

ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE ALTERAÇÃO DE UMA TRITURADORA FORRAGEIRA QUANTO ÀS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO EIXO

RAMON SAMI SANTOS DE OLIVEIRA¹, ADILSON MACHADO ENES², DIEGO ANDRADE PEREIRA³, WELINGTON GONZAGA DO VALE⁴, VALFRAN JOSÉ SANTOS ANDRADE⁵, MARIA FERNANDA DE MENEZES SANTOS⁶

¹ Engenheiro Agrícola, Universidade Federal de Sergipe - UFS, e-mail: ramon_sami@icloud.com

² Professor Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe – UFS, e-mail: adilsonenes@academico.ufs.br

³ Engenheiro Mecânico, Universidade Federal de Sergipe-UFS, e-mail: diegoandrade_senai@yahoo.com.br

⁴ Professor Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe – UFS, e-mail: valewg@gmail.com

⁵ Técnico Mecânico, Universidade Federal de Sergipe-UFS, e-mail: valfranjose@bol.com.br

⁶ Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe - UFS, e-mail: fernanda-cn@live.com

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: As máquinas de silagem e colheita de milho desempenham um papel fundamental na produção de silagem, utilizada na alimentação animal e composição de rações. Para otimizar esse processo, é necessário realizar adaptações cuidadosamente planejadas e avaliadas, visando melhorar a eficiência e qualidade da silagem. No entanto, é importante ressaltar que as alterações realizadas muitas vezes não levam em conta critérios técnicos essenciais, o que pode comprometer a segurança e qualidade da produção. Adaptações inadequadas podem resultar em problemas operacionais, desperdício de recursos e até mesmo acidentes. Por outro lado, quando as adaptações são planejadas levando em conta critérios de engenharia, é possível obter melhorias significativas. Uma solução é o uso de softwares especializados para avaliar componentes mecânicos das máquinas, identificar falhas e propor alterações que aprimorem o processo de produção. O uso de plataformas como a ONSHAPE permite realizar avaliações detalhadas, resultando em um modelo que servirá para simulações e dimensionamentos das características operacionais das máquinas. O objetivo desse trabalho é analisar detalhadamente o funcionamento das máquinas de silagem, identificar problemas e propor soluções por meio de adaptações, utilizando desenhos técnicos mecânicos. Com isso, espera-se aumentar a eficiência e qualidade da produção de silagem de milho.

PALAVRAS-CHAVE: Mecanização Agrícola, silagem, projeto conceitual.

CASE STUDY: EVALUATION OF THE IMPACTS OF ALTERING A FORAGE CRUSHER ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE SHAFT

ABSTRACT: Silage and corn harvesting machines play a crucial role in the production of silage, which is used for animal feed and feed formulation. To optimize this process, carefully planned and evaluated adaptations are necessary to improve the efficiency and quality of silage. However, it is important to note that alterations often neglect essential technical criteria, which can compromise the safety and quality of production. Inadequate adaptations can result in operational issues, resource wastage, and even accidents. Conversely, when adaptations are planned with engineering criteria in mind, significant improvements can be achieved. One solution is the use of specialized software to assess the mechanical components

of machines, identify failures, and propose modifications that enhance the production process. Platforms like ONSHAPE enable detailed evaluations, leading to a model suitable for simulations and sizing of machine operational characteristics. The objective of this work is to thoroughly analyze the functioning of silage machines, identify issues, and propose solutions through mechanical technical drawings. By doing so, the aim is to increase the efficiency and quality of corn silage production.

KEYWORDS: Agricultural Mechanization, Silage, Conceptual Design.

INTRODUÇÃO: As máquinas de silagem e colheita de milho desempenham um papel fundamental na produção de silagem, utilizada para alimentação animal ou na composição de rações. Para otimizar o processo e melhorar a eficiência e qualidade da silagem, é possível realizar adaptações nas máquinas. No entanto, essas alterações devem ser cuidadosamente planejadas e avaliadas para garantir a segurança e qualidade do produto final (SMITH, 2022). Adaptações mal planejadas podem resultar em problemas operacionais e comprometer a segurança. É essencial considerar os critérios técnicos para evitar falhas e garantir que as máquinas operem corretamente, evitando desperdícios de recursos e riscos à segurança (JOHNSON et al., 2023).

Por outro lado, com uma análise detalhada das máquinas e suas interações durante o processo de produção de silagem, é possível identificar oportunidades de melhoria. O uso de softwares especializados, como o ONSHAPE, permite avaliar os componentes mecânicos das máquinas, detectar falhas e propor alterações que aprimorem o processo produtivo (GARCIA et al., 2023). A aplicação de desenhos técnicos mecânicos, seguindo as diretrizes do projeto conceitual, possibilita a visualização e simulação das modificações propostas (JONES, 2022). Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise detalhada do funcionamento das máquinas utilizadas na produção de silagem de milho e propor adaptações com base em um estudo de caso. Por meio de desenhos técnicos mecânicos, seguindo os princípios do projeto conceitual, busca-se desenvolver um modelo que permita simulações e dimensionamentos das características operacionais das máquinas, visando aprimorar o processo de produção e aumentar a eficiência e qualidade da silagem produzida.

A importância desse estudo está na necessidade de otimizar a produção de silagem, considerando tanto a eficiência quanto a segurança e qualidade do produto final. Adaptações bem planejadas contribuem para reduzir desperdícios, aumentar a produtividade e preservar a segurança dos operadores e animais (SMITH, 2022). Através do uso de softwares especializados, como o ONSHAPE, é possível identificar falhas e propor alterações que aprimorem o processo produtivo (GARCIA et al., 2023). Assim, espera-se que este estudo promova avanços na mecanização agrícola, resultando em uma produção de silagem de milho mais eficiente e de alta qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso de uma adaptação realizada em campo e documentada por Menezes (2021), a partir da qual seguiu-se a elaboração de estudos envolvendo o dimensionamento conceitual da adaptação e análise das possíveis implicações no comprometimento do eixo. O componente mecânico selecionado foi um eixo de simetria rotacional, com seções variáveis de 56 e 36 mm, submetido a um torque constante. As etapas da análise envolveram a obtenção das medidas da máquina adaptada e geração dos modelos tridimensionais usando a ferramenta *online* ONSHAPE (<https://www.onshape.com/>), disponível na versão *Education Standard* gratuita. Para a realização das simulações foi utilizado o software CAE ANSYS, Inc. (2023), e os ensaios seguiram os delineamentos propostos por (PEREIRA, 2021), descritos a seguir: modelagem do sistema, conversão das peças para modelos virtuais, atribuição de materiais a

partir de coleta de informações cedidas pelo fabricante e bancos de dados, definição das condições de contorno, determinação das cargas, geração de malha e discretização da geometria. Foi usado um controle de malha de 10 mm, conforme a figura 1.

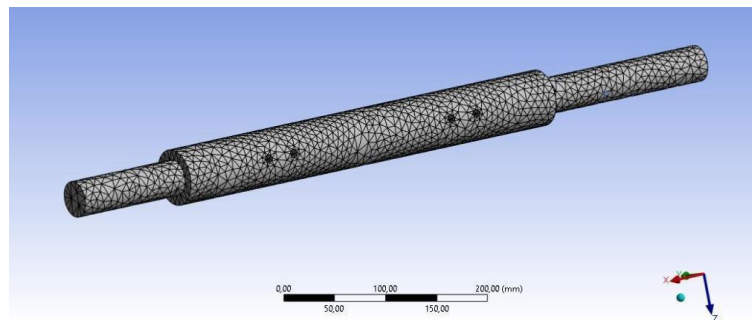


FIGURA 1. Eixo com controle de malha.

O aço analisado possuía um módulo de elasticidade de 76923 Mpa, coeficiente de Poisson de 0,3, módulo de cisalhamento de $1,6667e+05$ Mpa, densidade de $7,85e-06$ kg/mm³, resistência à tração de 460,00 Mpa e limite de escoamento de 259,00 MPa. Os dados da simulação foram comparados com os resultados obtidos numericamente a partir da metodologia de dimensionamento de eixos de Beer (2015). A potência bruta do trator utilizado no estudo foi de 80 CV com um torque de 897,52 N.m e perda estimada de 17% na TDP. O fator de concentração de tensão para o eixo usado foi de $k=1,6$. A rotação adotada para o protótipo virtual foi de 540 RPM. A fim de simular uma situação crítica, foi considerado que toda a potência líquida (68 CV) estaria sendo aplicada no eixo. O momento de inércia adotado no cálculo foi de $j = 1,6 \times 10^{-7}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na figura 2, é possível observar o protótipo virtual gerado a partir da montagem das peças modeladas no ONSHAPE. Este resultado permitiu uma melhor determinação das cargas usadas na simulação.

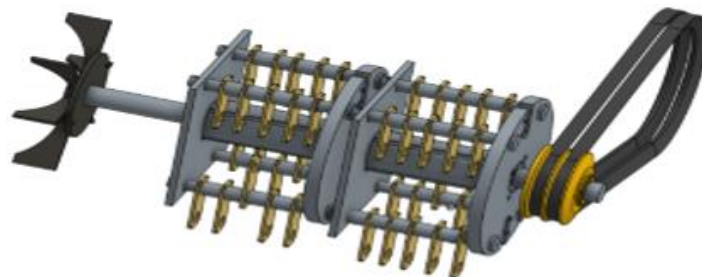


FIGURA 2. Resultado do protótipo virtual modelado e montado no ONSHAPE.

A tensão de cisalhamento máxima calculada a partir da metodologia de Beer (2015) foi de aproximadamente 156,83 Mpa, já o resultado da simulação mostrou um resultado de aproximadamente 154,51 Mpa.

A figura 3 permite analisar o resultado da simulação no ANSYS.

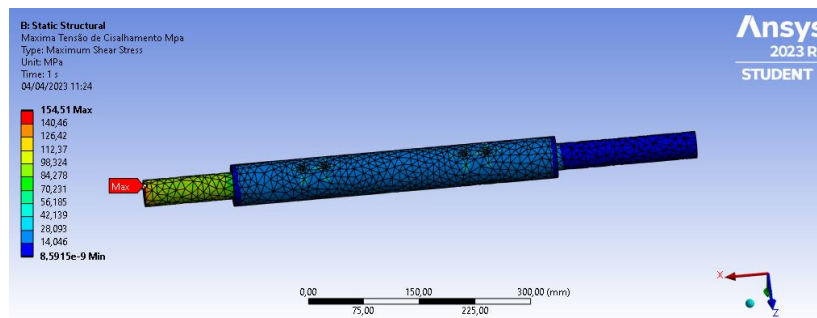


FIGURA 3. Resultado da simulação no software CAE ANSYS, Inc. (2023), usando malha de 10 mm.

Observa-se, tanto pela análise analítica, quanto pela simulação, que a seção de 36 mm é a que sofre a maior concentração de tensão, no entanto essa concentração não compromete o funcionamento do eixo, já que se encontra abaixo da tensão limite suportada pelo material do eixo. As análises permitem afirmar que, embora a adaptação feita neste estudo de caso não tenha levado em conta critérios de engenharia e dimensionamento de eixos, essa alteração não comprometeu a segurança do eixo, mesmo quando submetido a situações de carga crítica.

CONCLUSÕES: Conclui-se, com base no estudo analítico e simulação realizadas, que a adaptação realizada no estudo de caso não comprometeu a segurança do eixo, mesmo sob condições de carga crítica. No entanto, é fundamental ressaltar a importância de um estudo técnico criterioso e dimensionamento adequado de componentes modificados, de acordo com as normas e critérios de engenharia vigentes, a fim de garantir a integridade estrutural e o desempenho satisfatório do sistema

AGRADECIMENTOS: Aos proprietários da fazenda Mão Esquerda.

REFERÊNCIAS:

ANSYS, Inc. ANSYS Student. Material disponível online. **Disponível em:** <https://www.ansys.com/academic/ansys-student>. Acesso em: 25 maio 2023.

BEER, Ferdinand P. **Mecânica dos materiais**. 7 ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

GARCIA, A. et al. **The role of specialized software in improving agricultural machinery for silage production**. Journal of Agricultural Engineering, v. 45, n. 2, p. 98-112, 2023.

JONES, R. **Principles of Conceptual Design for Agricultural Machinery**. London: Agricultural Publishing, 2022.

MENEZES, EANES R. DE O. **Adaptação de trituradora forrageira numa colhedora de milho para produção de ração animal**. Universidade Federal de Sergipe, são cristovão, 2021.

ONSHAPE. Plataforma CAD em nuvem. **Disponível em:** <https://www.onshape.com>. Acesso em 25 maio 2023.

SMITH, J. M. **Adaptações em máquinas agrícolas: impactos na eficiência e segurança**. Revista Brasileira de Agricultura de Precisão, v. 28, n. 4 p. 543-560, 2022.