

Publicado em 09 de dezembro de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

PROJETO INFORMACIONAL DE EQUIPAMENTO PARA MOVIMENTAÇÃO DE CARGA PARA TRATOR ATÉ 55KW

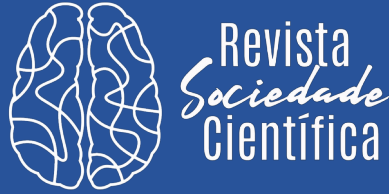
Alex Sandro Bassi Portelinha¹; Gerusa Portantiolo Schmidt²; Roger Toscan Spagnolo³; Antônio Lilles Tavares Machado⁴; Roberto Lilles Tavares Machado⁵

^{1;2;3;4;5}Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil
bassi.port@gmail.com
gerusaportantiolo@gmail.com
roger.toscan@gmail.com
antoniolilles@gmail.com
rlilles3@gmail.com

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi levantar as necessidades dos clientes e estabelecer os requisitos do projeto para a confecção de um equipamento para a movimentação de cargas para tratores de até 50 kW. Para a coleta das necessidades dos clientes foram realizadas 22 entrevistas com agricultores da comunidade produtora de frutas na cidade de Pelotas-RS. Foram estabelecidos 19 requisitos dos clientes, os quais, com auxílio da ferramenta Diagrama de Mudge, foram hierarquizados conforme graus de importância. Com a aplicação da Matriz da Casa da Qualidade foram estabelecidos e hierarquizados 17 requisitos do projeto. Os principais requisitos do projeto estão relacionados com a possibilidade de ajustes do equipamento para o alcance do material, como por exemplo a extensão de alcance, ajuste de ângulo de giro e ajuste de altura, os quais possibilitam a aproximação do implemento à carga assim como o acesso em locais com restrição de altura. Entre os considerados mais importantes estão os requisitos relacionados a capacidade de elevação, inclinação transversal e baixo custo, o qual é indispensável para oportunizar o acesso ao equipamento.

Palavras-chave: Projeto de máquinas, Máquinas agrícolas, Agricultura familiar.



1 INTRODUÇÃO

A melhoria das tecnologias já existentes é extremamente importante na agricultura familiar. Possibilita o ajuste dos implementos já utilizados, buscando, baixo investimento, adequação aos tratores e como principal foco melhorar as condições de trabalho e saúde dos agricultores.

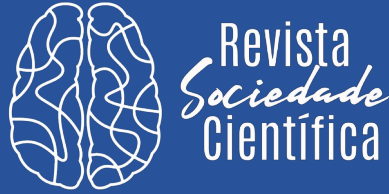
De acordo com o levantamento da [2], 35 espécies frutícolas são cultivadas em uma área total de 135.697 hectares, envolvendo 48.811 Unidades Produtivas (UPs) e gerando uma produção de 2.285.543 toneladas. As unidades produtivas representam cerca de 13% do total de estabelecimentos rurais do Estado do Rio Grande do Sul, caracterizando-se na maior parte dos cultivos como atividade que demanda intensa mão de obra familiar ou contratada.

A produção concentra-se em cinco culturas: a maçã, com 2.583 ha, a uva de mesa, com 586 ha, o morango, com 496 ha, o pêssego de mesa, com 104 ha, e o melão, com 40 ha. A área restante, de 143 hectares, distribui-se em outras 11 culturas: Como ameixa, caqui, pera, kiwi, uva indústria, nogueira pecã, amora-preta, framboesa, pitaia, bergamota e laranja. [2]

Em todos os cultivos agrícolas demanda-se esforço físico para transporte de insumos. Na fruticultura a colheita é realizada de forma manual e demanda deste para o transporte dos frutos, que em grande parte é realizado em caixas de 20 a 25Kg.

Para auxiliar na movimentação de cargas, precisa-se de ferramentas de baixo custo, fácil operação, baixa manutenção, ergonomicamente corretas e muitas vezes adaptáveis aos tratores existentes nas propriedades de agricultura familiar. O mercado brasileiro disponibiliza diversas tecnologias para transporte e movimentação de cargas na agricultura, mas todas direcionadas a grandes cargas e/ou volumes.

Em trabalhos realizados sob a ótica do manuseio de cargas na agricultura, estão os transportes de madeiras (Timber) com a utilização de carretas (Trailer) com a utilização de Guinchos (Cranes) para realizar o carregamento e descarregamento. Não se encontram oferta de equipamentos para o manuseio de cargas direcionados a atender



as características das atividades em propriedades agrícolas familiares. Ao buscar-se por patentes de equipamentos para o manuseio de cargas tem-se poucos registros, e os existentes são direcionados ao uso florestal ou urbano.

O National Center for Farmworker Health ressalta a preocupação com os trabalhadores rurais diante da exposição a perigos para a saúde semelhantes a outros ambientes ocupacionais. Bem como, a atenção diante de aspectos específicos do trabalho agrícola, como o trabalho físico árduo, com máquinas pesadas, exposições a cargas de trabalho que podem gerar distúrbios visuais, auditivos, acidentes de trabalho, doença de pele, infecciosas, problemas respiratórios e lesões musculoesqueléticas. [8]

2 METODOLOGIA

A primeira etapa para o projeto de desenvolvimento de um produto é a busca por informações e geração de requisitos do projeto, os quais auxiliam os projetistas na confecção final do produto. A realização de entrevistas com os possíveis usuários (clientes externos) do produto é uma das primeiras tarefas durante a fase projeto informacional. Para a realização de entrevistas com produtores rurais, faz-se necessária além da confecção de questões para as entrevistas, a escolha da população. Como tal foram escolhidos produtores de pêssego da região de Pelotas – RS, sendo realizado com este grupo, uma pesquisa preliminar por meio de um questionário estruturado, tendo portanto, a finalidade de determinar as necessidades em termos de máquinas e equipamentos desta comunidade agrícola familiar e utilizar-se do resultado desta, para corroborar com a proposta de trabalho apresentada ao PPGSPAF.

Conforme [6], os clientes de projeto podem ser classificados em externos, intermediários e internos, sendo estes, por ordem, “pessoas que irão usar ou consumir o produto”, “pessoas responsáveis pela distribuição, marketing e vendas do produto” e “pessoal envolvido no projeto e na produção do produto”. Desta forma o grupo de agricultores familiares escolhidos, são os clientes externos ao projeto.

O levantamento de dados para a realização de entrevista com produtores locais, foi utilizado como base informações obtidas a partir do censo agropecuário [3]. A amostra extraída da população, para aplicação do questionário estruturado e posterior análise, foi obtida aplicando-se a equação (1) proposta por [4], aplicada na área de pesquisa social, que se destina ao cálculo do tamanho da amostra para população finita, com base na estimativa da proporção populacional.

Casos em que a metodologia apresentar equações a exemplo da equação , utilize (sugestão) uma tabela para inserir a equação da mesma forma que no exemplo:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot (Z_a \cdot 0,5)^2}{p \cdot (Z_a \cdot 0,5)^2 + (N - 1) \cdot E^2} \quad (1)$$

Onde:

n = tamanho da amostra;

N = tamanho da população;

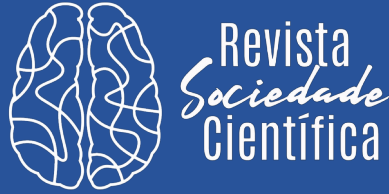
p = porcentagem estimada com a qual o fenômeno se verifica;

E = Erro máximo permitido;

Z_a = Nível de confiança escolhido expresso em número de desvios padrão.

Na sequência se faz necessária o estabelecimento dos requisitos dos clientes, conforme [1], deve ser feita a conversão das necessidades dos clientes em requisitos dos clientes, por meio da descrição de cada uma das necessidades com uma frase curta composta pelos verbos ser, ter e estar, seguidas de um ou mais substantivos. Caso esta frase seja composta por um verbo que não seja ser, ter ou estar mais um substantivo, este requisito possivelmente se transformará em uma função do produto.

Ainda no projeto informacional, precisa-se estabelecer os requisitos do projeto. Nesta fase os requisitos dos clientes são associados às características mensuráveis do produto e desta associação surgem os requisitos do projeto. Segundo [5] inicialmente



deve-se estabelecer uma lista de atributos para cada um dos requisitos dos clientes, a fim de facilitar a compreensão e caracterização de cada requisito. Na sequência, [1] propõe que os requisitos dos clientes sejam confrontados com a classificação abrangente dos atributos do produto.

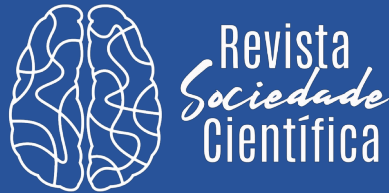
Após é possível a obtenção de uma lista ampla de requisitos do projeto os quais devem ser verificados se apresentam as propriedades desejáveis de projeto: validade, completeza, operacionalidade, não redundância, concisão e praticabilidade [9].

De acordo com [7], esta lista deve conter requisitos relacionados a todos os clientes envolvidos ao longo do ciclo de vida do produto, não apresentando requisitos com diferentes identificações, no entanto com mesma finalidade, podendo ser mensurados através de grandezas físicas, gerando assim a possibilidade de avaliação.

Finalizando a etapa de projeto informacional hierarquiza-se os requisitos do projeto. De posse dos requisitos do projeto parte-se para a hierarquização dos mesmos segundo o grau de importância. Para concretizar a hierarquização pode se utilizar o método do QFD (Quality Function Deployment – Desdobramento Da Função Qualidade ou Casa da Matriz Morfológica). O QFD é uma ferramenta que relaciona os requisitos dos clientes ponderados com a aplicação do diagrama de Mudge e os requisitos de projeto. Ao serem introduzidos no projeto estes se transformam em requisitos de qualidade, ou seja, requisitos que visam qualificar o projeto [6].

A primeira etapa para a hierarquização dos requisitos de projeto por meio da utilização do método QFD é a valoração dos requisitos dos clientes, isto é, a classificação dos requisitos dos clientes em ordem de importância. Para tanto pode se utilizar o diagrama de Mudge.

Este diagrama é uma matriz onde as colunas e as linhas são compostas pelos requisitos dos clientes, formando uma matriz quadrada, onde se compara cada um dos requisitos das linhas com todos os requisitos das colunas, um a um, exceto os iguais (que formam a diagonal da matriz).



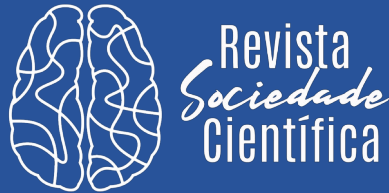
Para utilização no QFD os valores dos requisitos dos clientes devem ser classificados em dez classes conforme a importância no projeto, pois conforme [6] a utilização de escala com valores de um a dez, consegue-se obter um agrupamento mais uniforme dos requisitos dentro das classes ao se comparar com a utilização de escala de um a cinco, a qual é muito utilizada em trabalhos com o emprego do Método QFD.

Com o preenchimento da matriz da casa de qualidade gera-se uma lista com os requisitos do projeto hierarquizados de acordo com o grau de importância. Esta lista é dividida em três partes, o terço superior, o terço médio e o terço inferior (os mais importantes, os importantes e os menos importantes). Juntamente com os requisitos são associadas a três informações: a meta a ser atingida pelo requisito expressa quantitativamente; a forma de avaliação da meta estabelecida a fim de verificar o seu cumprimento; aspectos que devem ser evitados durante a implementação do requisito.

3 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Das 22 famílias entrevistadas, apenas 01 possui trator que ultrapassa o número de 55Kw de potência; uma não possui trator; 07 possuem tratores com válvula de controle remoto e as demais possuem tratores com até 55kW e sem válvula de controle remoto. Dos entrevistados, 100% que possuem trator realiza o carregamento dos insumos e das caixas de frutas durante a colheita de forma manual, utilizando a carreta agrícola como implemento auxiliar para retirar as caixas da lavoura.

Uma das perguntas do questionário foi se o agricultor possui carreta agrícola. Todos os agricultores que possuem trator possuem a carreta agrícola sendo estas com a menor capacidade de 700kg e a maior de 4000kg. Quando questionados sobre o que costumam transportar nas carretas agrícolas 26% responderam que transportam caixas com frutas, 21% transportam adubo em sacos de 50kg e 12% sacos de sementes de 50kg.



Constatou-se a partir das entrevistas que a atividade de carregar e descarregar a carreta agrícola durante o período de colheita ou até mesmo nos momentos de manejo das chácaras, que os agricultores ficam com sérios problemas de dores nas costas, dores nas pernas e braços. Uma das perguntas do questionário foi se o agricultor vê a necessidade de um equipamento para auxiliar na movimentação de cargas na propriedade e foi unânime a resposta de que faz falta um equipamento versátil que auxilie no dia a dia e no maior número de atividades possível.

Conforme questionado sobre a preferência do ângulo de giro do equipamento, 73% clientes responderam que o melhor ângulo de giro utilizável seria de 180°, e 18% dos clientes preferem 90°, restando apenas 9% que gostariam de um equipamento com 360° de giro. Uma das questões abordadas foi sobre a preferência de acoplamento do equipamento, na carreta ou no trator, 73% dos entrevistados preferem que o equipamento seja acoplado à carreta e o restante 27% optam por acoplar no trator.

Uma informação muito relevante para o projeto foi quando pedido aos produtores para selecionar 3 itens que eles levariam em consideração na hora da compra de um equipamento para a movimentação de cargas em suas propriedades. Os itens disponíveis para seleção foram: fácil manutenção, praticidade no acoplamento, segurança, durabilidade, baixo custo, simples operação, capacidade, ergonomia e baixa potência de acionamento. Ao analisar as respostas pode-se verificar que os três itens com maior preferência foram praticidade no acoplamento, simples operação e segurança.

Ao solicitar aos clientes que opinassem sobre qual valor estariam dispostos a pagar pelo equipamento obteve-se as seguintes respostas: 9% não tem estimativa; 18% pagariam R\$5.000,00; 5% pagariam R\$6.500,00; 45% pagariam R\$10.000,00; 5% pagariam R\$15.000,00; R\$20.000,00; R\$25.000,00 ou R\$30.000,00.

De posse das informações relatadas pelos clientes foram estabelecidos conforme descrito na metodologia os requisitos dos clientes (Figura 1).

FASES DO CICLO DE VIDA		REQUISITOS DOS CLIENTES
Projeto		Ter projeto simples
Produção		Ter peças comuns a vários equipamentos
Comercialização		Ter segurança Ter simples operação Ter Baixo Custo
Uso	Regulagem	Ter Regulagem prática Ter ajustes de altura Ter ajustes de estabilidade
	Operação	Ter mínima demanda hidráulica Ter capacidade de elevação compatível Ter extensão de alcance Ser ergonômica Ter Baixa potência requerida do trator Ser prático de acoplar Ter ajuste de ângulo de giro (180°) Ser utilizável em diversas culturas
	Manutenção	Ser durável Ter simples manutenção Ter baixo custo de manutenção

Figura 1 - Requisitos dos clientes

Com a aplicação do Diagrama de Mudge foi possível hierarquizar os requisitos de clientes com base em suas prioridades, conforme Figura 2.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Somatório	%	
Ter projeto simples	1	2C	3C	4C	5C	6C	7C	8C	9C	10C	11C	12C	13C	14C	15C	16C	17C	18C	19C	0	0
Ter peças comuns a vários equipamentos	2	3A	4A	2A	6B	7C	8C	2B	10C	11C	12B	13A	14B	15C	16C	17C	18A	2A	10	1,73	
Ter segurança	3	3B	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3B	3C	3C	3C	3C	3C	3C	3C	82	14,21	
Ter simples operação	4	4B	4A	7B	8C	4B	10C	11C	12B	4B	13A	15A	16A	4A	4B	4A	21	3,64			
Ter Baixo Custo	5	6A	7B	8C	5A	10C	11C	12A	5B	14B	15C	16C	17A	5B	19A	12	2,08				
Ter Regulagem prática	6	7C	8C	9A	10C	11C	12B	6A	14B	15C	16C	17B	6B	6B	16	2,77					
Ter ajustes de altura	7	8B	7C	10B	11B	12B	7B	7B	15B	16A	7A	7C	7B	41	7,11						
Ter ajustes de estabilidade	8	8C	10B	11A	12A	8C	8C	15A	8B	8B	8C	8C	59	10,23							
Ter mínima demanda hidráulica	9	10C	11C	12B	9A	9A	15C	16C	17A	9A	9A	10	1,73								
Ter capacidade de elevação compatível	10	10B	12A	10C	10C	10A	10A	10A	10C	10B	60	10,40									
Ter extensão de alcance	11	12A	11A	11B	15A	11B	11C	11B	11C	11B	52	9,01									
Ser ergonômica	12	12B	12C	12A	12A	12B	12C	12C	12C	47	8,15										
Ter Baixa potência requerida do trator	13	13A	15B	16C	17B	13B	13A	12	2,08												
Ser prático de acoplar	14	15C	16C	17B	14B	19A	17	2,95													
Ter ajuste de ângulo de giro (180°)	15	15A	15B	15C	15C	53	9,19														
Ser utilizável em diversas culturas	16	16A	16C	16B	46	7,97															
Ser durável	17	17C	17A	25	4,33																
Ter simples manutenção	18	19B	4	0,69																	
Ter baixo custo de manutenção	19	10	1,73																		
Total																			577	100	

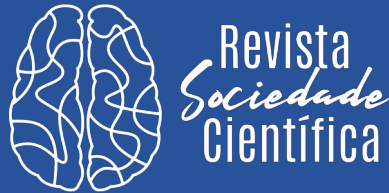
Perguntas:
1. Qual dos requisitos é o mais importante? (Nº requisito) R: O número anterior a letra representa o requisito mais importante. 2. Quanto mais importante é o requisito? (letra requisito) R: A letra representa o quanto mais importante é o requisito.

Significado das letras
A = Um pouco mais importante (Pontuação = 1) B = Medianamente mais importante (Pontuação = 3) C = Muito mais importante (Pontuação = 5)

Figura 2 - Valoração dos requisitos dos clientes através do Diagrama de Mudge

Na Figura 2, foram classificados os requisitos de clientes mais importantes na ordem decrescente. Entre os requisitos analisados, ter segurança (14,21%), ter capacidade de elevação compatível (10,40%), ter ajustes de estabilidade (10,23%), ter ajuste de ângulo de giro (180°) (9,19%), ter extensão de alcance (9,01%), ser ergonômica (8,15%), ser utilizável em diversas culturas (7,97%), ter ajuste de altura (7,11%) e ser durável (4,33%) foram os melhores classificados.

Após a avaliação da equipe de projeto, verificou que os requisitos ter simples operação, ser prático de acoplar, ter regulagem prática, ter baixo custo, ter baixa potência requerida no trator, ter peças comuns a vários equipamentos, ter mínima demanda hidráulica, ter baixo custo de manutenção, ter simples manutenção e ter projeto simples por não terem valorações significantes, não devem ser avaliados junto aos requisitos de projeto no uso da Matriz Casa da Qualidade, pois não foi visto correlação de importância relevante entre os requisitos de projeto e se constatou que esses requisitos devem ser previstos como requisitos independentes, que devem já estar presentes dentro do conceito da concepção na fase do projeto conceitual e também no entendimento da equipe.



Analisando os requisitos de cliente ranqueados conforme o grau de importância, verificou-se que segurança se destacou referente aos demais, devido a este equipamento oferecer riscos à operação quando em locais de inclinação elevada ou quando operado por pessoas não capacitadas. O segundo item mais importante foi ter capacidade de elevação compatível, pois sem esta o equipamento não tem utilidade, e vê-se a importância do correto dimensionamento e foco no direcionamento de uso do mesmo.

O terceiro trata da estabilidade, pois no comentário dos clientes percebe-se a preocupação com o relevo diversificado em suas propriedades e a partir da falta desta tem-se uma limitação na utilização do equipamento. O quarto aborda o ângulo de giro (180°), que sem este ajuste o equipamento terá a mesma característica dos existentes no mercado e encontrados nas propriedades sem uso devido a limitações. O quinto refere-se ao alcance, pois é fundamental para que possibilite alcançar as cargas em cada local específico dependendo da atividade a ser realizada. Mas com o foco na produção de pêssegos, temos a necessidade do alcance das caixas embaixo dos pomares.

Após hierarquização dos requisitos de clientes e transformação dos mesmos em requisitos de projeto, foi desenvolvida a Matriz da Casa da Qualidade, Figura 3, evidenciando resultados sem o telhado (relação entre requisitos de cliente e requisitos de projeto).

Após a caracterização dos requisitos dos clientes, estes foram confrontados com uma classificação abrangente dos atributos do produto proposta por [1]. Como resultados desta comparação foram obtidos 17 requisitos de projeto, estes requisitos foram analisados conforme proposto por [9].

Requisitos dos clientes	Importância	Peças padronizadas	Inclinação transversal	Número de comandos	Baixo custo	Tempo de regulagem	Ajustes de altura	Fluxo de óleo	Capacidade de elevação	Extensão de alcance	Demanda de potência	Número de engates	Ajuste de ângulo de giro	Número de culturas	Durabilidade	Menor número de itens para manutenção	Custo de manutenção	Baixo peso
Ter segurança	10	1	5		1		3	5	5	5		1	5			3		1
Ter capacidade de elevação compatível	8		5		1			5	1	5	1		1					3
Ter ajustes de estabilidade	8		5	3	3	3	3	1	5	5		1	5	1		3	3	3
Ter ajuste de ângulo de giro (180°)	7		5	5	3	5	3	1	3	3			5	1	3	3	3	1
Ter extensão de alcance	7	1	5	5	3	5		1	5	5	1		3	1	3	3	3	1
Ser ergonômica	6			3	1	5	5		5	5		1	5	1		3		1
Ser utilizável em diversas culturas	6		5		3		5	1	5	5	1		5	5				
Ter ajustes de altura	5	1	5	5	5	5	5	1	1		1	1		5	1	3	3	3
Ser durável	4	5		3	5		1		3	3	3		3		5	3	5	
Ter simples operação	3		3	5	3	5	3		3	3			3	1		1		3
Ser prático de acoplar	3	3		1	1	1	1		1	1		5	1					5
Ter Regulagem prática	2	3		3	5	5	3		3	3		1	3	1		1	1	
Ter Baixo Custo	2	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
Ter Baixa potência requerida do trator	2		3	1	5			3	3		5		1					1
Ter peças comuns a vários equipamentos	2	5		3	5	1	5	1	5	5		3	5		3	3	5	1
Ter mínima demanda hidráulica	2			5	5	5	3	5	5	3	5		3		5	5	5	
Ter baixo custo de manutenção	2	5	3	3	1		3	3	3	3		1	3		5	5	5	
Ter simples manutenção	1	3	1	3	1		1	5	1	1		1	1			5	5	
Importância do Requisito	90	287	210	218	195	215	162	292	309	68	65	279	94	103	187	148	131	
	15	3	7	5	8	6	10	2	1	16	17	4	14	13	9	11	12	

Figura 3 - Matriz da casa da qualidade, resultado do relacionamento dos requisitos de clientes com os requisitos de projeto.

Par os requisitos de projeto ora classificados na Matriz Casa da Qualidade, foram estabelecidas especificações, para tanto foi necessário a atribuição de um valor a ser alcançado e a unidade física ou econômica relacionada a cada requisito do projeto, chamado valor meta, bem como a forma de avaliação e aspectos que não são desejados ao se implementar o requisito dentro do projeto. Também foi descrito as condições consideradas indesejáveis no alcance das metas de todos os requisitos, os quais foram

divididos em: terço superior (requisitos mais importantes), terço médio (requisitos importantes) e terço inferior (requisitos menos importantes) conforme propõe [1].

Os resultados do terço superior Figura 4, revelam a importância dos ajustes do equipamento, pois o primeiro, quarto e sexto lugar estão relacionados ao posicionamento da máquina para o alcance do material. Como por exemplo a extensão de alcance, ajuste de ângulo de giro e ajuste de altura, possibilitam a aproximação do implemento à carga assim como o acesso em locais com restrição de altura.

Não menos importante o segundo, terceiro e quinto lugar tratam respectivamente da capacidade de elevação e inclinação transversal possibilitam o direcionamento do uso da ferramenta dentre as atividades desempenhadas nas propriedades rurais familiares e baixo custo é indispensável para oportunizar o acesso ao equipamento por esta classe de clientes.

Requisitos	Valor meta	Forma de avaliação	Condições indesejáveis
Extensão de Alcance	2,5m	Simulação em software e teste a campo	Restrição no uso do equipamento, maior dificuldade de projeto, menor estabilidade do equipamento
Capacidade de elevação	200Kg	Simulação em software e teste a campo	Limitação para elevação de maiores cargas, restrição no uso do equipamento
Inclinação transversal	45°	Simulação em software	Aumento do custo de produção, dificuldade de projeto
Ajuste do ângulo de giro	180°	Simulação em software e teste a campo	Maior dificuldade de projeto, maior custo de produção, menor estabilidade do equipamento
Baixo Custo	≤R\$5000	Contabilizar os custos de produção prezando pelo menor preço final	Comprometer a durabilidade e qualidade do produto
Ajustes de altura	1,5m	Simulação em software e testes a campo	Robustez, peso da estrutura

Figura 4 - Especificações de projeto consideradas mais importantes (terço superior).

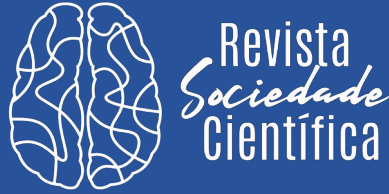
No terço médio Figura 5 identifica-se itens que caracterizam praticidade, economia e agilidade durante o uso do equipamento. O número de comandos torna o equipamento fácil de operar, já o tempo de regulagem torna-o prático e aumenta sua disponibilidade. O menor número de itens para manutenção e baixo custo de manutenção tornam-no econômico, o fluxo de óleo e baixo peso possibilita o acoplamento em maior número de tratores, inclusive os estreitos ou fruteiros.

Requisitos	Valor meta	Forma de avaliação	Condições indesejáveis
Número de comandos	Nº3	Contabilizar os comandos durante a execução do projeto	Aumento do custo de produção, dificuldade de projeto.
Tempo de regulagem	5min.	Cronometrar o tempo de regulagem para iniciar o serviço	Aumento do custo de produção, dificuldade de projeto
Menor número de itens para manutenção	Nº≤10	Simulação em software e testes em laboratório	Maior desgaste de componentes, maior custo de manutenção
Fluxo de óleo	20l/min	Simulação em laboratório	Limitação de movimentos, maior dificuldade de projeto, maior custo de projeto, menor agilidade de movimentação
Baixo custo de manutenção	≤R\$250/ano	Em laboratório	Usar ferramentas e materiais de baixa qualidade na manutenção, menor vida útil, maior custo de produção
Baixo peso	≤1500kg	Simulação em software e testes em campo	Maior custo de produção, maior dificuldade de projeto, maior fragilidade das peças

Figura 5 - Especificações de projeto consideradas mais importantes (terço médio).

No terço inferior Figura 6, temos requisitos de projeto relacionados à integridade do equipamento que são durabilidade e peças padronizadas. Já, número de culturas define o quão abrangente será o uso do mesmo. Demanda de potência e número de engates estão diretamente ligados à compatibilidade da máquina com os tratores utilizados nas propriedades rurais familiares.

Requisitos	Valor meta	Forma de avaliação	Condições indesejáveis
Durabilidade	20 anos	Simulação em software e teste a campo.	Maior dificuldade de projeto, maior custo de produção, menor eficiência.
Número de culturas	Nº 20	Simulação em software e teste a campo.	Maior dificuldade de projeto, maior custo de produção, menor eficiência.
Peças padronizadas	60%	Contabilizar peças durante a execução do projeto.	Afeta a durabilidade, diminui a resistência, aumenta o número de peças. Dificulta o projeto.
Demanda de potência	55kw	Simulação em software	Restrição no uso do equipamento, maior dificuldade de projeto.
Número de engates	Nº3	Simulação em software e teste em laboratório.	



No desenvolvimento do projeto conceitual, as especificações de projeto são usadas como ponto de partida para criar um conceito geral que atenda aos requisitos estabelecidos. Essa fase é crucial para definir a direção do projeto e explorar diferentes abordagens possíveis.

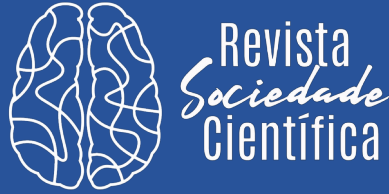
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com auxílio de entrevistas a produtores rurais foi possível estabelecer a partir das necessidades destes clientes os requisitos do projeto para a confecção de um equipamento para a movimentação de cargas para tratores de até 50 kW. Os principais requisitos do projeto estão relacionados com a possibilidade de ajustes do equipamento para o alcance do material, como por exemplo a extensão de alcance, ajuste de ângulo de giro e ajuste de altura, os quais possibilitam a aproximação do implemento à carga assim como o acesso em locais com restrição de altura. Entre os considerados mais importantes estão os requisitos relacionados a capacidade de elevação, inclinação transversal e baixo custo, o qual é indispensável para oportunizar o acesso ao equipamento.

A partir das informações presentes neste trabalho é possível criar um produto inovador e que atenda aos requisitos dos produtores rurais que necessitam movimentar os mais diversos tipos de produto, com menor esforço físico e agilidade.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- [2] Fruticultura-EMATER-RS. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/fruticultura.php#.YUIO1dJKhdI.>>
Pesquisado em: 15/09/2021.
- [3] IBGE. Censo Agropecuário 2017. **Postos de trabalho agricultura familiar**. Disponível em:



- <https://censoagro2017.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/25786-em-11-anos-agricultura-familiar-perde-9-5-dos-estabelecimentos-e-2-2-milhoes-de-postos-de-trabalho.html>.> Pesquisado em: 13/04/2023.
- [4] LEVIN, Jack. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1987. 392 p.
- [5] OGLIARI, A. **Sistematização da concepção de produtos auxiliada por computador com aplicações no domínio de componentes de plástico injetados**. 1999. 349 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- [6] REIS, A. V. **Desenvolvimento de concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas**. 2003. 277 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- [7] REIS, A. V.; FORCELLINI, F. A. **Obtenção de especificações para o projeto de um mecanismo dosador de precisão para sementes miúdas**. Revista Engenharia Rural, v. 17, n. 1, p. 47-57, 2006b.
- [8] ROCHA, L. P.; VAZ, M. R. C.; ALMEIDA, M. C. V.; BORGES, A. M.; SILVA, M. S.; CASTANHEIRA, J. S.; **Cargas de trabalho e acidentes de trabalho em ambiente rural**. UFSC, Jun. 2015. (Paper derivado de dissertação de pós graduação).
- [9] ROOZENBURG, N. F. M.; EEKELS, J. **Product design: fundamentals and methods**. Chichester: John Wiley and Sons, 1995. 408 p.