



UNICESUMAR - UNIVERSIDADE DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**ANÁLISE DE FRATURA POR FADIGA DE UM GARFO DE EMPILHADEIRA POR
MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO SOLIDWORKS**

RAMON TARGA FERREIRA

MARINGÁ – PR
2024

RAMON TARGA FERREIRA

**ANÁLISE DE FRATURA POR FADIGA DE UM GARFO DE EMPILHADEIRA POR
MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO SOLIDWORKS**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da UNICESUMAR – Universidade de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Pereira Calderaro.

MARINGÁ – PR

2024

RAMON TARGA FERREIRA

**ANÁLISE DE FRATURA POR FADIGA DE UM GARFO DE EMPILHADEIRA POR
MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO SOLIDWORKS**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da
UNICESUMAR – Universidade de Maringá como requisito parcial para a obtenção
do título de Bacharel(a) em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Dr.
Fernando Pereira Calderaro.

Aprovado em: ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

Nome do professor – (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

ANÁLISE DE FRATURA POR FADIGA DE UM GARFO DE EMPILHADEIRA POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NO SOLIDWORKS

Ramon Targa Ferreira

RESUMO

Atualmente, as empilhadeiras são indispensáveis em diversos lugares, seja para transporte de mercadorias ou armazenamento, empilhando na vertical, para um melhor gerenciamento do estoque. Tal equipamento possui um componente fundamental, o garfo da empilhadeira, que deve ser inspecionado periodicamente. Portanto, este trabalho visa a importância da análise de vida útil dos garfos de empilhadeira, tendo como objetivo, verificar a quantidade de ciclos que o componente suporta quando aplicado uma carga máxima nos testes de tensão, deslocamento, deformação, danos por fadiga e a vida útil do garfo, realizados pelo software SolidWorks, a fim de comprovar sua resistência, evitando acidentes de trabalho no dia a dia. Dentre os materiais aplicados no garfo, foi utilizado o aço AISI 4130 recozido a 865°C. No final do trabalho será possível analisar, de acordo com o material utilizado, a quantidade de ciclos suportado até seu fraturamento. Contudo, o tempo de falha por fadiga depende do histórico de carregamento dos garfos e de seus devidos cuidados, tanto evitando sobrecargas, quanto o uso de forma inadequada.

Palavras-chave: Garfo de empilhadeira. Ruptura. Tensão

FATIGUE FRACTURE ANALYSIS OF A FORKLIFT FORK USING COMPUTATIONAL SIMULATION IN SOLIDWORKS

ABSTRACT

Currently, forklifts are indispensable in various places, whether for transporting goods or storage, stacking vertically for better stock management. Such equipment has a fundamental component, the forklift fork, which must be inspected periodically. Therefore, this work aims to highlight the importance of analyzing the lifespan of forklift forks, with the objective of verifying the number of cycles the component supports when subjected to maximum load in tests of stress, displacement, deformation, fatigue damage, and the useful life of the fork, performed using SolidWorks software, in order to prove its resistance and prevent workplace accidents. Among the materials applied to the fork, annealed AISI 4130 steel at 865°C was used. At the end of the work, it will be possible to analyze, according to the material used, the number of cycles supported until its fracture. However, the fatigue failure time depends on the loading history of the forks and their proper care, both avoiding overloads and improper use.

Keywords: Forklift fork. Fracture. Tension.

1. INTRODUÇÃO

As empilhadeiras são equipamentos essenciais para quem trabalha com carregamento e descarregamento de mercadorias paletizadas ou outras peças muito pesadas. Sua história iniciou-se em 1923, quando a empresa Yale teve a ideia de utilizar garfos que levantavam as cargas do chão a partir de uma torre de elevação que tinha a capacidade de erguer uma altura superior de um caminhão. Desde então, as empilhadeiras começaram a modificar e melhorar suas características, a fim de atender todas as necessidades industriais.

No ano de 1930, com a necessidade da inclusão de paletes, para facilitar o transporte de diversas mercadorias, as empilhadeiras passaram por algumas modificações e vem se modernizando constantemente. Atualmente, podemos analisar a importância que tem essa máquina, visto que, sem ela não seria possível armazenar as cargas de maneira vertical, ou seja, empilhando verticalmente um palete em cima do outro, gerenciando melhor o espaço da empresa e do setor de estoque.

De acordo com Christopher (1992), o gerenciamento logístico é extremamente importante para uma empresa, pois é possível administrar os processos de compras, transporte, armazenamento e distribuição. Com isso é possível associar a utilização de empilhadeiras para realizar essa movimentação de mercadorias dentro das indústrias.

Desde então é perceptível que a empilhadeira tornou-se um equipamento indispensável, porém, vale ressaltar que é necessário analisar e fazer manutenção de alguns componentes essenciais desse maquinário.

No atual trabalho, iremos analisar os garfos, uns dos componentes principais da empilhadeira, que requer uma inspeção minuciosa, verificando se há trincas ou desgaste da estrutura e, quando será necessário realizar a troca dessa peça para evitar possíveis acidentes de trabalho.

Analisando a importância da inspeção dos garfos da empilhadeira, segundo o autor Mirshawka (1991), deve-se verificar o desgaste e a deterioração, com a finalidade de utilizar a vida útil total do maquinário, além de monitorar qualquer anormalidade, por exemplo, a fadiga, para que possa ser detectado o problema antes da quebra e reparado, evitando problemas futuros.

Como os garfos das empilhadeiras fazem o trabalho de erguer e abaixar cargas muito pesadas, essa movimentação gera um trabalho repetitivo no garfo que

aparentemente não enxergamos, mas com o passar dos tempos esse trabalho pode formar trincas e conseqüentemente acontecer a ruptura no ponto mais frágil do garfo, causando acidentes, como, a perda da mercadoria, caso danifique ou quebre, além da possibilidade de colocar em risco alguma pessoa que estiver transitando no local, ou mesmo do operador de empilhadeira no momento da quebra do garfo quando estiver em elevação.

De acordo com Callister (2002), a fadiga é o movimento repetitivo aplicado uma tensão sobre o material, na qual esse trabalho constante, em um longo período pode ocorrer uma falha e, logo em seguida, seu fraturamento.

1.1. JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é de extrema importância, pois os dados e informações encontrados em outros artigos, sites e livros, contribui para a análise que será feita por meio do software SolidWorks, ademais, para engenheiros mecânicos, a realização de inspeções e diagnóstico periódico das condições do garfo irá evitar inúmeros acidentes de fraturamentos por fadiga.

1.2. OBJETIVO

O atual trabalho tem o objetivo de analisar, pelo software SolidWorks, a partir de simulações e testes de tensão, deslocamento, deformação, os danos da fadiga e a vida útil, em ciclos, do garfo da empilhadeira, que gerarão gráficos, demonstrando a deformidade do material e o tempo (em ciclos) que leva até o fraturamento do garfo. Além disso, outro objetivo importante é garantir a segurança dos trabalhadores, evitar acidentes de trabalhos e quedas de mercadorias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente trabalho tem como propósito analisar a vida útil dos garfos de empilhadeiras, a partir de testes de fadiga pelo SolidWorks, que buscou relacionar a importância da manutenção e da inspeção desse componente a fim de propor maior segurança no trabalho, evitando acidentes e riscos aos colaboradores. De acordo com Chiavenato (2002), para criar um ambiente de trabalho seguro é necessário um

conjunto de critérios técnicos, medidas educacionais, dentre outras. Portanto, cabe a cada operador envolvido realizar uma inspeção visual na empilhadeira e principalmente no garfo, antes de iniciar o trabalho de elevar e abaixar as cargas.

A história da empilhadeira parte da necessidade de elevar e movimentar cargas muito pesadas, por isso, a Clark Equipment Company, uma empresa que fabricava eixos em 1917, teve a ideia de criar um meio de transporte interno, para movimentar os materiais em sua fábrica. Esse veículo ficou conhecido como Tructractor. A partir do desenvolvimento desse projeto, outras empresas se interessaram pelo veículo e alguns anos depois, foi se adaptando com elevadores hidráulicos motorizados com a finalidade de elevar cargas muito pesadas.

Em 1923, houve algumas melhorias nas empilhadeiras, foram equipadas com garfos com a finalidade de elevar as cargas do chão para a altura superior de um caminhão. Posteriormente, com a utilização de paletes, a utilização das empilhadeiras se expandiu para diversos lugares e desta maneira as empresas mudaram a forma de armazenar e organizar seus estoques. Nesta perspectiva, com a utilização das empilhadeiras e dos paletes é possível estocar as mercadorias paletizadas na vertical, de maneira empilhada, reduzindo o espaço gasto e melhorando a organização das empresas.

A partir disso, é possível analisar e definir alguns parâmetros importantes do atual trabalho, tais como, a fadiga, a ruptura e o garfo da empilhadeira. Esse componente da empilhadeira é uma estrutura de aço forjado ou aço temperado e submetido por altas temperaturas com a finalidade de torná-lo mais resistente, com uma alta durabilidade e um longo prazo de vida útil. Essa peça da empilhadeira possui o formato semelhante a um “L” fixado na mesma com intuito de movimentação e transporte de cargas tanto na horizontal, quanto na vertical.

Analisando o termo fadiga, pode-se entender por um movimento repetitivo que com o tempo é possível ocasionar uma ruptura. De acordo com Robert E. Reed-Hill (1982), a fadiga é causada devido altas concentrações de tensões, seja em cantos vivos ou em alguma angulação na superfície do objeto, que passou por diversas repetições de movimento até sua ruptura, ou seja, a fratura por fadiga inicialmente apresentará trincas, pois o trabalho de elevação com o garfo de empilhadeira gera uma tensão muito grande nesse componente e as repetições desse processo aumentará o tamanho das trincas até a ruptura. Segundo Robert E. Reed-Hill (1982), a fratura é considerada como a consequência final do processo de deformação

plástica da estrutura metálica, e há várias formas pelas quais a deformação plástica leva à falha, por exemplo, o caso estudado de elevar e abaixar cargas por uma estrutura de aço, em formato “L”, na qual deve aguentar uma alta tensão ao elevar cargas muito pesadas em uma determinada quantidade de ciclos.

3. DESENVOLVIMENTO

O presente artigo foi realizado através do método descritivo e quantitativo e possui natureza aplicada. De acordo com Lakatos (2002), respectivamente, os termos quantitativos e descritivos referem a análises e pesquisas empíricas, na qual tem como finalidade principal o planejamento ou a investigação das características dos acontecimentos e análise pelo software. Os estudos do atual trabalho utilizam métodos formais, ou seja, aproximam dos projetos experimentais, analisando a vida útil do garfo em relação ao material em estudo, suas dimensões e as forças aplicadas, a fim de garantir uma análise precisa e controle estatísticos, com a finalidade de fornecer dados para a verificação de hipóteses e diagnósticos mais eficazes na prevenção e detecção de possíveis falhas no componente em estudo. Além disso, é caracterizado como quantitativo, visto que são coletados dados, dimensões e critérios específicos de acordo com a norma do garfo da empilhadeira. Quanto a sua natureza aplicada, será estudado um problema relativo ao conhecimento científico, na qual busca solucionar e facilitar a vida das pessoas e à sua aplicabilidade no dia a dia das pessoas.

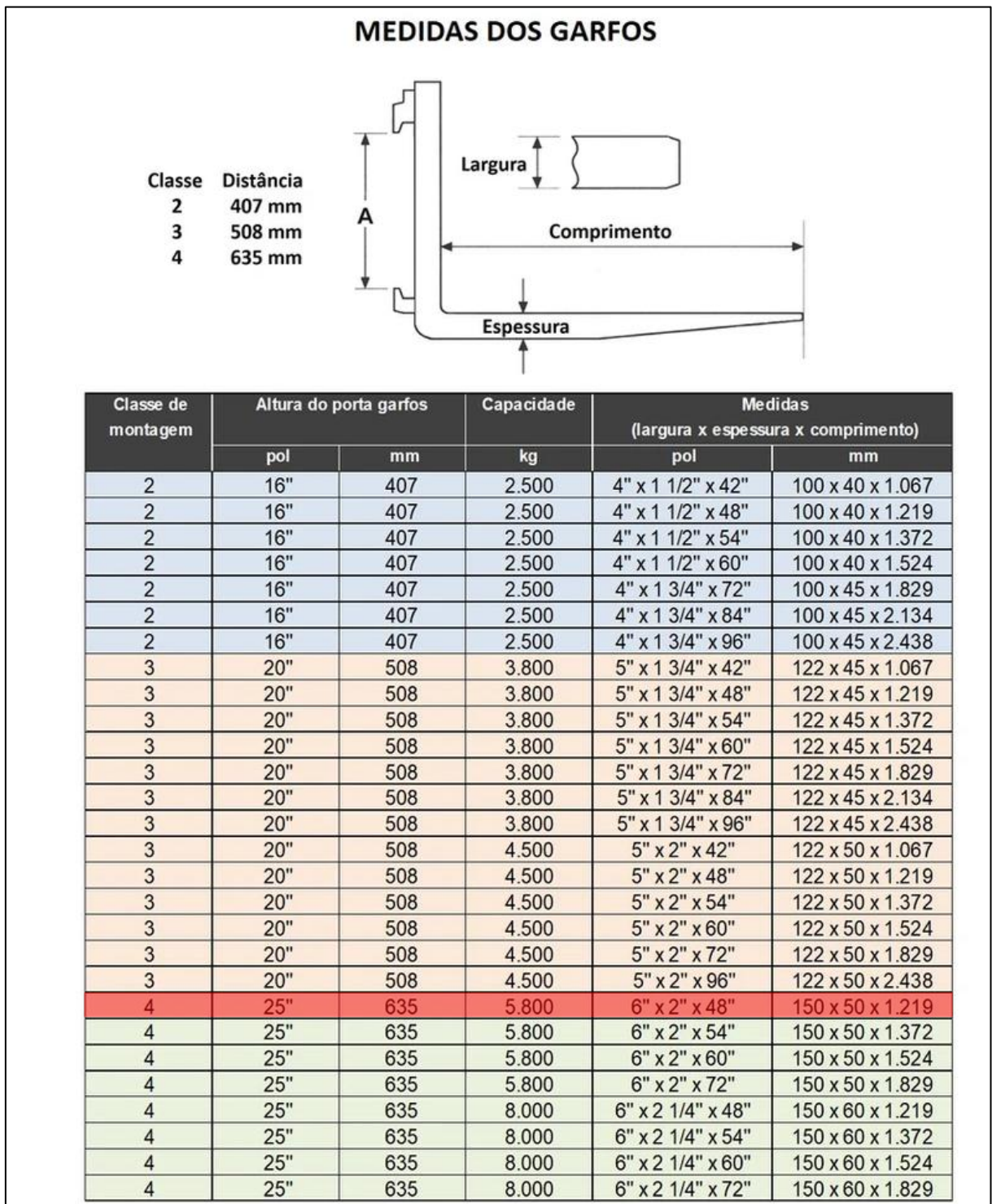
A partir de informações retiradas da internet referente ao tamanho do garfo de empilhadeira e dados, como, tipo do material, média de ciclos relacionados a vida útil do garfo da empilhadeira e sua capacidade de elevação de carga, será realizado análises pelo software SolidWorks, possibilitando a verificação da fadiga e o tempo para sua ruptura, estimando-se assim, o tempo de vida útil do garfo de empilhadeira a fim de evitar acidentes com os operadores e colaboradores da empresa. Para tanto, esta pesquisa é fruto de uma crescente demanda no contexto da mecânica brasileira, ou seja, é motivada pelos casos que inúmeros profissionais vivenciam em seu dia a dia nos seus respectivos trabalhos. Nesse caso, a inclusão da manutenção como necessidade no cotidiano de uma indústria, esse fato, passou a propiciar estudos desta natureza, a fim de proporcionar melhor desempenho dos profissionais da área.

De acordo com Prado filho (2010), a realização da manutenção preditiva é crucial para o bom funcionamento do maquinário, analisando seus desgastes, forças aplicadas, processos de degradação e cuidados para aumentar a vida útil da máquina e seus componentes.

Nesta perspectiva, a qualificação profissional é apontada como fator determinante no trabalho, tanto na demanda que privilegia a segurança quanto no trabalho como no quesito economia, tendo em vista que evitar acidentes de trabalho também é proporcional a gastos ou demandas de despesas futuras. De acordo com Lopes (2010), a segurança do trabalho são precauções praticadas com a finalidade de reduzir ou controlar a quantidade de acidentes de trabalho de uma empresa. Portanto, uma boa inspeção trará bons resultados, tanto para o trabalhador, quanto para a empresa.

Apesar de existir diversos tamanhos e diferentes tipos de materiais aplicados na composição dos garfos de empilhadeira, utilizaremos como base um material e tamanho específico para essa peça e um peso médio de carga que será analisado. Para realizar os testes de fadigas no garfo da empilhadeira, utilizaremos a força máxima de 5800 quilogramas, suportada pela empilhadeira, ou seja, não é ideal colocar uma carga superior no garfo do que o suportado pela empilhadeira. O componente em estudo possui as seguintes especificações: aço AISI 4130 recozido a 865°C, comprimento de 1219 milímetros, largura de 150 milímetros, espessura de 50 milímetros, engate ISO Classe 4A com uma distância de 635 milímetros entre as presilhas, como mostra na figura 1 abaixo, sendo utilizado em uma empilhadeira com capacidade de até 5800 quilogramas. Além disso, a pressão aplicada para realizar a análise estática foi considerada a força máxima suportada pelo garfo, ou seja, 5800 quilogramas vezes a aceleração da gravidade, considerada como 10m/s^2 , dividido pela área dos dois garfos da empilhadeira.

Figura 1 - Dimensões e tabela do garfo



Fonte: Sergio Camargo (2022)

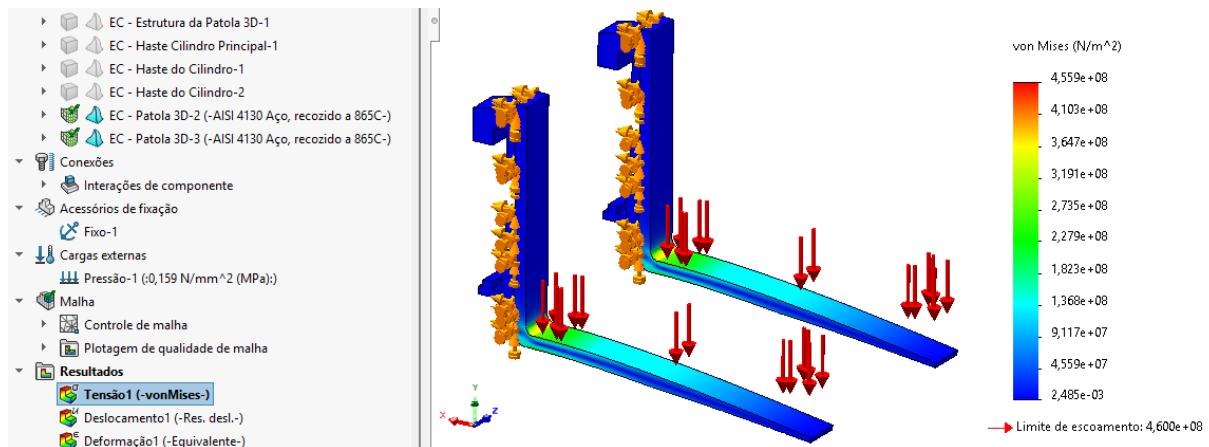
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos testes e análises realizadas no software Solidwork, considerando um garfo com 1219 milímetros de comprimento, 150 milímetros de

largura, 50 milímetros de espessura, engate ISO Classe 4A com uma distância de 635 milímetros entre as presilhas, sendo utilizado em uma empilhadeira com capacidade de até 5800 quilogramas, e admitindo a capacidade total do garfo de 5800 quilogramas, foi possível verificar sua tensão, deslocamento, deformação, os danos da fadiga e a vida útil em ciclos do garfo da empilhadeira, como mostram as figuras abaixo.

Analisando a figura 2, é possível observar o limite de escoamento do aço em análise. O limite de escoamento é considerado a força máxima que o aço pode suportar sem se deformar permanentemente, ou seja, antes desse ponto é possível que o material consiga voltar à sua forma original, porém, após esse ponto o garfo de empilhadeira quebrará, não sendo possível voltar a sua forma original novamente.

Figura 2- Resultado do estudo de tensão



Fonte: Autor (2024)

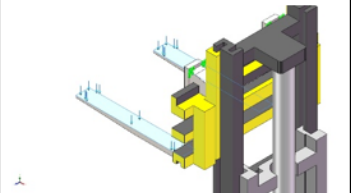
Como podemos observar na figura 2, realizei a fixação da coluna do garfo de empilhadeira, desconsiderando as garras que estão atrás, aplicando uma pressão na área plana do garfo. A pressão máxima aplicada parte da equação abaixo, onde P é pressão, F é a força aplicada (calculada pela massa em quilograma vezes a aceleração da gravidade em metros por segundo ao quadrado), dividido pela área dos dois garfos da empilhadeira.

$$P = \frac{F}{A}$$

Substituindo os valores, podemos encontrar a pressão em N/mm².

$$P = \frac{5800 \cdot 10}{[(1219 \cdot 150) \cdot 2]}$$
$$P = 0,159 \text{ N/mm}^2$$

Figura 3 - Dados do relatório gerado pelo Solidworks referente a pressão

Nome da carga	Carregar imagem	Detalhes de carga
Pressão-1		Entidades: 2 face(s) Tipo: Normal à face <u>selecionada</u> Valor: 0,159 Unidades: N/mm^2 (MPa) Ângulo de fase: 0 Unidades: deg

Fonte: Autor (2024)

De acordo com as figuras 4 e 5, é possível analisar o deslocamento que o garfo faz conforme o tempo de trabalho. Caso o (d) seja menor que 3% do comprimento da lâmina está adequado, porém, caso o (d) seja maior que 3% do comprimento da lâmina deve ser realizado a troca do garfo de empilhadeira.

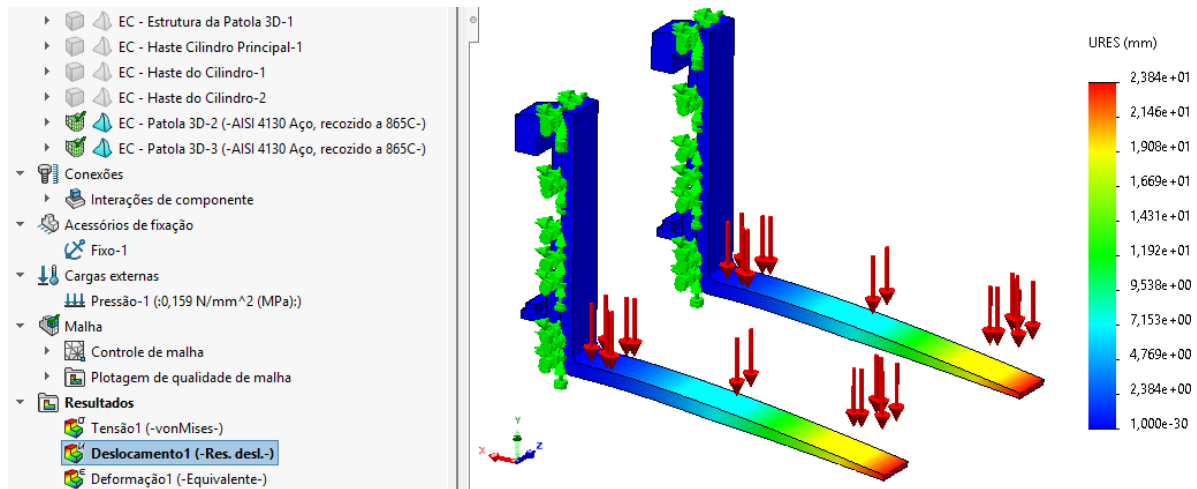
Figura 4 - Empenamento na lâmina



Fonte: MSI - Forks (2024)

Além do caso do empenamento da lâmina, deve-se analisar a angulação do garfo da empilhadeira, ou seja, caso o ângulo interno esteja maior que 93° deve realizar a troca do componente.

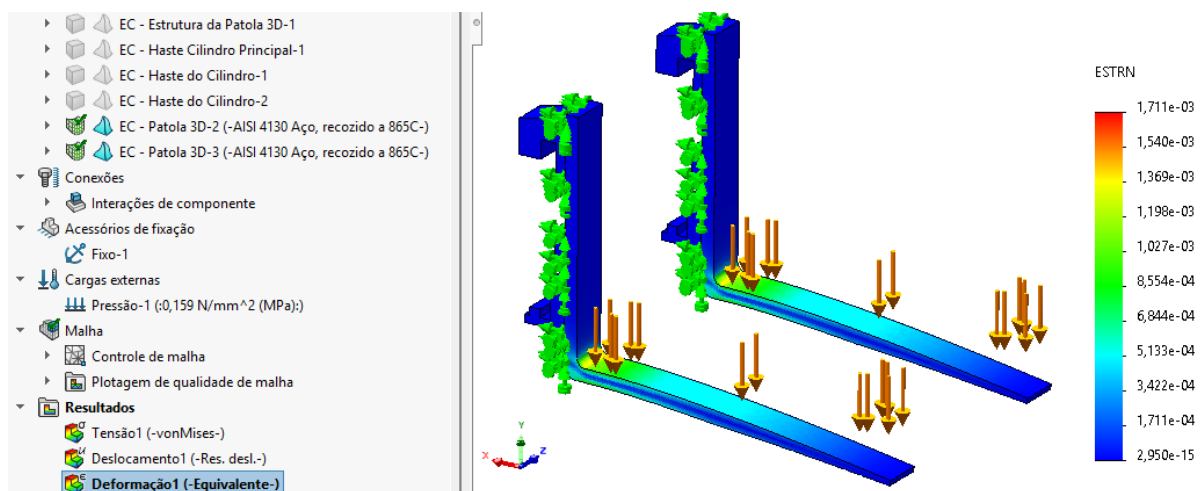
Figura 5 - Resultado do estudo de deslocamento



Fonte: Autor (2024)

Como o cotovelo é a região com maior facilidade de ruptura, é próximo essa parte que sofre maior deformação, como podemos observar na imagem abaixo.

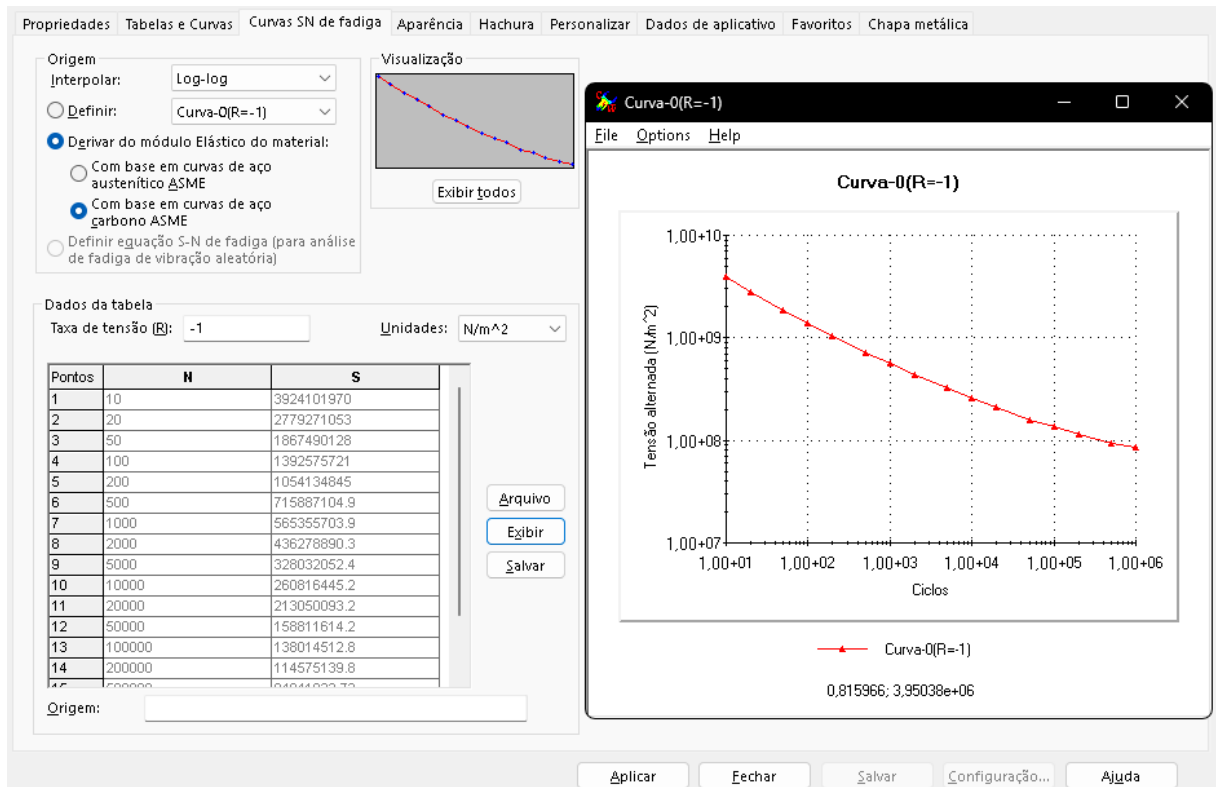
Figura 6 - Resultado do estudo de deformação



Fonte: Autor (2024)

Com base no aço AISI 4130 recozido a 865°C, aplicado no componente em estudo, foi possível analisar sua curva de fadiga, derivando seu módulo elástico do material com base em curvas de aço carbono ASME, como demonstra na imagem abaixo.

Figura 7 - Curva de fadiga do aço

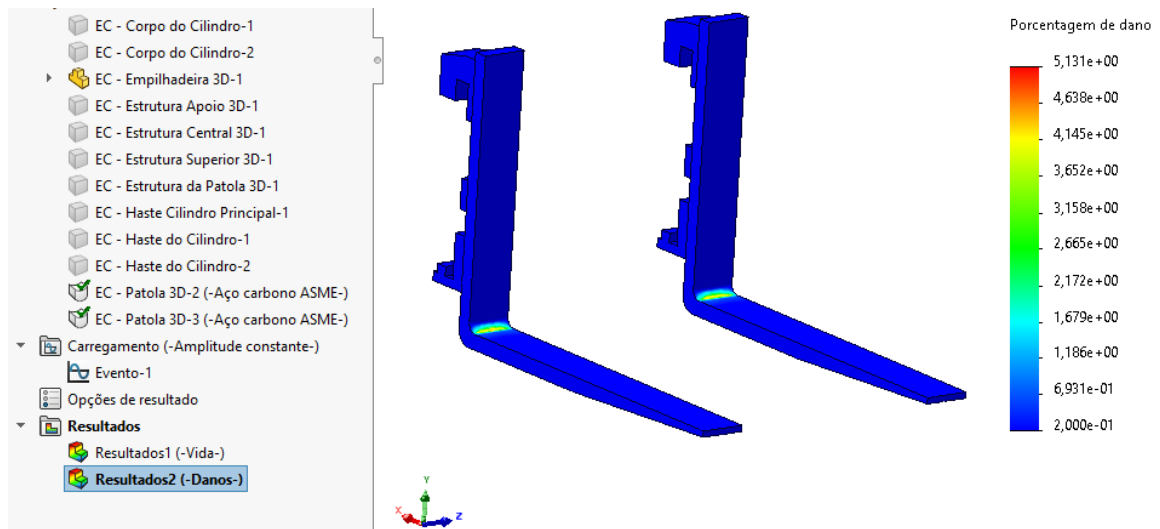


Fonte: Autor (2024)

Verificando os testes de fadiga, foi possível analisar que o garfo de empilhadeira tem maior percentual de dano na região do cotovelo, visto que, é uma região na qual sofre maior tensão. Logo, ao realizar o estudo no garfo da empilhadeira é possível afirmar que a região que tem grande probabilidade de formas trincas e fraturar, também é no cotovelo dessa peça. A análise feita na figura 8 abaixo, resultou em uma faixa de danos de 0,2% a 5,131% em um evento de dois mil ciclos. Portanto, os garfos da empilhadeira devem ser substituídos quando estiverem com 10% de desgaste ou mais, pois altera a resistência do material, reduzindo em menos de 80% da carga original, logo, aumenta o risco de fraturar e ocorrer um acidente de trabalho.

Para verificar esse dano no garfo é necessário utilizar o medidor de desgaste ou um instrumento de precisão.

Figura 8 - Porcentagem de dano

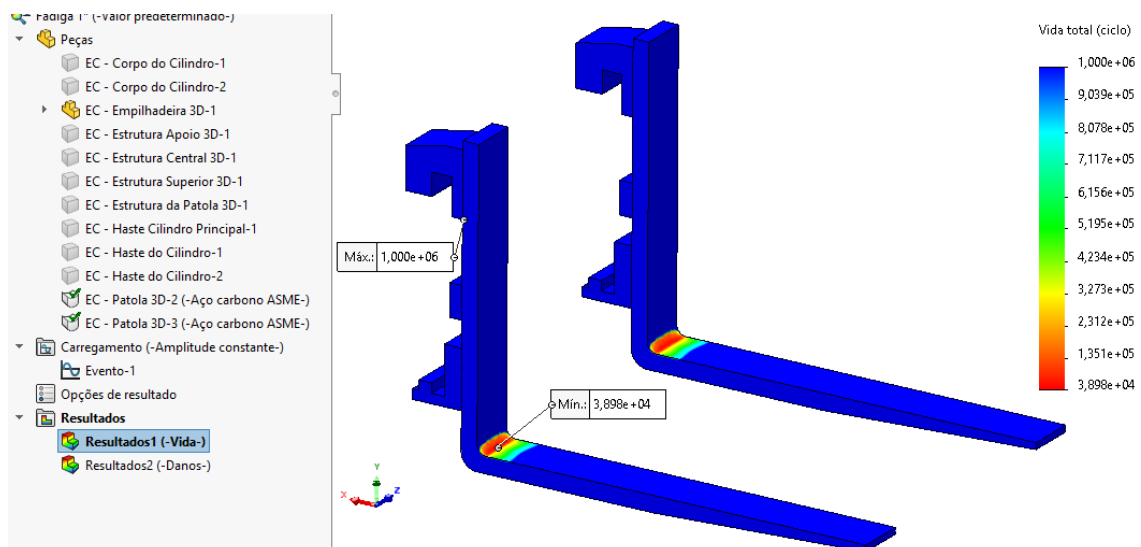


Fonte: Autor (2024)

Na imagem abaixo é possível analisar a vida total em ciclos, vale ressaltar que o garfo da empilhadeira em estudo está sendo aplicado a carga máxima constante, por esse motivo, é viável sempre inspecionar o garfo, verificando possíveis trincas ou deformidades nas peças.

Com base no teste de fadiga, foi possível verificar a região mais crítica, ou seja, na parte em vermelho é a área na qual deve-se inspecionar periodicamente, pois nessa região tem maior probabilidade de fraturar, portanto, o garfo deve aguentar 38.980 ciclos até sua ruptura. De acordo com a análise abaixo, a parte em azul é a região menos afetada e não traz riscos.

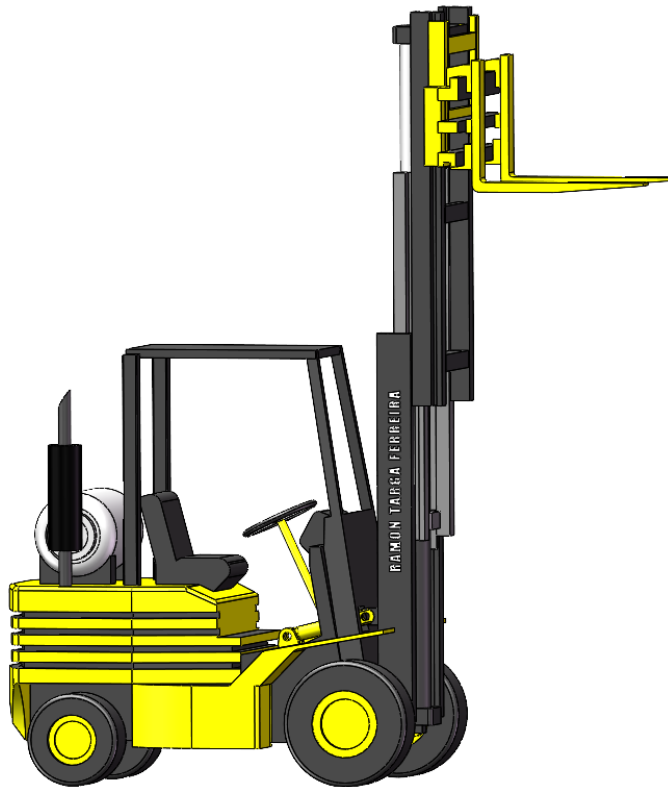
Figura 9 - Vida total (ciclos)



Fonte: Autor (2024)

Nas figuras 10 e 11, podemos observar o local de encaixe dos garfos da empilhadeira, essas travas não foram analisadas no estudo, visto que, sua durabilidade é bem maior comparada ao desgaste das lâminas, reduzindo sua espessura gradativamente.

Figura 10 - Projeto completo com garfo elevado



Fonte: Autor (2024)

Figura 11 - Projeto completo com garfo abaixado



Fonte: Autor (2024)

5. CONCLUSÃO

Com base nos estudos desenvolvidos, foi possível analisar de forma computadorizada a capacidade dos garfos da empilhadeira de suportar altas cargas e de realizar o elevar e o abaixar de grandes mercadorias, dessa forma, foi possível estimar a quantidade de ciclos, considerando a utilização total de sua capacidade de trabalho, contudo, vale ressaltar que não é ideal utilizar 100% da capacidade dos garfos, dessa maneira, reduzirá a vida útil do componente mais rápido, resultando na quebra antes do previsto. O mais viável é utilizar uma empilhadeira mais forte, com um garfo de empilhadeira mais resistente, que suporta um peso maior.

Os resultados obtidos no atual projeto, foi necessário selecionar o material a ser estudado e realizar testes de tensão, deslocamento, deformação, danos por fadiga e a vida útil em ciclos do garfo de empilhadeira realizados pelo software SolidWorks a fim de comprovar sua resistência, contudo, embora analisado o tempo de vida útil dos garfos de empilhadeira de forma computadorizada é crucial realizar inspeções periódicas, visto que fatores externos como seu desgaste e corrosão influenciam na capacidade de suportar altas cargas, diante disso, é necessário analisar a presença de trincas nos garfos, especialmente no cotovelo dessa peça, tanto inspeção visual minuciosa, quanto por ensaios de ultrassom ou radiografia dos garfos, assegurando de que não há riscos ao realizar o elevar ou abaixar de cargas. Além das inspeções, é de extrema importância realizar a manutenção preditiva, ou seja, caso o garfo e suas garras estejam empenados e o ângulo de abertura da peça esteja entre 91° a $92,9^{\circ}$ é possível retornar a sua forma de origem, pois ainda não sofreu a deformação plástica.

Contudo, o tempo de falha por fadiga depende do histórico de carregamento dos garfos e de seus devidos cuidados, tanto evitando sobrecargas, quanto o uso de forma inadequada.

REFERÊNCIAS

MÁRIO, Brasil. **História da Empilhadeira.** Disponível em: <http://www.portside.com.br/historia-da-empilhadeira/>. Acesso em: 18 maio 2024.

CHRISTOPHER, Martin, **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Estratégia para a redução de custos e melhoria dos serviços.** São Paulo, Pioneira: 1992.

CHIAVENATO, I. **Recursos Humanos.** 7a. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KELECHAVA, Brad. **ANSI B56.1-2020: Norma de segurança para empilhadeiras baixas e altas.** Disponível em: <https://blog.ansi.org/2020/12/ansi-b56-1-2020-itsdf-safety-standard-trucks/>. Acesso em: 18 maio 2024.

DEUS, Enio Pontes de. **Análise do processo de fraturamento em vigas de pontes de aço sob efeito de fadiga.** 1997. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-04052018-185357/>. Acesso em: 25 maio 2024.

MOREIRA, Gilmar Alves. **A importância da Manutenção Preditiva.** 2018. 34 pages. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia de Produção – Faculdade Anhanguera, Anápolis, 2018.

MIRSHAWKA, V.; **Manutenção Preditiva: Caminho para Zero Defeitos**, 1 ed. São Paulo: Makron Books, McGrawHill, 1991.

CALLISTER JR., WILLIAM D., **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução**, 1a ed., Rio de Janeiro, LTC, 2002.

SAUR, Equipamentos, **Garfos até 2500 Kg - ISO 2A - 1200 - SAUR EQUIPAMENTOS**, Disponível em: <https://loja.saur.com.br/produto/garfos-ate-2500-kg-iso-2a-1200-71307?atributo=1.200%20mm:186>. Acesso em: 25 maio 2024.

REED-HILL, R. E. (1982). **Princípios de Metalurgia Física.** 2a ed.

PRADO FILHO, H. R. **Manutenção preditiva: acompanhando as condições dos equipamentos.** 2010. Disponível em: <https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/03/08/manutencao-preditiva-acompanhando-as-condicoes-dos-equipamentos/>. Acesso em: 28 maio 2015

LOPES, L. A. **Segurança do Trabalho: Política de Segurança e Princípios Aplicáveis na Prevenção de Acidentes**, Rio de Janeiro: Editora LTC, 2010.

LAKATOS, EVA MARIA. **Fundamentos de metodologia científica.** Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos. - 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

MSI, FORKS. Inspeção e Segurança. Disponível em: <https://r3tb68.p3cdn1.secureserver.net/wp-content/uploads/2022/06/Inspecao-e-Seguranca.pdf>. Acesso em: 19 outubro 2024.