

ANÁLISE ESTRUTURAL DE UM CHASSI DE PULVERIZADOR AGRÍCOLA PARA AGRICULTURA FAMILIAR

JENYFFER S. G. SANTOS¹, IVAN C. A. RUIZ², JOÃO V. F. MAGALHÃES³,
MIGUEL A. S. HERRERA⁴, ANGEL PONTIN GARCIA⁵, DANIEL ALBIERO⁶

¹ Eng. Agrícola e Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (81)9835-99811, jnfgomes@gmail.com

² Eng. Agrícola, Doutorando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (19)99940-7552, ivan.ruiz@feagri.unicamp

³ Graduando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (19)98124-6731, joao.magalhaes@feagri.unicamp.br

⁴ Eng. Mecatrônico, Mestrando em Engenharia Agrícola, UNICAMP, (19)97143-0939, miguel.herrera@feagri.unicamp.br

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Dr., UNICAMP, (19) 99729-3526, angelpg@unicamp.br

⁶ Eng. Agrícola, Prof. Dr., UNICAMP, (85)99239-8250, dalbiero@unicamp.br

Apresentado no
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

RESUMO: O pulverizador agrícola é um implemento utilizado em larga escala na agricultura, composto, resumidamente, por chassi, tanque, barras de pulverização e pontas de pulverização. Este artigo analisou o chassi de um pulverizador agrícola voltado para agricultura familiar por meio do método dos elementos finitos (MEF). Para isso foi inicialmente feita a seleção de material, buscando características como dureza e plasticidade, tendo em vista ainda o melhor custo benefício, em seguida foram realizados os procedimentos de análise estrutural estática dentro de software Ansys, de modo a obter informações sobre a tensão e deformação quando o chassi é submetido a forças externas. Com base nas análises realizadas, considera-se que a estrutura do chassi utilizando o aço 1020, obedece aos requisitos, apresentando resistência às tensões e deslocamentos aos quais será submetida, significando assim que a análise preliminar da integridade e rigidez do chassi considera a estrutura aprovada para o trabalho de campo.

PALAVRAS-CHAVE: ELEMENTOS FINITOS, ANSYS, ANÁLISE ESTÁTICA.

STRUCTURAL ANALYSIS OF AN AGRICULTURAL SPRAYER CHASSIS FOR FAMILIAR AGRICULTURE

ABSTRACT: The horizontal boom sprayer is an implement used in large scale in agriculture, composed, briefly, of chassis, tank, spray bars and sprinklers. This article has analyzed the chassis of an agricultural sprayer for family farming by means of the finite element method. For this, the material selection was initially made, searching for characteristics such as hardness and plasticity, also taking into account the best cost-benefit. Next, the static structural analysis procedures were performed using the Ansys software, in order to obtain information about the stress and deformation when the chassis is subjected to certain torques and stresses. Based on the analyses performed in the ANSYS software, it is considered that the chassis structure using 1020 steel complies with the requirements, presenting resistance to the stresses and displacements to which it will be subjected, meaning that the preliminary analysis of the integrity and rigidity of the chassis considers the structure approved for field work.

KEYWORDS: FINIT ELEMENTS, ANSYS, STATICAL ANALYSIS.

INTRODUÇÃO: De acordo com a ISO 16122-2 o pulverizador de barra horizontal é uma máquina para pulverização de produtos para proteção de plantas com uma barra de pulverização ou em faixas com um pulverizador geralmente direcionado para baixo no alvo. Para a aplicação de defensivos agrícolas as máquinas mais utilizadas são os pulverizadores hidráulicos de barra quem tem como finalidade subdividir uniformemente a calda ao longo da barra e assim distribuí-la na superfície a ser tratada (DORNELLES et al., 2011; SILVEIRA, 2001). Faremos neste artigo uma análise por elementos finitos que se resume na utilização de uma malha de elementos e funções aproximadas que dividem um corpo estudado para que haja a descrição do comportamento das variáveis que estão inseridas no problema (ZHU et al., 1989; REDDY, 1993). O corpo estudado foi um chassi de pulverizador de barra horizontal em desenvolvimento para a agricultura familiar e a análise estrutural realizada no software Ansys aferiu se o mesmo suportará as tensões que encontrará em campo quando estiver sendo operado.

MATERIAL E MÉTODOS: O sistema é formado por um chassi fixo projetado em perfil tubo quadrado de aço ao carbono 1020 de 40 X 40 mm e 2 mm de espessura. As características necessárias para o projeto como resistência, plasticidade, soldabilidade e custo-benefício são definidoras para que o material seja selecionado e para que o projeto seja executado com sucesso essas propriedades mecânicas são de importância primordial (ASHBY, 2012). Numa primeira aproximação foi escolhido este tipo de aço por que tem o melhor custo benefício, excelente plasticidade e soldabilidade. Além disso apresenta maior capacidade de absorção de impacto sem perder tanto a dureza quando comparado a outros tipos de aço (RODRIGUES, et al., 2014). Na tabela 1 temos as principais propriedades mecânicas do aço 1020:

TABELA 1. Principais propriedades mecânicas do aço 1020

Modulo de elasticidade	205 GPa
Coefficiente de Possin	0,29
Alongamento até a ruptura	15%
Tensão de escoamento	210 Mpa
Tensão de ruptura	350 MPa

Para que a análise estrutural da peça fosse realizada o método dos elementos finitos (MEF) foi utilizado, por meio do software ansys. Na engenharia de estruturas o objetivo do MEF é determinar as tensões internas e as deformações de um sólido sujeito à ações externas (AZEVEDO, 2003). Este método consiste em realizar subdivisões da geometria completa em elementos menores com geometrias mais simples que formam a malha de elementos finitos conectando todas as geometrias menores por pontos que chamamos de nós (SORIANO, 2003). A estrutura se modela por inteiro a partir dos nós que são formado nas subdivisões do sistema (BARROSO et al, 2015). A partir da análise de elementos finitos, foram realizadas as seguintes atividades:

- **Pré-processamento:** Tratamento da geometria; Discretização da geometria (colocação de malhas); Descrição do material selecionado; Apresentação das condições de contorno.
- **Processamento:** Cálculo numérico através do software CAE;
- **Pós-processamento:** Análise dos resultados das simulações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Estabelecidas as análises a serem realizadas a partir da tabela 1, foram aplicadas condições de engastamento para a força de 3140 N que é a necessária para que o pulverizador consiga suportar o peso do tanque cheio e de 50 N em cada lado onde a barra será posicionada. Realizadas as devidas simulações no software, pôde-se obter como apresenta a figura 1 todas as deformações do chassi. Sendo registrado um máximo de deformação de 1,23 mm.

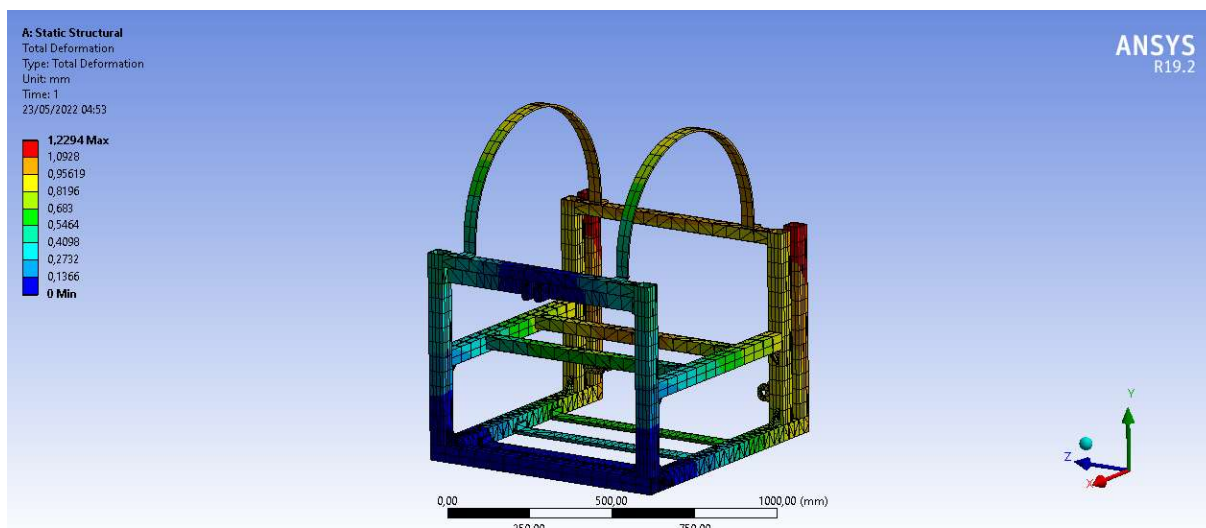


FIGURA 1. Deformação máxima total do chassi do pulverizado levando em consideração o peso do tanque e da barra de pulverização.

A análise de Von Mises, analisa o estado plano de tensão do elemento e o compara com as tensões de escoamento do material dessa forma pode-se verificar os indícios de escoamento do material selecionado para o chassi do pulverizador, o que permitiu aferir a confiabilidade do projeto. A figura 2 apresenta a tensão de Von Mises total da estrutura, dessa forma é possível observar que a tensão máxima registrada foi de 94,89 Mpa.

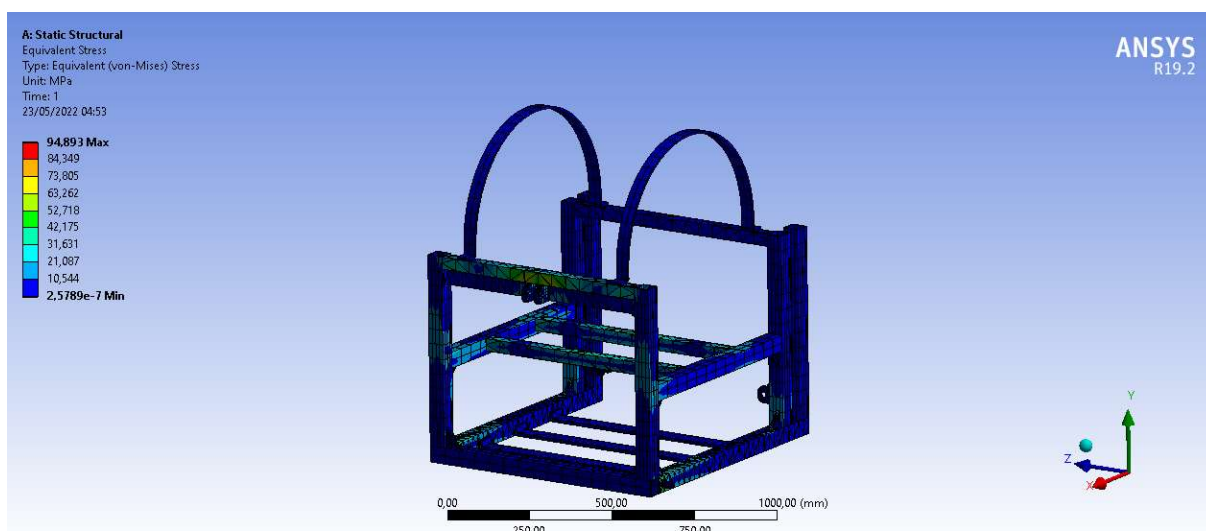


FIGURA 2. Análise de Von Mises levando em consideração o peso do tanque e da barra de pulverização.

Após realização das análises, os dados das principais simulações foram compilados com a finalidade de verificar o comportamento da estrutura do chassi, com relação à rigidez estrutural, segurança e confiabilidade (Tabela 2).

TABELA 2. Resultados compilados para as simulações

Análises/Forças Aplicadas	Simulação para solicitação de tração
Tensão equivalente de Von Mises [MPa]	94,89
Deslocamento máximo equivalente [mm]	1,23
Deslocamento direcional x	0,044

Deslocamento direcional y	0,046
Deslocamento direcional z	0,141
Fator de segurança para escoamento	2,20

Segundo Callister (2007) a deformação plástica se inicia no limite de escoamento e durante essa deformação a tensão aumenta até atingir um ponto máximo que se aplicado e mantido resulta na ruptura do material. Observando os dados da tabela, é possível notar que o comportamento obtido para o chassi, na aplicação das forças exigidas pelo tanque de pulverização, atinge tensões baixas (95 Mpa) quando comparadas com a tensão de escoamento do material (210 MPa) o que representa um bom coeficiente de segurança, identificando assim que a estrutura do mesmo apresenta rigidez satisfatória.

CONCLUSÕES: Com base nas análises realizadas, considera-se que a estrutura obedece aos requisitos, apresentando resistência as tensões e deslocamentos aos quais será submetida, significando assim que a análise preliminar da integridade e rigidez do chassi do pulverizador considera a estrutura aprovada para o trabalho, permitindo que o mesmo consiga ser utilizado com eficiência no campo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa-Fundep Rota 2030/Linha V, processo: 27192.03.01/2020.13-00 pelo apoio financeiro oferecido.

REFERÊNCIAS:

- ALZA, V. A. Coated Tungsten Carbide Inserts: Effects on Machinability in Turning of AISI 1020 Steel. **International Journal of Recent Technology and Engineering**, Vol. 9, Nov. 2020.
- ASHBY, M. F. **Seleção de materiais no projeto mecânico** - Rio de Janeiro : Elsevier, 2012.
- AZEVEDO, Álvaro FM. Método dos elementos finitos. **Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**, v. 1, n. 7, 2003.
- BARROSO, Darlan Almeida et al. ANÁLISE DO BALANÇIM DA SUSPENSÃO DO PROTÓTIPO FÓRMULA SAE POR MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS. **HOLOS**, v.5, 2015.
- CALLISTER, Jr., W. D. **Materials science and engineering**. 7. ed. New York: John Wiley & Sons, 2007.
- DORNELLES, M. E.; SCHLOSSER, J. F.; BOLLER, W.; RUSSINI, A.; CASALI, A. L. **Inspeção técnica de tratores e pulverizadores utilizados em pulverização agrícola**. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa-MG v. 19, n. 1, p. 36-43, 2011.
- ISO 16119-2:2013 - *Horizontal boom sprayers*.
- REDDY, J.N. **An introduction to the finite element method**. New York: McGraw-Hill, 1993.
- RODRIGUES, L. M.; SANTOS, C. H. R.; VELOSO, R. R.; LEMOS, M. V.; SANTOS, C.; CABRAL, R. F. **Estudo da microestrutura e da microdureza dos aços 1020 e 1060**. Cadernos UniFOA, Edição especial, 2014.
- SILVEIRA, G. M. **Máquinas para Plantio e Condução das Culturas**. v. 3, Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 2001, 336 p.
- SORIANO, Humberto Lima. **Método de Elementos Finitos em Análise de Estruturas Vol. 48**. EdUSP, 2003.
- ZHU, J.; HAGHIGHI, K.; KRUTZ, G.W.; SMITH, M.G. **Harmonic and modal analysis of a diesel engine chassis mount bracket - a finite element approach**. Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, 1989.