

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

**Desenvolvimento de uma Roçadora para Limpeza Mecânica sob a Copa de
Pomares**

Fábio Fernandes

Pelotas, 2020

Fábio Fernandes

**Desenvolvimento de uma Roçadora para Limpeza Mecânica sob a Copa de
Pomares**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Lilles Tavares Machado

Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Ardais Medeiros

Pelotas, 2020

Ficha catalográfica

Fábio Fernandes

Desenvolvimento de uma Roçadora para Limpeza Mecânica sob a Copa de
Pomares

Tese aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 24/08/2020

Banca examinadora:

.....
Prof. Dr. Antônio Lilles Tavares Machado (Orientador)
Doutor em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr. Amauri Cruz Espírito Santo
Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

.....
Prof. Dr. Mauro Fernando Ferreira
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof. Dr. Roberto Lilles Tavares Machado
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico este trabalho...

à minha esposa;

à minha filha;

aos meus pais e irmãos;

à toda equipe da IMAK Industrial LTDA;

e aos professores do Programa de Pós-Graduação
em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da
Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

A Deus, pela vida, saúde, ânimo e força.

Aos meus familiares: esposa, **Luciane Paula Goelzer**; filha, **Amanda Mohara Goelzer**; pais, **Anildo** e **Edith Fernandes** (*in memoriam*); aos meus irmãos, **Fabiano** e **Claudinéia**, pelo apoio durante a execução deste trabalho.

À **Universidade Federal de Pelotas**, instituição onde ampliei os meus conhecimentos e me possibilitou a realização deste Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar.

Aos grandes amigos e professores, orientador, **Dr. Antônio Lilles Tavares Machado** e coorientador, **Dr. Fabrício Ardais Medeiros** pelo conhecimento, companheirismo e apoio durante mais de um ano de orientação.

À **Coordenação e Colegiado** de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da **Universidade Federal de Pelotas**.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, por seus ensinamentos.

Aos colegas e amigos, do Programa de Pós-Graduação e de outras instituições, **Lucas Nicolau dos Santos**, **Jones Fernandes**, **Renan Bernardi**, **Wagner de Almeida Lucas**, **Fabio Eich** e **Tiago Vega Custódio** pela contribuição e espírito de grupo enquanto trabalhamos e convivemos.

Aos professores e amigos do NIMEq **Antônio Lilles Tavares Machado**, **Ângelo Vieira dos Reis**, **Roberto Lilles Tavares Machado**, **Mauro Fernando Ferreira** e **Fabrício Ardais Medeiros** pela amizade e apoio sempre que necessário.

A empresa **IMAK Industrial LTDA** em nome do amigo **Rogério Richter**, pela fabricação do protótipo estudado, fator chave para o sucesso deste trabalho, que dispôs sua atenção e tempo para fornecer informações ao projeto, **expresso minha inestimável gratidão**.

A todas as pessoas que contribuíram com este trabalho.

O autor

“Se queremos progredir, não devemos repetir a história, mas fazer uma história nova”. (Mahatma Gandhi).

Resumo

FERNANDES, Fábio. **Desenvolvimento de uma Roçadora para Limpeza Mecânica sob a Copa de Pomares**. Orientador: Antônio Lilles Tavares Machado. 2020. 200 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

O crescimento da produção agrícola é um objetivo que exige muitos esforços e apresenta uma série de dificuldades. A produção familiar é a principal atividade econômica de diversas regiões brasileiras e precisa ser fortalecida, pois o potencial dos agricultores familiares na geração de empregos e renda é muito importante. Em levantamentos realizados com agricultores de base familiar observa-se um alto índice de participação destes no cultivo de frutas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, e a fruticultura está presente em todos os estados brasileiros, participando diretamente na economia do país. Neste contexto, é importante salientar o manejo dos pomares para o controle das plantas espontâneas, que pode influenciar diretamente no potencial produtivo. Dentre os principais métodos para controle destas plantas, no sentido de manter as ruas, entre fileiras e os espaços entre plantas livres, estão o manejo mecânico, o químico e o biológico. Atualmente o manejo químico é o mais difundido e utilizado, porém, considerando os aspectos econômicos, de utilização e impactos ambientais, o manejo mecânico, desde que otimizado em sua utilização, torna-se o mais adequado. O presente trabalho apresentou como propósito desenvolver um equipamento para o controle mecânico de plantas espontâneas no sentido de auxiliar e incrementar tecnologicamente as propriedades rurais, principalmente as familiares, no controle eficaz das plantas espontâneas entre fileiras e entre plantas em pomares, contribuindo para o aumento da eficiência de trabalho e eliminação da utilização de produtos químicos na manutenção e limpeza das ruas, entre as linhas e sob a copa de árvores frutíferas. Os resultados obtidos demonstram que foi possível desenvolver um equipamento mecanizado de baixo custo para manejo e controle de plantas espontâneas e limpeza das ruas entre as linhas e sob as copas de árvores frutíferas.

Palavras-Chave: Manejo. Agricultura Familiar. Produtividade. Fruticultura.

Abstract

FERNANDES, Fábio. **Development of a Brushcutter for Mechanical Cleaning under the Orchards Cup**. Advisor: Antônio Lilles Tavares Machado. 2020. 200 f. Thesis (PhD in Agronomy) – Graduate Program in Family Farming Production Systems, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

The growth of agricultural production is a goal that requires many efforts and presents a series of difficulties. Family production is the main economic activity in several Brazilian regions and needs to be strengthened, as the potential of family farmers in generating jobs and income is especially important. In surveys carried out with family-based farmers, a high rate of participation in fruit cultivation is observed. Brazil is the third largest fruit producer in the world, and fruit production is present in all Brazilian states, participating directly in the country's economy. In this context, it is important to highlight the management of orchards for the control of spontaneous plants, which can directly influence the productive potential. Among the main methods for controlling these plants, in order to keep the streets, between rows and spaces between free plants, are mechanical, chemical and biological management. Currently, chemical management is the most widespread and used, however, considering the economic aspects, usage and environmental impacts, the mechanical management, as long as it is optimized in its use, becomes the most appropriate. The purpose of this work was to develop equipment for the mechanical control of spontaneous plants in order to assist and technologically increase rural properties, especially family ones, in the effective control of spontaneous plants between rows and between plants in orchards, contributing to the increase of work efficiency and elimination of the use of chemicals in the maintenance and cleaning of streets, between the lines and under the crown of fruit trees. The results obtained demonstrate that it was possible to develop low cost mechanized equipment for the management and control of spontaneous plants and cleaning the streets between the rows and under the tops of fruit trees.

Keywords: Management. Family Farming. Productivity. Fruit Culture.

Lista de Figuras

Figura 1	Distribuição regional do PIB dos produtos da lavoura do segmento familiar	23
Figura 2	Desenho esquemático da roçadora patenteada em 1911	31
Figura 3	Desenho esquemático da roçadora em perspectiva isométrica	31
Figura 4	Desenho esquemático da roçadora rotativa nas vistas superior e lateral	32
Figura 5	Desenho esquemático da disposição introduzida em roçadora conjugada	33
Figura 6	Desenho da disposição introduzida em roçadora conjugada	33
Figura 7	Desenho da roçadora com braços articuláveis automaticamente	34
Figura 8	Desenho esquemático da roçadora dupla ecológica	34
Figura 9	Desenho esquemático da roçadora rotativa	35
Figura 10	Desenho da roçadora dupla reversível em perspectiva isométrica e vista frontal	35
Figura 11	Desenho esquemático da roçadora para pomares cítricos e semelhantes	36
Figura 12	Roçadora de arrasto modelo RCA ² E 3400	37
Figura 13	Roçadora para pomares modelo DL-150	37
Figura 14	Roçadora <i>Green System</i> TM Série RG	38
Figura 15	Roçadora modelo DR <i>3-Point Hitch Trimmer/Mower</i>	39
Figura 16	Roçadora dupla direta especial modelo RDD-E	40
Figura 17	Roçadora central e lateral modelo RPCO 3000	40
Figura 18	Roçadora frontal modelo Frontkop 115II EX	41
Figura 19	Kit Intermitente Hidráulico da roçadora Frontkop 115II EX	41
Figura 20	Roçadora Frontkop 115II EX em posição de transporte	42
Figura 21	Roçadora modelo Perfect com um disco móvel	43
Figura 22	Roçadora modelo Perfect com dois discos móveis	43
Figura 23	Disco móvel para roçadoras	44

Figura 24	Roçadora Handy 200-250	44
Figura 25	Modelo do processo de projeto proposto	46
Figura 26	Fase do projeto informacional	47
Figura 27	Fase do projeto conceitual	49
Figura 28	Fase do projeto preliminar	50
Figura 29	Fase do projeto detalhado	51
Figura 30	Fluxograma sequencial das fases do projeto informacional	55
Figura 31	Fluxograma sequencial das fases do projeto conceitual	57
Figura 32	Fluxograma sequencial das fases do projeto preliminar	59
Figura 33	Localização da área dos testes de campo	60
Figura 34	Distância entre plantas	63
Figura 35	Distância entre linhas do plantio	64
Figura 36	Perímetro do caule	64
Figura 37	Diagrama de Mudge	67
Figura 38	Matriz da qualidade (QFD), relacionando os requisitos dos clientes e os requisitos de projeto	70
Figura 39	Estrutura funcional global	71
Figura 40	Concepção da roçadora para realizar limpeza entre plantas com um sistema de corte	73
Figura 41	Concepção da roçadora para realizar limpeza entre plantas com dois sistemas de corte	74
Figura 42	Concepção da roçadora para realizar limpeza entre plantas	74
Figura 43	Concepção da roçadora para realizar limpeza entre linhas	75
Figura 44	Concepção da roçadora articulada para realizar limpeza entre plantas	75
Figura 45	Concepção da roçadora articulada para realizar limpeza entre linhas	75
Figura 46	Concepção da roçadora configurada para realizar limpeza entre plantas	75
Figura 47	Concepção da roçadora configurada para realizar limpeza das entre linhas	77
Figura 48	Conjunto simulando a limpeza entre plantas	78
Figura 49	Conjunto simulando a limpeza das entre linhas	78

Figura 50	Tela do <i>Software Solidwork</i> em modelagem do conjunto trator e roçadeira	79
Figura 51	Fluxograma das terminologias dos SSCs	80
Figura 52	Montagem do sistema de chassi	81
Figura 53	Estrutura e componentes do protótipo	81
Figura 54	Montagem do protótipo	82
Figura 55	Verificação do alinhamento do sistema de transmissão	82
Figura 56	Montagem e alinhamento dos componentes de transmissão	83
Figura 57	Pintura dos itens manufaturados	83
Figura 58	Protótipo montado	84
Figura 59	Conjunto trator/roçadora	85
Figura 60	Pomar de laranjas após a primeira da passada da roçadora	86
Figura 61	Pomar de laranjas, antes de passar a roçadora (lado direito) e após a passada da roçadora (lado esquerdo)	86
Figura 62	Pomar de laranjas após as duas passadas da roçadora	87
Figura 63	Pomar de figueiras antes da passada da roçadora	87
Figura 64	Pomar de figueiras durante a primeira passada da roçadora	88
Figura 65	Pomar de figueiras durante a segunda passada da roçadora	88
Figura 66	Pomar de figueiras após as duas passadas da roçadora	89
Figura 67	Pomar de bergamotas antes da passada da roçadora	89
Figura 68	Pomar de bergamotas durante a primeira passada da roçadora	90
Figura 69	Pomar de bergamotas após as duas passadas da roçadora	90
Figura 70	Detalhe do trabalho da roçadora em terreno inclinado	91

Lista de Quadros

Quadro 1	Necessidades dos clientes para o produto	65
Quadro 2	Resultado do diagrama de Mudge	68
Quadro 3	Definição dos requisitos do projeto	69
Quadro 4	Lista do grau de importância dos requisitos do Projeto	70
Quadro 5	Matriz morfológica com os princípios de solução	72

Lista de Abreviaturas e Siglas

CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
EMATER/RS	Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPO	European Patent Office
FPO	Free Patents Online
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
kg	Quilograma
kW	Quilowatt
m	Metros
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
NIMEq	Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
QFD	Quality Function Deployment
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
TDP	Tomada de potência
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
USPTO	United States Patent and Trademark Office

Sumário

1 Introdução	15
2 Objetivo geral	17
2.1 Objetivos específicos	17
3 Revisão de literatura	18
3.1 Agricultura e Desenvolvimento Econômico	18
3.2 Agricultura familiar e a diversificação nas pequenas propriedades	19
3.3 Fruticultura	22
3.4 Manejo dos pomares para o controle das plantas espontâneas	24
3.4.1 Manejo mecânico para limpeza das ruas e entre plantas de pomares	26
3.4.2 Manejo químico para limpeza das ruas e entre plantas para pomares	28
3.4.3 Manejo biológico para limpeza das ruas e entre plantas para pomares	29
3.5 Roçadoras mecânicas	30
3.6 Metodologia de Projeto	45
3.7 Comentários finais do capítulo	60
4 Material e Métodos	53
4.1 Projeto Informacional	53
4.1.2 Projeto Conceitual	56
4.1.3 Projeto Preliminar	58
4.2 Testes de campo	60
4.3 Comentários finais do capítulo	60
5 Resultados e Discussões	63
5.1 Pesquisa de informações sobre o tema do projeto	63
5.2 Identificação das necessidades dos clientes	64
5.3 Estabelecimento dos requisitos dos clientes	65
5.4 Estabelecimento dos requisitos do projeto	68

6 Projeto Conceitual	71
6.1 Estrutura funcional	71
6.1.1 Princípios de solução	72
6.1.2 Descrição das seleções das concepções.....	73
6.1.3 Apresentação da concepção selecionada	76
6.2 Projeto Preliminar	78
6.2.1 Descrição do processo de fabricação.....	78
6.2.2 Fase de detalhamento do produto.....	79
6.2.3 Fabricação e aquisição dos conjuntos mecânicos	80
7 Testes de campo	85
8 Conclusões	92
9 Recomendações para trabalhos futuros	93
Referências	94
Apêndices	101

1 Introdução

O Brasil caracteriza-se por ser um país com grande número de pequenas e médias propriedades rurais, notadamente caracterizadas como de produção agrícola familiar. Apesar de ocupar apenas um quarto da área, a agricultura familiar responde por 38% do valor da produção (R\$ 54,4 bilhões) desse total.

O crescimento da produção agrícola é um objetivo que exige muitos esforços e apresenta uma série de dificuldades, pois depende basicamente da maior utilização dos fatores tradicionais de produção (terra, trabalho e capital), que é de fundamental importância para o aumento da produtividade de cada um deles. O aumento da produtividade dos fatores terra e mão-de-obra é extremamente dependente de uma série de condições que, por sua vez, se vinculam a ações integradas com a utilização de tecnologias, o que exige, todavia, certo grau de investimento financeiro.

A demanda por máquinas e equipamentos agrícolas vem crescendo em todo o tipo e tamanho de propriedade rural, sejam elas grandes ou pequenas, para pecuária ou grãos, oleáceas e outras. Isso ocorre devido à diversidade de regiões e climas que o país apresenta.

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, e as condições favoráveis à fruticultura ocorrem de forma a permitir uma atividade diversificada em todo o território nacional. No Rio Grande do Sul, a fruticultura tem expressão econômica em todas as regiões, com um alto índice de participação da agricultura familiar.

Para obtenção de adequado rendimento nos pomares se faz necessário o controle das plantas espontâneas, também denominadas de plantas indicadoras, plantas daninhas ou mato, que crescem onde não são desejadas e competem com as plantas cultivadas por água, luz e nutrientes. O controle destas plantas consiste em suprimir o seu crescimento e/ou reduzir seu número até níveis aceitáveis para convivência, sem que causem prejuízos para a cultura.

Dentre os principais métodos de controle de plantas espontâneas sem pomares, e para manter livres os espaços das ruas, entre fileiras, e entre plantas,

pode-se considerar os seguintes manejos: mecânico, que envolve a capina manual, tração animal ou mecânica; químico, com uso de herbicidas, método que, embora seja o mais utilizado, exige conhecimento e cuidado na aplicação; e biológico, com a utilização de organismos vivos para reduzir a capacidade competitiva de uma ou mais espécies de plantas espontâneas, alternativa mais difícil de utilizar e controlar.

Tendo em vista as opções anteriormente citadas, e considerando as atuais exigências de mercado, que fundamentam-se cada vez mais na segurança alimentar dos produtos agrícolas que são comercializados, e que, além da qualidade externa dos produtos, inclui a análise de resíduos de agrotóxicos e estudos sobre impacto ambiental da atividade, este trabalho se justifica no sentido de adotar um método de controle que possibilite a adequação da produção e preservação do meio ambiente, sem a utilização de produtos químicos, de fácil acesso e utilização por parte dos agricultores.

Desta forma, buscou-se desenvolver um equipamento, dentro do método de manejo mecânico de controle de plantas espontâneas, no sentido de incrementar tecnologicamente as propriedades rurais, principalmente os familiares, sem que haja a necessidade de elevado aporte de investimentos, contribuindo para o aumento da eficiência de trabalho e eliminação da utilização de produtos químicos para a manutenção e limpeza das ruas, entre as linhas e sob a copa de árvores frutíferas.

2 Objetivo geral

Desenvolver projeto e construção de um equipamento mecanizado de baixo custo para manejo e controle de plantas espontâneas, com a limpeza entre as linhas e sob as copas de árvores frutíferas.

2.1 Objetivos específicos

1. Identificar as necessidades dos agricultores familiares, com relação à limpeza dos pomares;
2. Conceber um equipamento que utilize método mecânico para manejo e controle de plantas espontâneas dos pomares;
3. Construir um protótipo do equipamento;
4. Realizar ensaios de campo para validar os mecanismos, verificando-se sua eficiência no desempenho da função.

3 Revisão de literatura

3.1 Agricultura e Desenvolvimento Econômico

A agricultura passou a existir a partir do momento em que o homem deixou de ser nômade, fixou-se em um único local e começou a cultivar seu próprio alimento. De acordo com o conceito histórico e atual, pode ser definida como uma atividade produtiva essencial, tanto para o sustento humano ou animal, quanto no aspecto de desenvolvimento econômico.

De acordo com Roncon (2011), a agricultura brasileira conta com diferentes fatores, fazendo com que ela apresente grande importância na economia. Destacando-se com relação a oferta de emprego, participação no PIB (Produto Interno Bruto), favorecimento positivo na balança comercial e na contribuição para o crescimento e desenvolvimento econômico do País, Pinho e Vasconcellos (2004) relatam que o setor agrícola é de fundamental importância nos primeiros estágios do processo de desenvolvimento, visto ser essencial para a nação a elevação da taxa de produção. Conforme esses mesmos autores, à medida em que o processo de desenvolvimento se desenrola, ocorre um substancial aumento da taxa de crescimento na demanda por alimentos, bem como modificações nos padrões de consumo da população, o que obriga a melhoria qualitativa das condições alimentares.

O crescimento da produção agrícola é um objetivo que exige muitos esforços e apresenta uma série de dificuldades, pois depende basicamente da maior utilização dos fatores tradicionais de produção (terra, trabalho e capital), que é de fundamental importância para o aumento da produtividade de cada um deles. Para Pinho e Vasconcellos (2004), “em uma agricultura tradicional, o aumento da produção agrícola é essencialmente decorrente da maior utilização dos fatores básicos”.

O aumento da produtividade dos fatores terra e mão-de-obra, vem a ser extremamente dependente de uma série de condições que, por sua vez, se vinculam a ações integradas com a utilização de maiores tecnologias, o que exige, todavia,

uma série de investimentos, que demanda de uma disponibilidade adequada de capital.

3.2 Agricultura familiar e a diversificação nas pequenas propriedades

O Brasil caracteriza-se por ser um país com grande número de pequenas e médias propriedades, notadamente caracterizadas como de produção agrícola familiar. As propriedades agrícolas de base familiar são responsáveis por grande parte da produção de arroz, tabaco, mandioca, feijão, suínos, leite, bovinos, milho, soja, café, aves e ovos. Conforme o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2017 (Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA), ainda que ocupe apenas 23% (80,89 milhões de hectares) da área agrícola brasileira, a agricultura familiar gera um montante de R\$ 107 bilhões, isto é, reproduz 23% de toda a produção agropecuária brasileira. Neste contexto, a Região Sul do Brasil concentra 849.997 estabelecimentos de Agricultura Familiar, dos quais 378.546 no Rio Grande do Sul.

Apesar de ocupar apenas um quarto da área, a agricultura familiar responde por 38% do valor da produção (R\$ 54,4 bilhões) desse total, e nos últimos anos vem apresentando bom resultado, sobretudo pela produção de alimentos destinados ao mercado interno. A atividade ocupa 75% da população economicamente ativa do setor agrícola, e é responsável por 80% dos alimentos consumidos no mercado interno. Dos 80,25 milhões de hectares da agricultura familiar, 22% são destinados a lavouras. Ainda assim, a agricultura familiar é bastante representativa no que se refere à cesta básica do brasileiro, pois é responsável por 34% do arroz e 21% do trigo, produzidos no país (IBGE, 2017).

A agricultura familiar cada vez mais se destaca como um dos setores da economia que mais cresce na produção de alimentos, geração de riquezas e distribuição de renda mais equitativa, constituindo a base para um desenvolvimento rural sustentável (REICHERT *et al.*, 2010). De acordo com Siedenberg e Silva (2004), a agricultura familiar apresenta-se progressivamente como um elemento essencial do desenvolvimento, tanto no plano político-social quanto no econômico-institucional. Conforme Veiga apud Marc ([s.d.], p. 54) “quanto mais dinâmica e numerosa a agricultura familiar, melhores as condições à diversificação da economia

rural e multiplicação das oportunidades de empreendimentos econômicos associados ou não com a atividade agrícola”.

Em 1996, a implantação de uma política federal específica deu à agricultura familiar brasileira grande reconhecimento e fomento, através do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF (BRASIL, 1996). O PRONAF é um programa do Governo Federal criado para apoiar o desenvolvimento rural sustentável, e tem como objetivo garantir a segurança alimentar, fortalecendo a agricultura familiar por meio de financiamentos a agricultores, as suas associações e cooperativas.

A Lei Federal 11.326/2006 (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2006) descreve e define como agricultor familiar, “quem pratica as atividades ou empreendimentos no meio rural, na área de até quatro módulos fiscais, aproveitando-se predominantemente da mão de obra da própria família em suas atividades”. Para Abramovay (1992), o modelo familiar de agricultura é baseado na pequena propriedade, utilizando a mão de obra da própria família, destinada ao próprio consumo e voltado para o abastecimento dos mercados locais. De acordo com Hecht (2000), a agricultura familiar caracteriza uma forma de organização da produção em que os critérios utilizados para orientar as decisões relativas à exploração não são vistos unicamente pelo ângulo da produção/rentabilidade econômica, mas considera também as necessidades objetivas da família. Siedenberg e Silva (2004) consideram que “o surgimento gradativo das pequenas propriedades rurais ocorreu principalmente pelo parcelamento das áreas entre herdeiros”, impossibilitando a viabilidade econômica desses empreendimentos, considerando a prática de produção de culturas como soja, milho, trigo, que são culturas aconselháveis para grande escala e exigem maiores áreas para a sua viabilização. Neste contexto, a diversificação de atividades na agricultura familiar pode ser uma estratégia de viabilizar as unidades produtivas.

Para uma pequena propriedade rural ser adequada, ela deve ter suas atividades diversificadas, bem desenvolvidas e adaptadas às necessidades do mercado consumidor, pois não adianta ter um excelente produto se não houver compradores (SOUZA CRUZ, 2005).

Dessa forma, cabe ao agricultor a tarefa de analisar a particularidade da sua disponibilidade de mão de obra, dos recursos naturais e dos recursos financeiros para investir. De outro lado, deve avaliar o mercado, a assistência técnica, a disponibilidade de tecnologias e de financiamento. Conforme Siedenberg e Silva

(2004), as estratégias de diversificação estão relacionadas diretamente à quantidade de mão de obra disponível nas propriedades, à estrutura dinâmica familiar, ao empreendedorismo dos agricultores e à existência de mercado consumidor. Outro fato importante considerado por esses autores é que a diversificação das atividades entre os agricultores familiares proporciona a dinamização da economia dessas propriedades rurais, aumentando o nível de satisfação de viver ou trabalhar no campo, fato esse constatado principalmente entre as novas gerações.

Portanto, a busca de sistemas agrícolas autossuficientes e diversificados tem sido uma constante preocupação de pesquisadores, visto que há uma cultura impregnada nos sistemas agrícolas que limita os agricultores a mudar seu pensamento, e ver que já não é adequada para pequenas propriedades a insistência em manter culturas de grande escala, como soja, milho e trigo. Segundo Bicca (1992), existem setores que pontificam que a pequena propriedade rural não é economicamente viável, em face da escala capitalista no setor agrícola, entretanto há uma solução realística para quem optar por diversificar a propriedade.

Os conceitos básicos dos sistemas agrícolas autossustentados, com baixo uso de insumos externos, diversificados e eficazes, devem estar sintetizados em sistemas alternativos práticos, ajustados às necessidades específicas das comunidades agrícolas, nas distintas regiões agroecológicas do mundo (ALTIERI, 2002).

Uma estratégia para alcançar uma produção agrícola sustentável terá que fazer mais do que simplesmente modificar as técnicas tradicionais, deve ser o produto de novas abordagens que integrem o manejo com os recursos regionais e opere na estrutura e nas condições ambientais socioeconômicas existentes. Contribuindo, desta forma, para o desenvolvimento rural e para a igualdade social.

As pequenas propriedades, as quais compõem-se basicamente de unidades familiares de produção são, frequentemente, estigmatizadas por sua produtividade supostamente baixa. Segundo a FAO, a pequena propriedade familiar é mais produtiva que a agricultura intensiva de larga escala. Esta conclusão surpreendente é fundamental e está em oposição aos pressupostos das políticas agrícolas atuais (SHIVA, 2003).

Quem tem uma pequena parcela de terra geralmente não consegue obter grandes lucros com atividades agrícolas tradicionais. Criar uma alternativa que possa mudar essa realidade exige, inicialmente, uma conscientização da importância da diversificação de culturas, e a decisão de adotar uma nova opção de produção agrícola tende a mudar essas perspectivas e percepções. Para Tinoco (2008), quanto maior a diversificação dos sistemas, menores os riscos a que os produtores se expõem.

3.3 Fruticultura

Grande parte da economia brasileira é baseada na atividade agrícola, e a fruticultura ocupa uma área em torno de 2,03 milhões de hectares, correspondendo a 2,6% da área total ocupada pela agricultura brasileira. A atividade envolve mais de cinco milhões de pessoas que trabalham de forma direta e indireta no setor, o equivalente a 27% do total da mão de obra agrícola do País (TREICHEL *et al.*, 2016). As frutas que mais contribuem no volume total da produção brasileira são a laranja, banana, abacaxi, melancia e mamão, que, juntas, somam aproximadamente 30 milhões de toneladas (FACHINELLO *et al.*, 2011).

A fruticultura é um dos segmentos com grande potencial de exportação, e tem se destacado nos últimos anos, seja na produção *in natura* ou na industrialização. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, atrás da China e da Índia, com uma produção anual de 44 milhões de toneladas e com um calendário de safra ao longo do ano todo, mas a exportação é de menos de 2,5% da produção, o que demonstra o forte consumo interno (NOVACKI, 2017).

As condições favoráveis à fruticultura no Brasil, clima, solo e disponibilidade de área, ocorrem de forma a permitir uma atividade diversificada em todo o território nacional, tanto as fruteiras tropicais e subtropicais quanto aquelas de clima temperado (PASSOS; CUNHA, 1992). As mudanças observadas nos hábitos e nas preferências alimentares dos consumidores, o aumento da idade média da população e a busca por uma melhor qualidade de vida são fatores que reforçam a tendência de valorização dos benefícios proporcionados pelas frutas (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF), em 2005 a fruticultura nacional movimentou US\$5,8 milhões somente com produtos frescos, e US\$12,2 bilhões quando se consideram todos os derivados das frutas. De acordo com dados de 2005 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a fruticultura brasileira representa algo em torno de 11,5% do Produto Interno Bruto (PIB) agrícola e 0,625% do nacional. O setor de fruticultura está entre os principais geradores de

renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional, o que possibilita dinamizar economias locais estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

A Associação Brasileira de Fruticultura (2018) considerou os dados do ano, informados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e só fornecidos pelos associados, somadas 22 espécies de frutas, resultaram em 38,8 milhões de toneladas em 2016. A figura 1 ilustra os levantamentos realizados com agricultores de base familiar e análise do PIB nacional de diversas regiões do país, no qual observou-se o alto índice de participação da agricultura familiar como atividade principal no cultivo de frutas.

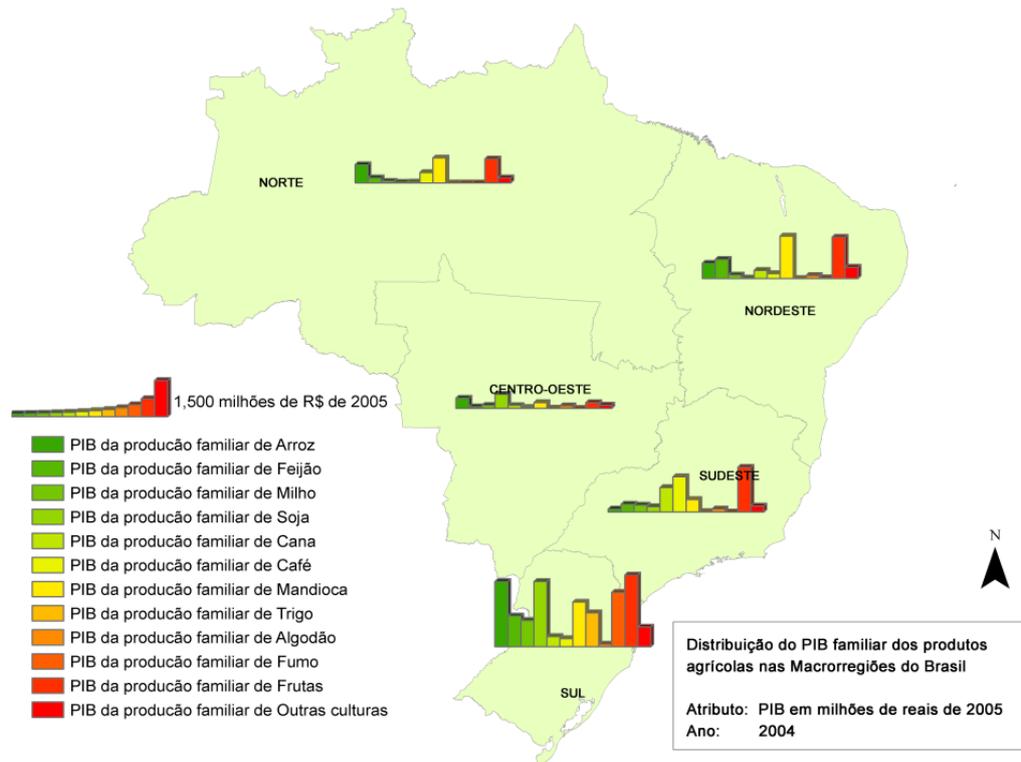


Figura 1 - Distribuição regional do PIB dos produtos da lavoura do segmento familiar.
Fonte: MDA, 2016.

Segundo dados da EMATER/RS - Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (2017), no Rio Grande do Sul a fruticultura tem expressão econômica em todas as regiões. O estado é o maior produtor nacional de uva, pêssigo, figo, pera, nectarina, kiwi, amora, mirtilo e azeitonas. Tem expressiva participação no mercado de ameixa, maçã, morango, caqui, citros para mesa, banana e abacaxi. A produção gaúcha diferencia-se pela

qualidade e pela possibilidade de produção em épocas de entressafra, o que permite a obtenção de bons preços e viabiliza o comércio, para o consumo de mesa, em todo o Brasil.

O Rio Grande do Sul possui excelentes condições de clima e solos, e o cultivo de plantas frutíferas apresenta características peculiares, como alto retorno econômico por hectare e ocupação intensiva de mão de obra qualificada, o que já ocorre em muitas propriedades, especialmente na agricultura familiar. A fruticultura no estado é a base de muitas agroindústrias, como no setor conserveiro da Zona Sul e no vitivinícola da Serra. A cultura do pêssego atinge cerca de 57% de toda a produção nacional, e ocupa a terceira posição em área cultivada, com 13.851ha. A maior área concentrada de plantação da fruta está em Pelotas, com expressivos 8.145ha, o que representa cerca de 95% do pêssego cultivado no estado, e torna a região o maior polo de produção destinado ao processamento (JOÃO *et al.*, 2002).

3.4 Manejo dos pomares para o controle das plantas espontâneas

Conforme Carvalho (2018), tem-se procurado alternativas para o manejo de plantas infestantes na fruticultura, que tenham baixo impacto ambiental, tais como o uso de adubos verdes ou o manejo mecânico a vegetações com roçadoras. Independentemente da cobertura vegetal, quer seja gramínea, leguminosa, a mistura delas ou mesmo a vegetação espontânea nativa, a incorporação dessa tecnologia ao sistema produtivo contribuirá para o controle de plantas infestantes, reduzindo o uso de herbicidas; redução e substituição ao uso de fertilizantes químicos, por meio da melhoria da eficiência da ciclagem de nutrientes; e proteção do solo contra agentes erosivos, impedindo sua degradação.

O incremento das atividades agrícolas proporcionou o aumento de pressão pela utilização do solo, e o seu uso inadequado tem gerado o que se pode chamar de erosão agrícola, com a desagregação e arrastamento das partículas de solo, pela ação da água das chuvas ou do vento. A erosão dos solos é um processo geológico, porém o seu agravamento em solos agrícolas se deve à quebra do equilíbrio natural entre o solo e o ambiente, geralmente promovida e acelerada pelo homem (MACEDO; CAPECHE; MELO, 2009). Com a erosão, além do empobrecimento pela

perda de nutrientes, matéria orgânica e do próprio solo, ocorre também a contaminação dos recursos hídricos (EMBRAPA, 1980).

O cultivo de plantas depende de diversos fatores ambientais para se desenvolver e completar seu ciclo, que influenciam diretamente no potencial produtivo. Coelho e Cintra (1985) consideram que para alcançar a produtividade adequada é fundamental a adoção de práticas culturais que permitam aumentar os teores de matéria orgânica e a capacidade de retenção de água dos solos, e a variação nas técnicas aplicadas estão diretamente ligadas aos avanços científicos, às condições culturais, socioeconômicas, e de estrutura fundiária.

As plantas silvestres que importunam áreas agrícolas, pecuárias e de outros setores do interesse humano, conceituadas como daninhas (espontâneas), são plantas com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais onde, por qualquer motivo, a cobertura natural foi extinta e o solo tornou-se total ou parcialmente exposto, e interferem negativamente sobre as plantas cultivadas, afetando a produtividade e a operacionalização dos sistemas empregados para o cultivo (PITELLI, 1987).

O controle das plantas daninhas (espontâneas), ou plantas invasoras, definidas como todas as plantas que crescem em local indesejado e com grande capacidade de se desenvolverem em condições desfavoráveis, é um desafio para implantação de qualquer cultura, pois causam vários problemas como competição por espaço e nutrientes, e servem como hospedeiras para patógenos (ASHTON; MÔNACO, 1991). Esse controle inclui todas aquelas práticas agrícolas que, manejadas eficientemente, asseguram o desenvolvimento vigoroso da cultura, possibilitando-a competir com vantagens sobre as demais (CERQUEIRA GOMES; LEAL, 2003).

Para Durigan e Timossi (2002), o manejo adequado das plantas espontâneas é de fundamental importância para minimizar os custos e maximizar os lucros, preservando o meio ambiente. Principalmente quando se trata de uma cultura perene, que exige alto investimento e, conseqüentemente, altas produtividades, de forma que isso venha a proporcionar retornos financeiros compensatórios. Nestes cultivos, quando o controle das plantas espontâneas é realizado nas linhas de plantio, normalmente tem-se o objetivo de minimizar a interferência com a cultura principal e evitar o crescimento das plantas de grande porte ou trepadeiras, que

podem afetar operações de controle de pragas e colheita, e interferir diretamente no crescimento e na produção da cultura principal, por competirem por luz, umidade e nutrientes (SAN MARTIN MATHEIS, 2004).

Até a década de 1990, o manejo empregado não considerava a proteção do solo e os tratos culturais dos pomares, sendo realizados com grades e herbicidas pré-emergentes na entrelinha, gerando enormes perdas de solo devido à exposição às gotas de chuva, ocasionando a desagregação das partículas de solo, facilitando sua erosão e compactação. No entanto, o correto manejo químico e físico do solo é um fator condicionante para a obtenção da maior produtividade das plantas, considerando que o uso impróprio desse pode resultar na diminuição de sua capacidade produtiva (CARVALHO *et al.*, 2005).

A produtividade agrícola está ligada diretamente à produção vegetal como um todo e à cobertura do solo, que por sua vez afeta diretamente o processo erosivo. Para proteger o solo devidamente, torna-se vital ter em mente os princípios básicos da conservação do solo, procurando manter coberto o máximo de tempo possível durante o ciclo das culturas e após a colheita, objetivando minimizar ou impedir o impacto direto das gotas da chuva, que refletem diretamente sobre a desagregação da sua estrutura, reduzindo o selamento superficial e, conseqüentemente, aumentando a infiltração (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994).

As práticas culturais envolvem uma série de operações que, para apresentarem sucesso, dependem do conhecimento da cultura, da época de execução, do uso correto dos equipamentos e da capacidade da equipe executora. Nos pomares, dentre as práticas culturais, o manejo das plantas daninhas é importante, e pode interferir direta ou indiretamente tanto na formação quanto na produção dos pomares adultos (DURIGAN; TIMOSSI, 2002). Os principais métodos considerados para o controle de plantas espontâneas para manter as ruas, entre fileiras, e os espaços entre plantas dos pomares livres podem ser: mecânico, químico ou biológico.

3.4.1 Manejo mecânico para limpeza das ruas e entre plantas de pomares

A mecanização deve ser introduzida visando a diminuição do custo de produção, realizando um serviço econômico e com pouco ou nenhum dano à planta (SILVEIRA, 1991). O manejo mecânico trata-se de um meio barato para o controle

de plantas espontâneas, e requer um conhecimento menor do que o químico, na condução de pomares, baseando-se principalmente na capina manual e capina mecânica. A capina manual, por meio da enxada, é altamente eficaz no controle de plantas daninhas, mas devido ao alto custo da mão de obra braçal e tempo para sua execução, deixou de ser a prática de controle mais econômica, apesar disso, ainda é um método utilizado e de grande importância em várias regiões do Brasil (CERQUEIRA GOMES; LEAL, 2003). Esse tipo de controle das plantas espontâneas pode ser realizado ao redor das plantas, ou lateralmente, formando uma faixa capinada ao longo da linha de plantio, porém, apresenta-se onerosa e com pouco rendimento operacional (DURIGAN; TIMOSSI, 2002). Segundo o Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL (MEDINA *et al.*, 1990), a grande desvantagem da capina manual está no seu baixo rendimento operacional, já que são necessários de 15 a 20 homens/dia para capinar um hectare de cultivo com densidade de 1.300 touceiras de plantas espontâneas.

Para Petto Neto (1991), o método de controle de plantas espontâneas por meio de capina manual se justifica apenas em situações específicas, como áreas declivosas e quando se tem mão de obra suficiente. O principal cuidado que se deve ter na adoção deste manejo é o de não ferir o tronco ou as raízes superficiais, pois estes locais podem se tornar porta de entrada para fungos patogênicos (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

Dentre os equipamentos da modalidade de capina mecânica, mecanizada para o controle de plantas espontâneas em pomares, pode-se destacar a grade de discos, a enxada rotativa, o cultivador de enxadinhas e as roçadoras. Equipamentos como as grades de discos podem ser utilizados, porém o seu uso em pomares é polêmico, uma vez que revolve o solo, produz poeira, corta raízes e, dependendo do local, causa a erosão. O corte das raízes ocasiona dispêndio de energia para a sua recomposição, desvio das funções reprodutivas da planta, além da exposição aos fungos presentes no solo (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

A enxada rotativa, que funciona como uma enxada manual de ação contínua, permite o cultivo superficial com menor corte das raízes, se comparada às grades de disco, porém, seu uso inadequado nos pomares leva danos ao sistema radicular e prejuízos para a sustentabilidade das plantas (DURIGAN; TIMOSSI,

2002), além de provocar um elevado revolvimento do solo possibilitando a ocorrência de erosão deste (SAN MARTIN MATHEIS, 2004).

O cultivador de enxadinhas consiste em uma barra porta ferramentas acoplada no sistema de engate de três pontos do trator, no qual são presos braços com enxadinhas fixadas em suas extremidades, de acordo com a largura de trabalho pretendida. O seu uso em pomares apresenta as mesmas desvantagens da grade de disco e enxada rotativa, com o revolvimento e degradação do solo e corte das raízes da cultura principal (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

Já as roçadoras, que são equipamentos acionados pela tomada de potência dos tratores, providos de facas que roçam as plantas espontâneas nos mais diferentes estágios de desenvolvimento, ganham importância no cenário agrícola atual por se apresentarem como forma de manejo mecânico que causa menores impactos ambientais, complementando os mais diversos sistemas adotados para a condução de pomares. As principais vantagens deste método de manejo mecânico são o não revolvimento do solo, o controle da erosão, as melhorias na infiltração de água no solo, e o controle de plantas daninhas independentemente de sua altura (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

3.4.2 Manejo químico para limpeza das ruas e entre plantas para pomares

O manejo químico para o controle de plantas espontâneas é realizado com grande rendimento operacional, por meio de máquinas apropriadas, e nos pomares possibilita controlar as plantas espontâneas sem causar danos às raízes da cultura e sem revolver o solo. A aplicação e o custo do controle químico por planta é bem menor que o da capina manual e bastante competitivo com os métodos mecânicos (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

Os agrotóxicos se constituíram em uma tecnologia altamente difundida para o manejo e o controle das principais pragas, possibilitando o aumento da produtividade agrícola, entretanto, o uso desordenado e excessivo vem provocando diversos impactos sobre o meio ambiente e a saúde do trabalhador rural e do consumidor. O seu uso intensivo tem alto potencial de impacto negativo, pois provoca desequilíbrios biológicos que eliminam os inimigos naturais das pragas e doenças de plantas e animais, favorecendo a reincidência de altas populações das

pragas e patógenos, assim como o aparecimento de novas pragas que estavam sob controle natural (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2003).

A utilização do herbicida como método de controle químico exige um bom conhecimento de seu comportamento no solo e na planta, para que não ocorram interferências maléficas devido ao seu uso contínuo, uma vez que no solo os herbicidas sofrem de forma dinâmica e conjunta à influência de diversos fatores que são responsáveis pela sua eficiência e permanência, tais como a adsorção às partículas do solo, fotodecomposição, lixiviação, volatilidade, decomposição química, decomposição microbiológica e absorção pelas plantas (DURIGAN; TIMOSSI, 2002).

A falta de informações sobre medidas de segurança para a aplicação de pesticidas, bem como seus efeitos sobre o ambiente e a saúde humana predominam no meio rural. O impacto sobre o ambiente resulta na degradação lenta dos recursos naturais, em alguns casos irreversíveis, como a morte de animais silvestres, insetos úteis, peixes, contaminação da água e alimentos, com implicações diretas para a saúde humana (GEBARA, 2002). Atualmente, as pressões econômicas, sociais e ecológicas para limitar o uso dos defensivos químicos nos sistemas de produção estão impulsionando a pesquisa na busca de procedimentos alternativos que promovam um menor impacto ambiental e social.

3.4.3 Manejo biológico para limpeza das ruas e entre plantas para pomares

O controle biológico de plantas espontâneas é realizado por organismos vivos ou por produtos de seu metabolismo, ainda é pouco aplicado, mas com grande interesse de pesquisadores (FONTES *et al.*, 2003). O objetivo do controle biológico não é a erradicação da população de plantas que ocorre em determinada área, mas sim a redução da sua densidade a níveis aceitáveis, utilizando organismos vivos capazes de matar, controlar o crescimento, expansão populacional e/ou reduzir a capacidade competitiva de uma ou mais espécies de plantas espontâneas (TESSMANN, 2011). Os principais estudos têm sido conduzidos com fungos e insetos. Os fungos provocam doenças nas plantas que paralisam seu crescimento e podem acarretar sua morte. Os insetos nas fases jovem ou adulta podem atacar plantas daninhas, provocando seu enfraquecimento ou mesmo a morte (FONTES *et al.*, 2003).

3.5 Roçadoras mecânicas

A primeira roçadora com tração foi construída em 1822 nos Estados Unidos, com o objetivo de armazenar alimentos para os animais nas estações de outono e inverno. No entanto, apenas em 1855 se introduziu definitivamente as roçadoras naquele país (ORTIZ-CAÑAVATE *et al.*, 1984).

O mercado brasileiro dispõe de um grande número de equipamentos destinados ao corte de pastagens e ao controle de plantas espontâneas. As roçadoras acopladas ao engate traseiro de três pontos do trator se destacam nesta função, pela sua grande capacidade operacional, versatilidade e utilização consagrada, além de ser usada na manutenção de parques, estradas e áreas verdes (LINO; PECHE FILHO; STORINO, 1999).

No apêndice A são apresentados registros de várias patentes que foram pesquisadas e estudadas para a elaboração do presente trabalho. São patentes de equipamentos que possuem princípios de solução similares para a função de roçar. Esses registros foram buscados junto aos organismos responsáveis pela regulamentação e documentação de pedidos de patentes, sendo que os órgãos pesquisados foram EPO, FPO, INPI e USPTO, entretanto, somente as mais relevantes para a agricultura familiar encontram-se aqui discutidas de forma individual.

A roçadora patenteada por Robert G. Mitchell em 22 de agosto de 1911 (Figura 2) foi identificada neste estudo como a patente mais antiga de uma roçadora para limpeza de áreas agrícolas, a qual, segundo o inventor, possibilita roçar sem variar a altura de corte, característica não encontrada na maioria dos implementos naquela época. Este equipamento foi desenvolvido com o propósito de roçar, recolher e depositar as plantas em uma linha lateral ao trajeto da roçadora com o auxílio de um elevador, evitando que o material cortado fosse espalhado no campo, o elevador é movido pela roda tracionadora localizada na parte traseira da máquina.

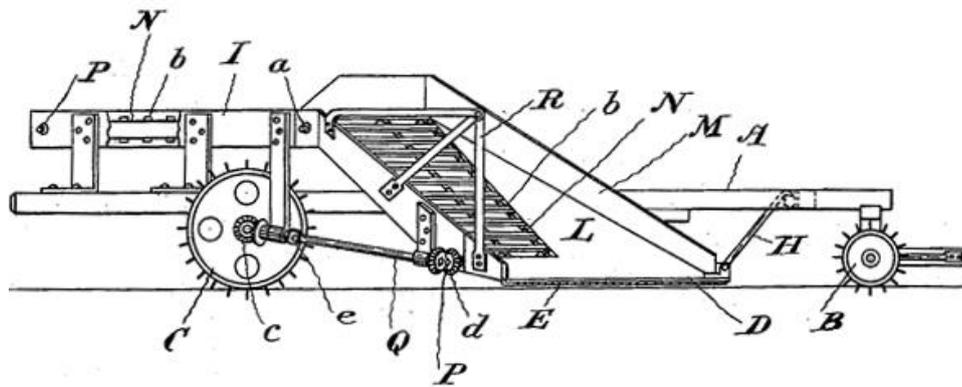


Figura 2 - Desenho esquemático da roçadora patenteada em 1911.
Fonte: MITCHELL, 1911.

Na figura 3 tem-se o desenho esquemático de uma máquina desenvolvida com a finalidade de controlar plantas espontâneas e até mesmo árvores jovens, patenteada em abril de 1929, por John Svendsgaard, com patente registrada na instituição *United States Patent and Trademark Office* (USPTO).

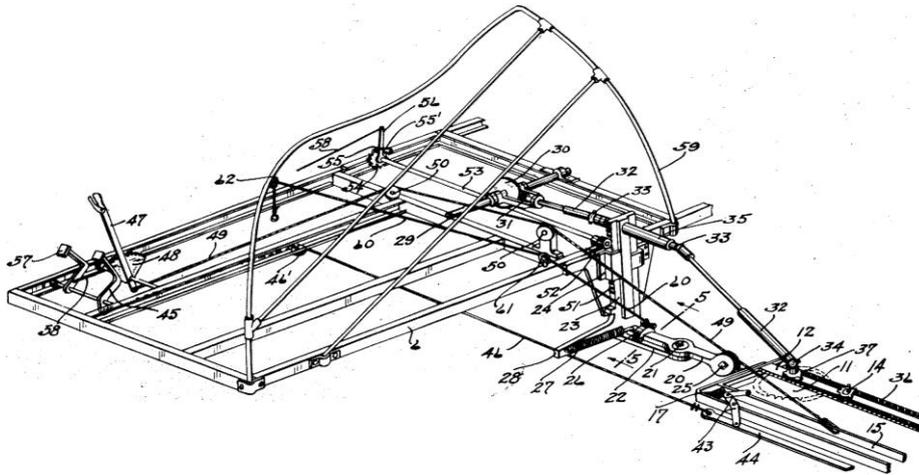


Figura 3 - Desenho esquemático da roçadora em perspectiva isométrica.
Fonte: SVENDSGAARD, 1929.

A fonte de tração pode ser animal, trator ou um motor montado diretamente no implemento. Segundo Svendsgaard (1929), o objetivo do equipamento em ser autopropelido seria a possibilidade de ser usado como carreta, quando a função de roçar não estivesse sendo utilizada, assim permitindo que o equipamento não ficasse ocioso.

A Figura 4 mostra a máquina projetada e patenteada por Thompson (1958), a qual possui um sistema de lâminas rotativas como princípio de solução para o corte

das plantas espontâneas. Outras funções do implemento são o corte de pastagens, a limpeza de áreas e até a manutenção de gramados. O equipamento necessita de um trator como fonte de tração e para o acionamento do sistema de corte, que é realizado através da tomada de potência (TDP), mas é possível a inclusão de um motor para esta função. Segundo Thompson (1958), devido à flexibilidade do engate da roçadora é possível manter a eficiência da operação mesmo em terrenos acidentados.

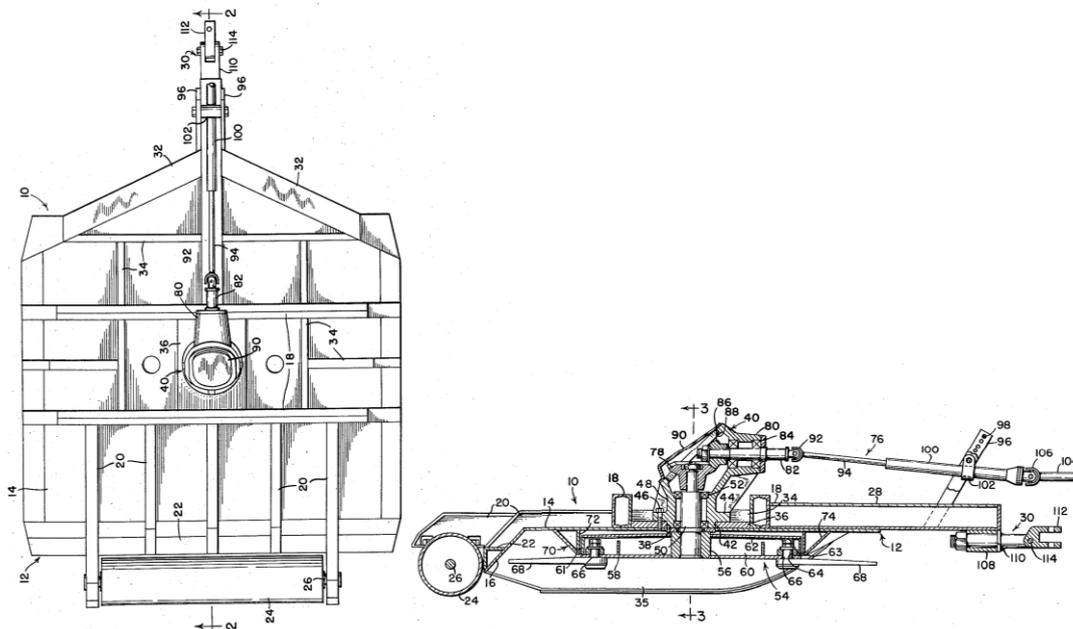


Figura 4 - Desenho esquemático da roçadora rotativa nas vistas superior e lateral.
Fonte: THOMPSON, 1958.

A disposição introduzida em roçadora conjugada e articulada com sistema flutuante pantográfico desenvolvida por Murakami (2002), apresentada no desenho esquemático da figura 5, tem a finalidade de controlar as plantas espontâneas sob as copas das árvores, permitindo cortar entre linhas e entre plantas. Para o seu acionamento é necessário que o trator possua sistema hidráulico de controle remoto.

O equipamento é capaz de acompanhar as irregularidades do terreno devido a um sistema flutuante pantográfico. Outros componentes com grande importância neste maquinário são uma mola compensadora regulável (contrapeso), a qual evita os choques e possíveis danos às culturas de interesse, e um limitador de altura acoplado abaixo do disco de corte, o qual permite uma roçagem homogênea das plantas.

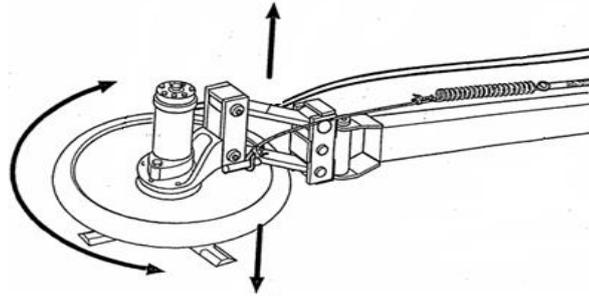


Figura 5 - Desenho esquemático da disposição introduzida em roçadora conjugada.
Fonte: MURAKAMI, 2002.

A máquina patenteada por Costa (2003), apresentada no desenho esquemático da figura 6, trata-se de uma roçadora acoplada em um trator de forma lateral, com movimento oscilante perpendicular à linha de plantio permanente e movimento vertical para acompanhar o desnível do terreno. Devido ao movimento oscilante e a uma capa de proteção das facas de corte, o equipamento pode operar sob as copas das árvores sem danificá-las, com o auxílio de uma mola de alta pressão, o sistema de corte retorna automaticamente à posição inicial após superar o obstáculo imposto pelo caule da árvore.

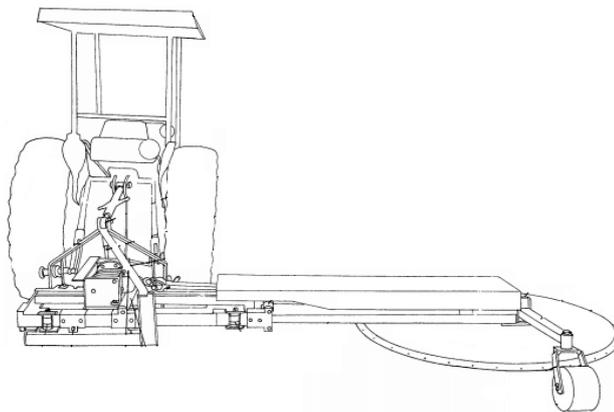


Figura 6 - Desenho da disposição introduzida em roçadora conjugada.
Fonte: COSTA, 2003.

A roçadora acoplável em trator com braços articuláveis automaticamente (Figura 7), patenteada por Morsolin (2012), trata-se de uma roçadora acoplável na dianteira de tratores e acionada pelo sistema hidráulico de controle remoto, a qual é dotada de braços articulados que permitem movimentos vertical e horizontal, de modo automático, de acordo com as irregularidades da superfície do solo.

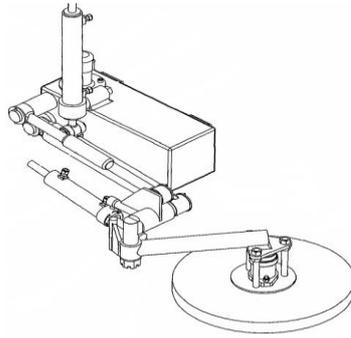


Figura 7 - Desenho da roçadora com braços articuláveis automaticamente.
Fonte: MORSOLIN, 2012.

De acordo com Morsolin (2012), esse maquinário surgiu da necessidade do engate da roçadora na dianteira do trator, com a finalidade de melhorar a eficiência de trabalho de corte da vegetação, pois deste modo o equipamento não fica restrito à trajetória do trator e permite roçar em torno dos troncos de árvores.

Em 2013, Conceição Aparecido Bertanha patenteou uma roçadora com duplo conjunto de corte para a agricultura ecológica (Figura 8) no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a qual é destinada a operar entre linhas das culturas cítricas e de café. De acordo com Bertanha (2013), o equipamento possibilita ao agricultor duas formas de manejo, podendo roçar e deslocar todos os resíduos para debaixo do pé da cultura, aproveitando-os como fertilizante orgânico, ou roçar e concentrar toda a massa triturada no centro entre as linhas, propiciando a limpeza ao redor dos pés das culturas, facilitando, assim, os demais tratamentos culturais, como fertilização química e aplicação de herbicidas e inseticidas.

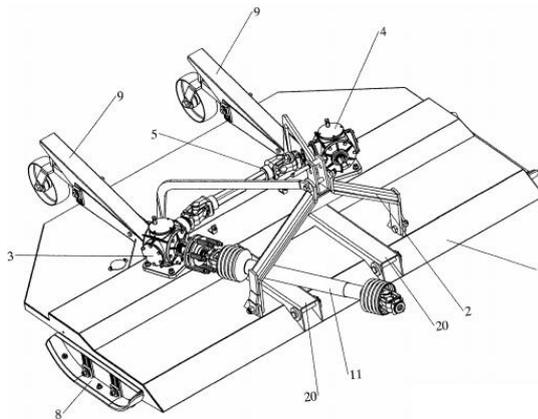


Figura 8 - Desenho esquemático da roçadora dupla ecológica.
Fonte: BERTANHA, 2013.

O mecanismo apresentado na figura 9 é uma roçadora rotativa desenvolvida por Brandon Hafner, em 2015, com o objetivo de suprir a necessidade dos

produtores de roçar no entorno de postes, cercas e árvores. O equipamento é acoplado ao sistema de engate de três pontos do trator, e para acionar o sistema de corte rotativo utiliza o sistema hidráulico de controle remoto do trator. O sistema de corte contém quatro unidades cortadoras com uma lâmina rotativa cada um, e com esta configuração a roçadora realiza um corte de 360° em torno do caule da árvore.

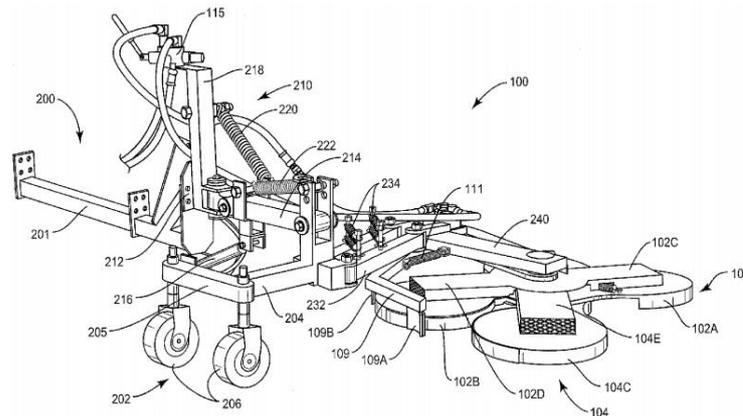


Figura 9 - Desenho esquemático da roçadora rotativa
Fonte: HAFNER, 2015.

Fioreze (2016) patenteou uma roçadora dupla reversível (Figura 10) com a finalidade de controlar as plantas espontâneas em pomares. O equipamento permite depositar o material cortado em fileira no centro do trajeto roçado, ou após a reversão do implemento é possível espalhar os resíduos sob as culturas de interesse e utilizá-los como fertilizante orgânico. Este equipamento é acoplado ao sistema de engate de três pontos do trator e acionado pela tomada de potência. Segundo Fioreze (2016), os engates rápidos e os conjuntos de luvas, no seu invento, permitem a montagem, desmontagem e regulagem da reversão mais fácil e rápida.

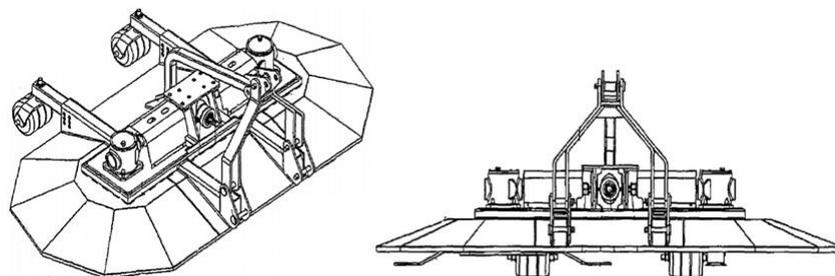


Figura 10 - Desenho da roçadora dupla reversível em perspectiva isométrica e vista frontal.
Fonte: FIOREZE, 2016.

A roçadora para pomares cítricos e semelhantes patenteadas por Marchesan (2001), apresentada na figura 11, é tracionada através da barra de tração do trator e o sistema de corte é acionado pela TDP. Um dos objetivos do implemento é manter

a altura de corte mesmo em superfícies irregulares, o qual, segundo o inventor, foi alcançado devido ao conjunto de rodas. Outra vantagem é que a roçadora permite direcionar a vegetação cortada para próximo ou sob as copas das árvores.

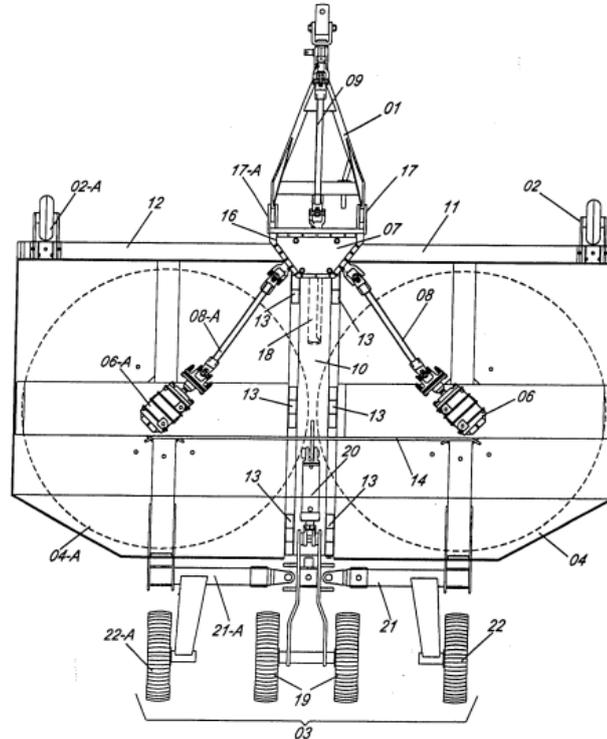


Figura 11 - Desenho esquemático da roçadora para pomares cítricos e semelhantes.
Fonte: MARCHESAN, 2001.

Na Figura 12 é apresentada a Roçadora de arrasto RCA²E 3400, a qual é uma evolução da máquina patenteada por Marchesan (2001) exibida na figura. O equipamento possui dois conjuntos de roçadores reversíveis, que permitem direcionar a vegetação cortada para baixo da copa das árvores, e apresenta embreagens de segurança para evitar sobrecargas ao trator e à roçadora. O modelo RCA²E 3400 tem largura de corte 3,40m, variação na altura de corte entre 0,04 e 0,30m e massa de 1.350kg. O equipamento é acoplado a barra de tração, tomada de potência e ao sistema hidráulico de controle remoto do trator, para tracioná-lo são necessários 51,48kW de potência de acionamento no motor.



Figura 12- Roçadora de arrasto modelo RCA²E 3400.
Fonte: MARCHESAN, 2017.

A roçadora DL-150 (Figura 13), fabricada pela empresa TMC Cancela, dispõe de um sistema de corte rotativo lateral com uma tampa superior para evitar danos em pomares, apresenta largura de trabalho de 1,5m e massa de 640kg. O equipamento é acionado pela tomada de potência do trator e requer 55,16kW de potência de acionamento no motor. Segundo o fabricante, o equipamento é acoplado no engate traseiro de três pontos de tratores.



Figura 13 - Roçadora para pomares modelo DL-150.
Fonte: TMC CANCELA, 2017.

A empresa John Deere disponibiliza no mercado nacional as roçadoras *Green System™* da série RG (Figura 14), indicadas para campos, pomares e até para acostamentos de estradas. Os implementos possuem um sistema contra impactos

para proteger o subsistema de corte. O menor equipamento desta série é o modelo RG 1018, que possui largura de trabalho de 1,80m, altura de corte de com variação entre 0,04 e 0,16m e peso aproximado de 590kg, necessitando de 41,01kW de potência de acionamento no motor. A roçadora é acoplada ao engate traseiro de três pontos de tratores pertencentes a categoria 2, e para o acionamento do sistema de corte é necessário o emprego da tomada de potência do trator.



Figura 14 – Roçadora *Green System*TM Série RG.
Fonte: JOHN DEERE, 2017.

A roçadora DR *3-Point Hitch Trimmer/Mower* foi desenvolvida para o controle de plantas espontâneas de pomares e limpeza ao redor de cercas, pois o sistema de molas contido no seu braço de corte móvel permite que o disco de corte desvie em torno dos obstáculos e retorne automaticamente à posição inicial após ultrapassá-los. A roçadora apresenta uma roda para regulagem da altura de corte, que permite variar entre 0,04 e 0,09m de altura de corte. O implemento é acoplado no engate traseiro de três pontos de tratores de categoria 1, possuem até 48kW de potência na TDP à velocidade angular nominal do motor, e é acionado pela tomada de potência do trator. O engate da tomada de potência possui uma proteção para as partes

móveis e, segundo a empresa, os cordões para corte pesado utilizados permitem cortar plantas com espessuras de até 0,01m.



Figura 15 – Roçadora modelo DR 3-Point Hitch Trimmer/Mower.
Fonte: DR POWER EQUIPMENT, 2017.

A máquina roçadora dupla direta especial RDD-E, fabricada pela empresa Baldan (Figura 16), foi desenvolvida com o objetivo de suprir a necessidade de reduzir a aplicação de herbicidas nos pomares. O acoplamento do implemento é realizado no engate traseiro de três pontos de tratores, podendo ser lateral ou super lateral para trabalhar sob a copa das árvores. A roçadora RDD-E apresenta sistema de corte com 4 facas, largura de corte de 2,60m e variação da altura de corte entre 0,05 e 0,20m, requer acionamento através da tomada de potência com giro de 540rpm. Com largura total de 2,9m e massa de 800kg, o equipamento necessita de 48,47kW de potência de acionamento no motor.

O maquinário permite depositar o material roçado espalhado ou direcionado próximo ao caule da planta, formando, deste modo, uma camada de proteção no solo. O sistema de transmissão de movimento possui um eixo cardan com embreagem como dispositivo de segurança, protegendo a roçadora e o trator se houver alguma parada não programada do sistema de corte.



Figura 16 - Roçadora dupla direta especial modelo RDD-E.
Fonte: BALDAN, 2017.

O sistema de acoplamento da roçadora modelo RPCO 3000, apresentado na Figura 17, é semelhante ao da roçadora modelo RDD-E da empresa Baldan (Figura 16), o qual é acoplado ao engate traseiro de três pontos de tratores pertencentes à categoria 2, e permitindo trabalhar na posição central ou lateral, proporcionando maior eficiência nas operações. Esta máquina é equipada com correias para transmitir movimento aos quatro conjuntos de corte e, desta maneira, possibilita maior segurança ao trator quando houverem obstáculos que travem o sistema de corte. Possui largura de corte de 3,00m, altura de corte mínima de 0,04m e máxima de 0,14m, com massa de 850kg e necessita de 55,16kW de potência no motor para tracioná-lo.



Figura 17- Roçadora central e lateral modelo RPCO 3000.
Fonte: PICCIN, 2017.

A roçadora frontal com módulo roçador retrátil (Figura 18) da empresa Kamaq, apresenta um sistema de controle de plantas espontâneas com duas facas e largura de corte de 1,15m. O equipamento possui massa de 560kg e necessita de 55,16kW de potência de acionamento no motor do trator, o qual é apropriado para os produtores familiares. Os tratores nesta faixa de potência são adequados ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o qual, segundo o MDA (2016), financia tratores de 11,03 a 58,84kW de potência no motor, beneficiando os agricultores de base familiar.



Figura 18 - Roçadora frontal modelo Frontkop 115II EX.
Fonte: KAMAQ, 2017a.

O Kit Intermitente para o deslocamento do módulo roçador retrátil (item opcional) da roçadora Frontkop 115II EX, permite que o operador, de dentro da cabine do trator, desloque o módulo roçador para trás e retorne automaticamente, evitando encostar-se ao tronco das plantas, ou seja, o módulo roçador é retraído conforme encosta-se a troncos (Figura 19).

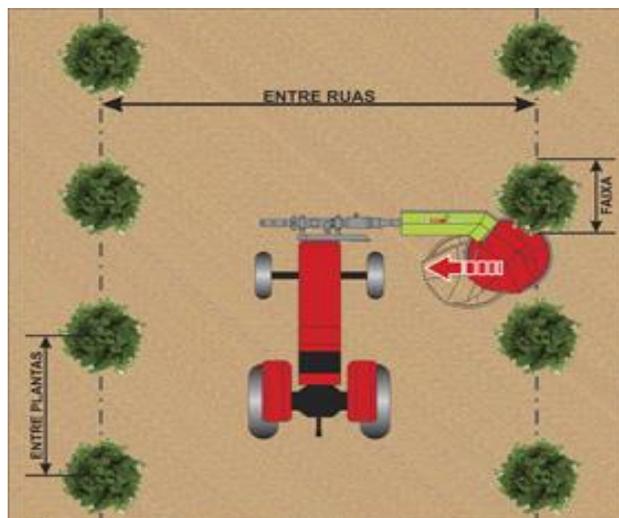


Figura 19 - Kit Intermitente Hidráulico da roçadora Frontkop 115II EX.
Fonte: KAMAQ, 2017b.

O implemento é acoplado na dianteira do trator (Figura 20), o que facilita a visão do operador e a realização de manobras. Devido ao módulo retrátil do equipamento, é possível o corte entre linhas e entre as plantas. No entanto, este equipamento necessita que o trator possua sistema hidráulico de controle remoto, o qual é ausente em muitos tratores antigos e pode tornar os custos de aquisição e manutenção elevados, conseqüentemente tornando-o inapropriado para muitos agricultores de base familiar.



Figura 20 - Roçadora Frontkop 115II EX em posição de transporte.
Fonte: KAMAQ, 2017a.

No que se refere ao controle mecânico das plantas espontâneas em pomares, a empresa espanhola Perfect disponibiliza no mercado roçadoras comuns

Figura 21) e dois discos cortadores móveis (Figura 22), que possibilitam largura de trabalho de até 0,34m e 0,57m, e necessitam de 20,59kW e 27,95kW de potência de acionamento no motor, respectivamente. Estas roçadoras possuem regulagens de altura de corte, ângulo de trabalho e de sensibilidade, permitindo a mesma eficiência em diversas condições de trabalho.



Figura 21 - Roçadora modelo Perfect com um disco móvel.
Fonte: INTEREMPRESAS, 2017.



Figura 22 - Roçadora modelo Perfect com dois discos móveis
Fonte: INTEREMPRESAS, 2017.

Os discos cortadores móveis são fabricados com borracha em sua circunferência, com a finalidade de evitar danos às plantas (Figura 23). Apresentam diâmetro de corte de 0,40m, 0,50m, 0,60m e 0,85m, e podem ser acoplados na dianteira ou traseira do equipamento, seu acionamento é realizado pelo sistema hidráulico de controle remoto do trator.



Figura 23 - Disco móvel para roçadoras.
Fonte: INTEREMPRESAS, 2017.

A roçadora Handy 200-250 (Figura 24), indicada para campos abertos e pomares, possui três rotores de corte rotativo na plataforma de corte principal com duas lâminas cada um, que realizam o corte entre linhas, e são acionados através da TDP. Apresenta mais um rotor móvel com diâmetro de 0,60m, que permite a roçagem entre plantas, e é acionado pelo sistema hidráulico de controle remoto do trator, o deslocamento lateral hidráulico permite que a máquina seja movimentada para o lado direito, assim aumentando a eficiência de corte entre plantas.

O equipamento possibilita uma largura de corte de 2,00m, a regulagem da altura de corte é realizada através dos rolos ajustáveis localizados atrás e na frente do implemento. A roçadora apresenta massa de 520kg e necessita de potência máxima de 74,57kW de acionamento no motor do trator.



Figura 24 -Roçadora Handy 200-250.
Fonte: TEAGLE, 2017.

3.6 Metodologia de Projeto

Os projetos de desenvolvimentos de produtos podem ser classificados por meio de diversos critérios, no entanto, a classificação mais comum está baseada no grau de mudança que o projeto vai representar em relação aos projetos anteriores.

Dessa forma, a busca por metodologias de projeto é fundamental para o desenvolvimento de um produto, estando na fase de protótipo ou de produto final. A sistematização das fases auxilia a organizar e direcionar o pensamento para uma análise cronológica do problema a ser solucionado ou do produto a ser desenvolvido, uma vez que assessoram na definição de prioridades; organizam e executam as tarefas com efetividade, permitindo acompanhar, avaliar e controlar passo a passo cada etapa do desenvolvimento.

Atualmente, a bibliografia apresenta vários autores que desenvolveram teorias, métodos, e modelos de projeto de produto para conduzir o trabalho de forma sistêmica. Dentre eles podemos citar: Pahl e Beitz (1996), Reis (2003), Romano (2003), Back *et al.* (2008), e Rozenfeld *et al.* (2006).

Roozenburg e Eekels (1995) entendem o projeto de um produto como um processo mental orientado, pelos quais problemas são analisados, objetivos são definidos e ajustados, propostas de solução são desenvolvidas e a qualidade dessas soluções são medidas.

Conforme Pahl e Beitz (1996), na década de 90 várias metodologias eram utilizadas para desenvolvimentos de projeto e protótipos de máquinas agrícolas, uma das mais conhecidas é o QFD (*Quality Function Deployment* - desdobramento da função qualidade), em que o estudo de viabilidade é subdividido em novas fases, esclarecimento das atividades e o projeto conceitual.

De acordo com Reis (2003), dentre os modelos de processo de desenvolvimento de produtos, o proposto por Pahl e Beitz (1996) é um dos mais difundidos. O Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos – NeDIP, do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, adota-o como base metodológica, porém com a adição de algumas técnicas e ferramentas, tais como a matriz da casa da qualidade.

Reis (2003) menciona que uma característica importante dos modelos de fases é que ao final de cada uma das fases há um ganho de informação sintetizado

num modelo cada vez mais concreto de produto, que ao mesmo tempo que alimenta a fase seguinte melhora o entendimento da fase anterior. Essa característica faz com que o conhecimento, tanto do problema quanto da solução, aumente significativamente.

Apesar da metodologia apresentar o passo a passo das fases, atividades e tarefas, muitos projetos possuem características próprias, em que a metodologia se adapta ao longo do projeto. Como exemplo, cita-se os trabalhos desenvolvidos por Teixeira (2008), Oldoni (2012), Medeiros (2013) e Stefanello (2013).

A figura 25 representa as quatro fases do projeto: Projeto Informacional; Projeto Conceitual; Projeto Preliminar; Projeto Detalhado.

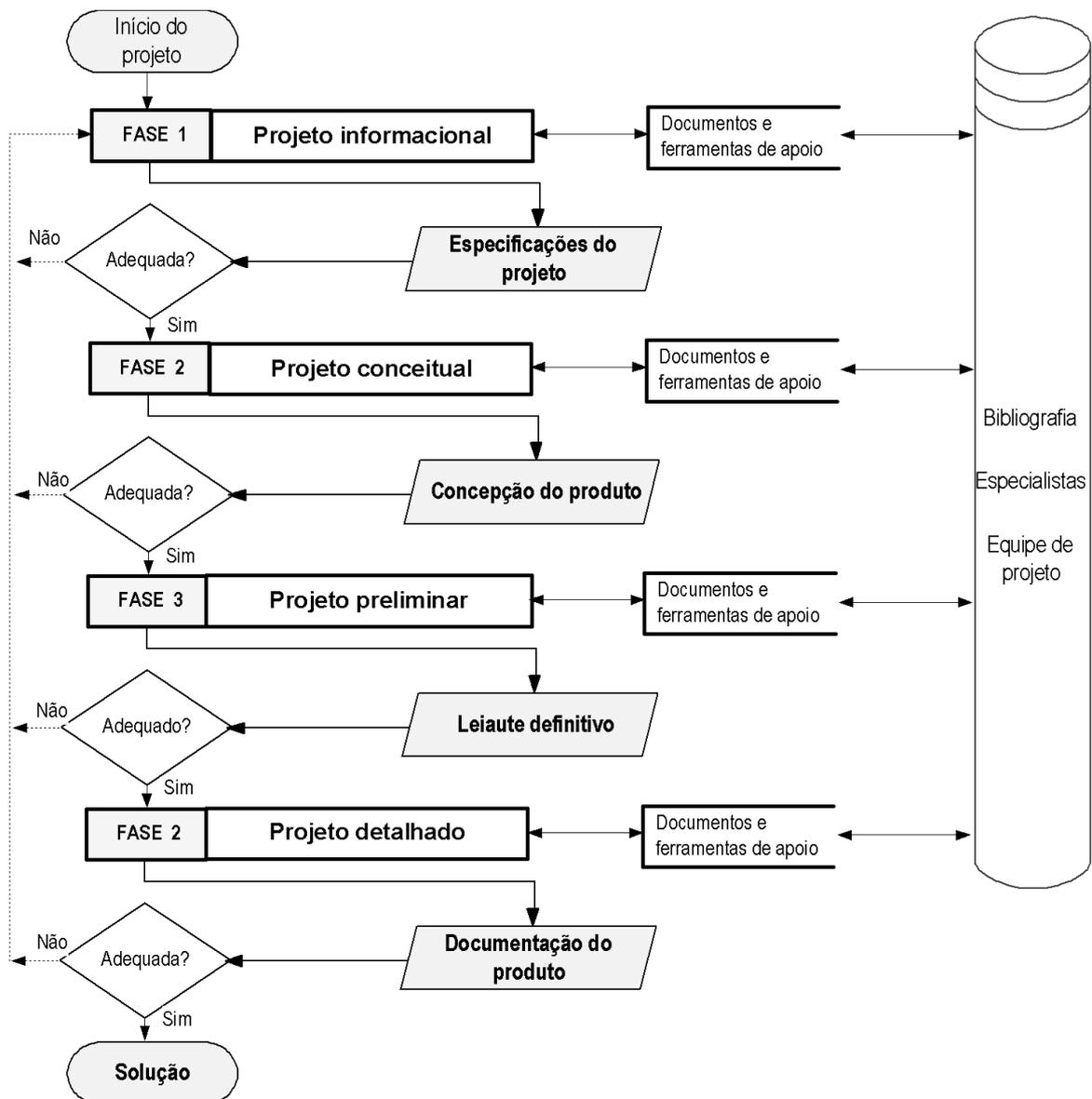


Figura 25 - Modelo do processo de projeto proposto.
Fonte: REIS, 2003.

O projeto Informacional estabelece a busca de informações que permitem a determinação das especificações de projeto da máquina agrícola, a partir da definição dos fatores de influência no projeto. A partir dessa fase são propagadas as funções requeridas no produto e as possíveis restrições em relação a ele.

A Figura 26, representada na forma de fluxograma, foi desenvolvida por Reis (2003), ilustrando as tarefas ao longo das fases de projeto informacional.

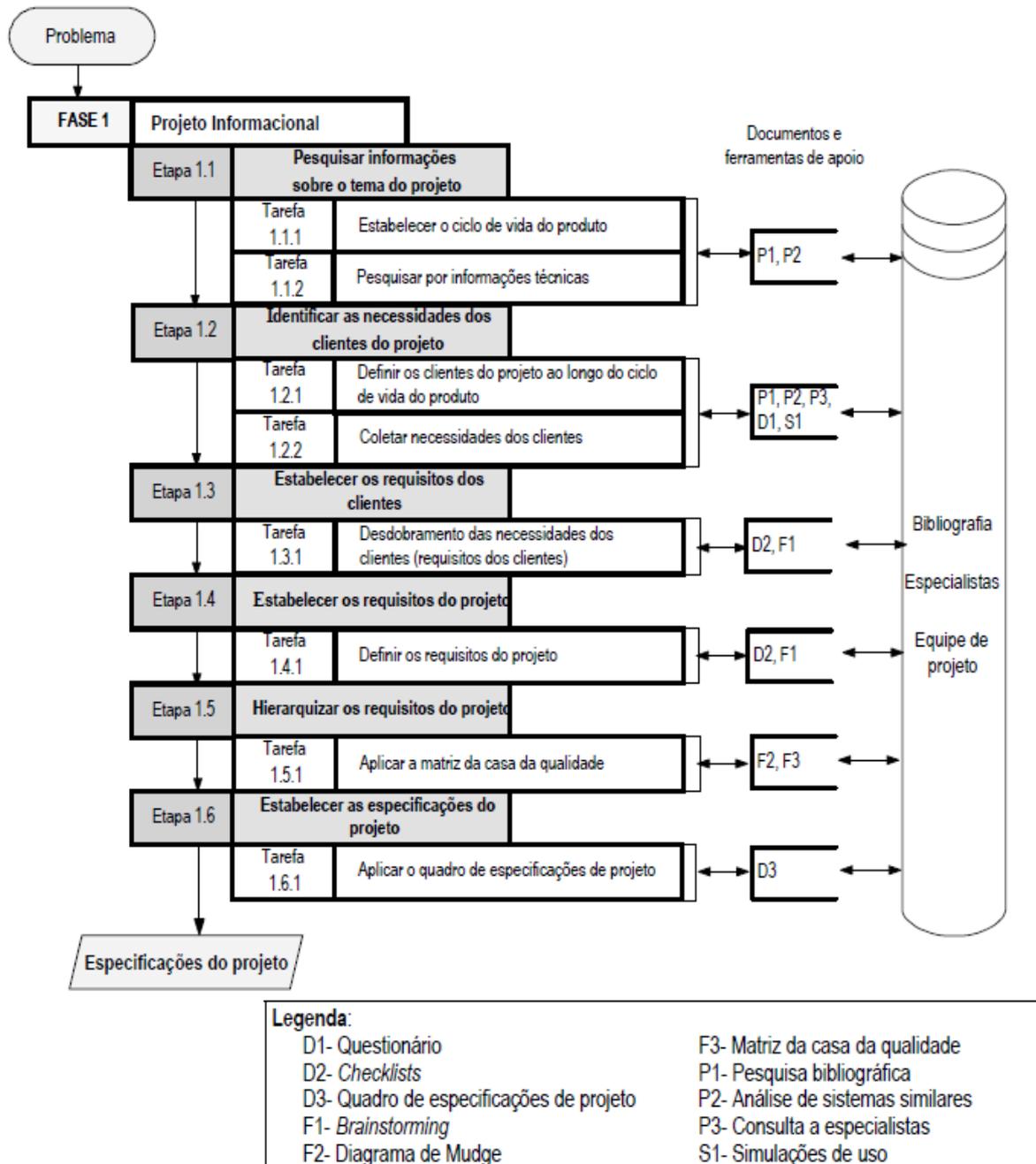


Figura 26 – Fase do projeto informacional.

Fonte: REIS, 2003.

A segunda etapa do modelo proposto é a fase do projeto conceitual, que tem como objetivo gerar soluções que venham a satisfazer as necessidades dos clientes. Esta fase é tida como a mais importante no processo de projeto, pois as decisões tomadas nessa fase influenciam sobremaneira os resultados das fases subsequentes.

Projeto conceitual tem por propósito gerar o desenvolvimento da concepção do produto. São conduzidas diversas tarefas nessa fase, iniciando com a orientação da equipe para a estruturação e função da máquina, considerando os fatores de influência no projeto determinados na fase anterior. Nessa fase, a geração de algumas concepções alternativas é de grande importância para uma pré-seleção das mais adequadas. Segundo Reis (2003), o processo de projeto conceitual encontra-se dividido em duas partes: análise e síntese.

Análise: parte do campo abstrato, através de análise funcional e decomposição das funções. Neste momento é verificado o escopo do problema, analisando as especificações de projeto e identificando possíveis restrições. Em seguida, é estabelecida a estrutura funcional, em que a formulação do problema será feita.

Síntese: é a reunião ou agrupamento das soluções, tendo-se um resultado mais próximo do campo concreto. São selecionadas as combinações, avaliando-se disponibilidade de tecnologia e aplicada matriz de avaliação. A figura 27 apresenta as etapas exemplificadas por Reis (2003).

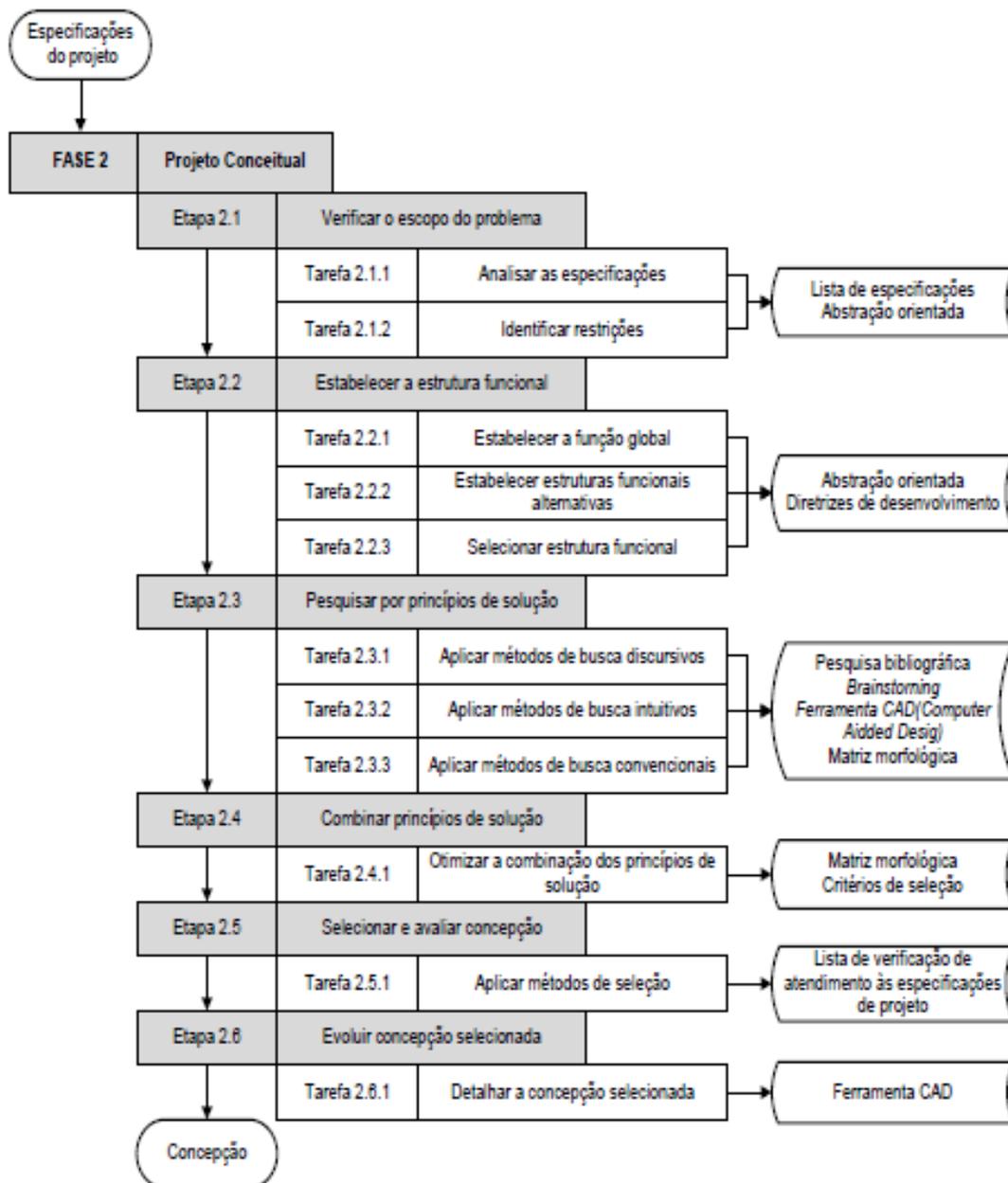


Figura 27 - Fase do projeto conceitual.
Fonte: REIS, 2003.

Segundo Pahl e Beitz (1996), a fase de projeto preliminar parte da concepção de um produto técnico, o projeto é desenvolvido, de acordo com critérios técnicos e econômicos e à luz de informações adicionais.

Para Romano (2003), o projeto preliminar evolui da concepção para estabelecer o leiaute final, determinando também a viabilidade econômica do projeto. Nessa etapa, são gerados dados do produto em vários formatos: desenho do leiaute final, lista de itens, componentes, custo de componentes, especificações

técnicas e relatórios. Conforme Pahl *et al.* (2005), neste momento devem ser analisados e definidos a escolha dos materiais, os processos de produção, processos de manufatura e custos.

Na Figura 28 é representado um roteiro com as etapas e as principais tarefas necessárias para a execução do projeto preliminar.

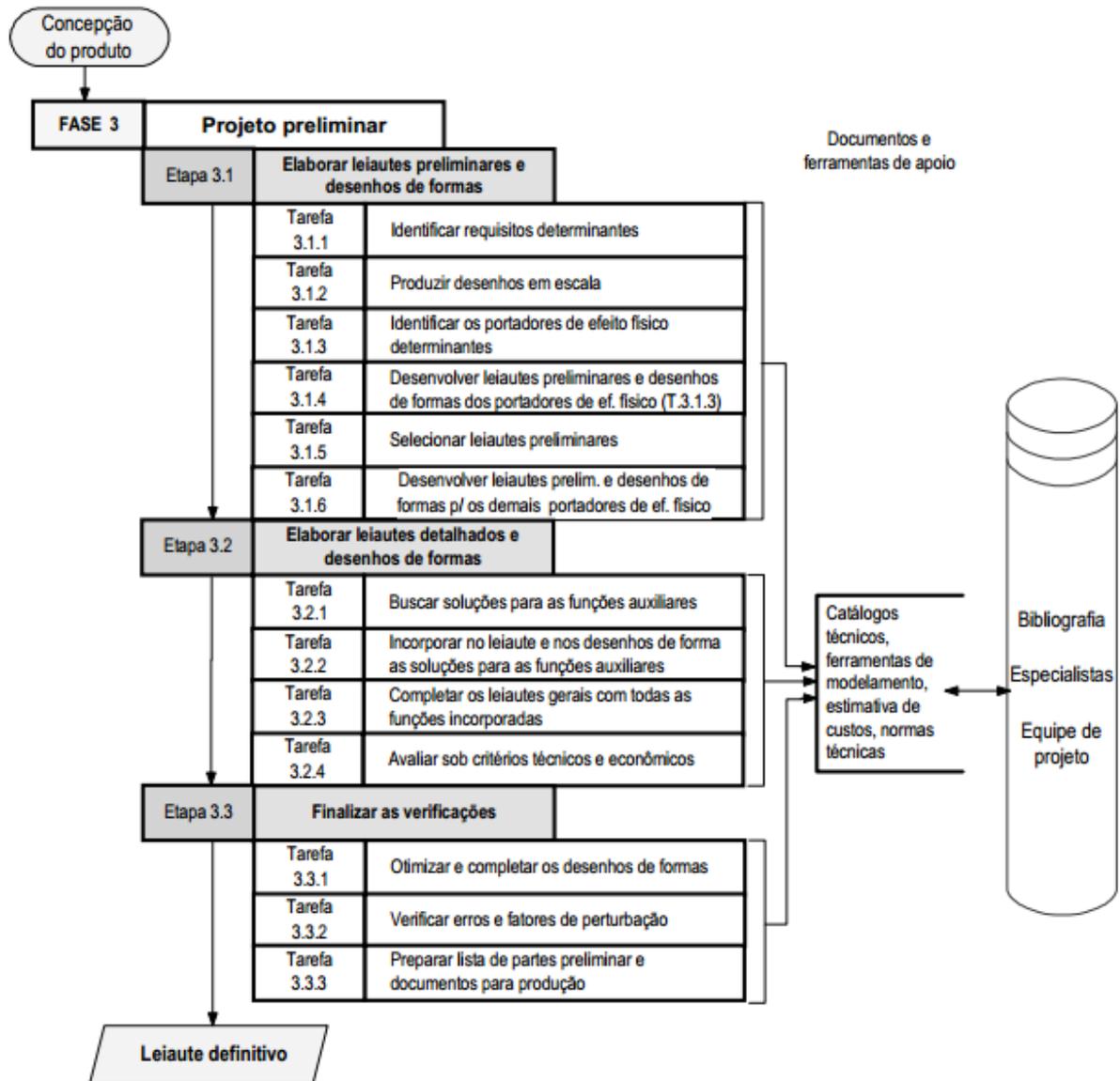


Figura 28 - Etapas do projeto preliminar.
 Fonte: REIS, 2003.

Segundo Medeiros (2013), o projeto detalhado é a quarta fase da projeção, tem como principal propósito fixar a disposição, a forma, as medidas e as tolerâncias

dos componentes. Junto a isso, visa a aprovação do protótipo, o detalhamento da manufatura e a solicitação de investimentos para a preparação da produção.

O fluxograma da figura 29 apresenta a fase de Projeto Detalhado, descrevendo, de forma mais minuciosa, o procedimento de construção do protótipo.

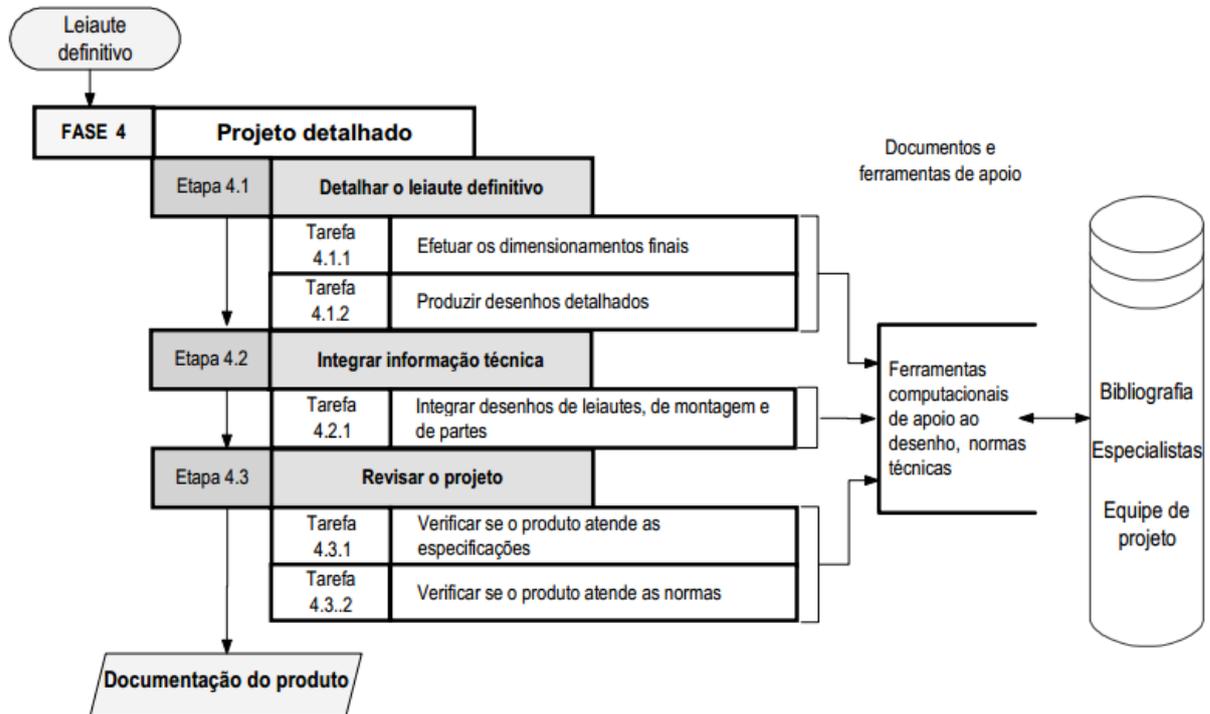


Figura 29 - Fase do projeto detalhado.
Fonte: REIS, 2003.

Com isso, o detalhamento de cada uma das fases, juntamente com as etapas, com as tarefas e com as ferramentas de projeto a serem seguidas, será descrito no próximo capítulo.

3.7 Comentários finais do capítulo

Esse capítulo apresentou uma visão geral dos implementos agrícolas destinados à agricultura familiar no mundo, bem como o processo de desenvolvimento e as etapas do processo de projeto do protótipo com o detalhamento de todas as fases e suas ferramentas.

Como levantamento bibliográfico, percebeu-se a carência de implementos para condução de culturas em pomares no mercado brasileiro, e com preços compatíveis com a realidade agricultor familiar, consolidando assim, a necessidade

do desenvolvimento, o aperfeiçoamento e a otimização desses implementos para este segmento.

Em países europeus como a Itália, esses modelos de implementos para a condução de cultura, são mais comuns de encontrar, pois buscam melhorar a mecanização agrícola das unidades familiares por meio do desenvolvimento de máquinas agrícolas de baixa potência. No entanto, o uso desses equipamentos desenvolvidos no exterior é uma alternativa com poucas chances de sucesso no Brasil, pois além das condições culturais, existe a questão do tipo de solo e relevo que podem ser distintos, existe também a questão financeira da importação.

Assim, conforme abordado no capítulo anterior, esse trabalho visa desenvolver uma roçadora destinada a limpeza de pomares.

Com isso, o desenvolvimento dos sistemas que serão realizados, tem como base as necessidades dos clientes, passando pela concepção do sistema como um todo e, por fim, dimensionando e detalhando cada etapa e cada um de seus componentes.

4 Material e Métodos

A metodologia de projeto empregada no desenvolvimento deste equipamento é a mesma adotada nos demais projetos de máquinas agrícolas desenvolvidos no Núcleo de Inovação em Máquinas e Equipamentos Agrícolas (NIMEq) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), que tem gerado teses e dissertações no Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar (PPGSPAF), como é o caso dos trabalhos desenvolvidos por Oldoni (2012), Medeiros (2013), Stefanello (2013), Teixeira (2014) e Spagnolo (2014).

4.1 Projeto Informativo

Para a construção do projeto da roçadora para limpeza mecânica sob a copa de pomares, o primeiro passo foi realizar o projeto informativo, tendo como requisito fundamental a realização de entrevistas ao cliente, buscando as características necessárias que o usuário de um produto necessita para realizar suas atividades. Nessa etapa, foi elaborado um questionário sobre o produto proposto, em que todas as respostas e demais requisitos apresentados pelos clientes foram analisados e criteriosamente priorizados conforme o grau de importância dos temas elevados ao longo da etapa do processo de desenvolvimento. O questionário é apresentado no apêndice B.

Realizou-se um levantamento de informações na unidade da EMBRAPA Clima Temperado, sua sede está localizada a 8 km da entrada principal da cidade de Pelotas, Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito. Neste local são realizadas pesquisas com olerícolas e fruteiras de clima temperado, atuando nas áreas de melhoramento e demais atividades dos sistemas de produção. Nela foram relacionadas as diversas características de pomares, tais como: distância entre plantas, entre linhas, diâmetro do caule e situação de relevo. Utilizou-se como base de pesquisa a plantação de pessegueiro, característica da região de Pelotas.

Para auxiliar o processo de valorização dos requisitos apresentados pelos clientes, utilizou-se o diagrama de Mudge e o QFD (*Quality Function Deployment*). O Diagrama de Mudge possibilita classificar de acordo com o grau de importância todos os requisitos apresentados pelo questionário e clientes.

A estrutura apresentada no fluxograma da figura 30 apresenta as atividades empregadas na fase do projeto informacional. Todas as etapas do fluxograma do projeto informacional foram abordadas e descritas no projeto.

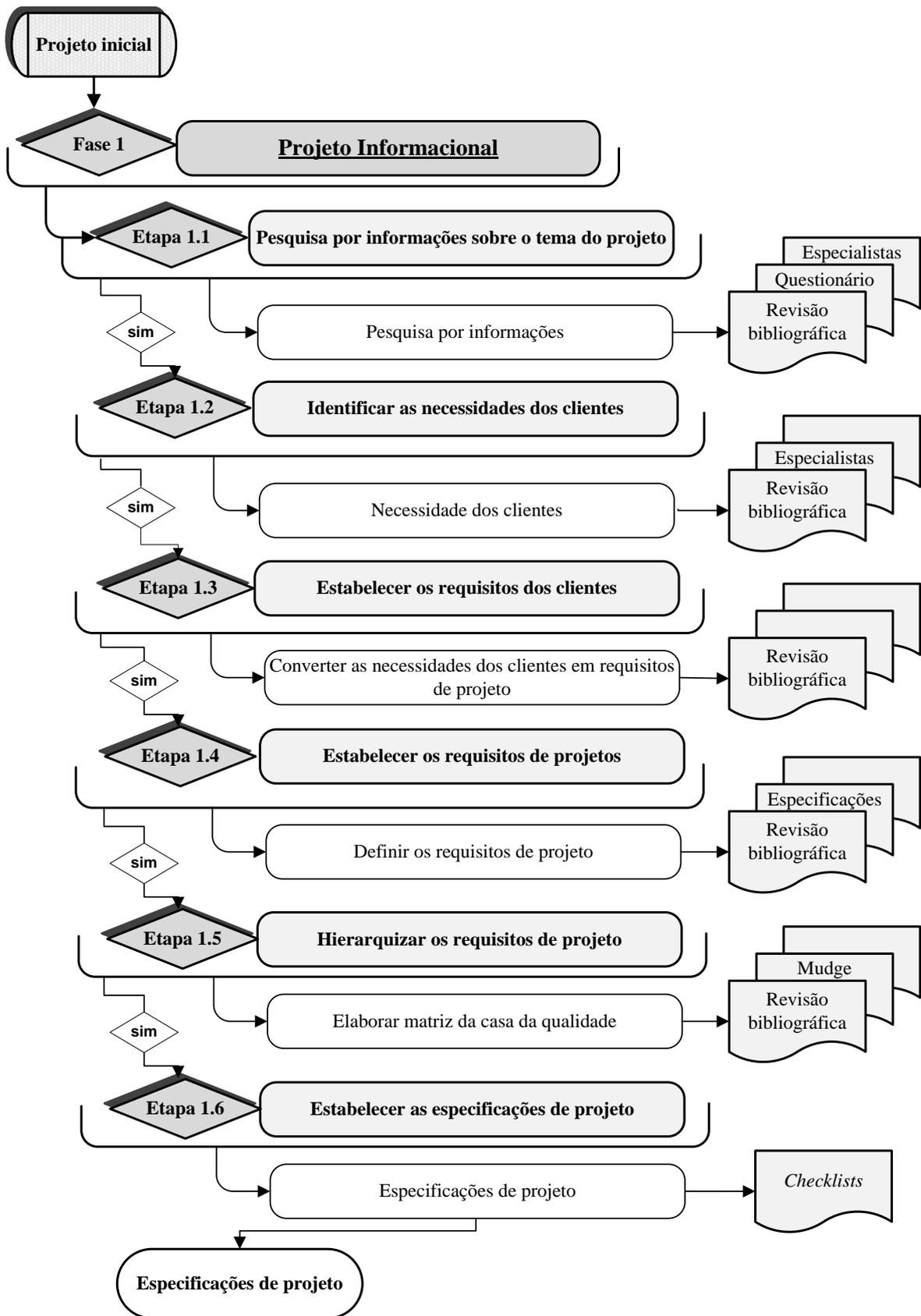


Figura 30 - Fluxograma sequencial das fases do projeto informacional.
 Fonte: Adaptado de MEDEIROS, 2013.

4.1.2 Projeto Conceitual

Realizado o projeto informacional, iniciou-se o desenvolvimento das etapas do projeto conceitual, conforme figura 31. Nesta fase do projeto buscou-se identificar de maneira clara o escopo do problema, analisando as especificações e identificando as restrições do projeto, após definir a estrutura funcional do projeto conceitual, estabelecendo, assim, a função principal da roçadora.

Para auxiliar na seleção da estrutura funcional, foi criada uma matriz de decisão, para distinguir e relacionar os pontos fortes e fracos das alternativas, para posteriormente se avançar para os métodos alternativos das concepções, que permitem fazer seleções de diferentes concepções e soluções alternativas, sem comprometer o funcionamento do produto, segurança e qualidade durante as atividades de campo.

A partir das concepções alternativas apresentadas, pode-se estabelecer critérios relacionados, por exemplo, a viabilidade econômica, durabilidade e demais pontos relacionados às expectativas dos clientes. No final desta sequência tem-se a apresentação da concepção escolhida, dando-se início ao modelo de produto obtido no final desta fase de concepção.

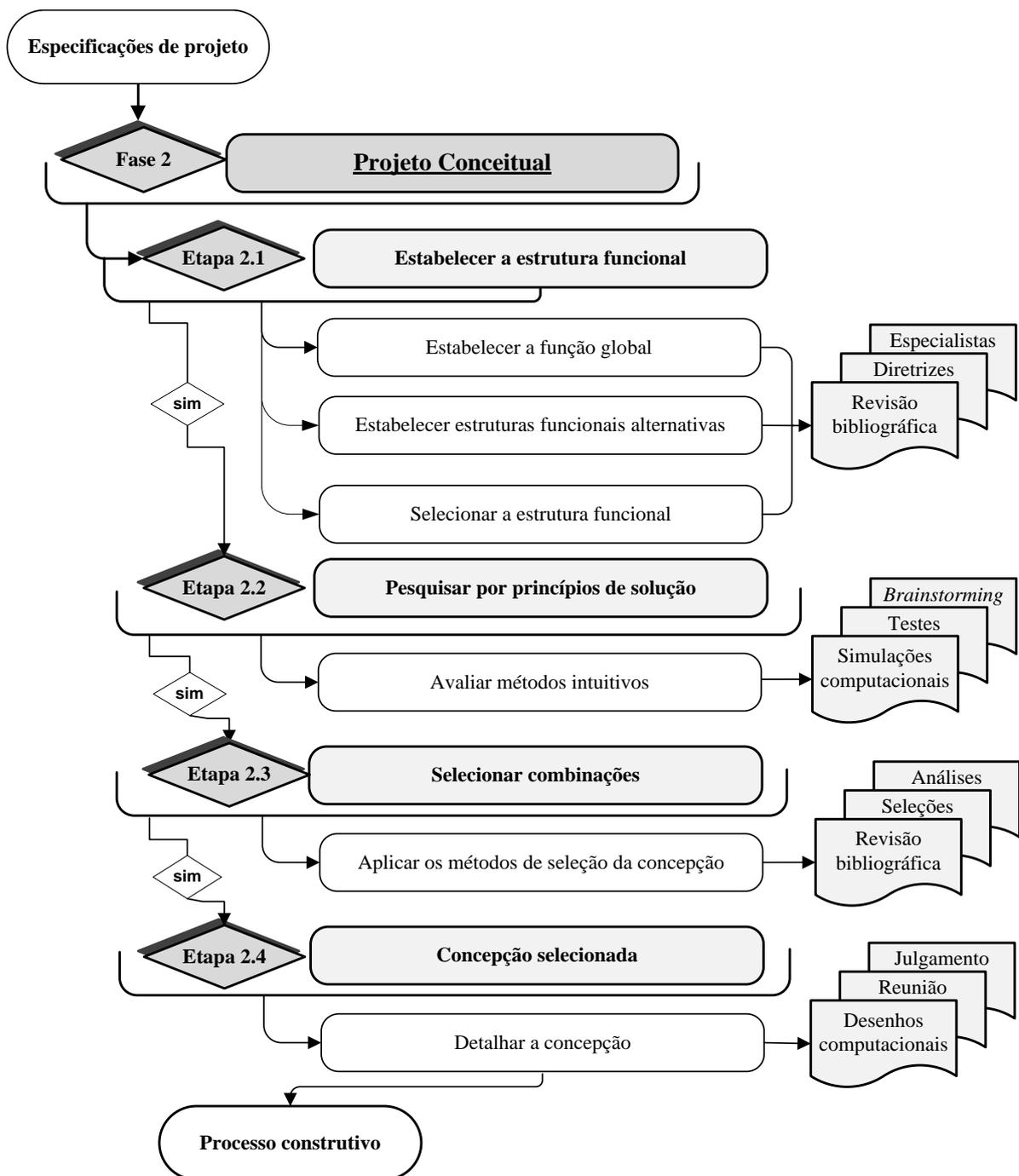


Figura 31 - Fluxograma sequencial das fases do projeto conceitual.
 Fonte: Adaptado de MEDEIROS, 2013.

4.1.3 Projeto Preliminar

A fase do projeto preliminar abordou as etapas da estrutura de funcionamento ou da solução inicial, até a construção do protótipo. Empregando e desmembrando o leiaute da concepção gerada na fase de projeto conceitual em sistemas, subsistemas e componentes (SSCs), identificando a necessidade de aquisição ou criação.

Nesta fase do projeto preliminar, os sistemas, subsistemas e componentes (SSCs) são determinados de maneira clara e completa, segundo critérios técnicos e econômicos. Na qual, partindo da concepção selecionada, é construído o protótipo do produto, testado e determinada a viabilidade econômica (PAHL *et al.*, 2005). De acordo com Rozenfeld *et al.* (2006), a avaliação qualitativa dos SSCs é realizada com base em critérios e experiências da equipe de projeto, buscou-se individualizar os sistemas para finalizar as especificações do produto.

Ainda nesta fase foram realizadas as análises em alternância com a síntese, fazendo com que houvesse a evolução do projeto de forma gradativa, obtendo um nível de detalhamento que permitisse gerar a construção do protótipo.

A viabilidade do projeto e a projeção dos custos foram os pontos com o maior foco de atenção desta fase, pois o planejamento incorreto nestas etapas colocaria em risco a continuidade de todo o projeto da roçadora. O projeto preliminar da roçadora compreendeu a parte final das dimensões e tolerâncias dos conjuntos e componentes a serem utilizados na construção do produto, bem como as especificações de materiais, viabilidade técnicas e toda a documentação necessária para realizar a manufatura do produto, conforme apresentado na estrutura de fluxo da figura 32.

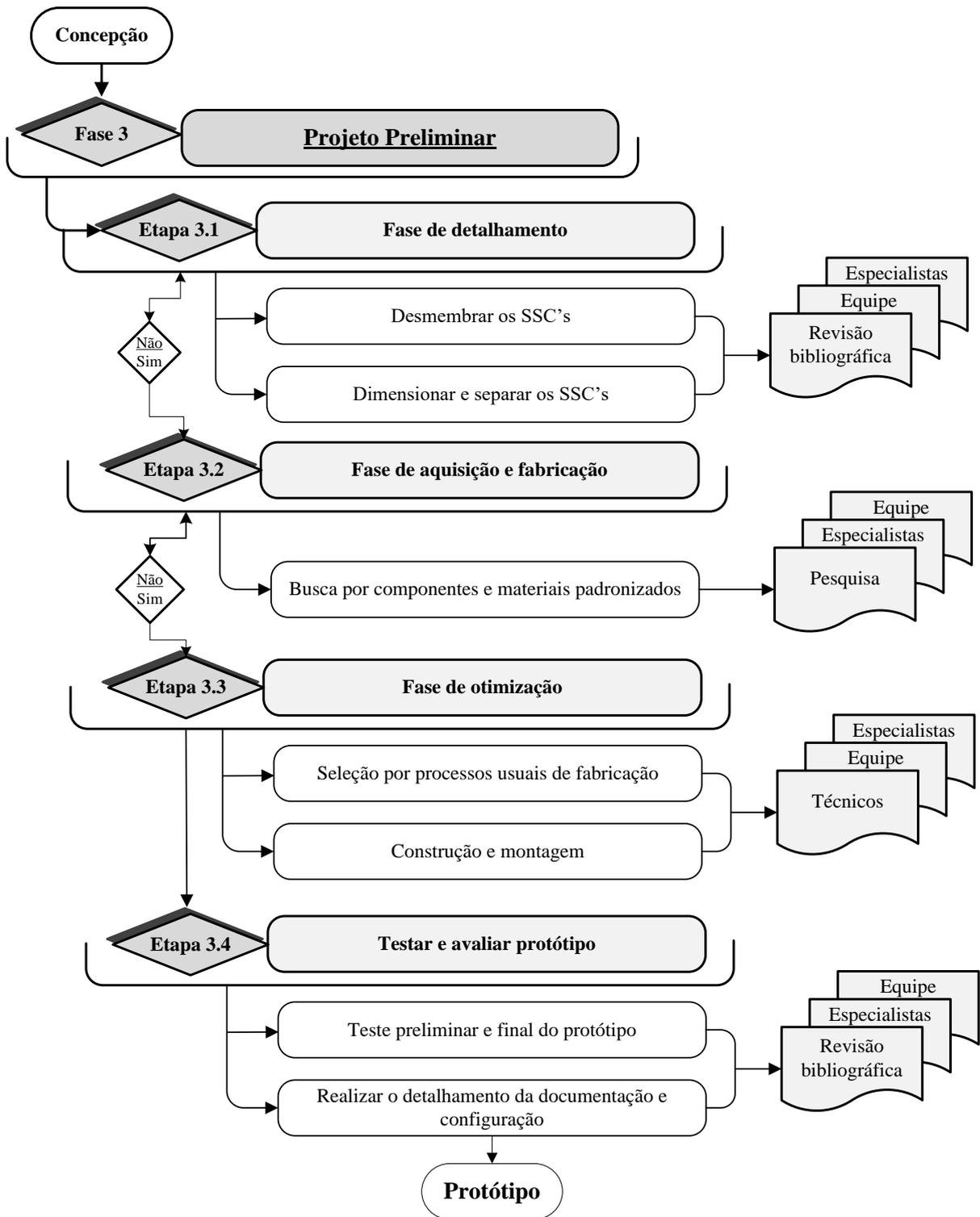


Figura 32 - Fluxograma sequencial das fases do projeto preliminar.

4.2 Testes de campo

A definição dos parâmetros analisados foi elaborada pela equipe de projeto, tendo em vista a carência de normas ou referências bibliográficas que relatem como devem ser realizados ensaios com este tipo de máquina.

Os testes de campo foram realizados, em locais pré-determinados, no pomar didático da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, localizado no campus do Capão do Leão, em fevereiro de 2020. Suas coordenadas geográficas são: 31° 48' 11,42" S; 52° 30' 40,16" O, e altitude média de 3m.



Figura 33 – Localização da área dos testes de campo.
Fonte: GOOGLE MAPS.

A escolha do local foi definida pela equipe com a premissa fundamental das variedades de pomares, considerando que o desempenho das culturas não é uniforme, devido a técnicas de manejo, pragas ou plantas daninhas.

Buscou-se analisar o desempenho da máquina em diferentes condições de espécies, a fim de avaliar o melhor desempenho funcional do protótipo, tendo sido

os testes realizados em pomares de pêssegos, laranjeiras, bergamoteiras e figueiras, cujas plantas apresentavam caules de pequeno diâmetro.

Foram determinados três fatores para a escolha das linhas dos pomares: analisar o trabalho da máquina numa condição mais extrema (plantas com caules mais finos), observar o desempenho em culturas com diferentes distâncias entre plantas, e situação de terreno com e sem a presença de camaleões ou ondulações.

Como fonte de potência utilizou-se um trator marca Case, modelo Farmal 80,4 cilindros, potência de 58,84 kW (80CV) no motor a 2400rpm, segundo Norma ISO TR 14396, torque máximo de 300N.m, reserva de torque de 26%, TDP de 540rpm a 2.199rpm do motor e 540E a 1715rpm do motor, com potência nominal na TDP de 50,75kW (69CV), segundo Norma SAE J1995.

Por não existirem normas que tratem de testes de campo de roçadoras mecânicas, a equipe de trabalho empregou que as análises referentes à limpeza do terreno seriam executadas de forma visual e em duas passagens da máquina, uma de ida e outra de retorno, para a limpeza completa da área.

Estipulou-se uma largura de 1m de distância, de cada lado do caule, como aquela necessária para atuação da roçadora. A eficiência de atuação da máquina se deu pela sua capacidade de cortar as plantas nesta largura, verificando-se, então, o quanto de plantas não roçadas permaneceram na área de atuação da máquina e, principalmente, próximo ao caule das plantas, após as duas passadas. Também se analisou a altura de corte das plantas.

Após pré-testes, a velocidade escolhida para deslocamento do conjunto trator/roçadora foi de 3km/h^{-1} , que para este trator ocorre na 3ª marcha do grupo G1 de trabalho. Nesta marcha a velocidade permite um corte mais uniforme, contorno preciso nas plantas e o melhor desempenho de corte da roçadora.

4.3 Comentários finais do capítulo

Foram apresentadas nesse capítulo, as fases e etapas para o processo de desenvolvimento do protótipo. As tarefas realizadas foram apresentadas, por meio dos fluxogramas do modelo de fases.

Também foram realizados testes preliminares para a busca de soluções, tendo em vista a carência de normas regulamentadoras para testes desse tipo de equipamento.

5 Resultados e Discussões

Serão apresentados neste capítulo os resultados obtidos para a elaboração, construção e validação deste projeto, seguindo todas as fases da metodologia do processo para o desenvolvimento do produto.

5.1 Pesquisa de informações sobre o tema do projeto

A pesquisa iniciou na Embrapa Clima Temperado, localizada na Rodovia BR-392, Km 78, 9º Distrito, Monte Bonito, Pelotas. Nesse local foram coletadas características de plantio dos pomares frutíferos, para a verificação das técnicas de manejo e obtenção de dados para balizar o projeto. As distâncias entre plantas mais utilizadas pelos produtores variam de 1,5m a 2,0m, conforme apresentado na Figura 34.



Figura 34 – Distância entre plantas

Além de informações referentes ao espaçamento entre plantas, foi necessário obter informações da distância entre as linhas do plantio, onde encontrou-se ruas de 4,2 metros a 5,3 metros (figura 35) e o perímetro do caule produtivo, com variações de 0,04 metros a 0,40 metros nas medições realizadas (figura 36), sendo estes os fatores essenciais para o sucesso do estudo.



Figura 35 – Distância entre linhas do plantio



Figura 36 – Perímetro do caule

5.2 Identificação das necessidades dos clientes

Seguindo a metodologia do projeto informacional, foi desenvolvido um questionário (Apêndice B) e aplicado a agricultores de base familiar, com perguntas relacionadas ao projeto alvo. Foi possível obter informações de como os entrevistados gostariam que fosse a roçadora, de acordo com a necessidade de utilização. No Quadro 1 estão listados todos os pontos levantados.

Fases do Produto		Requisitos dos clientes
Projeto:		Ser ergonômico; Ter boa aparência. Qualidade do produto
Produção:		Ser economicamente viável. Reposição dos componentes. Durabilidade
Comercialização:		Apresentar baixo custo. Atender as expectativas do cliente.
Uso:	Regulagens	Fácil acesso; Ter regulagem simples.
	Operação	Ser fácil de operar; Ser prático; Ser eficaz; Ser segura; Cortar adequadamente;
	Manutenção	Ser de fácil manutenção; Baixo custo de manutenção;

Quadro 1 - Necessidades dos clientes para o produto.

5.3 Estabelecimento dos requisitos dos clientes

Após identificar as necessidades dos clientes, o diagrama de Mudge foi utilizado para classificar e avaliar o grau de importância relativo aos requisitos apresentados anteriormente. Esta metodologia permitiu fazer uma análise comparativa das questões, até que todas fossem comparadas entre si. Para obter o valor dos requisitos do cliente, conforme o grau de importância deste projeto, foram

determinadas três faixas de classificação para a resposta fornecida a cada uma das comparações feitas a outra, assim exposto:

O requisito é considerado com alta importância em relação ao outro (valor de 3 pontos).

O requisito é considerado com média importância em relação ao outro (valor de 2 pontos).

O requisito é considerado com baixa importância em relação ao outro (valor de 1 ponto).

A estrutura já valorizada no diagrama de Mudge é apresentada abaixo na figura 37.

Diagrama de MUDGE

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	S	%		
A	A1	A2	D2	E1	F2	G1	H3	I1	J2	K3	L2	M3	N3	O3	P3	Q3	3	1,28	1	A
	B	C2	D2	E2	F1	G1	H2	I3	J1	K2	L2	M2	N2	O2	P3	Q2	0	0,00	2	B
		C	C2	E1	C2	C1	H2	C2	C1	K2	L1	C2	N3	O3	P3	Q2	12	5,11	3	C
			D	E2	D2	G1	H1	D1	D2	K1	L2	D2	N2	O2	P2	Q3	11	4,68	4	D
				E	E2	E2	E1	I2	E2	E1	L2	E1	N1	O2	P1	Q2	15	6,38	5	E
					F	F1	H1	F2	F1	K1	L1	F2	N1	O2	P1	Q2	8	3,40	6	F
						G	H2	I1	G2	K1	L1	G1	N1	O2	P2	Q3	6	2,55	7	G
							H	H1	H2	K1	H1	H2	N2	O2	P2	Q2	17	7,23	8	H
								I	I2	K1	L2	I2	N1	O1	P2	Q2	11	4,68	9	I
									J	J2	J1	J2	J1	O1	P1	J2	11	4,68	10	J
										K	L1	M2	N1	O2	P2	Q2	12	5,11	11	K
											L	M2	N2	O2	P2	Q2	14	5,96	12	L
												M	M1	O1	P2	Q1	10	4,26	13	M
													N	O1	P2	Q1	19	8,09	14	N
														O	P2	Q2	26	11,06	15	O
															P	Q1	30	12,77	16	P
																Q	30	12,77	17	Q
																	Soma	235		

Requisitos do cliente	
A	Reposição dos componentes.
B	Ter boa aparência
C	Ser de fácil manutenção;
D	Ter regulagem simples.
E	Ser fácil de operar;
F	Fácil acesso;
G	Ser prático;
H	Atender as expectativas do cliente.
I	Ser segura;
J	Ser ergonômico;
K	Baixo custo de manutenção;
L	Cortar adequadamente;
M	Ser eficaz;
N	Apresentar baixo custo de compra;
O	Durabilidade
P	Qualidade do produto
Q	Ser economicamente viável.

VALOR DA IMPORTANCIA	VALORES
Baixa	1 ponto
Media	2 pontos
Alta	3 pontos

Figura 37 - Diagrama de Mudge.

Analisando a matriz, foi possível observar os requisitos que obtiveram as maiores e menores pontuações. Considerados como os mais importantes requisitos nesta avaliação, a "qualidade do produto" (P) e "ser economicamente viável" (Q), ambas obtiveram o maior percentual de relevância, 12,77%, para o sucesso do projeto. Já o requisito "ter boa aparência" (B), que obteve a menor relevância na matriz, ou seja, 0% de importância, não será descartado do projeto, mas é o menos importante de todos os itens relacionados nos requisitos. O ranqueamento obtido através deste diagrama encontra-se ordenado no quadro 2.

Classificação	Requisitos	Descrição	Pontuação	Percentual
1	Q	Qualidade do produto	30	12,77%
2	R	Ser economicamente viável.	30	12,77%
3	P	Durabilidade	26	11,06%
4	O	Apresentar baixo custo.	19	8,09%
5	H	Atender as expectativas do cliente.	17	7,23%
6	E	Ser fácil de operar;	15	6,38%
7	M	Cortar adequadamente;	14	5,96%
8	C	Ser de fácil manutenção;	12	5,11%
9	K	Baixo custo de manutenção;	12	5,11%
10	D	Ter regulagem simples.	11	4,68%
11	I	Ser segura;	11	4,68%
12	J	Ser ergonômico;	11	4,68%
13	N	Ser eficaz;	10	4,26%
14	F	Fácil acesso;	8	3,40%
15	G	Ser prático;	6	2,55%
16	A	Reposição dos componentes.	3	1,28%
17	B	Ter boa aparência.	0	0,00%
Soma			235	

Quadro 2 - Resultado do diagrama de Mudge.

5.4 Estabelecimento dos requisitos do projeto

Com base na ordem dos requisitos dos clientes, e com a finalidade de subdividir os requisitos do projeto, estabeleceu-se o quadro 3, relacionando os atributos mais importantes para o projeto da roçadora. Com a utilização do QFD, objetivou-se a hierarquização dos requisitos do projeto entre o relacionamento dos

requisitos do usuário/clientes. A casa da qualidade do projeto proposto, encontra-se já preenchida na figura 38.

Atributos Gerais	Atributos Básicos	Funcionamento	- Funcionamento semiautomático; - Funcionamento mecânico;
		Ergonômicos	- Conforto ao operador; - Silencioso;
		Econômicos	- Custo de produção; - Custo de operação; - Custo de manutenção; - Vida útil.
		Segurança	- Proteções das partes móveis; - Sinalização de alerta; - Articulação para transporte;
		Confiabilidade	- Confiabilidade esperada.
	Atributos do Ciclo de Vida	Fabricabilidade	- Processo de fabricação usual.
		Montabilidade	- Montagem manual.
		Mantenabilidade	- Intervalo entre manutenções.
	- Duração da manutenção.		
Atributos Específicos	Atributos Materiais	Geométricos	Dimensões: - Altura; - Largura de corte;
			Ajustes: - Uso de tolerâncias normais de MA;
			- Forma, configuração, acabamento, textura, fixações.
	Atributos Energéticos	Material Cor, peso	- Materiais padronizados comuns; - Conforme definição do grupo; - Adequado para efetuar a roçagem;
		Cinemática	- Velocidade de partes móveis.
	Atributos de controle	Forças, tipo de energia e fluxo.	- Acionamento mecânico;
			Controle

Quadro 3 - Definição dos requisitos do projeto

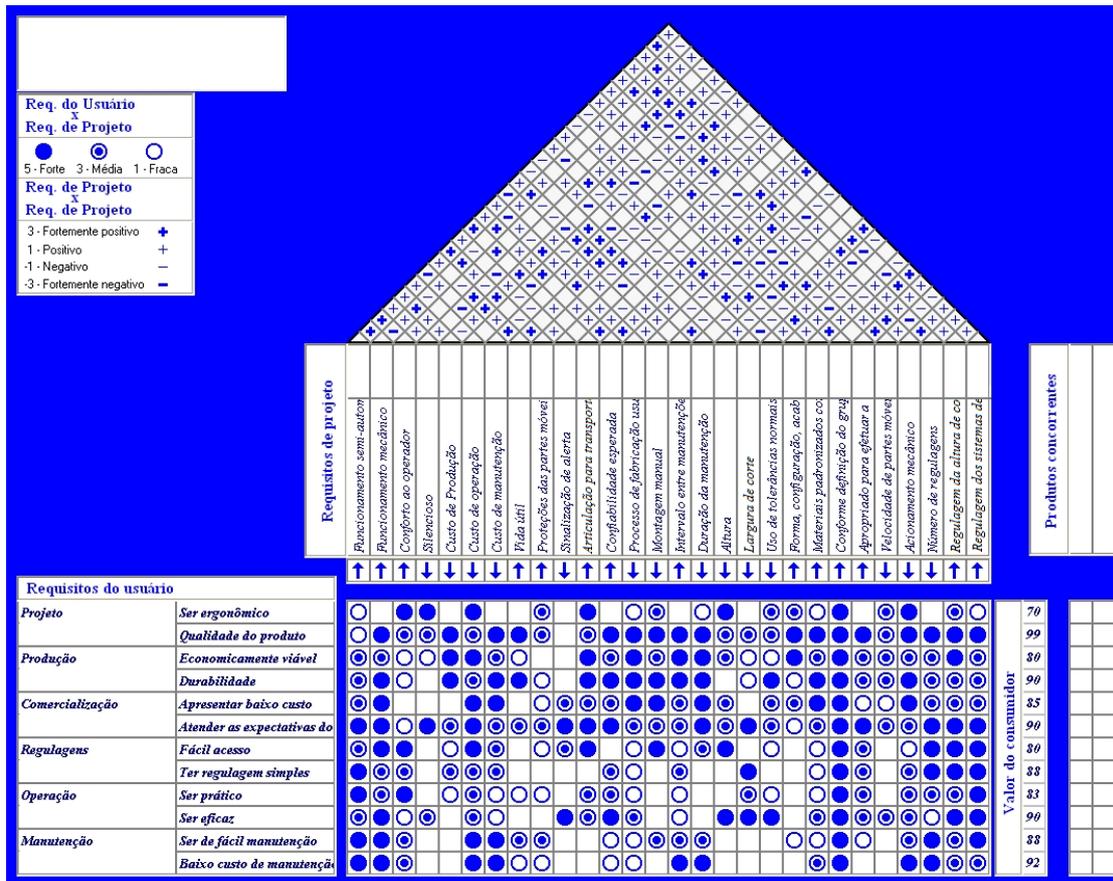


Figura 38 - Matriz da qualidade (QFD), relacionando os requisitos dos clientes e os requisitos de projeto.

Nesta etapa, em que se relacionou os requisitos do projeto *versus* os requisitos do cliente/usuário, obteve-se as prioridades dispostas na casa da qualidade através das perguntas e respostas do O QUÊ e COMO a cada um dos requisitos apresentados, de acordo com o grau de importância. Já o telhado do QFD foi preenchido indicando com as setas a relação positiva e negativa do projeto, porém não será utilizada a classificação do telhado, isso por se acreditar que a pontuação dos requisitos do projeto e clientes/usuários, é a mais importante, assim classificada no quadro 4 a seguir.

Classificação	Requisitos	Descrição
1	Projeto	Qualidade do produto
2	Manutenção	Baixo custo de manutenção
3	Produção	Durabilidade
4	Comercialização	Atender as expectativas dos clientes
5	Operação	Ser eficaz
6	Regulagens	Ter regulagens simples

Quadro 4 - Lista do grau de importância dos requisitos do Projeto

6 Projeto Conceitual

Toda a estrutura mecânica que compõe a roçadora tem por objetivo garantir que esta desempenhe sua atividade principal no campo, qual seja: a limpeza sob a copa dos pomares durante a operação, manutenção e limpeza de ruas e linhas das propriedades agrícolas familiares produtores de frutas.

6.1 Estrutura funcional

A busca de soluções para o problema do projeto foi no sentido de determinar o produto em termos funcionais. Isso significa definir qual a função ou funções que o produto deve desempenhar. Dessa forma, o presente trabalho está relacionado com o desenvolvimento de uma roçadora motorizada para roçar as plantas espontâneas que circulam os pomares; a função global do produto foi limpeza da área (roçar), sendo que para a realização desta função, se fazem necessários dois tipos de fluxo, a energia necessária para limpeza e o sinal que informa o processo todo. A Figura 39 ilustra a estrutura de função.

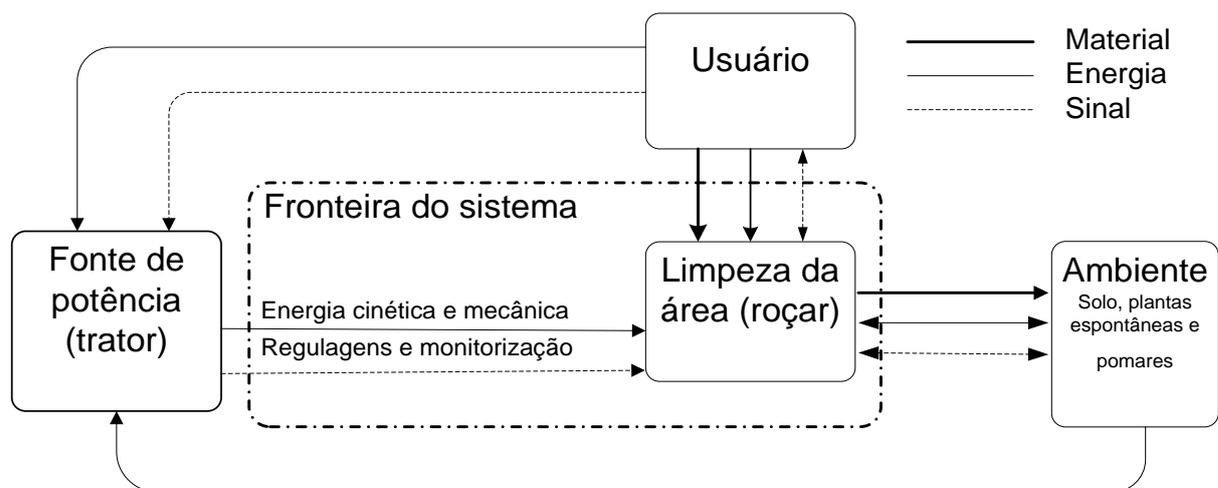


Figura 39 - Estrutura funcional global.

6.1.1 Princípios de solução

De modo a buscar os melhores princípios de solução foi elaborado e organizado uma matriz morfológica, sendo a primeira coluna preenchida com as funções da máquina e, em seguida, as células das linhas são preenchidas com os princípios de soluções que implementam as funções de cada mecanismo, podendo este existir, similares ou criados pela equipe de projeto. Para a criação de concepções foi utilizado o princípio de solução através da analogia direta, que consiste na pesquisa de conhecimentos e experiências relacionadas com o projeto.

Sistema de acionamento			
Sistema de transmissão			
Sistema de corte			
Acoplamento ao trator			

União das partes da Roçadora		
Sistema de proteção		

Quadro 5 – Matriz morfológica com os princípios de solução.

6.1.2 Descrição das seleções das concepções

Neste tópico, apresenta-se quatro concepções de produto, todas foram criteriosamente avaliadas pela equipe de trabalho, docentes e funcionários do NIMEq, com base na complexidade do projeto e necessidade de utilização da roçadora. Em todas as concepções apresentadas, a estrutura de chassi foi tubular e projetada para ser acoplada ao terceiro ponto de um trator, e acionado pela tomada de potência.

A primeira concepção apresenta um único sistema de corte, que proporciona ao usuário a limpeza entre plantas, conforme Figura 40.



Figura 40 - Concepção da roçadora para realizar limpeza entre plantas com um sistema de corte.

A segunda concepção permite ao usuário incluir uma extensão de corte, que proporciona ao usuário uma maior largura de corte durante a limpeza entre plantas, conforme Figura 41.



Figura 41 - Concepção da roçadora para realizar limpeza entre plantas com dois sistemas de corte.

A terceira concepção apresenta dois sistemas de corte, que permitem ao usuário duas posições distintas de roçagem, entre plantas e entre linhas. Neste conceito é possível alterar a posição do corte colocando o sistema na posição externa e ou interna, conforme Figuras 42 e 43.

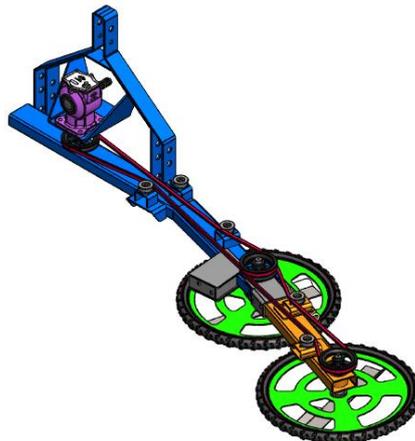


Figura 42 - Concepção da roçadora para realizar limpeza entre plantas.



Figura 43 - Concepção da roçadora para realizar limpeza entre linhas.

A quarta concepção apresenta dois sistemas de corte, que permite duas posições distintas de roçagem, entre plantas e entre linhas. Neste conceito foi empregado um dispositivo articulado para as diferentes posições de corte, evitando que a roçadora exceda a largura máxima do trator durante o transporte, conforme Figuras 44 e 45.



Figura 44 - Concepção da roçadora articulada para realizar limpeza entre plantas.



Figura 45 - Concepção da roçadora articulada para realizar limpeza entre linhas.

6.1.3 Apresentação da concepção selecionada

Com base nas concepções apresentadas anteriormente, foi possível selecionar a concepção mais adequada com relação à roçadora para limpeza mecânica sob a copa de pomares, neste caso, a concepção escolhida foi a quarta, contendo chassi tubular, dois sistemas de corte e transmissão mecânica, ajuste para a posição de transporte, além dos periféricos que compõem o conjunto como correia, roldanas e blindagens de segurança para as partes móveis.

A roçadora deverá ser acoplada ao sistema de terceiro ponto do trator, seu chassi será tubular com transmissão mecânica, acionada pela tomada de potência do trator que irá compor o conjunto mecanizado (trator e roçadora), o sistema de corte será composto por sistema(s) independente(s). No caso de dois sistemas de corte, esses irão trabalhando no mesmo sentido, horário, proporcionando, assim, uma melhor distribuição do material cortado. O sistema de articulação da roçadora proporciona ao usuário a possibilidade de reposicionar o sistema de corte para as atividades de limpeza entre plantas e entre linhas.

No que se refere às partes que compõem o conjunto da roçadora, há várias alternativas possíveis que podem cumprir a função, porém com algumas características diferentes. Dentre as possibilidades disponíveis no mercado, a mais utilizada é o sistema de lâmina de corte inteira, porém para compor o mecanismo do protótipo, o sistema de lâminas giratórias poderá apresentar melhores resultados (por serem lâminas montadas nas extremidades do mecanismo, possuem mais rigidez se porventura entrarem em contato com o solo ou com alguma rocha), é também facilmente encontrado no mercado, garante maior vida útil, eficiência e segurança para as operações.

A estrutura principal será especificada de tal maneira que possibilite unir todas as partes do conjunto com robustez, eficiência, com fácil fabricação, baixo custo e fácil manutenção. Quando acoplado ao trator, o conjunto é acionado e permite ao usuário realizar as atividades de limpeza em duas modalidades, entre plantas e entre linhas, conforme ilustrados nas Figuras 46, 47, 48 e 49.

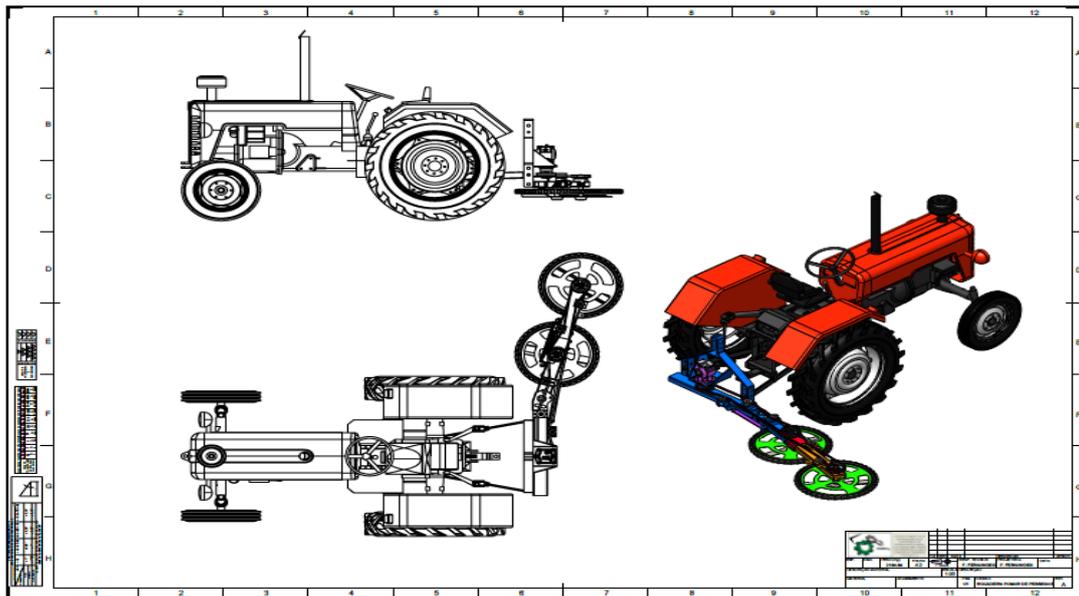


Figura 46 - Concepção da roçadora configurada para realizar limpeza entre plantas.

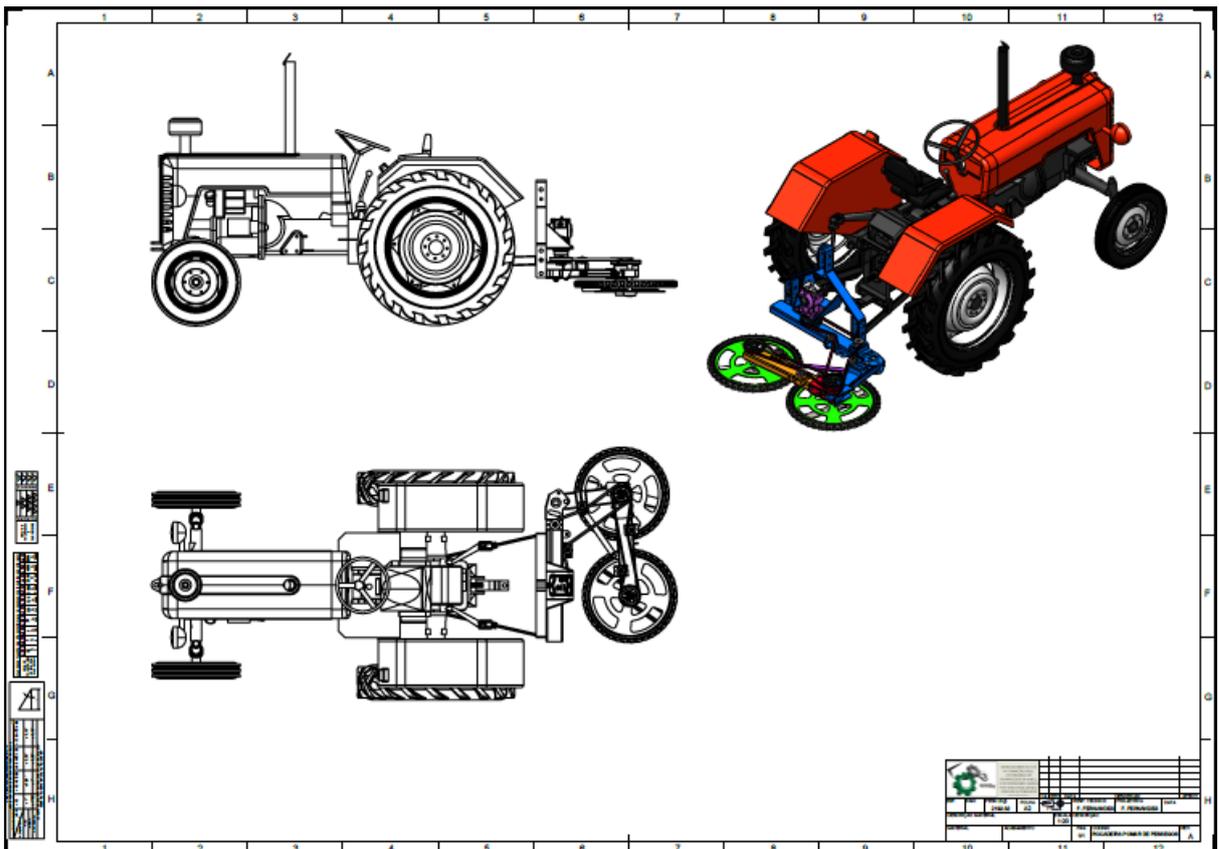


Figura 47 - Concepção da roçadora configurada para realizar limpeza das entre linhas.

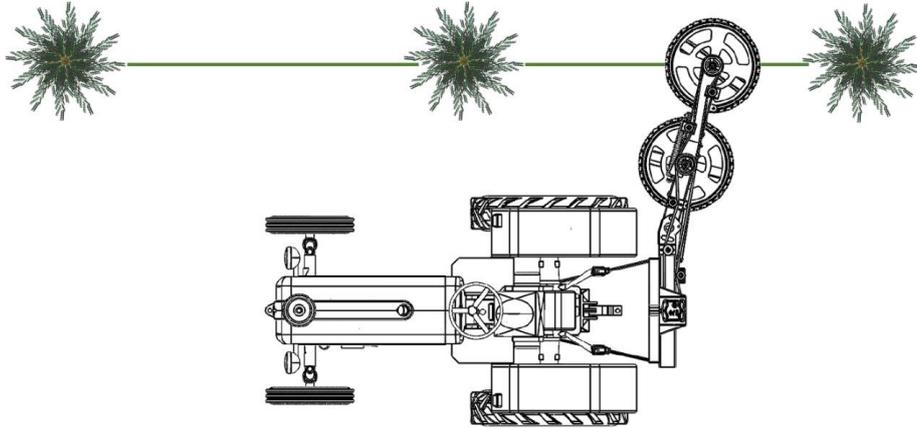


Figura 48 - Conjunto simulando a limpeza entre plantas.

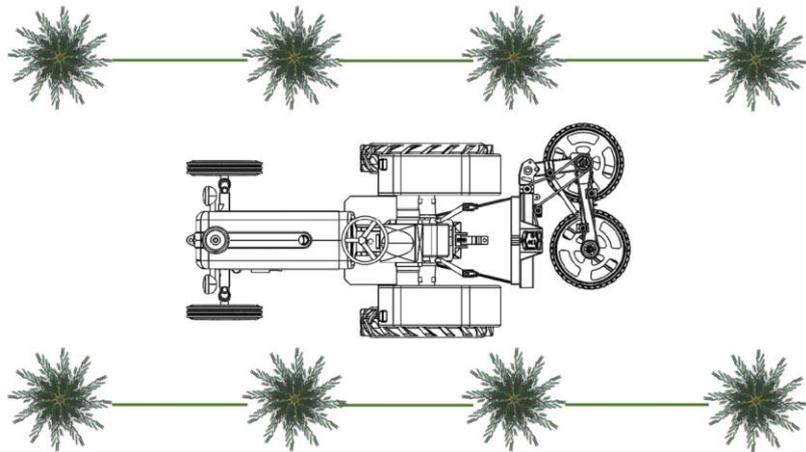


Figura 49 - Conjunto simulando a limpeza das entre linhas.

6.2 Projeto Preliminar

Buscou-se junto a diversos fornecedores de matéria prima e de componentes as melhores opções de custo/benefício, reposição e qualidade dos itens disponíveis no mercado, objetivando a fabricação do equipamento de forma competitiva e confiável. Nesta fase foram desenvolvidos os itens abaixo:

6.2.1 Descrição do processo de fabricação

As peças metálicas foram projetadas para serem facilmente montadas ao sistema mecanizado. As dimensões das peças e suportes foram medidas nos sistemas de três pontos de tratores e de roçadeiras já existentes no mercado, que

utilizam este mesmo conceito de acoplamento, servindo como base para realização do projeto e desenho.

Para os desenhos, foi utilizado o *software Solidworks*, que possibilita a visualização das peças a serem criadas, nos três eixos de coordenadas cartesianas (três dimensões), inclusive com simulação dos movimentos. A Figura 50 mostra a tela do *software Solidworks* em modelagem.

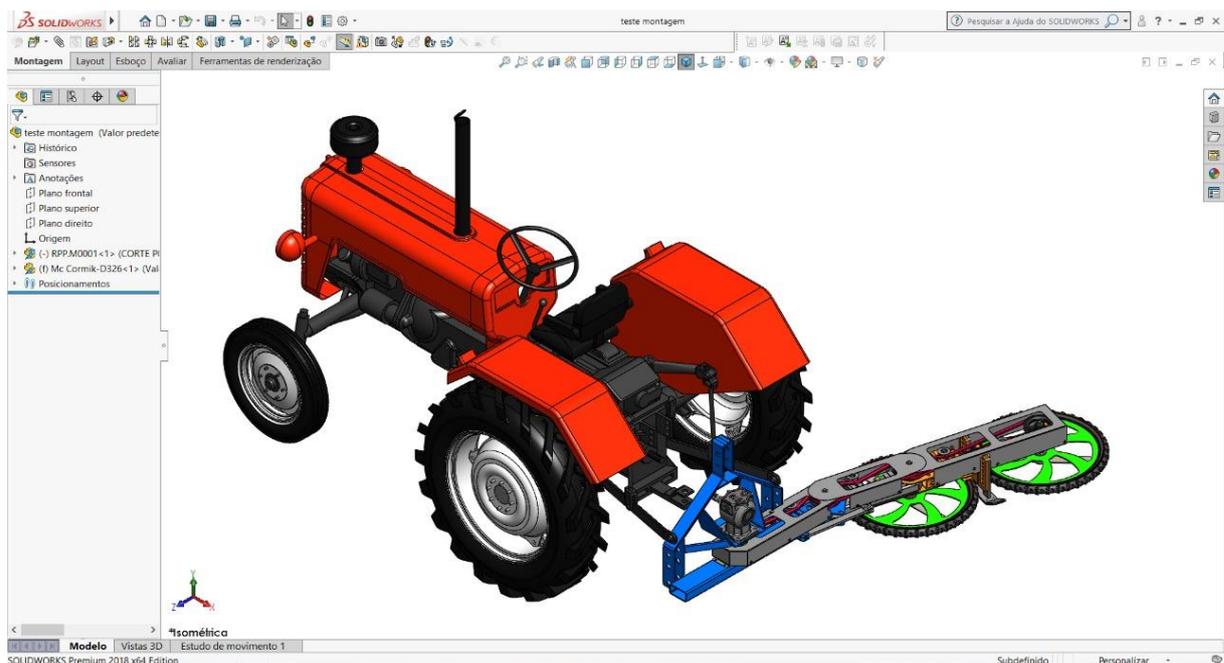


Figura 50 – Tela do *Software Solidwork* em modelagem do conjunto trator e roçadeira.

6.2.2 Fase de detalhamento do produto

O detalhamento, nessa etapa, ocorreu quando foram criados e descritos os SSCs (sistemas, subsistemas e componentes) para, logo após, atingir a integração. Na primeira etapa dessa atividade, buscou-se realizar um levantamento quanto à existência desses SSCs e a disponibilidade de aquisição desses elementos no mercado, gerando-se então a decisão de fabricar ou adquirir componentes.

Nesse momento também houve a necessidade de realizar o planejamento do processo de fabricação e montagem dos componentes. Após ser concebido o leiaute da máquina, foi preciso realizar um estudo detalhado, reunindo todos os componentes dos subsistemas, tornando indispensável o desenho de cada item.

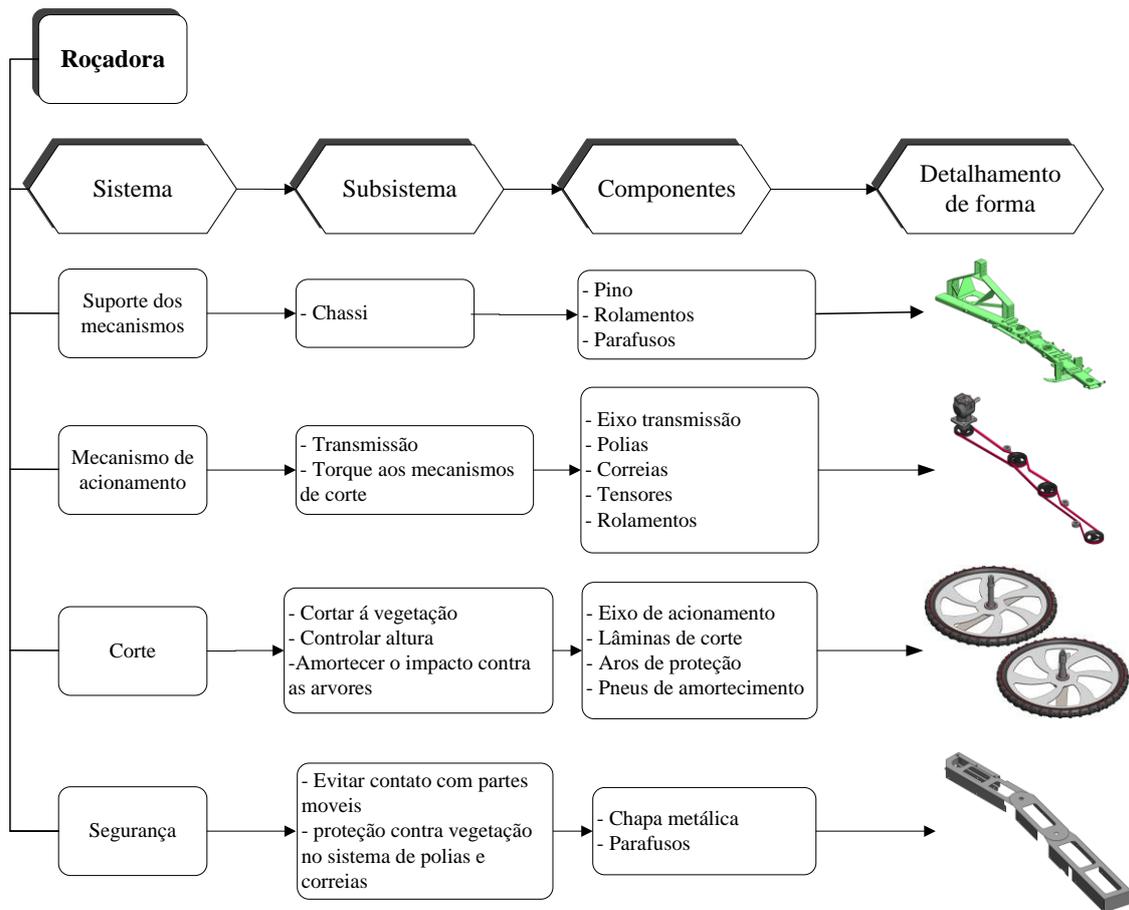


Figura 51 - Fluxograma das terminologias dos SSCs.

6.2.3 Fabricação e aquisição dos conjuntos mecânicos

Seguindo a sequência metodológica proposta por Rozenfeld *et al.* (2006), na fase de otimização foi realizado um levantamento dos fornecedores para a etapa da seleção dos materiais e componentes mecânicos. Essa etapa apoiou-se nas fases de detalhamento e aquisição, que auxiliaram para determinar a escolha dos componentes, para então seguir para a etapa dos processos usuais de fabricação.

Com o avanço do detalhamento dos SSCs, iniciou-se a etapa de planejamento do processo de fabricação e montagem pela indústria IMAK, conforme Figuras 52, 53, 54, 55, 56, 57 e 58, dando sequência ao cronograma de atividades, para atender o projeto conceitual. O investimento total para a construção do protótipo foi de R\$3.757,00.



Figura 52 – Montagem do sistema de chassi.



Figura 53 – Estrutura e componentes do protótipo.



Figura 54 – Montagem do protótipo.

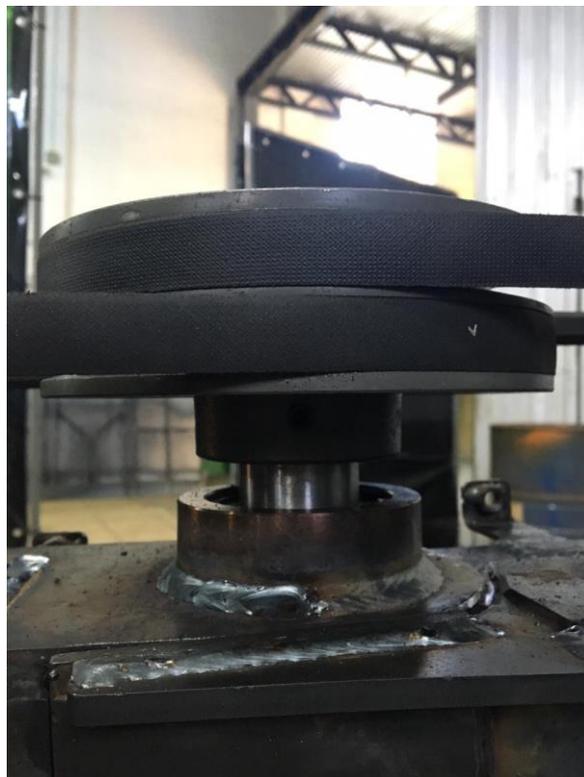


Figura 55 – Verificação do alinhamento do sistema de transmissão.



Figura 56 – Montagem e alinhamento dos componentes de transmissão.



Figura 57 – Pintura dos itens manufaturados.



Figura 58 – Protótipo montado.

7 Testes de campo

Os testes de campo do conjunto trator/roçadora, Figura 59, demonstraram eficiência no trabalho da roçadora, tendo desempenhado de forma adequada sua função para as diferentes condições de trabalho.



Figura 59 - Conjunto trator/roçadora.

A plantação de laranjas utilizada nos testes apresentava plantas distanciadas de 4,5m na linha, com diâmetro de caule de 8,4cm, distância entre linhas de 4m.

Verificou-se que a roçadora foi capaz de fazer o corte das plantas na largura de 1 m estipulada para cada passada, e também junto ao caule das plantas conforme, para as três culturas utilizadas nos testes. O resultado do trabalho da roçadora pode ser visualizado a seguir, nas Figuras 60, 61, 62, 63 e 64.



Figura 60 - Pomar de laranjas após a primeira da passada da roçadora.



Figura 61 - Pomar de laranjas, antes de passar a roçadora (lado direito) e após a passada da roçadora (lado esquerdo).



Figura 62 - Pomar de laranjas após as duas passadas da roçadora.



Figura 63 - Pomar de figueiras antes da passada da roçadora.



Figura 64 - Pomar de figueiras durante a primeira passada da roçadora.



Figura 65 - Pomar de figueiras durante a segunda passada da roçadora.



Figura 66 - Pomar de figueiras após as duas passadas da roçadora.



Figura 67 - Pomar de bergamotas antes da passada da roçadora.



Figura 68 - Pomar de bergamotas durante a primeira passada da roçadora.



Figura 69 - Pomar de bergamotas após as duas passadas da roçadora.



Figura 70 - Detalhe do trabalho da roçadora em terreno inclinado.

8 Conclusões

Por meio da metodologia utilizada no presente trabalho foi possível desenvolver um equipamento mecanizado de baixo custo para manejo e controle de plantas espontâneas e limpeza das ruas entre as linhas e sob as copas de árvores frutíferas.

A construção de um equipamento mecânico para o manejo e controle de plantas espontâneas mostrou-se tecnicamente viável. O projeto de um equipamento mecânico para o manejo e controle das plantas espontâneas mostrou-se adequado e eficiente para a tarefa a que se propõe.

Comparada à aplicação de produtos químicos para o controle de plantas espontâneas, a concepção desenvolvida proporciona maior segurança, com nível adequado de agilidade na operação, custo reduzido e sem possibilitar a contaminação ambiental.

9 Recomendações para trabalhos futuros

As recomendações que seguem abordam ações que podem ser implementadas para trabalhos futuros:

- Alterar o mecanismo de transmissão do sistema de corte por corrente, para que não haja diminuição da rotação em diferentes volumes de plantas espontâneas;
- Testar a durabilidade e o desgaste das partes responsáveis pela articulação e rotação dos eixos;
- Substituir os patins deslizantes, por uma “roda louca”, para que esta sustente o braço de articulação e faça o nivelamento de corte, quando em operação.
- Aumentar a distância da máquina em relação ao trator, é preciso um vão livre maior entre o conjunto mecanizado.

Referências

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. São Paulo: HUCITEC, 1992.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

ASHTON, F.; MONACO, T. J. **WeidScience**. New York: John Wiley, 1991. 466p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 730: Tratores agrícolas de rodas - Engate traseiro de três pontos - Categorias 1 N, 1, 2 N, 2, 3 N, 3, 4 N e 4**. Rio de Janeiro, 2011.

BACK, N. *et al.* **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008. 648p.

BERTANHA, C. A. **Roçadeira dupla ecológica**. MU 9102912-0 U2. Depósito: 24 nov. 2011. Concessão: 08 out. 2013.

BICCA, E. F. **Extensão rural: da pesquisa ao campo**. Guaíba: Agropecuária, 1992.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O (coord.). **Cadeia produtiva de frutas**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007. 102 p. Disponível em: <http://repiica.iica.int/docs/B0588p/B0588p.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2017

BRASIL. **Decreto nº 1946, de 28 de junho de 1996**. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar PRONAF, e dá outras providências. Brasília: presidência da República, 1996. Disponível em: www.pronaf.gov.br. Acesso em 24 dez. 2011.

BRASIL. **Lei 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília: Presidência da República, 2006. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4080268&disposition=inline#:~:text=JULHO%20DE%202006,-,Estabelece%20as%20diretrizes%20para%20a%20formulação%20da%20Política%20Nacional%20da,Art>. Acesso em: 19 nov. 2018.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 p.

CARVALHO, J. E. B. *et al.* Práticas Culturais. *In*: MATTOS JÚNIOR., D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC: Fundag, 2005. cap. 21, p. 449-482.

CARVALHO, J. E. B. **Manejo e Controle de Plantas Infestantes em Fruteiras Tropicais**. 2018. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/985322/1/MANEJOECONTROLEDEPLANTASINFESTANTESEMFRUTEIRASTROPICAIS.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2018.

CERQUEIRA GOMES, J. de; LEAL, E. C. Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros. *In*: **EMBRAPA Mandioca e Fruticultura**. Sistemas de Produção, 11. Versão eletrônica, janeiro de 2003. Disponível em:

https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcosteiros/plantadaninhas.htm. Acesso em: 15 nov. 2017.

COELHO, Y. S.; CINTRA, F. L. D. Práticas de Cultivo; Análise e Recomendações para a Citricultura da Bahia. **Circular Técnica nº 9**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1985. 24 p. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81405/1/Praticas-de-Cultivo-Ygor-Coelho-Circular-Tecnica-09-1985.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

COSTA, E. L. **Roçadeira lateral com movimento oscilante perpendicular à linha de plantio permanente e movimento vertical para acompanhamento de desnível do terreno**. PI 0103619-0 A. Depósito: 19 jun. 2001. Concessão: 15 abr. 2003.

DURIGAN, J. C.; TIMOSSI, P. C. **Manejo de Plantas Daninhas em Pomares Cítricos**. Bebedouro: EECB, 2002. 53 p.

DR POWER EQUIPMENT. **DR 3-Point Hitch Trimmer/Mower**. Disponível em:

http://www.drpower.com/shop.axd/ProductDetails?edp_no=53600. Acesso em: 09 set. 2017.

EMATER/RS. **Fruticultura**. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/fruticultura.php#.WbZ7An9K3IU>. Acesso em: 11 set. 2017.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Práticas de conservação de solos**. Rio de Janeiro: SNLCS, 1980. 88 p.

FACHINELLO, J. C. *et al.* Situação e Perspectivas da Fruticultura de Clima Temperado no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 109-120, outubro 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a14v33nspe1.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2018.

FIGLIARELLI, H. B. **Disposição em roçadeira dupla reversível**. MU 8800890-8 Y1. Depósito: 28 mar. 2008. Concessão: 21 jun. 2016.

FONTES, J. R. A. *et al.* **Manejo Integrado de Plantas Daninhas**. Planalina: EMBRAPA Cerrados, 2003. 48p.

GEBARA, A. B. Resíduos de Pesticidas em Frutas. *In: Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado*, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais [...]** Caçador-SC: Epagri, 2002. p. 31-33.

HAFNER, B. **Mower for mowing around fence and railing posts**. US 9.010.076 B2. Ser. No 61/523,581. Depósito: 13 ago. 2012. Concessão: 21 abr. 2015.

HECHT, S. A. Evolução do pensamento agroecológico. *In: ALTIERI, M. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. 4. ed. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2006: agricultura familiar**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/familia_censoagro2006.pdf. Acesso em: 10 ago. 2015.

INTEREMPRESAS. **Productos - Desbrozadoras y desmalezadoras**. Disponível em: <http://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Desbrozadoras-interplantas-Perfect-RF-115827.html>. Acesso em: 28 ago. 2017

JOÃO, P. L. (coord.) *et al.* Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul. **Realidade Rural**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. 77 p. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Vol.%2028%20-%20Levantamento%20da%20Fruticultura%20Comercial%20do%20RS.pdf. Acesso em: 18 nov. 2017.

KAMAQ. **Roçadeiras - Citricultura e Fruticultura (Linha Ecológica)**. Disponível em: http://www.kamaq.com.br/rocadeiras_frontkop115IIex.php. Acesso em 28 ago. 2017a.

KAMAQ. **Roçadeiras - Citricultura e Fruticultura (Linha Ecológica) - Kit opcional para a roçadeira frontkop 115II EX**. Disponível em: http://www.kamaq.com.br/rocadeiras_frontkop_kit_interkop.php. Acesso em 28 ago. 2017b.

LINO, A. C. L.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Análise da fragmentação de fitomassa realizada por uma roçadora em área com predominância de capim-colônia. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 2, p. 401-407, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000687051999000200020&lng=en&nrm=iso. Acessado em: 10 set. 2017.

LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. **Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solo e Água**. Campinas, CATI, 1994. Disponível em: http://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/recursos_naturais/manualAguaSolo.pdf Acesso em: 12 nov. 2017.

MARC, J. **Qual a estratégia para o desenvolvimento rural?** [s.l.]: [s.e.], [s.d.].

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. Recomendação de manejo de conservação do solo e água. *In: Manual técnico*, 20. Programa Rio Rural. ISSN 1983-5671. Niterói- RJ. 2009.

MARCHESAN. **Roçadeira RCA²E 3400**. Disponível em: http://www.marchesan.com.br/index.php?option=com_k2&view=item&id=97:rca%C2%B2e-3400&Itemid=45&lang=br. Acesso em: 08 set. 2017.

MARCHESAN, J. C. **Disposições introduzidas em roçadeira para pomares cítricos e semelhantes**. MU 8100031-6 U. Depósito: 05 jan. 2001. Concessão: 18 nov. 2008.

MDA. **Programa Mais Alimentos - Produção Primária**. Brasília, 2017. Secretaria da Agricultura Familiar. Online. Disponível em: <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/maisalimentos/search>. Acesso em: 28 ago. 2017.

MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de uma semeadora adubadora para plantio direto com sulcador rotativo acoplado em tratores**. 2013. 250 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

MEDINA, J. C. *et al.* **Banana**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 3. ed. Campinas: ITAL: Frutas Tropicais, 3, 1990. 302p.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas**: ensaios & certificações. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MITCHELL, R. G. **Brush cutter**. US1001211 A. Ser. Nº 603,286. Depósito: 18 jan. 1911. Concessão: 22 ago. 1911.

MORSOLIN, O. J. **Roçadeira acoplável em trator com braços articuláveis automaticamente**. BR 132012017518-4 E2. Depósito: 23 ago. 2010. Concessão: 26 dez. 2012.

MURAKAMI, J. H. **Disposição introduzida em roçadeira conjugada e articulada com sistema flutuante pantográfico**. MU 8200030-1 U. Depósito: 14 jan. 2002. Concessão: 11 jun. 2002.

NOVACKI, E. R. Chegou a vez da Fruticultura. *In: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil*. 2017. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/artigos/chegou-vez-da-fruticultura>. Acesso em 18 de novembro de 2017.

OLDONI, A. **Colhedora beneficiadora de cebolas para agricultura familiar: Projeto informacional e conceitual**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. *et al.* **Las máquinas agrícolas y su aplicación**. 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa 1984. 492 p.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2nd ed. London: Springer-Verlag, 1996. 544p.

PAHL, G. *et al.* **Projeto na Engenharia**. 6 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2005.
PASSOS, O. S.; CUNHA, M. A. P. **A pesquisa com fruticultura no Brasil**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMP, 1992. 31 p. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/637776/a-pesquisa-com-fruticultura-no-brasil>. Acesso em: 12 set. 2017.

PETTO NETO, A. Práticas Culturais. *In*: RODRIGUES, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JUNIOR, J.; AMARO, A. A. **Citricultura Brasileira**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1991, p. 476-490.

PICCIN. **RPCO / RPCO 3000**. Disponível em: <http://www.piccin.com.br/produto/rpco-detail>. Acesso em: 09 set. 2017.

PINHO, D. B.; VASCONCELLOS, M. A. S. **Manual de economia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

PITELLI, R. A. Competição e Controle das Plantas Daninhas em Áreas Agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1, 24 set. 1987. Disponível em:
<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr12/cap01.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

REICHERT, L. J. *et al.* **A Importância Socioeconômica da Agricultura Familiar no Desenvolvimento Territorial da Zona Sul do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/627.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018

ROCON, N. **A Importância do Setor Agrícola Para a Economia Brasileira**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Administração de Empresas) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 2011. Disponível em:
<https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0811260631.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2018.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
SVENDSGAARD, J. **Brush cutter**. US1710749 A. Ser. Nº 92,989. Depósito: 08 mar. 1926. Concessão: 30 abr. 1926.

ROZENFELD, H. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.

SAN MARTIN MATHEIS, H. A. **Efeitos de diferentes coberturas mortas obtidas a partir do manejo mecânico com roçadeira lateral na dinâmica populacional de plantas daninhas em citros**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SENAR. **Fruticultura**: colheita, pós-colheita e comercialização. 4. ed. Brasília: Coleção SENAR, 2011.

SHIVA, V. **A produtividade da pequena propriedade rural**. [s.l.]: The Ecologist Brasil, 2003.

SIEDENBERG, D. R.; SILVA, P. A agrobiodiversidade como estratégia de viabilização da agricultura familiar no município de Passo Fundo – RS. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 8, n. 1, 2004.

SILVEIRA, G. M. Alguns problemas da mecanização na citricultura. *In*: RODRIGUEZ, O. *et al.* (Coord.). **Citricultura Brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 2, p. 601-641.

SOUZA CRUZ S.A. **Diversificação o caminho da pequena propriedade**. Boletim Souza Cruz do Sul: [s.e], Ano XXIV nº 127, out/nov/dez, 2005.

SPAGNOLO, R. T. **Máquina para controle de plantas espontâneas pela aplicação de calor**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

STEFANELLO, G. **Semeadora de tração humana**: Projeto informacional e conceitual. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

TEAGLE. **Handy inter-row mower**. Disponível em: <https://www.teagle.co.uk/en-gb/products/flail-mowers-mulchers/handy-inter-row-mower.php>. Acesso em: 29 ago. 2017.

TEIXEIRA, S. S. **Desenvolvimento de uma semeadora de precisão voltada para a agricultura familiar de base ecológica**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

TEIXEIRA, S. S. **Projeto conceitual de uma semeadora de milho e feijão voltada para a agricultura familiar e agroecológica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

TESSMANN, D. J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. *In*: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (ed.) **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Cap. 4, p. 79-94, 2011.

THOMPSON, W. M. **Rotary brush cutter**. US2821831 A. Ser. No. 498,946. Depósito: 04 abr. 1955. Concessão: 04 fev. 1958.

TINOCO, S.T.J. **Conceituação de agricultura familiar**: uma revisão bibliográfica. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/AgricFamiliar/index.htm. Acesso em: 18 nov. 2017.

TMC CANCELA. **Productos - Agrícola**. Disponível em: <http://tmccancela.com/producto/dl>. Acessado em 29 ago. 2017.

TREICHEL, M. *et al.* **Anuário brasileiro da fruticultura 2016**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p.

Apêndices

Apêndice A - Registros de patentes encontrados (continua).

Ano	Autor(es)	Título	N° da patente
1911	Robert G. Mitchell	Brushcutter	US 1001211 A
1929	John Svendsgaard	Brushcutter	US1710749 A
1933	Amos F. Moyer	Power gang lawn mower	US 2.067.158
1936	Amos F. Moyer	Extensible gang lawn mower	US 2.139.200
1937	Amos F. Moyer	Gang lawn mower	US 2.100.910
1949	William I. White	Draft device permitting plural movements	US 2.699.957
1952	Holmes Earl W	Control means for hydraulically operated weed and brush cutters	US 2588004 A
1955	Patrick Horan John	Tractor propelled brush cutter	US 2711623 A
1958	Wallace M. Thompson	Rotary brush cutter	US 2.821.831
1961	Chester Williams	Riding lawn mower	US 3.097.465
1961	Frank C. Holmes	Front mounted mower for riding tractor	US 2.991.612
1962	Thomas J. Dunn	Mowing apparatus	US 3.135.079
1979	Jorge Hiroshi Murakami	Aperfeiçoamento em esqui para roçadeira e carpideira	PI 7804531
1980	Guilhermino Lindolpho	Roçadeira à transmissão	PI 7806629
1984	Jack Carr	Gang mower trailer	US 4.481.755
1984	Richard W. Johnson	Grass and ditch mower	US 4.426.829
1987	Fred P. Mattson	Mower attachment for farm tractors	US 4.688.375
1989	Harold H. Lynch	Mover attachment for a tractor	US 4.869.056
1989	Teruo Shimamura; Takao Sakatsuji; Kazuo Furukawa	Front Mower	US 4.829.754
1990	Oscar Baldan	Aperfeiçoamento em roçadeira dupla de facas desencontradas	PI 8901396 A
1990	Robert M. Torras	Mowing tractor with towed mower	US 4.926.621
1990	Timothy A. Davison	Vehicle-mounted brush cutter	US 4.946.488
1990	Urbano Marshall Cavolini	Roçadeira de facas bidirecionais	PI 8804067 A
1991	AdelinoCorim	Disposição introduzida em roçadeira para broto	MU 7001783 U
1991	Antônio Marcio Resende de Castro; João Bosco Salgado Bastos; Roberto Shaper	Disposição construtiva em roçadeira mecânica	MU 6901425 U
1991	Timothy A. Davison	Vehicle-mounted brush cutter	US 4996830 A
1992	Pedro Candido de Almeida	Roçadeira agrícola de pastagem	MU 7002061 U

Apêndice A - Registros de patentes encontrados (continuação).

1992	Timothy A. Davison	Vehicle-mounted brush cutter	US 5123462 A
1993	Alceu Martins	Aperfeiçoamento em mecanismo de transmissão e corte para roçadeira dupla	PI 9103956 A
1994	Dean L. McClymonds	Multiposition mowing device	US 5.375.398
1994	John F. Nunes Jr.; Aaron M. Days; Gilbert W. Borba; Manuel Furtado, Jr.	Wide area lawnmower	US 5.280.695
1994	Takezo Seguchi	Disposições introduzidas em máquinas agrícolas do tipo roçadeira	PI 9303543-8 A
1995	Vilmer Baldan	Roçadeira lateral hidráulica para pomar	PI 9502425-5 A
1996	Jammie J. Dallman	Control assembly for a brush cutting machine	US 5.537.808
1996	Norman E. Kocher	Rough terrain hydraulic mower attachment	US 5.511.368
1997	Edwin Warfield III	Utility expansion system for a ground vehicle	US 5.694.752
1997	Michael Lee Vought; Harlan Arthur Palm	Flail mower attachment for a skid steer vehicle	US 5.666.794
1998	Alberto Samala Neto	Triturador de galhos	PI 9703264-6 A
1998	Gary D. Dannar	Articulated boom assembly	US 5.775.075
2000	Earl K. Lees	Gang mower	US 6.131.378
2001	Jonas Marchi	Roçadeira vertical multi-uso	PI 0000452-9 A
2001	Jorge Hiroshi Murakami	Disposição introduzidas em máquinas agrícolas do tipo roçadeira	PI 9903455-7 A
2001	Jorge Hiroshi Murakami	Roçadeira dupla com transmissão direta	MU8100750-7 U
2001	Jorge Hiroshi Murakami	Roçadeira duplamente articulada	MU 800091 0-7 U
2001	José Carlos Marchesan	Disposições introduzidas em roçadeira para pomares cítricos e semelhantes	MU 8100031-6 U
2001	Marinho Medeiros	Roçadeira agrícola	MU 7901852-1 U
2002	Jorge Hiroshi Murakami	Disposição introduzida em roçadeira conjugada e articulada com sistema flutuante pantográfico	MU 8200030-1 U
2002	Jorge Hiroshi Murakami	Roçadeira semi-hidráulica	MU 8200378-5 U
2003	Euclésio Luis Costa	Roçadeira lateral com movimento oscilante perpendicular à linha de plantio permanente e movimento vertical para acompanhamento de desnível do terreno	PI 0103619-0 A
2003	João Carlos Marchesan	Aperfeiçoamento em roçadeiras agrícolas aplicadas em cultivares perenes	PI 0301343-0 A
2003	Jorge Hiroshi Murakami	Aperfeiçoamento roçadeira com um conjunto de corte	MU 8202037-0 U
2003	Jorge Hiroshi Murakami	Aperfeiçoamento em sistema de acoplamento de roçadeira ao trator	PI 0300893-2 A

Apêndice A - Registros de patentes encontrados (continuação).

2003	Jorge H. Murakami	Roçadeira retrátil flutuante	MU 8101379-5 U2
2003	José Rogério Mazer	Roçadeira lateral com movimentação oscilante perpendicular à linha de plantio permanente	MU 8100714-0 U
2003	Melvin Gengler	Rotary tree cutter attachment for tractor	US 6.662.835 B1
2004	Antônio O. Fuchina Facco; Maria Inês R. Facco, Mario Borges da Silva; Valdir Lutz Molinário	Cultivadora roçadeira articulada em linha	PI 0202471-3 A
2004	Scott E. Freiberg; Roger E. Roy	Brush cutter emergency stop system	US 6.832.466 B2
2004	Valmor Sérgio Rocha	Aperfeiçoamento introduzido em roçadeira lateral articulável	PI 0301018-0 A
2005	Natal Humberto Dalle Vedove	Roçadeira sem correia e com sistema construtivo diferenciado com transmissão engrenado e sistema de uso	PI 0303512-3 A
2005	Stanley Joseph Boyko	Variable offset rotary mower apparatus	US 6.854.250
2006	Alberto Karoly	Disposição construtiva em roçadeira	MU 8401994-8 U
2006	Antônio Marcos Ribeiro do Prado	Disposição construtiva aplicada em engate deslizante para roçadeira agrícola	MU 8401329-0 U
2006	Oswaldo Rodrigues Leite	Disposição construtiva introduzida em equipamento do tipo roçadeira aplicada na erradicação de brotos	MU 8501833-3 U
2007	David Gonçalves de Oliveira	Roçadeira simples	MU 8600302-0 U
2007	Josafa Candido de Assis	Roçadeira de rotor duplo vertical para mandioca	PI 0605239-8 A
2008	J. Alexander Easley Jr.	Lawn mower towing device	US 7.347.036
2008	Jorge H. Murakami	Roçadeira triarticulada	MU 8601523-0 U
2009	Agnaldo Moraes	Aperfeiçoamento em roçadeira	MU 8701322-3 U2
2009	Antônio Pedro Dalevedove	Roçadeira hidráulica sem uso de correias ou pneumático com sistema construtivo e regulagens diferenciadas	MU 8701047-0 U2
2010	Adriano F. de Souza	Disposição em roçadeira	MU 8801134-8 U2
2010	Stanley Joseph Boyko	Offset floating hitch rotary mower apparatus	US 7.775.024
2012	Olinto José Morsolin	Roçadeira acoplável em trator com braços articuláveis automaticamente	PI 1003225-8 A2
2013	Delcindo Ezaltino Panichi de Moraes	Roçadeira para limpeza de florestas	BR 20 2012 008727-3 U2
2013	J. Phillip Fraley; John W. Davis	Concave deck flexible hitch cutter	US 8.393.136 B1
2013	José L. Dias; Kelli C. La Gamba Dias	Roçadeira com disco e facas serra	PI 1101535-7 A2
2013	Leonel Frias Júnior	Disposição aplicada em roçadeira com aplicador de herbicida e mecanismo de corte ventilado	MU 9101942-7 U2

Apêndice A - Registros de patentes encontrados (conclusão).

2013	Luiz Fernando Rufo	Roçadeira dupla reversível	MU 9002426-5 U2
2014	Olinto José Morsolin	Roçadeira acoplável em trator com braços articuláveis automaticamente	PI 1003225-8 B1
2015	Brandon Hafner	Mower for mowing around fence and railing posts	US 9.010.076 B2
2015	J. Phillip Fraley; John W. Davis	Flexible hitch cutter	US 9.049.815 B2
2015	Olinto José Morsolin	Roçadeira acoplável em trator com braços articuláveis automaticamente	BR 132012017518-4 E2
2016	Hiago Balbino Fioreze	Disposição em roçadeira dupla reversível	MU 8800890-8 Y1
2016	Jorge Hiroshi Murakami	Aperfeiçoamentos introduzidos em conjunto de corte de roçadeira agrícola tratorizada	BR 202014020979-0 U2
2017	Assis Strasser	Máquina roçadeira frontal hidráulica	BR 102015010732-3 A2
2017	David Edward Marotte	Rotary cutter implement with ball joint connection to a power machine	US 9.554.514
2017	Joseph Gordon Fulton; David Heiling	Hydraulic brush cutter	US 9.648.806 B2

Apêndice B - Questionário aplicado aos agricultores de base familiar.

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS</p> <p>Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar</p> <p>ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA</p> <p>LINHA DE PESQUISA: AGRICULTURA E ENGENHARIA RURAL</p>
---	---

OBJETIVO

O presente questionário tem o objetivo de verificar junto a produtores rurais as características desejáveis em uma roçadora, principalmente no que tange a sua segurança, operação, funcionamento e manutenção. Os dados obtidos serão empregados no projeto de pesquisa intitulado **Desenvolvimento de uma roçadora para limpeza mecânica sob a copa de pomares.**

CONTATO

Fábio Fernandes (Doutorando em Agronomia) Fone 55-3537-3598
 Universidade Federal de Pelotas – SPAF
 Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar
 E-mail: fabio.fernandes@net.crea-rs.org.br

Pesquisa de campo

Pesquisador: _____

Informações Gerais do Produtor Rural:

Nome: _____

Endereço: _____

Localidade: _____ Município: _____

Área total: (_____) ha.

Área cultivada: (_____) ha.

Culturas:

() Soja () Painço () Aveia () Milho () Linhaça () Trigo ()
 Sorgo

() Azevém () Canola () Girassol () Fumo () Frutos () Hortaliças

Outros: _____

Equipamentos da propriedade:

Trator:

() Agrale Modelo: _____ () Ford Modelo: _____

() John Deere Modelo: _____ () Massey-Ferguson Modelo: _____

() New Holland Modelo: _____ () Valmet Modelo: _____

() Valtra Modelo: _____ () Outros: _____

Semeadora / Plantadora:

() Plantio Direto () Plantio Convencional
 Fabricante: _____ Modelo: _____

Colhedora:

Fabricante: _____ Modelo: _____

Arado:

Fabricante: _____ Modelo: _____

Grade:

() Aradora () N° de Discos () Niveladora () N° de Discos
 Fabricante: _____ Outros: _____

Ensiladeira:

Fabricante: _____ Modelo: _____
 Outra: _____

Enfardadeira:

Fabricante: _____ Modelo: _____

Roçadora:

Fabricante: _____ Modelo: _____

Segadeira:

Fabricante: _____ Modelo: _____

Ancinho:

Fabricante: _____ Modelo: _____

Outros equipamentos importantes utilizados pela propriedade: _____

Em relação a roçadora:

01- Como você classifica a possibilidade de utilizar uma roçadora mecânica para o controle de plantas espontâneas para manter as ruas entre fileiras e os espaços entre plantas livres?

() muito importante () importante () pouco importante () nenhuma importância () ns

02- Considerando todos os métodos de controle das plantas espontâneas, mecânico, químico e biológico, você compraria uma roçadora para limpeza mecânica sob a copa de pomares?

() Sim () não

03- Caso você possua uma roçadora, como você classificaria a possibilidade de utilizar uma nova roçadora, para o fim único e exclusivo de limpeza das ruas e fileiras dos pomares?

() muito importante () importante () pouco importante () nenhuma importância () ns

04- Na sua opinião qual deveria ser a altura ideal de corte?

() 10 cm () 15 cm () 20 cm () 25 cm () 30 cm () outro, qual? _____

05- Na sua opinião qual é a largura de corte ideal para uma roçadora, que vai realizar a limpeza entre plantas e linhas?

50 cm 90 cm 120 cm 180 cm outro, qual? _____

06- Como você acha que deveria ser a montagem do mecanismo de corte?

manual com o auxílio de ferramentas mecanizada com emprego de ferramental específico outros. Quais? _____ ns

07- No que se refere às regulagens dos mecanismos existentes em uma roçadora, qual situação você acha que seria mais apropriada:

deve ter um bom número de regulagens a fim de tornar a operação mais flexível

permitir apenas a regulagem para obter a largura de corte

outras, Qual? _____ ns

08- Na sua opinião, uma roçadora para funcionar bem necessita: (assinale no máximo duas alternativas)

ser fácil de regular ser fácil de limpar ser fácil de trocar partes

ser resistente a quebras ter manutenção simples

09- Você considera o tempo despendido com a manutenção da roçadora importante na sua atividade:

sim não ns

10- A precisão funcional de uma roçadora esta ligada aos materiais empregados na construção do produto, na sua opinião, o que mais influencia nesta precisão quando desenvolver o projeto: (assinale no máximo duas alternativas)

qualidade baixo custo durabilidade

aparência reposição dos itens outros, Quais? _____

11- Quanto ao tipo de tração: Hidráulica/terceiro ponto Arraste

12- Como você julga a aparência da máquina: pouco importante Importante

13- Quanto à segurança: pouco importante Importante muito importante

14- Quanto ao acionamento das partes funcionais:

Hidráulica Mecânica Pneumático

15- Comentários gerais:

