

## SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE FALHA EM MOTOR 4 TEMPOS UTILIZADO EM CORTADOR DE GRAMA

PEREIRA.D.A.<sup>1</sup>; JORGE.N.L.<sup>2</sup>; ENES.A.M.<sup>3</sup>; VALE.W.G.<sup>4</sup>; SANTOS.J.C.J.<sup>5</sup>; SANTOS.P.F.T.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Mecânica, diegoandrade\_senai@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Agrícola, nataly.jorge@icloud.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Agrícola, adilsonenes@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Agrícola, valewg@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Mecânica, jcarlosengmec@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal de Sergipe, Engenharia Mecânica, p.franklintavares@gmail.com

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

**RESUMO:** A manutenção industrial representa um importante ativo para a economia de qualquer empresa. No ambiente agrícola não é diferente, sendo assim sabe-se que falhas cometidas durante procedimentos corretivos podem acarretar sérios danos aos equipamentos. Logo, objetivou-se com este trabalho simular por meio do software Solidworks um caso real de falha ocorrido em um equipamento cortador de grama, ao qual teve alguns de seus componentes modelados sob condições de contorno que buscaram aproximar as condições reais de operação e do modo de falha. Foi possível constatar que uma falha no procedimento de manutenção foi a principal responsável pela fratura de um elemento importante deste equipamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Elementos Finitos, Manutenção Industrial, Simulação Numérica.

### NUMERICAL SIMULATION OF ENGINE FAILURE 4 STEPS USED IN GRASS CUTTER

**ABSTRACT:** Industrial maintenance represents an important asset for the economy of any company. No agricultural environment is no different, so it is known that failures made during corrective procedures can cause serious damage to equipment. So, this simulated work aimed at using Solidworks software in case of real failure occurred in a lawn mowing equipment, and which had some of its components modeled under boundary conditions that sought to approximate how real operating conditions and mode failure. It was possible to verify that a failure in the maintenance procedure was the main responsible for the fracture of an important element of this equipment.

**KEYWORDS:** Finite Elements, Industrial Maintenance, Numerical Simulation.

### INTRODUÇÃO:

Em ambientes agrícolas, a limpeza de pastos e campos representa uma importante operação, haja vista que promove a eliminação da manifestação de pragas e outras plantas que não são desejáveis. Para tornar possível esta operação é necessária o uso de implementos manuais, mecanizados acoplados a algum sistema de potência ou equipamentos intermediários de tração humana como por exemplo os cortadores de grama portáteis, (Figura 1), que servem para pequenas extensões de pastos. SILVEIRA (2001).



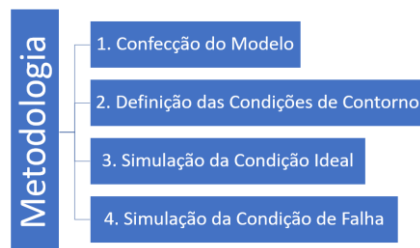
**Figura 1. Cortador de Grama Portátil**

O método dos elementos Finitos constitui a elaboração de um modelo de engenharia delineado por meio de uma malha, ou pontos de coordenadas, onde ao invés de utilizar sistemas de equações integrais, é utilizado a aproximação e interpolação a fim de discretizar geometrias complexas. Logo torna-se possível a análise com maior rapidez de problemas de engenharia como por exemplo a análise de tensões estáticas que atuam em determinado componente mecânico ou construção civil. AZEVEDO (2003).

Neste contexto, este trabalho objetiva simular, com o software *Solidworks Simulation 2015*, através do método dos elementos finitos (*finite element method - FEA*), a dinâmica da falha apresentada com a substituição errada da chave de um cortador de grama portátil, e através da metodologia proposta comprovar o real motivo da falha.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

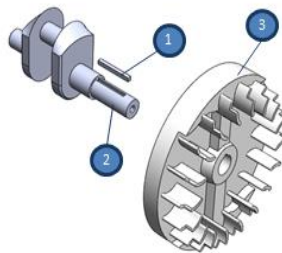
Para o presente trabalho foi realizado as seguintes etapas constantes no procedimento metodológico (Figura 2).



**Figura 2. Procedimento Metodológico**

Inicialmente foi realizada uma inspeção metrologica das seguintes peças do cortador de grama: 1 chave, 2 Eixo e 3 Volante de inércia, conforme (Figura 3) em anexo, sendo estes os componentes de maior relevância neste trabalho, em seguida prosseguiu-se com a modelagem dos componentes de acordo com suas respectivas tolerâncias geométricas.

Após a confecção do modelo foi definido as condições de contorno que representam fatores ideais da dinâmica de funcionamento deste equipamento, foi necessário aplicar um refinamento na malha na parte central do volante, onde existe o ajuste com o eixo e a chave a fim de representar melhor o carregamento naquela região.



**Figura 3. Modelo Utilizado**

Por conseguinte, foi definido duas condições de funcionamento sendo elas: *Condição Ideal*, onde a chaveta é constituída de uma liga em alumínio 1345 com limite de escoamento de 275MPa, conforme projeto original do equipamento, e *Condição de Falha*, onde em decorrência de uma intervenção preventiva mal realizada a chaveta é substituída por outra de Aço 1045, limite de escoamento 350MPa, com conseqüentemente uma maior resistência em comparação ao projeto original.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após realizada as simulações com as duas condições apresentadas, evidenciou-se os seguintes resultados:

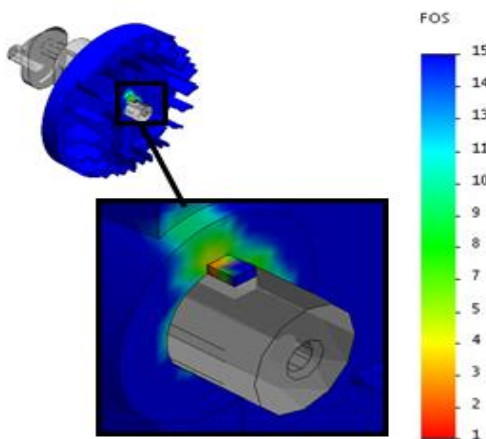


Figura 4. Fator de Segurança (Condição Ideal)

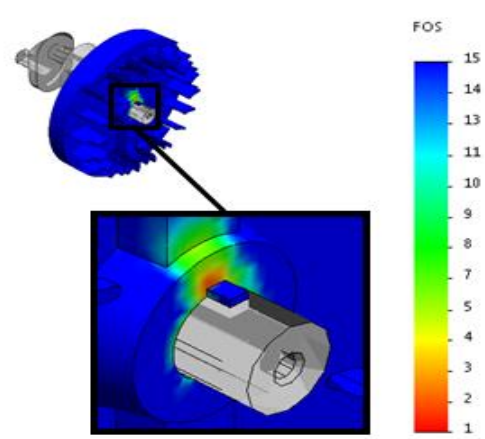


Figura 5. Fator de Segurança (Condição de Falha)

Logo, conforme é possível visualizar na plotagem do Fator de segurança, (Figura 4), as condições ideais de projeto preveem que o componente de ligação e transmissão do movimento *Chaveta*, se comporta de maneira a sofrer um cisalhamento na ocorrência de um travamento do conjunto, sendo assim, observa-se que a coloração avermelhada na chaveta significa o mínimo fator de segurança do projeto.

Porém, é possível também inferir de acordo com a figura 5, que a troca da chaveta de liga de alumínio por uma chaveta em liga de aço ( Falha em um procedimento de manutenção ), faz com que este componente aumente o seu limite de escoamento, sendo então mais resistente, este fato evidencia que o fator de segurança mínimo para esta situação está localizado no volante de inércia do motor, logo constata-se que na iminência de um travamento do conjunto, o modelo se comporta de maneira a apresentar uma falha no suporte central do volante, parte que interage com o eixo e a chaveta.



Figura 6. Trincas apresentadas no suporte central do volante



Figura 7. Volante de inércia fraturado

É possível ainda perceber, de acordo com as ( Figuras 6 ) e ( Figura 7 ), as fotos reais da falha apresentada no volante mostram que as trincas possuem um perfil de propagação do centro em direção a periferia na região central da peça ( Cor Rosa ) o que leva a conclusão que o núcleo deste componente recebeu um carregamento acima do seu limite de escoamento de projeto, reforçando a hipótese que a chaveta substituída possuía uma maior resistência mecânica.

## **CONCLUSÕES:**

De acordo com os resultados apresentados, é possível comprovar, por meio da simulação numérica computacional que a troca errada de um dos componentes do conjunto mecânico do equipamento de corte de grama apresentou uma fragilização acentuada de um segundo componente de maior relevância, o volante de inércia.

E ainda, que o valor comercial deste tipo de componente é muito superior ao da chaveta, sendo esta projetada exatamente para fraturar em situação de elevação da tensão de sollicitação, algo que não ocorreu de acordo com as condições de contorno apresentadas na condição de falha em função do erro de manutenção.

## **REFERÊNCIAS:**

AZEVEDO, A.F.M, **Método dos Elementos Finitos**, 1.Ed, Faculdade de Engenharia do Porto, Porto, 2003

MATOS, T. S; CARMO, E.G; MACHADO, T, M. **Protótipo de Hastes Instrumentadas para Mensuração da Força de Cisalhamento do Solo Montado em Colhedora de Grãos**, 1ºSimpósio mato-grossense de mecanização agrícola e agricultura de precisão-SIMAP, Sinop 2018.

SILVEIRA, G. M; BERNARDI, J,A, **Estudo do Consumo de Energia por Órgãos Ativos de Roçadora**, Campinas, 2001.