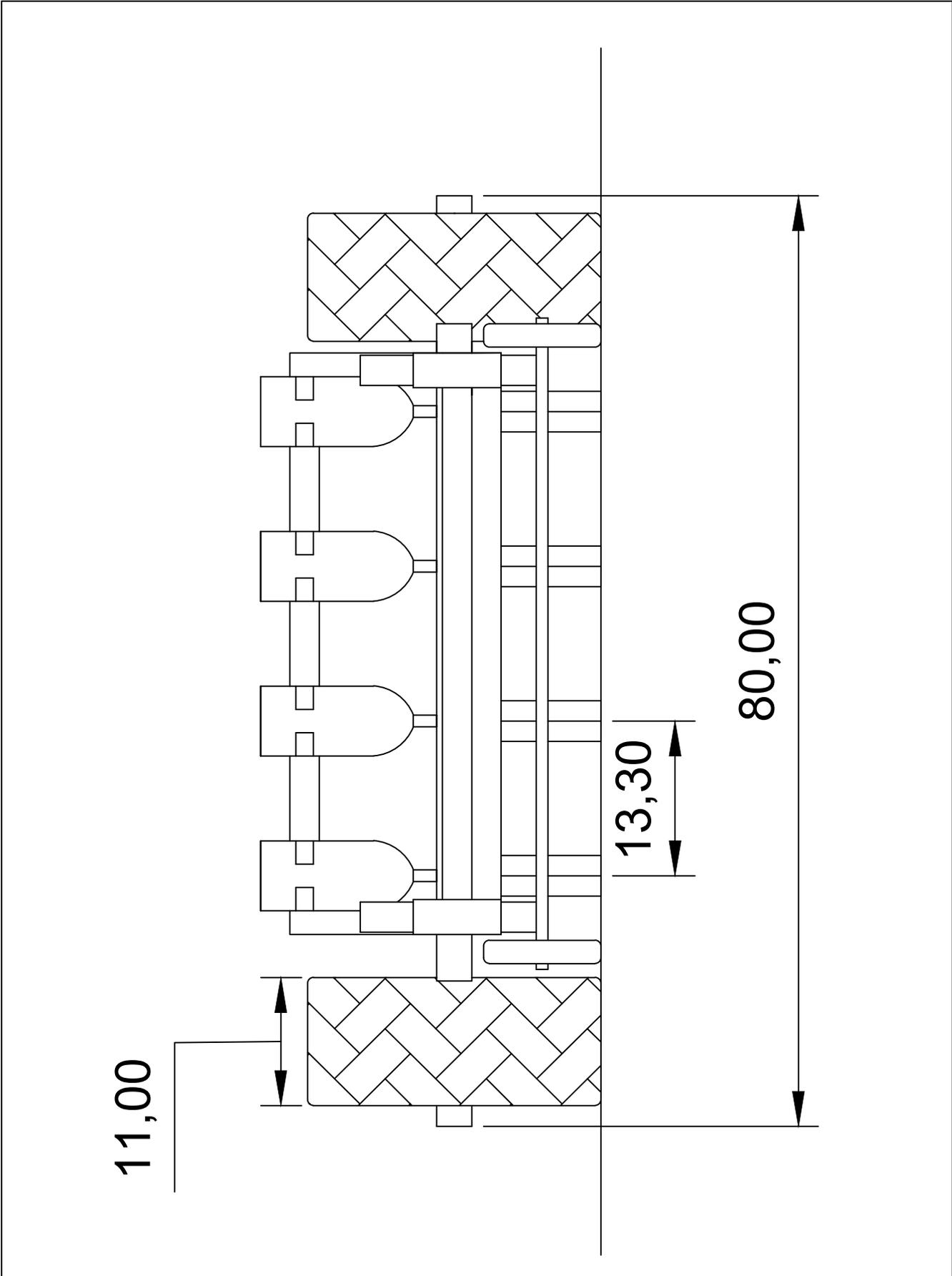
ROZENFELD et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006

SAASP. **Repensando a agricultura paulista**. São Paulo, 1997. 43 p. São Paulo: Agronômica CERES, 1982. v.2

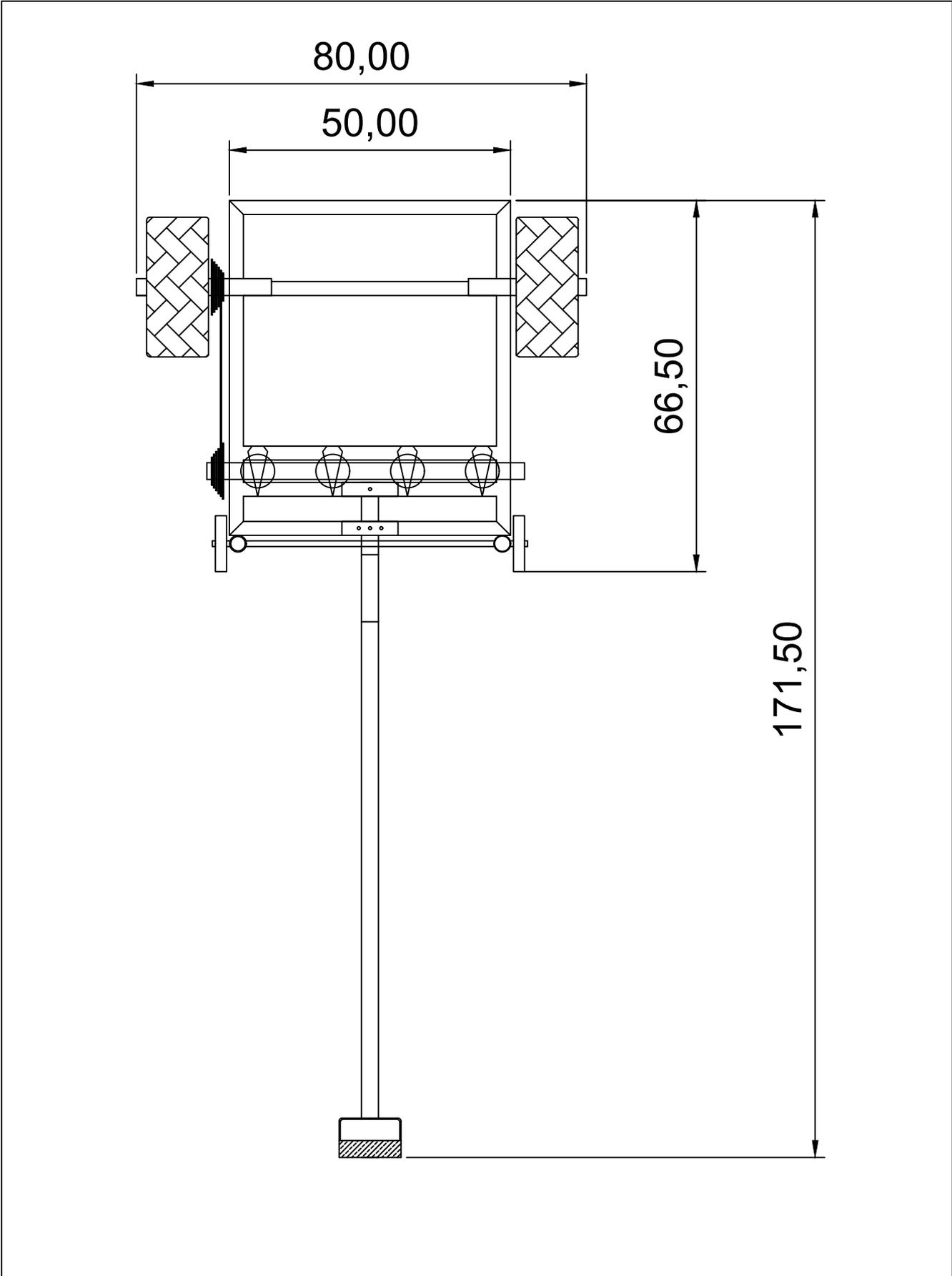
SANTOS, C.A. **Projeto e construção de um penetrômetro hidráulico-eletrônico**. 1998. 105f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 1998

SCHULZ, R. E. H. **Projeto detalhado e construção do protótipo de uma semeadora-adubadora de uma linha para agricultura familiar**. UNIJUÍ, 2010.

APÊNDICE



|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| <i>UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA</i> |                |
| <i>ENGENHARIA AGRÍCOLA</i>           |                |
| <i>SEMEADORA HORTALIÇAS</i>          | <i>PRANCHA</i> |
| <i>LUCAS CAZABONET RAMOS</i>         | <b>1</b>       |



|                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| <i>UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA</i> |                            |
| <i>ENGENHARIA AGRÍCOLA</i>           |                            |
| <i>SEMEADORA HORTALIÇAS</i>          | <i>PRANCHA</i><br><b>2</b> |
| <i>LUCAS CAZABONET RAMOS</i>         |                            |