

CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA MOTORIZADO PARA RASPAGEM DE DEJETOS EM PROPRIEDADES DE PRODUÇÃO LEITEIRA

SANTOS, Juliano¹

TRAIANO, Denner²

RESUMO: O presente trabalho desenvolveu um sistema motorizado inovador para a raspagem de dejetos em salas de espera de propriedades leiteiras, com o objetivo de aumentar a eficiência do processo e, simultaneamente, reduzir o contato manual direto dos trabalhadores com os resíduos. Para isso, foi utilizado o software SolidWorks na elaboração da projeção 3D detalhada da máquina, que posteriormente foi construída com materiais obtidos em desmanches automotivos, o que assegurou a viabilidade do projeto em termos de custo. A construção seguiu rigorosamente as etapas estabelecidas. Os resultados demonstraram que a máquina não só otimiza o processo de limpeza, como também melhora a saúde dos trabalhadores e contribui para a sustentabilidade do setor leiteiro, evidenciando a viabilidade de inovações tecnológicas, mesmo em contextos de recursos limitados.

PALAVRAS-CHAVE: Raspagem Motorizada, Saúde, Eficiência.

ABSTRACT: This work developed an innovative motorized system for the scraping of waste in waiting rooms of dairy farms, aiming to significantly enhance the efficiency of the cleaning process while simultaneously reducing the direct manual contact of workers with waste materials. To achieve this, the software SolidWorks was utilized to create a detailed and precise 3D projection of the machine. The construction of the machine utilized materials sourced from automotive dismantlers, ensuring the project's viability in terms of cost-effectiveness. The construction process followed a series of established stages meticulously to guarantee optimal performance. The results obtained from the implementation of this machine demonstrated that it not only optimizes the cleaning process but also greatly improves the health and safety of the workers involved. Additionally, this project contributes to the sustainability of the dairy sector, highlighting the potential for technological innovations even in contexts where resources are limited. This reflects the ongoing need for advancements in agricultural practices.

KEYWORDS: Motorized Scraping, Health, Efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O mercado leiteiro tem experimentado um crescente destaque global. Esse fenômeno, em parte, é atribuído à elevação dos preços da carne bovina e à mudança de percepção por parte dos consumidores (EMBRAPA, 2016). Os quais vêm demonstrando maior consumo de leite e seus derivados em suas refeições diárias. O setor lácteo em âmbito nacional permanece robusto e em expansão contínua, pois segundo um balanço divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em 01/11/2022, dos 5570 municípios do Brasil,

¹ Graduando de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Campo Real. engm-julianosantos@camporeal.edu.br

² Especialista em Engenharia Gerenciamento e Controle de Manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica. Professor no Centro Universitário do Campo Real. prof_dennertraiano@camporeal.edu.br

98% são produtores de leite e a grande maioria tem como esta sua principal fonte de renda (BRASIL, 2022).

Para atender a essa crescente demanda global e nacional, torna-se necessário que os produtores adotem tecnologias para aprimorar a criação e o manejo dos animais, melhorando o conforto dos mesmos com ambientes que possuem sistema de ventilação, incluindo uma alimentação regrada e adequada (SOUZA; RIBEIRO, 2021). Assim, é necessário garantir a competitividade do produto no mercado, sendo necessária uma cadeia produtiva eficiente e de custo otimizado (EMBRAPA, 2016).

Diante desse contexto, é observado e relatado a importância da limpeza dos locais chamados de sala de espera, onde os animais ficam ociosas antes de serem recolhidos para a ordenhada, sendo um processo em sua maioria realizado manualmente. Dessa forma é importante o desenvolvimento de um equipamento que tem por objetivo reduzir o contato direto do produtor com os dejetos, diminuindo o risco de contaminação de ambos durante as atividades de limpeza.

A maioria do leite é produzido em sistema familiar (MAPA, 2022), dessa forma o desenvolvimento de equipamentos manuais, ganham destaque nesses setores devido ao baixo custo e facilidade de montagem, possibilitando o fácil acesso e aumentando a eficiência da produção láctea, com foco na otimização do processo e garantia do bem-estar dos animais e a saúde dos trabalhadores.

A utilização de mecanismos mecânicos pode tornar a profissão mais atrativa, reduzindo a evasão de trabalhadores desinteressados nessa atividade, pois o processo manual além de cansativo pode ocasionar sérias lesões e doenças (ARAÚJO; CLEMENTINO, 2024). Das doenças ocupacionais, as principais são na coluna, por conta da repetitividade de movimentos e o grande esforço físico ao qual o trabalhador é submetido, podendo resultar em incapacidades temporárias ou permanentes em casos mais graves (SCHNEIDER, 2018).

Este trabalho tem por objetivo geral, a implantação de um sistema motorizado para a raspagem de dejetos orgânicos proveniente dos bovinos, visando a melhoria produtiva das propriedades, assim como a saúde e o fator econômico dos produtores lácteos. Para o objetivo específico se tem a construção do raspador, com esse propósito foram coletadas informações bibliográficas, realização de projeções em 3D do equipamento com medidas reais, dimensionando todo o sistema do raspador juntamente com suas respectivas peças, organização dos materiais e por fim a construção da máquina até sua finalização.

2 METODOLOGIA

O presente capítulo aborda características metodológicas aplicadas a esse trabalho. Visando explorar o desenvolvimento de uma máquina capaz de fazer a limpeza de salas de espera bovinas, melhorando a eficiência e produtividade. Este projeto foi realizado de forma qualitativa e mostrará a fabricação do equipamento a partir do modelo 3D feito com o *software SolidWorks*, para a utilização em uma leitaria localizada na cidade de Laranjeiras do Sul, PR.

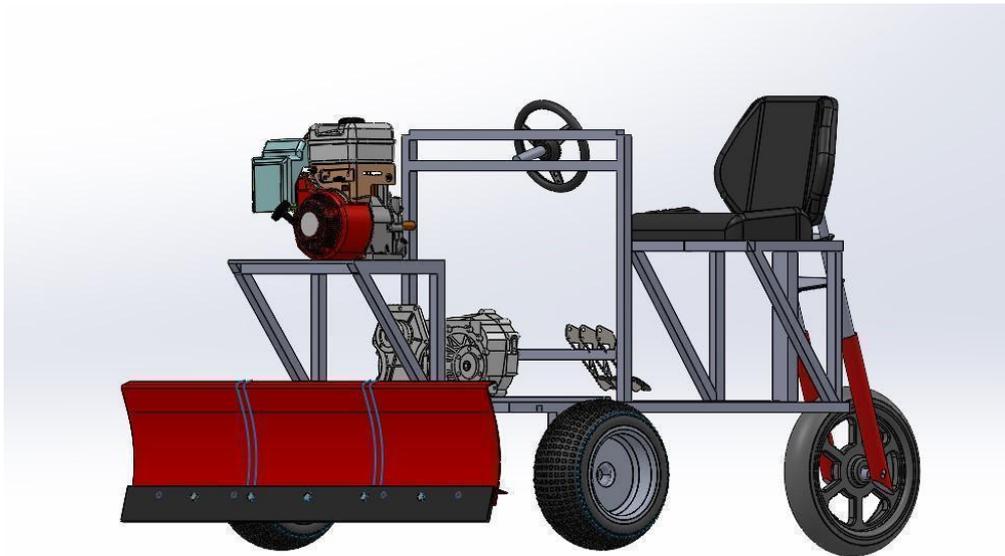
2.1 SOFTWARE SOLIDWORKS

O *SolidWorks* é um software de CAD (*Computer-Aided Design*) desenvolvido pela *DassaultSystèmes*. Ele permite aos engenheiros e designers criar modelos 2D e 3D de componentes mecânicos, realizar simulações de engenharia, gerar desenhos técnicos detalhados e colaborar em projetos de forma eficiente. O *SolidWorks* é amplamente utilizado em diversas indústrias para projetar e desenvolver produtos, desde pequenos componentes até grandes montagens complexas. Ele oferece uma interface intuitiva, uma vasta gama de ferramentas de modelagem e análise, facilitando o processo de design e a visualização de projetos antes da produção física.

O mesmo foi utilizado para a realização da projeção 3D da máquina, na sua versão gratuita para estudantes com validade de um ano. O referido projeto encontra-se detalhado na Figura 1 e nos anexos A e B sucessivamente com

medidas e materiais utilizados na construção, visando minimizar os custos para fabricação e aumentar a eficiência.

Figura 1 - Vista isométrica do raspador de dejetos confeccionado via software



Fonte: O autor (Imagem gerada no SolidWorks)

A vista isométrica apresentada oferece uma visão detalhada e completa do projeto finalizado, proporcionando uma perspectiva tridimensional do equipamento, permitindo visualizar com clareza a disposição exata de cada peça, a integração entre os elementos e o aspecto geral do conjunto final. Além disso, a mesma facilita a identificação de ajustes e melhorias potenciais, oferecendo uma compreensão abrangente e informativa do equipamento como um todo.

2.2 PROJETO MECÂNICO

O projeto mecânico engloba todos os aspectos necessários para o desenvolvimento, concepção e otimização de sistemas e componentes mecânicos, que tem por objetivo atender as necessidades funcionais específicas para o qual o equipamento foi designado (SHIGLEY, 2011). Dessa forma, o projeto mecânico não se restringe apenas ao aspecto técnico, mas também envolve um planejamento estratégico que visa atender às exigências de mercado e às necessidades dos

usuários, garantindo um produto final que seja tanto funcional quanto competitivo (ULLMAN, 2018).

2.2.1 Materiais

Todos os materiais utilizados neste projeto foram adquiridos em lojas de desmanche automotivo autorizadas, ou em chamados ferros velhos, fazendo com que os custos para a fabricação desta máquina fossem acessíveis. A Tabela 1 detalha os componentes usados na construção do raspador de dejetos, juntamente com a quantidade de cada item empregado.

Tabela 1 - Lista de componentes utilizados

(Continua)

Materiais	Quantidade
Barra de perfil de Aço UDC - 75 x 40 x 4,75 mm 6m simples	3
Torre telescópio de suspensão do Gol quadrado	2
Caixa de câmbio do Gol g3 1.0 16V	1
Kit embreagem do Gol g3 1.0 16V	1
Kit de pedais do Gol g3 1.0 16V	1
Caixa de direção do Fiat Uno	1
Motor à Gasolina 5,5CV 4T	1
Volante automotivo	1
Banco de colheitadeira NewHolland TC57	1

Tabela 1 - Lista de componentes utilizados

(Conclusão)

Materiais	Quantidade
Kit completo de direção da Honda CG125	1
Suspensão dianteira completa da Honda CG125	1
Roda dianteira com pneu (SH31 2.75-18 42M TT) da Honda CG125	1
Polia 2 Canais A 65mm F.19,05mm	1
Polia De Ferro Fundido 350mm Com 2 Canais A	1
Par de rodas aro 13 com pneus (175/75R13)	1

Fonte: O autor (2024)

Além dos materiais principais, foi necessário incluir componentes adicionais para assegurar a estrutura e funcionalidade do raspador. Parafusos de diferentes tamanhos, juntamente com porcas e arruelas, foram essenciais para fixar as partes do equipamento, garantindo um ajuste seguro e preciso entre os elementos. Além disso, o uso de eletrodos para a soldagem do chassi foi indispensável para unir firmemente as partes metálicas, conferindo robustez à estrutura. Para reforço e complementação, foram utilizados também tubos de ferro adicionais, adicionando estabilidade e resistência ao equipamento.

2.2.2 Motor

A escolha do motor partiu de princípios como, potência, durabilidade, fácil adaptação no projeto e principalmente custo-benefício. Dentre as várias opções

disponíveis no mercado, o motor à gasolina B4T-5.5H, 5,5 CV, quatro tempos, partida manual da Branco foi o selecionado para atender todas essas necessidades. Esse modelo se destaca por ser um equipamento robusto e versátil. Possuindo uma potência máxima de 5,5 CV a 3600 rpm, atingindo seu torque máximo de 1,1 kgfm a 2500 rpm, assim proporcionando força suficiente para o raspador de dejetos.

Além disso, o mesmo possui 163 cilindradas, arrefecimento a ar, que contribui para o funcionamento contínuo e eficiente, e partida manual de fácil manuseio. Outro fator primordial se deu pelo seu sistema compacto, facilitando a integração ao projeto sem comprometer a mobilidade ou usabilidade do sistema. Em termos de custo-benefício este motor além de ter um valor acessível no mercado, possui baixa necessidade de manutenção, por ser constituído de materiais resistentes e duráveis. O anexo C mostra toda a ficha técnica do equipamento escolhido.

Com essas características, o motor B4T-5.5H demonstra-se perfeitamente capaz de atender às exigências de potência e confiabilidade, fornecendo um desempenho consistente e robusto ao longo do tempo. Juntamente com sua versatilidade e resistência, ele se torna adequado para ambientes de trabalho exigentes, suportando operações prolongadas sem comprometer a eficiência e mantendo baixos custos de manutenção, o que é fundamental para o sucesso do sistema como um todo.

2.3 POLIAS

Leonhard Euler foi um matemático do século XVIII que contribuiu de maneira significativa para a teoria de máquinas e mecanismos. Ele descreveu a relação matemática entre polias e correias em sua obra "*Mechanica*" (EULER, 1736). Seguindo estes princípios para a construção do equipamento foi necessário a realização dos cálculos da razão de transmissão, velocidade angular e comprimento da correia.

2.4 VELOCIDADE ANGULAR

Segundo Melconian (2012), quando um ponto material P descreve uma trajetória circular de raio r , ele experimenta uma variação angular ($\Delta\varphi$) em um

determinado intervalo de tempo (Δt). A velocidade angular (ω) do movimento é definida como a relação entre a variação angular ($\Delta \varphi$) e o intervalo de tempo (Δt). Matematicamente, esta relação é expressa pela fórmula:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \quad (1)$$

Onde:

- ω é a velocidade angular medida em radianos por segundo (rad/s).
- $\Delta \varphi$ é a variação angular medida em radianos (rad).
- Δt é a variação de tempo medida em segundos (s).

2.5 RAZÃO DE TRANSMISSÃO

Segundo Shannon (1948), considerado o pai da teoria da informação, a relação de transmissão (i) pode ser expressa por diversas grandezas, conforme a equação:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (2)$$

Onde:

- d é o diâmetro das polias envolvidas.
- n é a rotação.
- f é a frequência z é o número de dentes da roda dentada.

2.6 COMPRIMENTO DA CORREIA

Reuleaux, em sua obra de 1876, *The KinematicsofMachinery*, abordou mecanismos de transmissão, incluindo polias e correias. Ele apresentou uma fórmula para calcular o comprimento da correia (L) em sistemas de polias paralelas, descrevendo os princípios que regem seu funcionamento.

$$L = 2C + \pi \left(\frac{D1 + D2}{2} \right) + \frac{(D1 - D2)^2}{4C} \quad (3)$$

Onde:

- L é o comprimento da correia.
- C é a distância entre os centros das polias.
- $D 1$ é o diâmetro da polia motora.
- $D 2$ é o diâmetro da polia movida.

2.7 CÁLCULO DAS POLIAS

As polias escolhidas para o projeto foram uma de 65 mm (motora), acoplada ao motor e uma de 350 mm (movida), acoplada a caixa de transmissão. Para a realização dos cálculos adotou-se para o comprimento da correia uma distância entre centros (C) de 500mm e para a razão de transmissão e velocidade angular considerou-se a polia motora (65mm) a rotação máxima do motor que é de 3600 rpm.

Obtendo-se os seguintes dados representados na tabela 2:

Tabela 2 - Dados coletados para a realização dos cálculos

Dados Coletados	
Diâmetro da polia motora ($D 1$)	65 mm
Diâmetro da polia movida ($D 2$)	350 mm
Velocidade angular da polia motora ($\omega 1$)	3600 RPM
Distância entre os centros das polias (C)	500 mm

Fonte: O autor (2024)

2.7.1 Razão de transmissão

A razão de transmissão é obtida pela relação entre os diâmetros das polias ou pelo número de dentes das engrenagens envolvidas. Ela define a proporção

entre as velocidades angulares dos elementos do sistema. Essa análise permite compreender e dimensionar a transmissão de movimento e torque.

$$\frac{D1}{D2} = \frac{65}{350} = \frac{13}{70} \approx 0.186 \quad (4)$$

2.7.2 Velocidade angular

A velocidade angular nas polias é determinada pela relação entre seus diâmetros e a velocidade angular de entrada. Essa relação assegura que o produto do diâmetro da polia pelo número de rotações por unidade de tempo permaneça constante no sistema.

$$\omega_2 = \omega_1 \times \frac{D1}{D2} = 3600 \times \frac{13}{70} \approx 668.6 \text{RPM} \quad (5)$$

2.7.3 Comprimento da correia

Essa equação considera a geometria do sistema, incluindo os diâmetros das polias e a distância entre seus centros. A seguir, é realizada a resolução detalhada para determinar o comprimento da correia (L).

$$L = 2C + \pi \left(\frac{D1 + D2}{2} \right) + \frac{(D1 - D2)^2}{4C} \quad (6)$$

Substituindo os valores:

$$L = 2 \times 500 + \pi \left(\frac{65 + 350}{2} \right) + \frac{(65 - 350)^2}{4 \times 500} \quad (7)$$

Calculando cada termo separadamente:

- Primeiro termo:

$$2 \times 500 = 1000 \text{ mm} \quad (8)$$

- Segundo termo:

$$\pi \left(\frac{65 + 350}{2} \right) = \pi \left(\frac{415}{2} \right) = \pi \times 207.5 \approx 651.9 \text{ mm} \quad (9)$$

- Terceiro termo:

$$\frac{(65 - 350)^2}{4 \times 500} = \frac{(-285)^2}{2000} = \frac{81225}{2000} \approx 40.6 \text{ mm} \quad (10)$$

Soma de todos os termos:

$$L \approx 1000 + 651.9 + 40.6 \approx 1692.5 \text{ mm} \quad (11)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir do processo de dimensionamento, dos cálculos realizados e da montagem do projeto. Cada etapa foi detalhada, destacando como as especificações técnicas foram definidas e ajustadas para atender às necessidades do sistema.

3.1 CÁLCULOS CONCLUÍDOS

Após a realização dos cálculos, foram encontrados os resultados para a razão de transmissão, velocidade angular e comprimento da correia, os quais serão essenciais na construção e funcionamento do raspador, trazendo eficiência e economia para o projeto. Esses resultados são apresentados na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Resultados obtidos.

Resultados Encontrados (≈)	
Razão de Transmissão	0.186
Velocidade Angular da Polia Movida	668.6 RPM
Comprimento da Correia	1692.5 mm

Fonte: O autor (2024)

Sobre a velocidade angular da polia movida o resultado encontrado é aproximadamente 6 vezes menor que o da polia motora (dada uma velocidade angular da polia motora de 3600 RPM).

3.2 CONSTRUÇÃO DO CHASSI

A partir dos resultados obtidos com os cálculos e a projeção 3D, iniciou-se o processo de construção da máquina, empregando todos os componentes previamente descritos para assegurar sua funcionalidade e durabilidade. O projeto foi desenvolvido em etapas bem definidas, que incluíram a preparação das peças, a montagem de componentes principais e a fixação das partes estruturais.

O chassi possui as seguintes dimensões, 155 cm de comprimento X 100 cm de largura frontal X 50 cm de largura traseira, sendo constituído por barras de perfil de aço UDC - 75 x 40 x 4,75 mm. Também compondo a estrutura, foram adicionadas as torres, soldadas diretamente no chassi com cubos e rolamentos responsáveis por transferir o movimento da transmissão até as rodas, conjuntamente sendo base de sustentação para a máquina. A Figura 2, apresenta o chassi finalizado juntamente com as torres em seus respectivos locais.

Figura 2 - Chassi e torres concluídas.



Fonte: O autor (2024)

Com o chassi concluído e as torres posicionadas em seus respectivos locais, iniciou-se a preparação dos suportes para a caixa de transmissão. Esses suportes foram projetados não apenas para manter o câmbio firmemente posicionado, mas

também para reforçar a estrutura do chassi, aumentando a estabilidade e a durabilidade da máquina. A colocação precisa desses suportes foi fundamental para assegurar que o sistema de transmissão operasse sem desalinhamentos ou vibrações indesejadas durante o funcionamento. Esse suporte específico, que desempenha tanto funções de sustentação quanto de reforço estrutural, está ilustrado na Figura 2 acima.

3.4 TRANSMISSÃO

Para a transmissão foi utilizada a caixa de câmbio do gol g3 1.0 16V, contudo, foi necessária uma adaptação para se conectar a polia que é responsável por transferir o movimento do motor para a máquina. Tal modificação foi realizada com a utilização do torno mecânico, para centrar a polia e o volante da embreagem fazendo a conexão perfeita entre as peças, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Adaptação transmissão.



Fonte: O autor (2024)

O eixo utilizado nessa adaptação recebeu rolamentos em suas extremidades, sendo adicionado um ponto para lubrificá-los, fazendo com que o volante da embreagem juntamente com a polia tivesse um movimento suavizado sem causar vibrações, que ocasionaram possíveis quebras.

3.5 DIREÇÃO

A direção foi constituída pela junção de três componentes principais, sendo estes o volante, que atua como interface direta entre o operador e o sistema, permitindo que ele forneça os comandos necessários para direcionar o equipamento. Em seguida, a caixa de direção entra em ação, recebendo esses comandos do volante e os convertendo em movimentos que são transmitidos para a roda traseira. Esse componente é crucial, pois garante a precisão e a suavidade na transmissão das ordens do operador, assegurando que o equipamento responda de forma eficaz e segura aos ajustes de direção.

A roda traseira, por sua vez, é responsável por executar a movimentação, inclinando-se para a direita ou para a esquerda conforme o comando recebido, o que permite o controle adequado da direção. Este esquema está representado na Figura 4 detalhadamente.

Figura 4 - Direção completa com seus componentes ligados



Fonte: O autor (2024)

A caixa de direção foi conectada à roda traseira por meio de um mecanismo construído com bieletas de suspensão do Gol G3 1.0 16V, adaptadas para essa função específica. Esse mecanismo permitiu alongar o braço da caixa de direção, transferindo o movimento de forma eficiente e sem exigir grande esforço, tanto do operador quanto do sistema. Esse ajuste proporcionou uma direção mais leve e responsiva, facilitando o controle do equipamento em manobras e garantindo uma

operação mais confortável e segura. Além disso, a utilização de componentes de suspensão robustos assegura durabilidade e resistência ao conjunto em condições variadas de uso.

3.6 MOTOR

O principal componente utilizado na fabricação do raspador foi o motor, crucial para o funcionamento do mesmo. Para implantação viu-se a necessidade da construção de um suporte com as seguintes medidas, 400mm X 300mm X 500mm, formando uma base reforçada para a fixação do mesmo. A Figura 5 apresenta o motor fixado, juntamente com o sistema de correia, já tendo sua ligação com a transmissão.

Figura 5 - Motor em posição de funcionamento



Fonte: O autor (2024)

Com o motor em sua posição final não houve a necessidade da utilização de um tensionador para as correias, pois o suporte fabricado ficou na altura exata para esticar as correias. Também foi adicionado uma borracha entre o motor e o suporte para reduzir as vibrações ocasionadas por ele.

3.7 LÂMINA

Por fim, a última peça fabricada foi a lâmina, responsável por executar a raspagem das salas de espera retirando os dejetos e direcionando-os até a canaleta de dispersão. A mesma foi constituída com as seguintes medidas, 300 mm de largura por 1800 mm de comprimento sendo 150 mm de cada lado com um ângulo de 45° melhorando a eficiência da limpeza, além disso para evitar o desgaste tanto da lâmina, quanto do piso viu-se necessário a colocação de uma borracha juntamente a sua estrutura, este conjunto está representado na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Lâmina finalizada



Fonte: O autor (2024)

Para realizar o levantamento da lâmina, foram adicionados braços robustos conectados diretamente ao chassi, projetados para sustentar firmemente a lâmina e

ao mesmo tempo facilitar o trabalho do operador. Esses braços foram dimensionados para oferecer estabilidade durante o uso e, com o auxílio de uma alavanca, permitem que o operador levante ou abaixe a lâmina com facilidade, sem precisar sair da máquina. Esse sistema de alavanca reduz significativamente o esforço necessário para ajustar a altura da lâmina, aumentando a eficiência e a praticidade nas operações. Dessa forma, o operador ganha em agilidade e conforto, conseguindo realizar ajustes rápidos e precisos conforme necessário.

3.8 CONCLUSÃO DO PROJETO

Após todos os passos da construção finalizados o raspador tomou sua forma final, como mostra a Figura 7, estando assim concluído e pronto para ser implantado na propriedade e desenvolver sua função, melhorando a produção e qualidade de vida dos trabalhadores.

Figura 7 - Raspador concluído



Fonte: O autor (2024)

Este equipamento irá reduzir o tempo gasto com a limpeza das salas de espera, conseqüentemente facilitando a vida do operador, deixando a atividade manual no passado.

3.9 RESULTADOS PÓS IMPLEMENTAÇÃO

Posteriormente à implementação do sistema de raspagem motorizado, obtiveram-se resultados satisfatórios, confirmando a eficácia do equipamento. Com base nas informações coletadas diretamente na propriedade que recebeu o sistema, constatou-se uma melhoria significativa na eficiência e na redução do tempo necessário para as operações de raspagem. Esses dados reforçam o potencial do equipamento em otimizar processos e trazer benefícios tangíveis ao gerenciamento da propriedade.

3.9.1 Redução do tempo de limpeza

Com a utilização do raspador foi possível reduzir drasticamente o tempo gasto para a limpeza do local. A sala de espera possui uma área total de 100 metros quadrados onde os animais ficam no aguardo da ordenha e conseqüentemente defecam e urinam, o processo manual de limpeza deste local leva em torno 1 hora e meia após a ordenha, além de ser extremamente desgastante. Já com o sistema motorizado após 5 dias de acompanhamento, obteve-se uma média de 20 minutos por ordenha para finalizar a mesma atividade.

Portanto, após estes dados coletados definiu-se uma melhora positiva de 77,78% na duração desta função, fazendo com que o manejo seja mais eficaz e otimizada. Contudo, outro objetivo alcançado foi a melhora de vida dos funcionários, pois ao deixar o processo manual de lado, aquilo que era desgastante se tornou prático, melhorando o bem-estar único do trabalhador.

3.9.2 Análise Financeira

Para a construção do raspador um fator determinante foi a orçamentação de todas as peças utilizadas, pois o valor limite para sua fabricação era de R\$ 5.000,00, sendo assim foi necessária pesquisa para encontrar o preço ideal vinculado à qualidade, para se fabricar um sistema robusto e durável.

O projeto foi finalizado com um custo total de R\$ 4.458,25, ou seja, ficando dentro do orçamento, abaixo do limite estipulado. Em comparação com o mercado esta máquina atingiu uma ótima relação de custo-benefício, visto que é possível encontrar alguns modelos semelhantes de raspador anunciados por um valor até 5 vezes maior, como demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Orçamentos raspadores de dejetos semelhantes.

Orçamentos		
Modelo	Código	Valor (R\$)
Raspador de Dejetos	000001	4.458,25
Rodocar 7-150	424827	21.000,00
Metal Z	357641	25.000,00
Micro Trator Raspador	370088	18.500,00

Fonte: Adaptado de MF Rural (2024)

O raspador fabricado também foi adicionado a tabela com o código (000001), apresentando seu valor final para requisito de comparação. Com base nestes valores comprovou-se que a fabricação do raspador foi viável, por conta da atividade realizada por ele, e por seu baixo custo tanto de produção como de manutenção.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento e implementação do sistema motorizado de raspagem para salas de espera, destinado à produção leiteira, mostrou-se uma solução altamente eficaz para otimizar o processo de limpeza e melhorar as condições de trabalho dos funcionários envolvidos. A redução significativa no tempo necessário para a realização dessa tarefa, traz benefícios tanto em termos de produtividade quanto de bem-estar dos trabalhadores, reduzindo o esforço físico e os riscos associados a lesões.

Além disso, o projeto alcançou um excelente custo-benefício, com a fabricação da máquina abaixo do orçamento previsto, custando R\$ 4.458,25, em comparação a modelos similares disponíveis no mercado a preços muito superiores. Isso reafirma a viabilidade econômica de se adotar esse tipo de tecnologia em pequenas e médias propriedades leiteiras, especialmente aquelas vinculadas à agricultura familiar, que são predominantes no cenário brasileiro.

O sucesso deste projeto não apenas atende à crescente demanda por maior eficiência na cadeia produtiva do leite, mas também promove melhores condições de trabalho e incentiva a adoção de tecnologias acessíveis, alinhadas com as necessidades dos produtores.

Em conclusão, este trabalho demonstrou que é viável implementar inovações tecnológicas no setor leiteiro, mesmo em contextos com recursos limitados. Através do desenvolvimento e construção do sistema motorizado para raspagem de dejetos, evidenciamos que soluções práticas e acessíveis podem atender às necessidades de pequenos, médios e até mesmo grandes produtores. Essa abordagem não apenas melhora a eficiência operacional, mas também contribui para a sustentabilidade das propriedades, mostrando que a tecnologia pode ser um aliado importante na modernização da produção leiteira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, T. de M. F. Clementino, V. D. R. **Análise do uso de inovações tecnológicas pela agricultura familiar: Uma revisão sistemática de literatura**, 2024 Revista De Estudos Interdisciplinares , 6(3), 01–25. Disponível em : <https://doi.org/10.56579/rei.v6i3.993>. Acesso em: 12 maio 2024.

BRANCO. **Motor B4T-5,5**. 2023. Disponível em:
https://www.branco.com.br/la/pt_br/catalogo-de-produtos/motores/b4t5_5h.html.
Acesso em: 26 jun. 2024.

DASSAULT SYSTEMES. **Por que escolher o SOLIDWORKS**, 2024. Disponível em:
<https://www.solidworks.com/solution/why-choose-solidworks>. Acesso em: 19 jun.
2024.

EMBRAPA. **Tecnologias para sistemas de produção de leite**, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223161/1/TECNOLOGIA-SISTEMAS-PRODUCAO-LEITE-ed01-2016.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

EULER, Leonhard. **Mechanica: sive motus scientiaanalyticaexposita**. T. 1 e 2. Petropoli: ExTypographiaAcademiaeScientiarum, 1736.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Mapa do leite**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>. Acesso em: 09 maio 2024.

MELCONIAN, S. **Elementos de máquinas**. 10. ed. São Paulo: Editora Érica, 2012.

MFRural. **Microtrator raspador de dejetos**. Disponível em:
<https://www.mfrural.com.br/detalhe/424827/microtrator-raspador-de-dejetos>.
Acesso em: 16 out. 2024.

REULEAUX, Franz. **The kinematics of machinery: outlines of a theory of machines**. London: Macmillan and Co., 1876.

SCHNEIDER, Leila Marli; GOUVÊA, Josiane Barbosa. **Estudo sobre segurança no trabalho e do trabalhador rural em uma propriedade rural**, 2018. Disponível em: <https://www.fasul.edu.br/publicacoes-online/app/webroot/files/trabalhos/20161014-203716.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.

SOUZA, Suellen da Cunha; RIBEIRO, Laryssa Freitas. **Aplicação do bem-estar animal e abate humanitário de bovinos para a garantia da qualidade da carne**. Revista de Produção Animal, v. 1, p. 25, 2021.

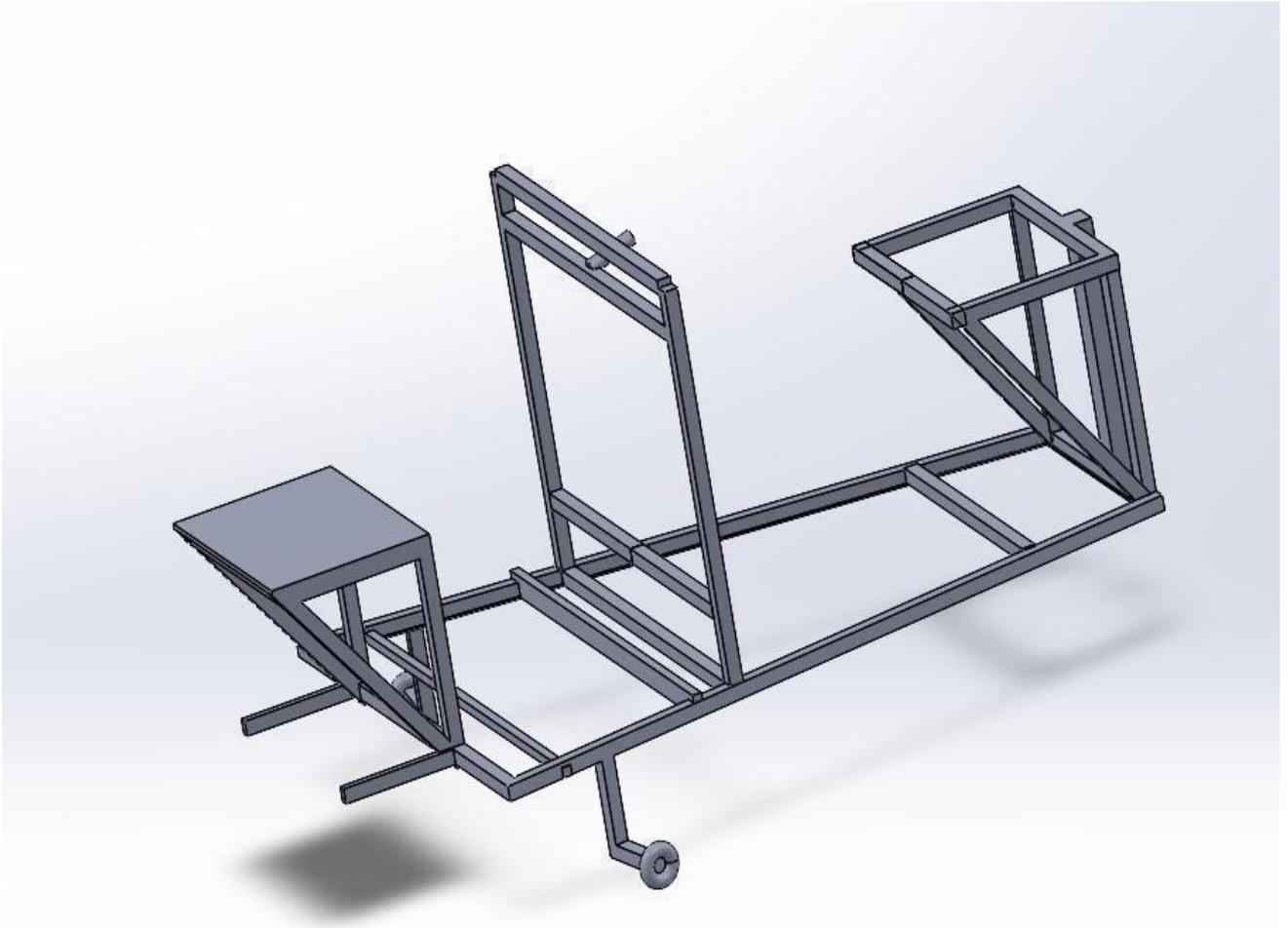
SHANNON, Claude Elwood. **A mathematical theory of communication**. Bell System Technical Journal, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948; v. 27, n. 4, p. 623-656, 1948.

SHIGLEY, Joseph Edward; MISCHKE, Charles R.; BUDYNAS, Richard G. **Mechanical engineering design**. 9th ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

ULLMAN, David G. **The mechanical design process**. 6th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.

ANEXO

Anexo A - Chassi completo.



Fonte: O autor (Imagem gerada no SolidWorks)

Anexo C - Ficha técnica motor à gasolina 5,5CV 4T partida manual B4T-5.5H

DADOS TÉCNICOS

Motor:	Horizontal - 4 Tempos
Potência Máxima do motor:	5,5 cv @3600 rpm
Potência Nominal do motor:	5,0 cv @3600 rpm
Toque Máximo:	1,1 kgfm @2500rpm
Cilindros:	Monocilíndrico
Cilindradas:	163 cc
Diâmetro x Curso:	68x45 mm
Combustível:	Gasolina
Taxa de compressão:	8,5:1
Ignição:	Elétrica
Rotação Máxima	3600 rpm
Controle de rotação:	RAR
Capacidade do tanque máxima:	3,6 L
Capacidade do tanque recomendado:	3,2 L
Capacidade do tanque de óleo:	0,6 L
Óleo recomendado:	20W50
Sistema de partida:	Manual
Tipo do Filtro de ar:	Espuma
Lubrificação:	Salpico
Sensor de óleo:	Sem alerta
Tipo do eixo:	Chavetado
Diâmetro do eixo:	3/4" (19,05 ± 0,05 mm)
Comprimento do eixo:	58,5 ± 0,1 mm
Consumo médio:	1,35 L/h

DADOS LOGÍSTICOS

Dimensão (Embalagem) CxLxA:	395x 330 x 340 mm
Dimensão (Produto) CxLxA:	310 x 355 x 325 mm
Peso Líquido/Bruto:	14,6 kg / 16,0 kg
Garantia:	6 meses
Código EAN13:	7898515042508

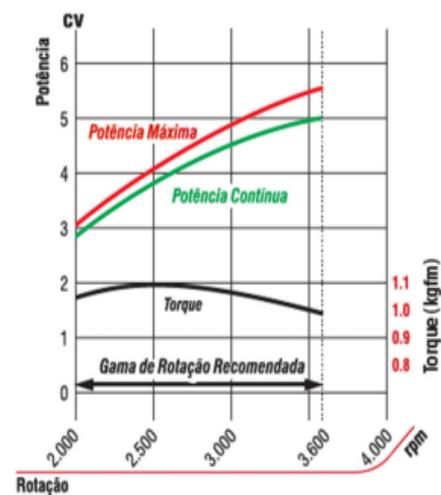
DIFERENCIAIS

- ▶ Possui descompressor automático
- ▶ Tecnologia ECO
- ▶ Partida fácil

ACESSÓRIOS

- ▶ 01 - Manual
- ▶ 01 - Kit ferramentas

CURVA DE RENDIMENTO



Fonte: Branco Motores (2023)