

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO PARA RECOLHIMENTO DE DEJETOS EM TAMBO LEITEIRO

VIEIRA, Cesar Augusto ^{1*}, TURRA, Giovane ^{2*}

1 FAHOR, Curso de Engenharia Mecânica, Campus Arnaldo Schneider, Avenida dos Ipês, 565, Horizontina, RS, Brasil.

*Autor Correspondente: cv001863@fahor.com.br.

RESUMO

Nos últimos 13 anos verificou-se forte expansão da produção leiteira e inovação na criação e manejo do rebanho, indo de bovinos confinados, sistema Compost Barn ou ainda, o sistema Free Stall. Assim, surge a necessidade de um equipamento que auxilie o produtor ou colaborador da propriedade na hora de remover os dejetos do tambo leiteiro, permitindo higienização do local. Este artigo propõe o desenvolvimento de um dispositivo de limpeza de dejetos em tambos leiteiros. Este trabalho utiliza uma metodologia de projeto de produto para desenvolvimento de equipamento de limpeza para tambos leiteiros. O objetivo geral é projetar um protótipo para remoção dos dejetos animais, verificação da limpeza e a reação comportamental dos animais à presença do dispositivo. Ainda, busca-se definir o local do tambo para realização do projeto; a hipótese mais viável para o desenvolvimento; transformar o projeto da hipótese utilizando um software de projeto e construir o protótipo para teste prático. As principais necessidades identificadas foram o baixo custo de produção, eficiência na limpeza e resistência do equipamento. O protótipo foi projetado com motor de 6,5cv, a gasolina, câmbio com duas marchas para a frente e uma ré, sistema de lâmina frontal com medidas de 1,260 mm/450mm, banco ajustável e volante interligado com a roda traseira. Os testes foram realizados em sistema Compost Barn, realizando a remoção de dejetos correspondentes ao acúmulo de três dias. Após a realização dos testes, verificou-se que a maioria dos requisitos foram atendidos, necessitando de pequenas melhorias para o protótipo.

Palavras chave: Projeto, Dispositivo de Limpeza, Tambo Leiteiro.

DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE FOR THE COLLECTION OF MANURE IN DAIRY STALL

ABSTRACT

In the last 13 years there has been a strong expansion of dairy production and innovation in the creation and management of the herd, going from confined cattle, Compost Barn system or even the Free Stall system. Thus, there is a need for equipment that helps the producer or the property's collaborator when removing the manure from the dairy stall, allowing the hygiene of the place. This paper proposes the development of a device for cleaning manure in dairy stalls. This work uses a product design methodology to develop a cleaning device for dairy stall. The general objective is to design a prototype to remove the animal manure, verify the cleaning and the behavioral reaction of the animals to the presence of the device. The goal is also to define the location of the stall for the project's realization; the most viable hypothesis for the development; to transform the hypothesis project using a design software, and to build the prototype for practical testing. The main needs identified were low production cost, cleaning efficiency, and equipment resistance. The prototype was designed with a 6.5 hp gasoline engine, two forward and one reverse gears, a front blade system with measurements of 1,260 mm/450 mm, an adjustable seat, and a steering wheel connected to the rear wheel. The tests were performed in the Compost Barn system, removing the manure corresponding to the accumulation of three days. After the tests, it was verified that most of the requirements were accomplished, requiring minor improvements to the prototype.

Keywords: Design, Cleaning Device, Dairy stall.

1 INTRODUÇÃO

Diminuir o êxodo rural e fomentar a produção agrícola e pecuária vem sendo um objetivo da política nacional, seja com programas de financiamento à produção de grãos, como criação de suínos e gado leiteiro. Por estarmos localizados em uma região do estado onde a pecuária leiteira é forte, verificou-se a necessidade de facilitar o trabalho nos tambos leiteiros, no momento da higienização das baias através da remoção dos dejetos.

Desta forma, buscou-se a maneira mais viável e compatível para facilitar a limpeza, melhorando os processos já existentes, através do projeto e construção de um protótipo para remoção

dos dejetos, bem como destinação dos mesmos, além de analisar o comportamento dos animais junto ao dispositivo e o resultado final do processo de limpeza.

O protótipo para limpeza de pista de alimentação em tambos leiteiros será exclusivamente de acionamento mecânico e construído com materiais adequados para garantir vida útil longa.

O projeto de um novo produto surge em decorrência de algumas necessidades nas mais variadas atividades e deve seguir algumas etapas preestabelecidas para seu desenvolvimento (NORTON, 2013). Aqui, serão consideradas as etapas de identificação da necessidade, pesquisa de suporte, definição dos objetivos, especificação das tarefas, síntese, análise, seleção, projeto detalhado, protótipo, teste e produção.

2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Sistema de Produção Leiteira

Definir o sistema de produção é um dos primeiros passos para começar a criação de bovinos leiteiros, pois ela representa para o produtor qual será o melhor sistema, as melhores necessidades que atenderá seus objetivos junto a sua propriedade. O produtor optará pelo melhor sistema que se adapte as inúmeras variáveis dos seus recursos físicos, vegetais, animais e financeiro disponíveis.

2.1.1.1 Sistema Extensivo

O sistema consiste, na criação dos animais a pasto, sem um padrão de raças definidas. A pastagem é a base da alimentação, já que a criação dos bovinos leiteiros é inteiramente no campo. As instalações são simplificadas e limitam-se a uma praça de alimentação e sala de ordenha (RURALNEWS, 2012).

- Vantagem: Baixo investimento financeiro;
- Desvantagem: Baixa produção e pouco retorno financeiro.

2.1.1.2 Sistema Semi-Intensivo

É um sistema que consiste, que esses animais são criados a pasto, mas recebem uma suplementação na alimentação com forrageiras com altos teores nutricionais, com volumosos nas épocas de entre safras de pastagens. Os alimentos são fornecidos em galpões com praça de

alimentação, sala de ordenha canalizada, onde permite alguns processos mais tecnológicos na produção e na criação (RURALNEWS, 2012).

- Vantagem: As instalações são simples e tem a possibilidade de ser adotado recursos tecnológicos que podem aumentar a produção e a qualidade do leite.
- Desvantagem: Alta produção, mas com uma mão de obra elevada, por contar com grande quantidade de funcionários.

2.1.1.3 Sistema Intensivo

O sistema que consiste, em que os bovinos leiteiros são mantidos confinados em *Compost Barn* ou *Free Stall*. Onde esses animais recebem uma dieta balanceada individualmente ou em grupos, com alimentos bem conservados, como silagem de boa qualidade, rações de qualidade dentre outros nutrientes necessários. Este sistema tem a viabilização em animais com alto padrão genético, grande produção leiteira, exigindo uma tecnologia especial no seu manejo e o uso de software específico para o gerenciamento (RURALNEWS, 2012).

- Vantagem: As instalações ocupam pequenos espaços, otimização do tempo e retorno financeiro.
- Desvantagem: Alto custo de implementação, alto custo de energia elétrica e especialização profissional.

De acordo com Brito et al (2009) as instalações do rebanho leiteiro devem proporcionar condições de higiene adequadas, sanidade física e eficiência do manejo, minimizando os custos e maximizando os resultados.

O sistema *Compost Barn* é baseado em uma grande área coberta cujo princípio básico de funcionamento é a compostagem da cama, feita com serragem, aparas de madeira e esterco compostado, objetivando proporcionar aos animais um local seco e confortável durante o ano todo (BRIGATTI, 2014).

Já, no modelo *Free Stall* os animais são confinados e separados em baias individuais nas quais ficam lado a lado e podem descansar e outras destinadas a exercícios e a alimentação do rebanho, além do espaço para a ordenha (MALISZEWSKI, 2020).

2.1.2 Limpeza das instalações

A limpeza das instalações é de grande importância, pois auxiliam na diminuição de doenças, como mastite, problema de cascos e dentre outras da saúde dos bovinos leiteiros. A solução mais

utilizada pelos produtores de bovinos de leiteiros ocorre através do processo manual, conforme. A Figura 1, a seguir mostra como e feito a limpeza manualmente através de rodos de metais e vassouras.

Figura 1 – Processo manual de limpeza



Fonte: Revista leite integral (2019)

2.1.3 Projeto do produto

Segundo Norton (2013) um projeto de um novo produto surge a partir de algumas necessidades, que muitas vezes consiste de uma exposição mal definida pela vaga do problema. Mas entre as etapas da identificação e da necessidade tem também a etapa do desenvolvimento do produto ou a produção, ainda existe dez etapas cruciais para o desenvolvimento de um produto. As etapas serão apresentadas na Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Metodologia de projetos

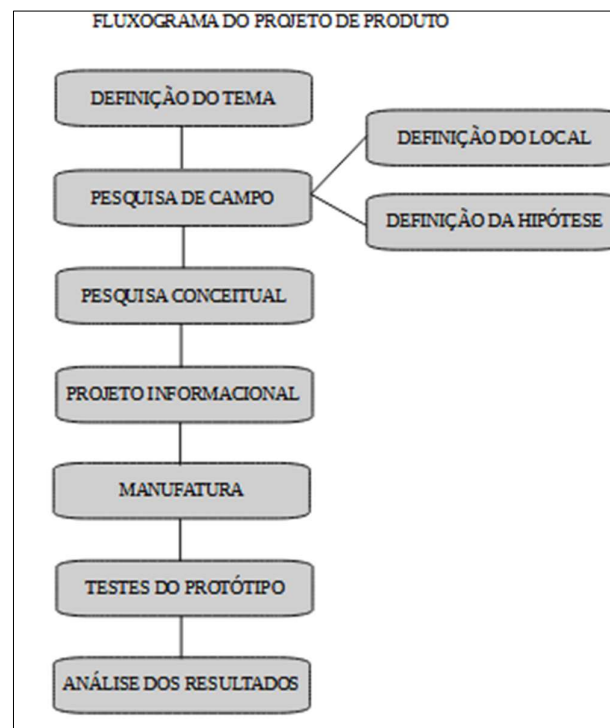
SEQUÊNCIA	ETAPA
1	Identificação de necessidade
2	Pesquisa de suporte
3	Definição de objetivos
4	Especificação das tarefas
5	Síntese
6	Análise
7	Seleção
8	Projeto detalhado
9	Protótipo e teste
10	Produção

Fonte: Adaptado de Norton (2013)

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração deste trabalho utilizou-se a metodologia de projeto de produto de vários autores, entre eles Amaral (2006), Romano (2003) e Baxter (2011), na sequência demonstrada no fluxograma representado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do Projeto de Produto.



Fonte: Autor (2021)

2.2.1 Pesquisa de campo

A primeira etapa consistiu em um levantamento de dados nas propriedades na região de Horizontina e Três de Maio. Foi realizado um levantamento de aplicabilidade do protótipo quanto a utilização de mecanização para retirada dos dejetos em tambos leiteiros. As entrevistas foram realizadas durante o período de abril e maio de 2019 nas cidades de Três de Maio e Horizontina, na qual foi realizado o levantamento em 50 propriedades leiteiras com o seguinte questionário:

- Existe grande produção de dejetos na propriedade?
- Como é realizado o tratamento dos dejetos na propriedade?
- No caso do mecanizado, qual a ferramenta que é utilizada?

- Um equipamento mecanizado de baixo custo auxiliaria na limpeza?
- Qual faixa de preço proporcionaria adesão do produto?

2.2.1.1 Definição do Local

A definição do local foi em conversa com um produtor de leite Jonas Viapiana, que surgiu a necessidade de ter um limpador de dejetos para otimizar o seu tempo e facilitar a mão de obra desse serviço para a propriedade, assim também surgiu a ideia desse projeto.

2.2.1.2 Definição da hipótese

Entre todas as hipóteses disponíveis hoje para facilitar e otimizar esse serviço são de grande montante financeiro, tendo em vista que precisaria de pessoas a mais ou até mesmo um funcionário capacitado para operar e com esse projeto se tornaria muito fácil e acessível financeiramente.

2.2.2 Pesquisa Conceitual

Nesta etapa do trabalho foram analisados os produtos do mercado coletando informações e conceitos e alguns métodos utilizados para a limpeza de dejetos em tambo leiteiro. Alonso (2004), determina a utilização de pesquisa que foi realizada para poder criar a primeira etapa de processo de projeto de produto, para assim dar continuidade ao projeto informacional e conceitual e elaborar a contextualização do problema, podendo assim tomar decisões na execução do projeto. Essa Nessa fase do trabalho foi fundamental o uso da internet, para buscar informações dos equipamentos desta área, pois tendo em vista que não são produtos tradicionais de se conseguir dados em outros meios por ser um pouco desassistidos e por não possuir em livros e teses como busca.

2.2.3 Projeto Informacional

Segundo Amaral (2006), tem como desenvolvimento desta fase como um conjunto de informações, que no planejamento e nas pesquisas levantadas que irá possibilitar e auxiliar as determinações e suas soluções, fornecendo o alicerce necessário para montar os seus critérios de avaliação, tendo como domínio do mesmo como as especificações e meta do produto. O projeto informacional se inicia com a atualização do plano do projeto informacional. Logo em seguida com a definição do problema, e o mapeamento do tempo de vida do produto, assim como a definição de quem serão os clientes envolvidos com o projeto e o produto. Finalizando as fases anteriores, se faz um estudo em cima dos requisitos do cliente (AMARAL, 2006).

- Tempo de vida do produto e a definição dos clientes: Nesta fase tem como objetivo disponibilizar a descrição gráfica do produto, e o detalhamento dos estágios. As empresas vêm observando muito o tempo de vida do produto, até acabar o suporte de pós-venda;
- Identificação dos requisitos dos clientes e do produto: Nessa fase é utilizado as necessidades dos clientes. Elas podem ser definidas por qualquer método de interação com os clientes fundamentais. Logo após desta etapa as necessidades serão classificadas;
- Definir os requisitos do produto: Tem possibilidade de se definir pelos requisitos dos clientes, deixando assim estabelecidos os parâmetros comuns, interligando as características definidas do produto. Logo após pode-se associar os principais requisitos dos clientes com os requisitos do produto, e tendo a possibilidade de classificá-los através do grau de importância, tem-se um maior foco em cima desses requisitos com maior prioridade.

2.2.3.1 Definição dos requisitos dos clientes

De acordo com o referencial teórico e a metodologia utilizada nesse trabalho teve-se ênfase no cliente com pesquisas buscando soluções baseadas na necessidade dos produtores, para melhorar a capacidade de produção deste segmento.

Com o conhecimento adquirido junto aos produtores que a grande variável da produção de leite é realmente o conforto animal, assim elaboramos metas para a construção dos requisitos seguindo a metodologia citada anteriormente, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Requisitos do cliente

ETAPA DO TEMPO DE VIDA	REQUISITOS DO CLIENTE
PROJETO	- Ter segurança; - Projeto simplificado; - Fácil transporte.
FABRICAÇÃO	- Baixo custo; - Fácil montagem.
TESTES	- Capacidade de limpeza; - Autonomia de funcionamento;
UTILIZAÇÃO	- Resistentes; - Baixa manutenção.
DESCARTE	-Utilização de materiais recicláveis.

Fonte: Autor (2021)

2.2.3.2 Requisitos do projeto

Os requisitos de projeto encontram-se listados no Quadro 3. Eles estão subdivididos por tempo de vida do produto.

Quadro 3 – Requisitos do Projeto

PROJETO	1	Mais de 95% da área limpa
	2	Custo menor do que R\$ 5.000,00
	3	Simplicidade de projeto
	4	Rigidez estrutural
PRODUÇÃO	5	Montagem simples
	6	Ferramentas padronizadas
	7	Fácil manufatura
TESTES	8	Saúde animal
	9	Segurança do operador
	10	Fácil manutenção
	11	Eficiência na limpeza
	12	Segurança dos animais
	13	Durabilidade do produto
	14	Baixo esforço do operador
	15	Baixo custo de operação
	16	Baixo impacto ambiental
	17	Facilidade de operação

Fonte: Autor (2021)

Dentre esses requisitos, o custo foi estipulado pelo autor através de uma estimativa de quanto os produtores estariam dispostos a pagar pelo produto que é de R\$5000,00. O percentual de área limpa está baseado na proporção de área ideal do piso. A rigidez estrutural está baseada na usabilidade do protótipo e não com a interação dos animais. Todos esses requisitos serão usados como base para os demais testes.

2.2.4 Manufatura

As peças são compostas de chapas metálicas que foram terceirizadas com o pensamento de reduzir possíveis erros de projeto e que otimizaria o tempo de montagem, o restante das peças foram manufaturadas pelo próprio autor. Alguns equipamentos de segurança de uso individual para a montagem do produto, as quais cita-se: luvas de raspa, óculos de segurança, protetor auricular, máscara

de solda, touca de solda, luvas multitalato, sapato de segurança. Alguns dos principais equipamentos que foram necessários para efetuar a construção do protótipo entre essas: esmerilhadora, furadeira manual, furadeira de bancada, aparelho de solda MIG, torno, ferramentas que serão especificadas posteriormente.

2.2.5 Testes

Os testes ocorreram de acordo com todos os requisitos do projeto e de testes sob as condições dos dejetos tanto no seco como no úmidos. Alguns destes testes foram subjetivos, pode-se apenas ver os resultados visuais. Já os outros testes foram mais objetivos, tendo como resultados valores numéricos entre a média e ponto máximo para as condições de cada dejetos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Diagrama de Mudge

Após a definição dos requisitos, foi estabelecido um valor percentual de importância de cada um deles, da mesma forma que se pode hierarquizá-los através do diagrama de Mudge. Este diagrama compara os pares de cada um dos requisitos em todos os outros, estabelecidos em cada célula quem é muito importante, de média importância, pouco importante ou nada importante. A Figura 3 mostra os resultados do diagrama de para este trabalho.

Figura 3 – Resultados do diagrama de Mudge

		Número de Requisitos																Soma	%	VC
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	25	10,25%	1,025	
	2B	1A	4C	1B	1B	1B	8A	9B	1B	1D	12C	1C	1C	1B	1B	1D	23	9,43%	0,943	
	2	2A	2C	2C	2C	2C	8B	9D	2D	11C	12C	2C	2C	2B	2A	2C	8	3,28%	0,328	
		3	3B	3D	6C	3D	8B	9C	10C	11B	12C	3C	3C	15C	3B	17C	4	1,64%	0,164	
			4	5B	6C	7C	8B	9B	10C	11B	12B	13C	14C	15C	4B	17C	4	1,64%	0,164	
			5	5D	5D	8C	9C	5C	11B	12C	5B	5C	5A	5C	17B	14	5,74%	0,574		
			6	6D	8C	9C	6D	11C	12C	13C	6C	6C	6A	17B	9	3,69%	0,369			
			7	8A	9B	10C	11C	12C	7C	7A	7C	7B	7C	13	5,33%	0,533				
			8	8D	8C	8D	8D	8B	8C	8C	8B	8C	8B	8C	30	12,30%	1,230			
			9	9C	9D	12C	9B	9C	9C	9B	9C	22	9,02%	0,902						
			10	11C	12C	10C	10B	10C	10B	17D	11	4,51%	0,451							
			11	12C	11B	11B	11C	11B	11C	11C	24	9,84%	0,984							
			12	12C	12B	12A	12A	12C	27	11,07%	1,107									
			13	14B	15C	13B	17C	5	2,05%	0,205										
			14	15B	14B	14D	7	2,87%	0,287											
			15	15B	15C	10	4,10%	0,410												
			16	17B	0	0,00%	0,000													
			17	12	4,92%	0,492														
				244	100%															

LEGENDA DE VALORES	
A = 5	Muito mais importante
B = 3	Medianamente mais importante
C = 1	Pouco mais importante
D = 0	Igualmente importante

Os valores da coluna “VC” corresponde a cada requisito que posteriormente foi utilizado para etapa do conceito. O cálculo de cada ”VC” tem os percentuais do requisito multiplicado por 10.

2.3.2 Diagrama de Pugh

Com os valores de “VC” definidos para cada requisito e com o valor do impacto sobre o mesmo em cada uma das concepções, multiplica-se e realiza-se a somatória total. O Quadro 4 mostra os resultados do Diagrama de Pugh bem como também a pontuação final para cada concepção.

Entre as concepções apresentadas a que obteve a melhor pontuação no Diagrama de Pugh é o conceito 3 de projeto. Sendo assim esse será o conceito escolhido para a realização do projeto e posteriormente os testes de validação.

Quadro 4- Concepções.

Requisitos de projeto	VC	Concepções					
		1	2	3	4	5	6
Saúde animal	1,23	2	2,5	2	2,5	2	2,5
Segurança dos animais	1,11	2	2,2	2	2,2	2	2,2
Mais de 95% da área limpada	1,02	1	1,0	2	2,0	-1	-1,0
Eficiência na limpeza	0,98	1	1,0	1	1,0	1	1,0
Custo menor do que R\$5000,00	0,94	0	0,0	-2	-1,9	1	0,9
Segurança do operador	0,90	-2	-1,8	2	1,8	1	0,9
Montagem simples	0,57	0	0,0	-1	-0,6	0	0,0
Fácil manufatura	0,53	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Facilidade da operação	0,49	0	0,0	2	1,0	0	0,0
Fácil manutenção	0,45	0	0,0	-1	-0,5	1	0,5
Baixo custo de operação	0,41	-1	-0,4	-1	-0,4	1	0,4
Ferramentas padronizadas	0,37	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Simplicidade de projeto	0,33	2	0,7	-1	-0,3	0	0,0
Baixo esforço do operador	0,29	-2	-0,6	2	0,6	1	0,3
Durabilidade do produto	0,20	-1	-0,2	-1	-0,2	-1	-0,2
Rigidez estrutural	0,16	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Baixo impacto ambiental	0,00	1	0,0	1	0,0	1	0,0
Peso da Concepção		4,3	7,2	7,8			

Fonte: Autor (2021).

Em cima das concepções conseguiu-se trabalhar em cima do resultado da 3 concepção que nos passa mais segurança em cima dos resultados, atendendo todas as necessidades. Assim conseguimos apresentar o protótipo na figura 4.

Figura 4- Protótipo.



3 CONCLUSÃO

Com o propósito de atender as necessidades baseando-se em uma metodologia de PDP, procuramos atingir o objetivo estabelecido neste trabalho de forma clara e direta em todas as etapas indicadas pela metodologia em questão, podendo escolher entre as três hipóteses de solução a que mais se adéqua adequada conforme os resultados obtidos pelo diagrama de Mudge e Pugh. A definição do local foi em conversa com o produtor rural, deixando aberta a propriedade para a realização de todos os testes necessários para o desenvolvimento do protótipo. Conseguiu-se definir a melhor hipótese do projeto limpador de dejetos pois foi o que se destacou melhor sendo o mais acessível e viável para os produtores. Mesmo os custos tenham ultrapassados o valor mínimo, estima-se que o protótipo se torne mais barato quando produzido em série. O desenvolvimento do projeto foi feito através do software SolidWorks que nos dá todos os benefícios que um desenho pode nos oferecer. Após a construção de todos os componentes do protótipo realizada no laboratório da Fahor e a realização dos testes, pode-se constatar que a maioria dos requisitos de projeto foram atendidos, podendo se observar poucas melhorias para o protótipo.

5 REFERÊNCIAS

AMARAL, Daniel Capaldo, ROZENFELD, Henrique, FORCELLINI, Fernando Antônio, TOLEDO, José d. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência Para Melhoria do Processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. 2a ed. São Paulo, Editora Blücher Ltda., 2011.

BRIGATTI, A. M. **Compost Barn e a produtividade leiteira**. Terra Viva. 2014. Disponível em: <http://www.terraviva.com.br/selectus/agosto2015/2508cb.pdf>. Acesso: 28 Abril 2021.

BRITO, A. S. F. V. Nobre, J. R. R. Fonseca. **Bovinocultura leiteira: informações técnicas e de gestão**. SEBRAE/RN. 2009.

LEITE INTEGRAL. Disponível em: <http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticias/fazendas/Page>: Acesso em: 28 Abril. 2021.

MALISZEWSKI, E. **Free Stall, Compost Barn ou pasto?** Agrolink. 2020. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/free-stal--compost-barn-ou-pasto-437275.html>. Acesso: 28 Abril 2021.

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas – Uma abordagem integrada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ROMANO, L. N. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. 2003 Tese (Doutorado em Eng. Mecânica) - UFSC.