



GESTÃO INOVADORA DE UM DISPOSITIVO MECÂNICO DE VANGUARDA PARA A DESENSILAGEM AUTÔNOMA DE SILOS E ABASTECER MISTURADORES DE RAÇÃO NO AGRONEGÓCIO.

F. Scarpite^{1,*}; D. J. Marques^{1,*}; R. A. Moura^{1,2,3}; M. B. Silva³

1. Universidade de Taubaté – UNITAU. Rua Daniel Danelli, s/n – Vila Nossa Senhora das Graças, Taubaté/SP, CEP: 12060-440, Brasil. Telefone: (12) 3622-4005

2. Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos - Professor Jessen Vidal - FATEC SJC. Av. Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1350 - Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP, CEP: 12247-014, Brasil. Telefone: (12) 3905-2423

3. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - UNESP-FEG – Campus de Guaratinguetá/SP. Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333 - Portal das Colinas - Guaratinguetá/SP, CEP 12.516-410, Telefone: (12) 3123-2800

*fabioscarpite@gmail.com

RESUMO: Este artigo tem por objetivo apresentar um projeto mecânico no agronegócio com o desenvolvimento de um equipamento mecânico para desensilagem de silos e abastecimento de misturadoras de ração animal. A metodologia contou com um estudo realizado com base em dados observados nos anos de 2016 até 2018 em visitas à pequenos produtores de gado na região de São Carlos/SP. Como resultado, verificou-se a eliminação do desperdício de ração durante o abastecimento dos misturadores, aumento de produtividade e ganhos ergonômicos com a adoção desta inovação. Conclui-se que com a análise dos dados das visitas realizadas, há oportunidade de um novo conceito de abastecimento que elimina o desperdício de ração, reduzindo fases, maquinários e melhor ergonomia no tempo do tratamento dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: Agronegócio; Ergonomia; Gestão inovadora; Misturador; Ração animal.

INNOVATIVE MANAGEMENT OF A CUTTING-EDGE MECHANICAL DEVICE FOR AUTONOMOUS DESINSALAGE AND FEED MIXERS IN AGRIBUSINESS.

ABSTRACT: This article aims to present a mechanical project in agribusiness with the development of mechanical equipment for desensilage silos and supplying animal feed mixers. The methodology included a study based on data observed in 2016 and 2018 and on visits to small cattle producers in the region of São Carlos/SP. As result, it was verified the elimination of feed waste during the filling of the mixers, increased productivity and ergonomic gains with the adoption of this innovation. It is concluded that with the analysis of data from the visits carried out, there is an opportunity for a new supply concept that eliminates wasted feed, reducing phases, machinery and better ergonomics in the time of animal treatment.

KEYWORDS: Agribusiness; Ergonomics; Innovation management; Mixers; Animal feed.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente se destaca por possuir o maior rebanho comercial bovino do mundo e por ser o maior exportador de carne bovina, cuja exportações do produto na última década passaram de



quase dois milhões de toneladas, o que para os criadores, os forçou a rever a utilização de nutrientes com dietas mais concentradas. Logo, tornou-se muito importante a qualidade da proteína animal e que por consequência, precisam de uma estocagem de ração por meio de silos, trincheira, sacos e fardos de feno. A transferência da ração dos meios de estocagem para pontos de alimentação, ocorre por desensiladeiras, ou seja, retirar conteúdo dos silos, manual ou com máquinas, como a pá carregadeira (AGROCERES, 2018).

Destaca Lisbinski (2018), que a importância da desensiladeira está na descompactação do material armazenado na silagem dos silos, transporte e distribuição para alimentar os animais, serviços estes, executados de forma manual com custos operacionais relevantes. Assim, diante deste cenário oneroso e altamente competitivo, o mercado de implementos agrícolas vem buscando a cada dia, soluções de vanguarda para manter uma alta qualidade, desempenho com o menor custo operacional possível e redução de custos operacionais.

Ao se verificar as atuais formas de abastecimento dos misturadores e distribuidores da ração, há desperdícios e perda de ração durante o abastecimento manual além do uso de etapas, mão de obra e maquinário adicionais.

Nesse viés, este presente artigo, justifica-se pela solução de um projeto mecânico oriundo das observações agrícolas no período de 2016 até 2018 no interior do Estado de São Paulo, com o objetivo de conhecer o processo de desensilagem e abastecimento dos misturadores de ração no agronegócio.

Como objetivos específicos, após se determinar os passos necessários e a viabilidade técnica do equipamento elenca-se:

- Modelamento digital dos componentes de desensilagem de silos;
- Redução de etapas e aumento de produtividade por carga em misturadores;
- Redução de mão de obra.

A metodologia adotada focou em pesquisa bibliográfica e visita à pequenos produtores de gado na região de São Carlos, cidade do interior do Estado de São Paulo, além de participação em feiras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Sobre o projeto mecânico de um dispositivo de vanguarda para o abastecimento autônomo dos misturadores de ração no agronegócio, especificamente neste capítulo, serão abordadas as tecnologias agropecuárias, os principais tipos de rações animais, conceitos de ensilagem e desensilagem, bem como tipos de algumas máquinas e dispositivos misturadores e distribuidores de ração.

2.1 Agronegócio

Segundo a Fia (2018), o agronegócio ou agro se refere a todas as atividades econômicas relacionadas ao comércio de produtos agrícolas e agropecuários, envolvendo insumos, operações, agroindústria, animais leiteiros, confinamento e de corte. O agronegócio se distingue em 3 principais ecossistemas que envolvem agências de fomento (bancos), veículos (indústria automobilística), adubo e vacina (indústria da farmácia e alimentação).

- Produtores rurais (micro, médio e grande);
- Fornecimento de insumos (máquina, veículo, semente e defensivos);
- Centro distribuidores (escoamento dos agroprodutos).

O agronegócio ainda se divide em setores como o setor primário que envolvem os produtores rurais, agricultores e pecuaristas; o setor secundário que engloba as agroindústrias e fabricantes de insumos e o setor terciário que conta com serviços como transportadoras, distribuidores e comerciantes, conforme ilustra a Figura 1 (FIA, 2018).

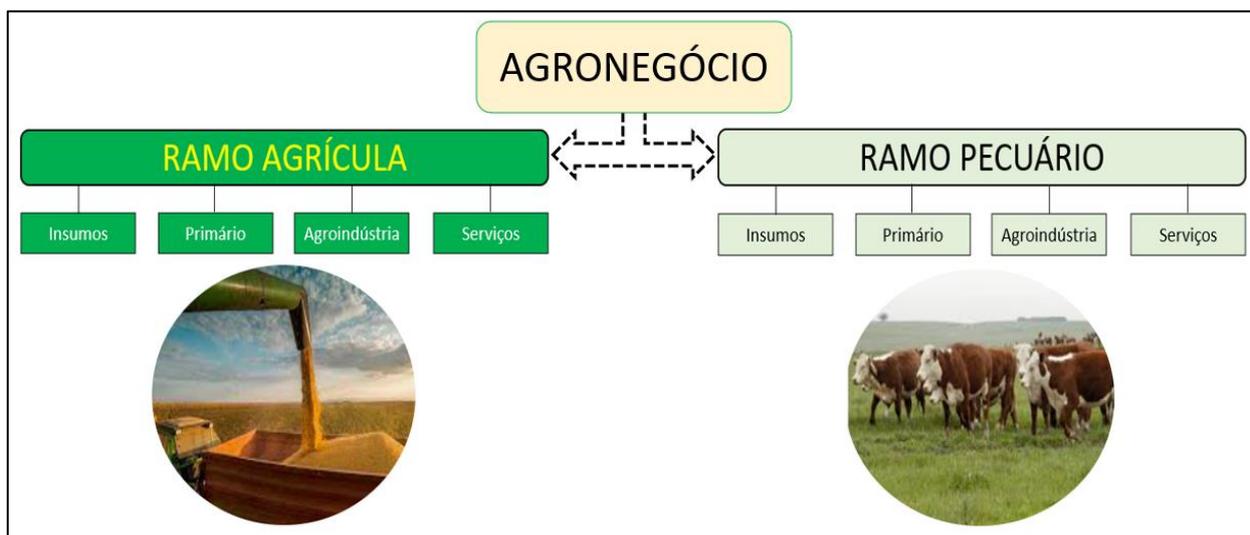


Figura 1. Divisão do agronegócio e seus setores com impacto na economia nacional
Fonte: Adaptado Fia (2018)

2.2 Normas e Segurança nos Projetos

Os projetos devem estar em consonância e observar os regulamentos e normas de segurança. Nesse projeto foi observada a norma vigente de máquinas e equipamentos, a NR-12 Segurança em Máquinas e Equipamentos quanto a garantia da saúde e da integridade física dos trabalhadores, pois ao automatizar e reduzir máquinas melhora a condição de higiene e saúde laboral. A ergonomia por desconhecimento, muitas vezes não é aplicada em projeto e inovação para evitar doenças profissionais e do trabalho como a lesão e distúrbios (MOURA et al, 2019; MOURA et al, 2021).

As transformações tecnológicas da agropecuária brasileira estão conectadas com o desenvolvimento tecnológico e científico da área. A demanda social por alimentos e o risco da reprodutibilidade econômica, cultural e política do setor agropecuário e os impactos relacionados ao processo produtivo e industrial, confere um contínuo investimento em pessoas, novas máquinas, infraestrutura e em investimentos tecnológicos (GEHLEN, 2001).

O crescimento da competitividade através do aumento da produtividade foi significativo nas décadas de 1970 e 1980. Contudo, a produtividade do trabalho e da terra sugere competitividade tecnológica no setor agropecuário (MAGALHÃES, TOMICH e SILVEIRA, 1999).

A modernização e as transformações da agropecuária brasileira acontecem basicamente de três etapas. A Primeira tratava-se das mudanças nas relações de trabalho. A segunda transformação é dada pela mecanização dos processos, com utilização de máquinas, dispositivos e equipamentos autônomos, atuando desde o plantio até a colheita, substituindo e auxiliando o produtor e os trabalhadores do setor. A terceira transformação é caracterizada pela internacionalização dos setores produtivos de insumos, máquinas e equipamentos para a agricultura, a partir da implantação das indústrias de base (siderúrgica, petroquímica, borracha, entre outros) no Brasil, durante as décadas de 50 e 60 (KAGEYAMA e LEONE, 2002).

2.3 Ração Animal

De acordo com Campos (1999) um produto ou serviço pode ser considerado como de alta qualidade quando compreende perfeitamente as necessidades do cliente, oferecendo confiança e acessibilidade, como por exemplo, a indústria de rações extrusadas. Ingerir material seco controlado,

mantem o balancial energético relacionada ao alimento do rúmen, além de produzir uma excelente dieta digestiva e de fácil metabolismo, conhecido como reação associativa (SOEST, 1994)

2.4 Ensilagem e tipos de silos

Embora os processos de ensilagem e desensilagem sejam relativamente simples, existem muitos fatores que afetam a qualidade do silo e a segurança no seu uso. O crescimento não controlado de microrganismos, provocando aquecimento na massa ensilada, pode causar perdas nutricionais e afetar a saúde dos animais, baseando-se geralmente, em tratamentos mecânicos e aplicação de diferentes aditivos e cuidados associados a cada fase do processo (LINDGREN, 1999).

Segundo Aguiar, Crestana e Balsalobre (2000), a ensilagem consiste em compactar material orgânico e vegetal, e após completar o silo, vedar o material armazenado para ganho de propriedades nutritivas. Requer muita atenção por ser uma etapa crítica, pois, ao lacrar o silo, iniciará a fermentação que deve ser garantida com o correto armazenamento e manutenção para conservar e garantir qualidade da biomassa colhida da lavoura (AGROCERES, 2018).

A Figura 2 ilustra um processo de ensilagem por trincheira, com o armazenamento (Fig. 2.1) e a compactação para retirada em meio as paredes de alvenaria. (Fig. 2.2).



Figura 2. Ensilagem para um silo do tipo trincheira.

Fonte: Royal Máquinas, 2019.

O sistema de silagem mais popular é o horizontal, tipo trincheira como na Figura 2, pelo menor custo e por poder ser alocado próximo ao gado erradicando despesas com manuseio, locomoção e transporte, manual e com veículos, carregados com silagem (FARIA, 1994).

Na Figura 3 são demonstrados outros tipos de ensilagens: superfície (Fig. 3.1), em bag ou bolsa (Fig. 3.2), em fardos (Fig. 3.3) e ensacada (Fig. 3.4).



Figura 3. Tipos de ensilagens.

Fonte: Aguiar, Crestana e Balsalobre (2000)

A silagem ensacada (Fig. 3.4) é a maneira mais simples para se estocar ração, pois após o corte e picagem da planta forrageira, se preenche e compacta o material já picado dentro de sacos plásticos (AGUIAR, CRESTANA e BALSALOBRE, 2000).

2.5 Desensilagem

Segundo Lisbinski (2018), a desilagem retira do silo o material armazenado. Deve ser evitado remover rapidamente o material para não prejudicar as propriedades nutritivas conforme Figura 4.



Figura 4. Desensiladeira na remoção da silagem

Fonte: MFRURAL (2017).

Outro fator é em relação as medidas dos armazenadores. Uma vez aberto o silo, o O₂ catalisa o desenvolvimento de micro-organismos aeróbios que deterioram a silagem e compromete o padrão de nutrição. A remoção da ração armazenada geralmente é realizada por dispositivos agrícolas (LISBINSKI, 2018).

A retirada do silo poderá ser feita por equipamentos agrícolas, chamados desensiladeira, que são máquinas destinadas ao trato de animais, onde faz a retirada de mistura e descarrega o trato com precisão e agilidade. Outro equipamento além de desensilar o silo, pica o feno em fibras longas, misturando e distribuindo (Figura 5) o trato para o rebanho e geralmente é uma desensiladeira vertical (MFRURAL, 2017).



Figura 5. Máquina misturadora de ração em operação
Fonte: Schemaq (2021)

2.6 Misturadores e distribuidoras de ração animal

Segundo a Pérez (2009), misturadores e distribuidoras de ração são máquinas dispostas de caçamba em formato cúbico ou cônico, com bica de descarregamento, com batedores ou roscas internas para a mistura da ração, podem ser do tipo tracionado ou montado em caminhões. Seu propósito é transportar, picar e misturar os ingredientes dos seus devidos lugares para o local onde os bovinos irão se alimentar cochos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia contou com um estudo realizado com base em dados observados nos anos de 2016 e 2018 em visitas a pequenos produtores de gado leiteiro na região de São Carlos/SP. Assim, pode-se iniciar um estudo e protótipo através de computadores e softwares gráficos, a partir de modelos matemáticos, visando funcionalidade para automação (NORTON, 2014).

Ainda segundo Norton (2014), esses recursos começaram aos poucos a fazer parte do cotidiano do projetista auxiliando-o na criação de projetos em modelos tridimensionais (3D). Um desenvolvimento completo e ideal de um projeto se harmoniza com o protótipo digital e o modelo real antes do equipamento estar pronto para ser produzido e comercializado (AMARAL, 2016).

No desenvolvimento e execução deste projeto foi utilizada a experimentação para a validação da hipótese proposta. Os materiais utilizados no desenvolvimento do projeto foram o programa *Solidwork* (2019) para modelagem e detalhamento dos desenhos e análise de elementos finitos para o estudo das tensões e deformações no dispositivo.

3.1 Protótipo digital

A concepção e o desenvolvimento, através de modelagem e análises estruturais aplicada no projeto conceitual de um dispositivo no processo agrícola. Para o projeto do dispositivo em modelo

virtual e seus acessórios, foram usados entrevistas, fotos, vídeos, artigos relacionados ao tema, computador e *software solidworks*.

O dispositivo proposto consiste em um sistema de elevação hidráulico telescópico denominado torre e seus acessórios, conforme Figura 6.

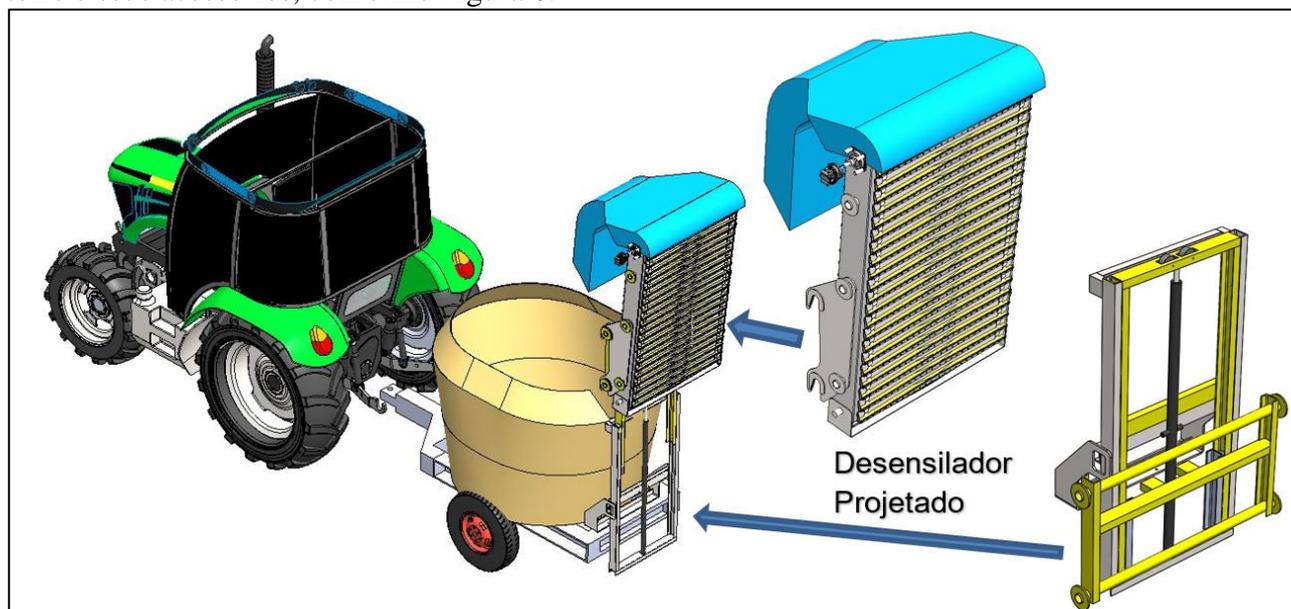


Figura 6. Dispositivo de abastecimento e seu acessório de desensilagem.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2020)

A torre consiste em um chassi, lança suporte dos acessórios, cilindro hidráulico, correntes e suportes de fixação na misturadora. Por meio dos suportes de fixação, a torre é montada na parte traseira das misturadoras de ração. Os suportes de fixação servirão de interface entre o dispositivo e a misturadora. Os suportes de fixação serão personalizados para cada tipo de misturadora e marca.

É por meio do cilindro hidráulico e corrente que a lança e o suporte dos acessórios deslizam entre si e ganham altura. O fornecimento de vazão hidráulica para o cilindro de elevação é através da tomada hidráulica do próprio trator.

O desensilador faz a retirada da fatia de ração do silo por meio de raspagem no sentido piso-topo do silo. É composto de chassi, taliscas, rodas dentadas, eixos, motor hidráulico e direcionador. Suas taliscas possuem formato de conchas e dotadas de facas nas suas extremidades. Seu acionamento se faz por meio de motor hidráulico alimentado pelas tomadas hidráulicas do trator. A Figura 7 apresenta esse mecanismo.

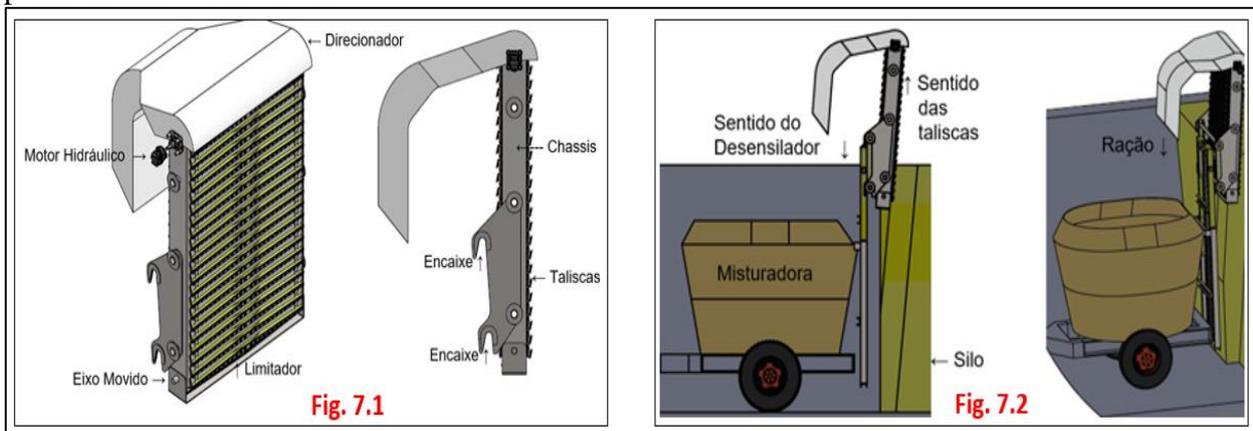


Figura 7. Desensilador de talisca e seu acoplamento nos misturadores.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2020)

O acessório mecânico desenvolvido para cada formato de ração que irá compor a dieta do rebanho. As rações são armazenadas em silos, sacos, baldes, fardos e entre outros formatos. Para este trabalho será tratado um projeto formato de armazenamento por fardos que fará a transferência da ração do local de armazenamento para a máquina misturadora. O acessório desensilador de talisca é usado para fazer a transferência da ração estocada em silos para o interior da misturadora.

O processo de desensilagem, como é mostrado na Figura 7 ocorre quando o equipamento em funcionamento toca o topo do silo e se movimenta no sentido topo do silo-piso. As facas cortam o silo e abastecem as taliscas com o material retirado. Em um movimento retilíneo sentido piso-topo do silo, as taliscas transferem o material para o direcionador e por gravidade, ele direciona o material para dentro da misturadora.

Suas vantagens em relação aos modelos atuais de desensiladeiras através de fresas rotativas é mínimo o desperdício: Enquanto nos modelos atuais de fresas rotativas de alta velocidade cortam o material e o arremessam em direção a máquina misturadora, uma parte desse material arremessado não atinge a caçamba da misturadora. No modelo proposto, o material cortado do silo é transportado para a caçamba da misturadora através das taliscas em formato de concha, minimizando assim o material desperdiçado. A compactação do silo, devido ao formato retangular e plano do desensilador, é possível usá-lo para realizar uma leve compactação no silo após a retirada do material e mantendo assim a integridade do formato do silo e selando possíveis passagens para entrada de ar, conforme mostra a Figura 8.

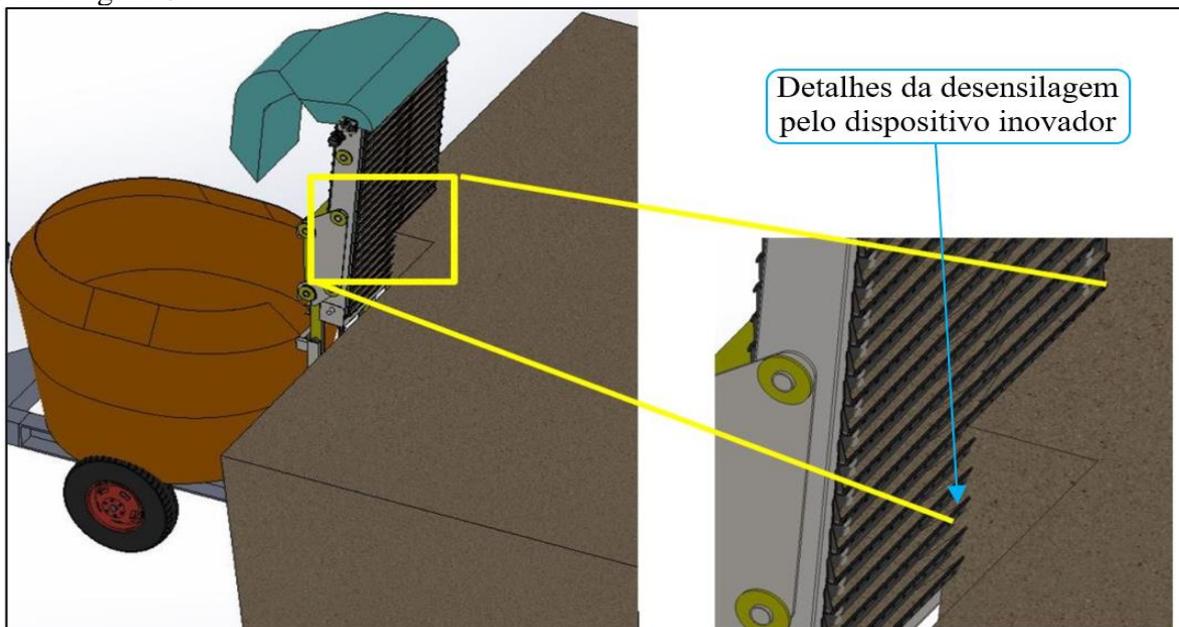


Figura 8. Desensilador do silo de ração sem ação humana.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2020)

O perfil do corte resultante pós retirado do material se apresenta retilíneo e inclinado para o interior do silo evitando assim o surgimento de quinhas no topo do silo com futuros desmoronamentos resultando em desperdícios de ração.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados pelo produtor que obterá o dispositivo em questão será a economia em não precisar usar uma máquina (trator, pá carregadeira, empilhadeira) para abastecer a



misturadora de ração. Os custos embutidos em usar uma máquina para o abastecimento são: mão de obra humana, combustível, manutenção, aluguel ou aquisição da máquina.

Outro resultado importante adquirido será a agilidade no carregamento da misturadora, menor tempo de exposição do silo as intempéries do clima e menor consumo de combustível no momento da distribuição da ração com um aumento de até 44% no preparo de ração por hora.

Tabela 1. Comparativo e ganhos com adoção do projeto para automatizar desensilagem de silos.

Item	Antes	Após	% Ganhos
Mão de obra (operador)	2	1	50%
Máquina extra (horas/máquina)	18.000	9.000	50%
Combustível diesel (Litros/hora)	26.82	13.41	50%
Perda no transbordo por carga (Kg)	10	0	100%
Produção de ração (Kg/min)	270	390	44%
Melhoria ergonômica do trabalho	0	50%	50%

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, focou na revisão da literatura agropecuária, visitas a centros de produção de gado e confinamento, onde foram identificadas a necessidade de uma ração balanceada de forma que a proteína animal fosse a mais nutritiva e com alto padrão de qualidade.

Diante do exposto as oportunidades para um projeto mecânico, que consiste em um dispositivo de vanguarda para o abastecimento autônomo dos misturadores de ração no agronegócio, de forma que se reduza os custos operacionais e os desperdícios, conforme descrição da Tabela 1.

De uma forma geral, embora este artigo esteja aquém de esgotar o assunto, possibilita ao pequeno e médio produtor uma saída para reduzir seus custos fixos e melhorar a margem de contribuição da proteína animal.

Os autores sugerem como trabalhos futuros tratar da desensilagem por sacos, fardos e trincheiras, uma vez que este artigo privilegiou desensilagem por silo.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. N. S.; CRESTANA, R. F.; BALSALOBRE, M. A. A. Avaliação das perdas de matéria seca em silagens de capim Tanzânia. In: Reunião anual da Sociedade brasileira de Zootecnia, 37. 2000. Viçosa. Anais, Viçosa: SBZ, 2000, p. 32.

AGROCERES. Bayer Semente. Agro Bayer Brasil. Agronegócio. O que é silagem? 2018. Disponível em: https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-do-campo/sementes/agroeste/as_1757_pro3_silagem Acesso em 10 abr. 2021.

AMARAL, L. Projetos mecânicos e vida útil. Etapas do ciclo de vida de um projeto. Disponível em: <https://www.esss.co/blog/etapas-do-ciclo-de-vida-de-um-projeto/>. 2016. Acesso em 08 abril, 2021.



CAMPOS, V. F. TQC: Controle de qualidade total (no estilo japonês). Belo Horizonte - MG: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

FARIA, V. P. Evolução no uso do capim Elefante: uma visão histórica. In: Simpósio sobre manejo de pastagens. Anais... Piracicaba, FEALQ. 1994, p. 19-45.

FIA. Fundação Instituto de Administração. Agronegócio: o que é como, como funciona e setores. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/agronegocio/> Acesso em 21.nov.2018.

GEHLEN, I. Pesquisa, tecnologia e competitividade na agropecuária brasileira. Sociologias, Porto Alegre, ano 3, n° 6, dez. 2001.

KAGEYAMA, A.; LEONE, E. Trajetórias da modernização e emprego agrícola no Brasil, 1985-1996. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v.40, n. 1, p. 9-28. 2002.

LINDGREN, S. Can HACCP principles be applied for silage safety? In XII International Silage Conference. Uppsala, Sweden, Proceedings...Uppsala. 1999. p. 51-66.

LISBINSKI, E. A. G. Revista do criador. Feno e Silagem, Edição: 220, Setembro/2018.

MAGALHÃES, L. C.; TOMICH, F. A.; SILVEIRA, F. G. Competitividade e políticas públicas para o agronegócio brasileiro: desafios e perspectivas. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v.6, n°4, mar. 1999, p. 196- 217.

MOURA, R. A.; JESUS, N. M. R.; SOUZA, R. S. Antropometria e ergonomia como ferramentas de vanguarda produtiva nas indústrias do futuro. Revista Sodebras [on-line]. v. 14, n. 157. Jan/2019, p.109-112. ISSN. 1809-3957. DOI: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.2019.157>

MOURA, R. A.; MARQUES, D. J. R.; COSTA, J. C. L.; SILVA, M. B. A urbanidade da higiene ocupacional na era digital e o negacionismo social da antecipação e prevenção. 2021. Revista Sodebras [on-line]. vol. 16. n° 184, pp 29-33. maio/2021. ISSN 1809-3957. <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.16.2021.184.29>

MFRURAL. Equipamento Vagão misturador, desensilador e descarregador. 2017. Disponível em: <http://www.mfrural.com.br/detalhe/vagao-misturador-desensilador-e-descarregador-122323.aspx> Acesso em: 10 abr.2021.

NORTON, Robert L. Projeto de máquinas. Bookman Editora, 2014.

PÉREZ, A. C. 2009. Estudio de viabilidad para la producción y comercialización de una máquina agrícola ganadera para la distribución de piensos. Universidad Pontificia Comillas. Disponível em: <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4c23a6a2c6207.pdf>.

SCHEMAQ. MISTURADORES 3.5 m³ misturador vertical auto carregável. Disponível em: <https://www.schemaq.com.br/implementos/schemax-10-0/> Acesso em: 09 abr. 2021.

SOEST, P. J. V. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.