

ANÁLISE COMPUTACIONAL SOBRE CINTA TÊXTIL EM FORMATO DE CORRENTE

Lucas Fernandes Alves Ferreira

eng.lferreira@outlook.com

Leandro Cardoso da Silva

leandro.cardoso@sp.senai.br

Carlos Cesar Pestana

carlos.pestana@sp.senai.br

Faculdade Senai Roberto Simonsen, São Paulo - SP

Resumo: A cinta têxtil de movimentação de cargas tem alcançado uma importante posição no mercado nacional nos últimos anos. A substituição de correntes e cabos de aço por esses componentes, no âmbito de movimentação e amarração de carga, apresenta grandes vantagens, uma vez que seu peso é infinitamente menor durante seu uso habitual e a ergonomia reduz a fadiga do operador, contribuindo para uma maior produtividade visto sua facilidade de uso. A cinta têxtil apresenta diversos formatos e modelos, sendo o modelo de corrente uma nova utilização que proporciona diversos ganhos em situações de uso no dia a dia. Nesse contexto de utilização e com o intuito de agilizar a aprovação de novos projetos, foi desenvolvida a modelagem, a composição de malha e a análise de elementos finitos utilizando os softwares SOLIDWORKS e ANSYS. Esse estudo permitiu realizar a comparação de resultados e verificar a resistência e rigidez das peças, através da Strain Gages (maquinas de ensaio vertical). A implementação desse estudo viabilizou que a detecção de problemas fosse feita previamente para obter melhor aproveitamento desses elementos em operação. Os resultados obtidos foram analisados e a sua demanda frente à aquelas mecânicas se deu por satisfatória, onde a comprovação dos cálculos e a verificação por meio de Strain Gages comprovaram as cargas determinadas e a sua utilização. Importante ressaltar que nos elementos analisados foram feitos a análise virtual e real, sendo submetido ao ensaio real de tração para averiguar os resultados apresentados nos softwares.

Palavras-chave: Cinta têxtil; corrente; simulação computacional

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 1960, as correntes e as cordas eram os principais dispositivos utilizados para içamento de cargas pesadas. Neste cenário, iniciou-se o desenvolvimento de novas soluções cujo principal material de fabricação eram fibras artificiais resistentes, sendo nomeadas de Cintas Têxteis. Hoje, as principais cintas têxteis são as planas e as circulares e são frequentemente utilizadas para a viabilização de operações complexas e tarefas com alto nível de dificuldade. São diversas as possibilidades em cintas de fibras com alta resistência e performance e quanto utilizadas em conjunto com outros acessórios e proteções, proporcionam um custo-benefício ainda maior. As cintas têxteis são fabricadas a partir de fios de multifilamentos resistentes a certos produtos químicos e até determinado grau de temperatura, e caso sujeitos a condições diferentes, podem ter durabilidade do tecido das cintas comprometida, tornando-as impossíveis de utilizar.

Sua utilização tem aumentado gradativamente no setor da indústria, porém, ainda apresenta limitações devido a sua fragilidade em altas temperaturas, a sua resistência a abrasão e a sua restrição em determinadas formas de operação, como por exemplo, operações que necessitam encurtamento do ponto de pega. As cintas têxteis não permitem esses ajustes enquanto que as correntes convencionais apresentam essa adaptabilidade nesse sentido. Com isso, foi desenvolvido uma corrente têxtil através de poliéster de alta performance que, devido a intercalação nos elos, permite ajustes necessários nas operações de elevação e amarração de carga. São exemplos de cintas têxteis:



Figura 1. Cinta plana (esquerda) e uma cinta tubular (direita) (Tecnotextil, 2021)

Para avaliação de carga desse material, é comum a utilização dos ensaios mecânicos por tração a forma física, onde caracteriza-se a carga para capa tipo de cinta e eleva-se os custos desse material por conta do seu desenvolvimento, podendo os ensaios variar de 1 até 1000 ton. Essa avaliação faz com que o processo tenha perdas de matéria prima de fabricação e tempo de máquina de ensaio.

Esse artigo foi desenvolvido com o objetivo de formalizar o estudo de uma corrente de içamento produzida através de cinta têxtil, utilizando-se de softwares para a validação de processo através do sistema CAE. Dessa forma, estima-se reduzir os custos de produção sem comprometer sua capacidade de carga.

É importante ressaltar que, durante o estudo realizado pelos softwares SOLIDWORKS e o ANSYS, ambos na versão 2022, as cargas das capacidades determinadas foram garantidas e as peças foram modeladas em seu formato original e comprovadas posteriormente em ensaios reais de tração realizados em máquina adequada para a testagem. Como resultado do ensaio realizado, foi possível assegurar uma metodologia para os futuros modelos em desenvolvimento com custos de produção reduzidos.



Figura 2. Corrente têxtil (Tecnotextil, 2021)

Vale ressaltar que a cinta usada como referência para o estudo tem a capacidade de 5.000 kgf para uso de trabalho em cada elo, submetendo a uma carga direta de operação. O tamanho da fita utilizada é de 20 mm de largura e 2 mm de espessura, formando um elo na sua construção de 80 mm de comprimento em 3 camadas de fita unidas pela costura utilizando o mesmo material para não sofrer desgaste feito através de uma máquina industrial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O HMPE, como é conhecido no mercado nacional de produtos têxteis, é um polietileno ultra molecular frequentemente utilizado na fabricação das cintas de movimentação de carga. Ultimamente tem sido empregado nas correntes têxteis e tem apresentado benefícios como alta resistência, baixo peso, pouco alongamento na ruptura e resistência à maioria dos produtos químicos.

Os estudos realizados por Lee (2020) foram utilizados como referência sobre a análise numérica e aplicado em uma cinta de poliéster usando o método de elementos finitos. O estudo é descrito como um o modelo de elementos finitos desenvolvido para simular a um a cinta, incluindo a geometria da cinta, as propriedades do material, as condições de carga e as restrições de movimento, sendo os resultados da análise de elementos finitos, incluindo a distribuição de tensão e a deformação da cinta sob carga, bem como a capacidade de carga máxima da cinta, examinando a influência de vários fatores no desempenho da cinta, incluindo o ângulo de elevação, o tipo de carga, a tensão inicial na cinta e a taxa de deformação. No discurso conclui sobre as limitações da análise de elementos finitos e a necessidade de validar os resultados com testes experimentais.

Sendo assim, utilizando os modelos de ensaio de tração para os testes reais, aplicamos os princípios de resistências dos materiais para determinar as suas propriedades, tendo em consideração as perdas de fabricação e modo de operação. Ao realizar os ensaios, foi possível identificar a força interna do material e consequentemente, encontrar a curva de tensão-deformação do material.

Com os dados da curva de tensão-deformação reais, pode-se inserir os dados nos softwares, permitindo replicar as características encontradas em um ambiente virtual. A simulação permitiu selecionar demasiados modelos entre tamanho, peso e largura, além da capacidade a ser empregada no estudo realizado. A aplicação do ensaio foi feita de forma convencional e direta, sem a influência de ângulos e da forma como se realiza a operação diariamente.

3. METODOS

A máquina utilizada na obtenção da curva tensão-deformação real do material foi da marca KRATOS e modelo K20000MP com capacidade de 20.000 Kgf. Foi necessário acoplar dispositivos nas correntes, como olhais giratórios e manilhas de içamento, para serem os pontos de içamento. Para não formar um canto vivo na operação, foi utilizado um ponto de contato do material têxtil com o aço sem formar um ângulo de 90 graus e com uma manilha de diâmetro ($\varnothing$ 21 mm), visto que era necessário que fosse igual ou maior que a espessura da corrente de HMPE ($\varnothing$ 19 mm).



Figura 3. Máquina de ensaio utilizada e a forma de acoplamento da corrente (direita) (Elaborado pelo autor)

Como parâmetros para início dos testes, foram empregadas na máquina de ensaio para controle de operação, as seguintes informações:

Tabela 1. Valores para início dos testes reais

Propriedades	Valores
Carga máx. prevista	10.000,00 kgf
Deslocamento máx. previsto	10,00 mm
Pré carga	2,00 %
Velocidade de ensaio	10 mm/min
Ruptura (% máx. prevista)	2%
Temperatura ambiente	25°
Umidade relativa	50%

Os ensaios de tração foram realizados em três amostras para comprovação e obtenção de maior assertividade ao transferir esses resultados para os softwares, sem ocorrer uma falha de material. Os resultados dos ensaios foram coesos e as linhas dos gráficos de tensão-deformação bem próximas, mostrando que as amostras estão bem alinhadas e na mesma linha construção.

Tabela 2. Resultados obtidos nos ensaios reais

Ensaio	Amostra	Força Máxima kgf	Limite de Resistência kgf/mm ²	Limite de escoamento kgf/mm ²	Carga Limite de escoamento kgf	Relação LR/LE	Along. %	Along. Linear mm	Along. Carga Máxima %	Along. Linear Carga Máxima mm
198	01	9140	116,37	113,97	8950,63	1,02	550,0	325,0	81,50	40,75
199	01	9290	118,28	115,84	9097,54	1,02	540,0	320,0	84,90	42,45
200	01	7720	98,29	96,26	7560	1,02	550,0	325,0	81,56	40,78

Tabela 3. Resultados obtidos nos ensaios reais

Ensaio	Amostra	Modulo de Elasticidade Kgf/mm ²	Área Transversal mm ²
198	01	160,15	78,54
199	01	147,36	78,54
200	01	139,49	78,54

Ao analisar os gráficos gerados, foi possível perceber um comportamento gradativo da curva a ser tracionada no ensaio. Isso diferencia em relação ao estudo de curso de tensão-deformação do aço que, em sua maior parte, apresentou todas as etapas definidas na fase plástica e elástica. Além disso, pode-se notar que o material apresenta um único ponto de rompimento, onde há o contato do elo com elo, provando que os pontos de engaste não foram relevantes para ocasionar algum desvio de capacidade.

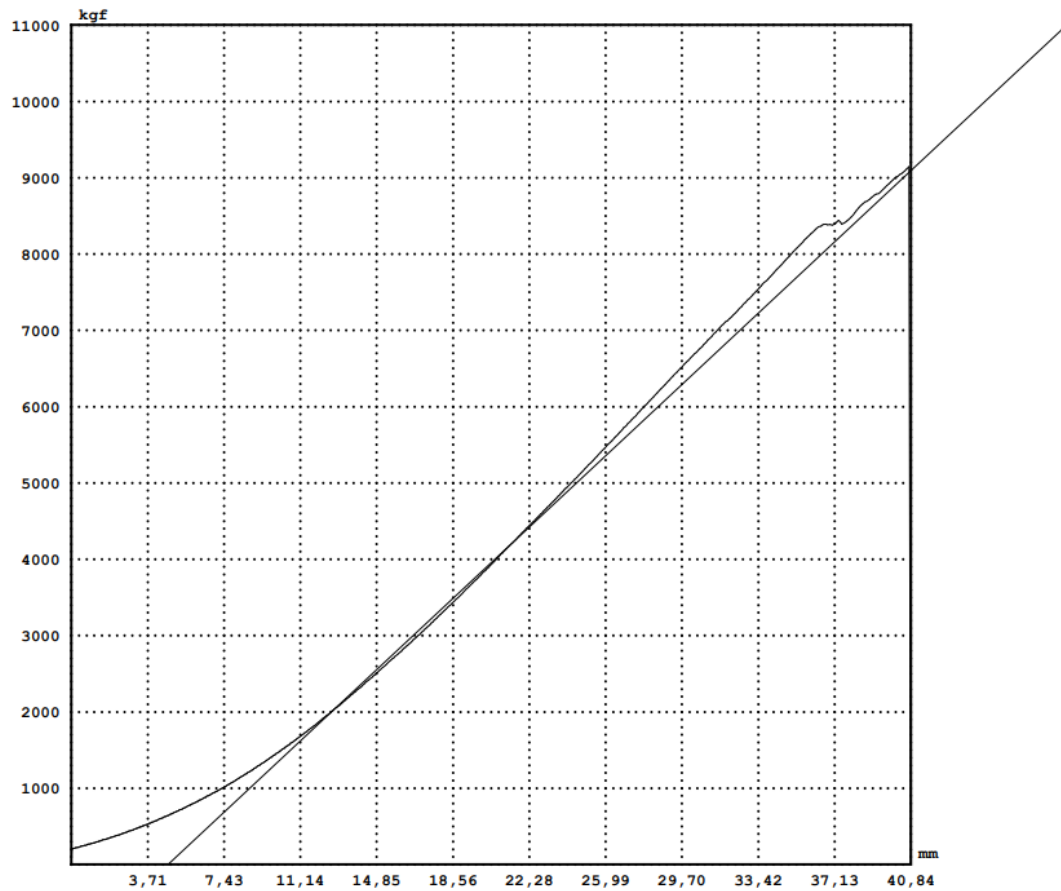


Figura 4. Ensaio 198

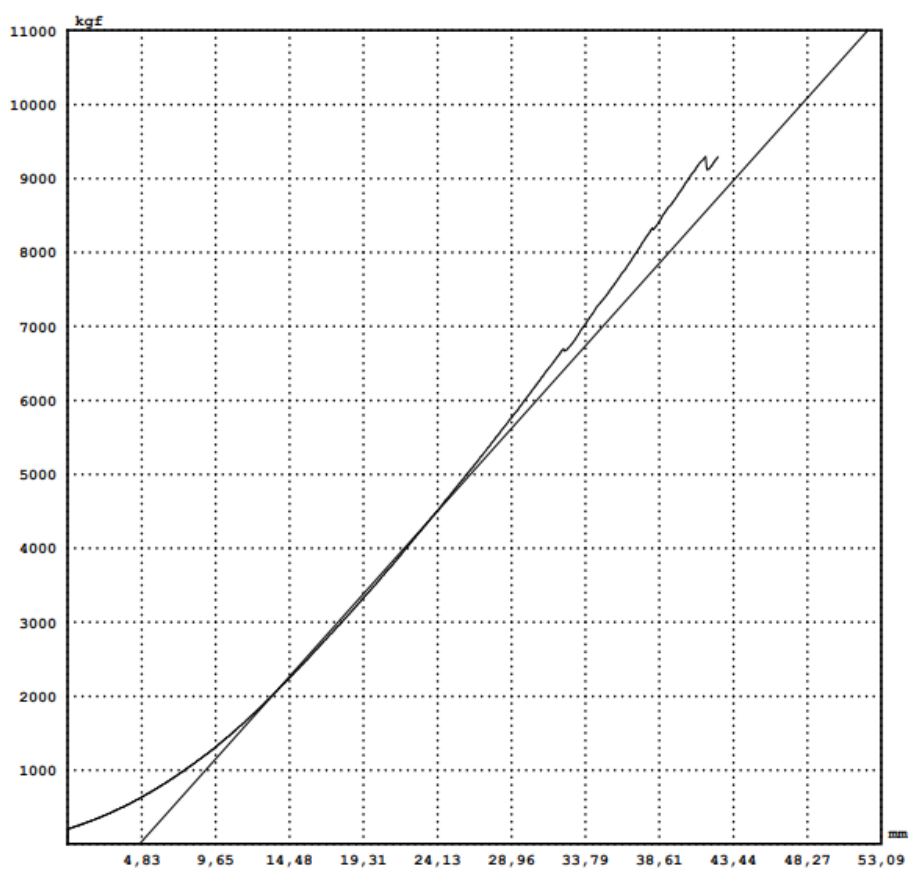


Figura 5. Ensaio 199

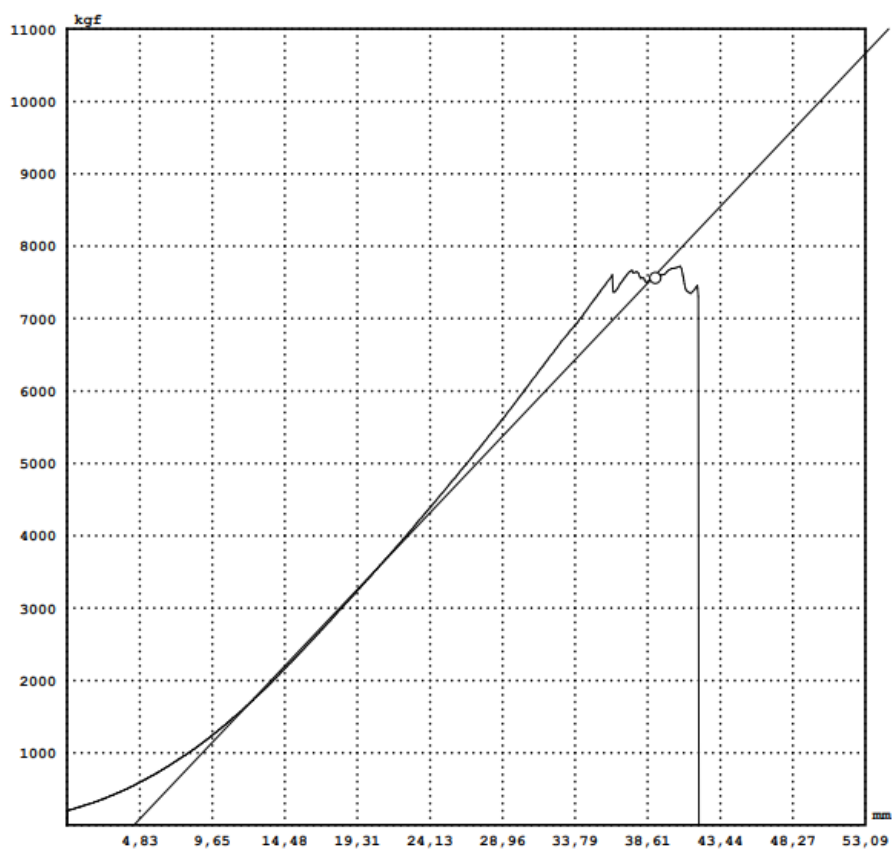


Figura 6. Ensaio 200

3.1. Resultados

Com as amostras dos resultados, foi desenvolvido um modelo 3D de um dos elos da corrente para realizar os testes no software para comparação dos estudos e implementação em CAE no software Solidworks e Ansys.



Figura 7. Peça modelada

3.2 Análise por elementos finitos através do “Solidworks”

Para os estudos realizados pelo Solidworks, foi feito um levantamento dos dados do material, juntamente com os dados recolhidos dos ensaios de tração. Com esses valores, foi adicionado a biblioteca do software um novo elemento com a designação de HMPE-SK78.

Tabela 3. Propriedades do material

Propriedades	Valores
Modulo elástico	3500 Mpa
Coeficiente de Poisson	0,4
Módulo de Cisalhamento	8000 Mpa
Massa específica	980 kg/m ³
Resistência de tração	3600 Mpa
Resistência à compressão	100 Mpa
Limite de escoamento	1100 Mpa

Para o estudo, foi realizada uma análise estática, utilizando a carga 5.000 kgf, fixando uma das pontas e posicionando a carga inversamente. Foi inserido uma malha com base em curvatura para adequar a modelagem do corpo de prova.

A confecção da malha foi feita através dos conceitos de elementos finitos já apresentados pelo professor Avelino no seu livro para o melhor ajuste, onde os pontos não entre divergência nos estudos.

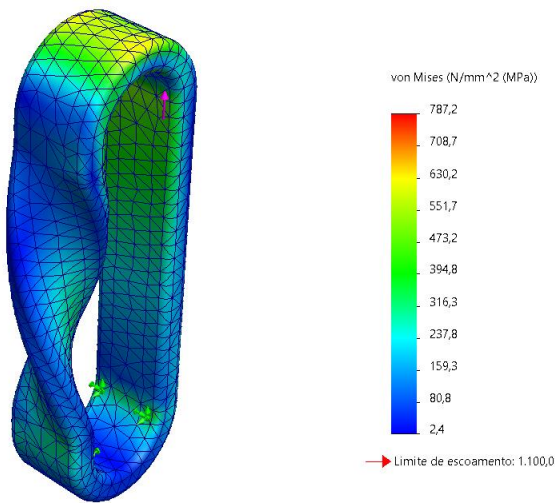


Figura 8. Tensão

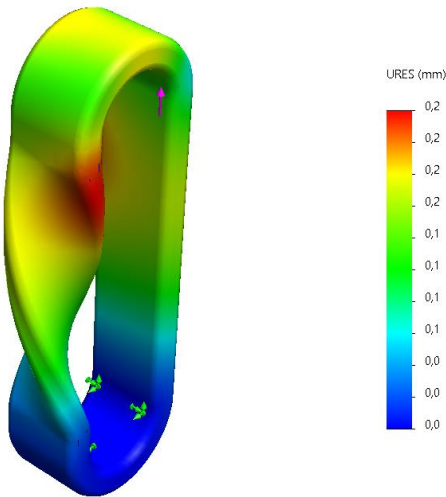


Figura 9. Deslocamento

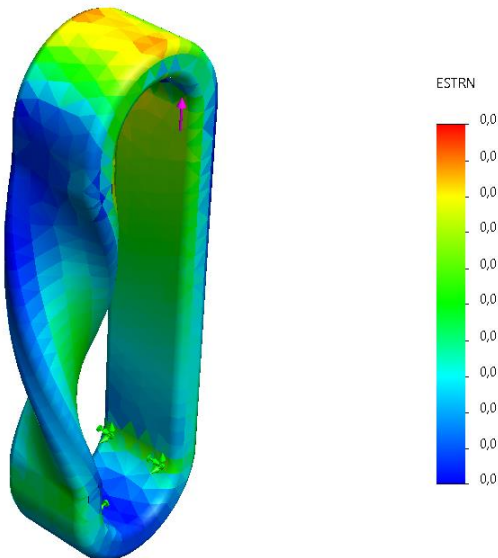


Figura 10. Deformação

3.3 Análise por elementos finitos através do “Ansys”

Para o teste feito no Ansys, foram utilizadas as curvas obtidas nos ensaios de tração reais feitos anteriormente, introduzindo os valores no software. O posicionamento dentro do software Ansys foi realizado nos mesmos moldes da análise efetuada no Solidworks, fixando a carga de um lado e a carga inversamente. O mesmo critério foi adotado para a confecção da malha.

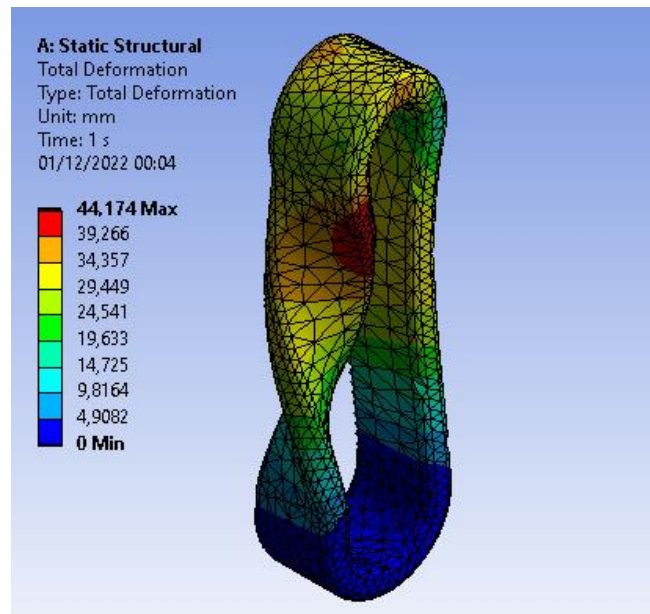
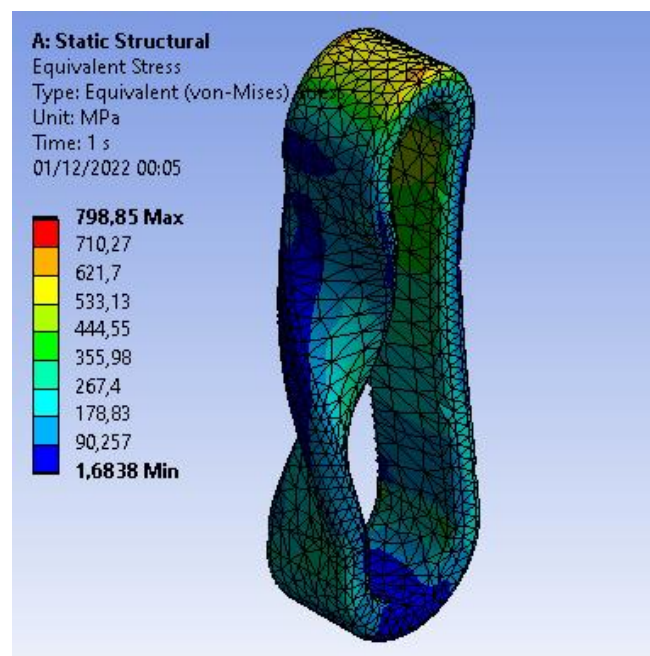


Figura 11. Deformação total Figura



12. Deformação elástica equivalente

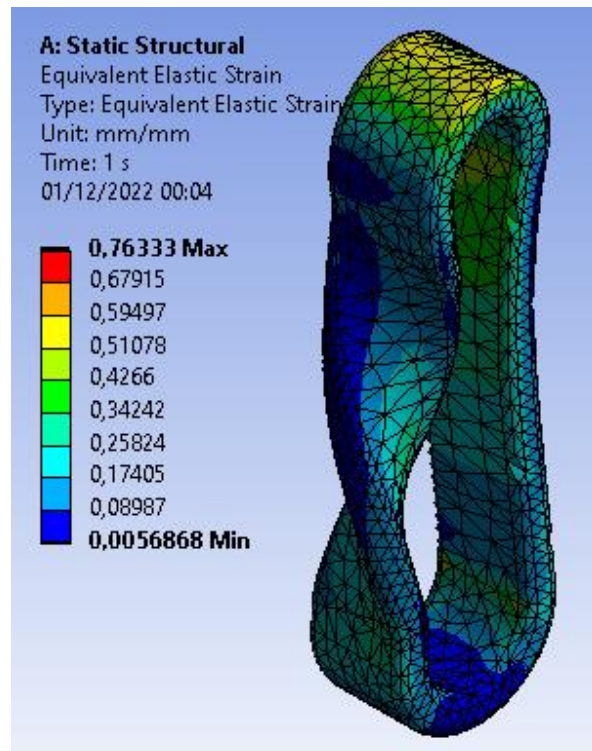


Figura 13. Tensão Equivalente

Com os dados obtidos nos ensaios estáticos, pode-se notar que os valores são aproximados, visto que a simulação realizada e os dados imputados estão coerentes. A tensão de escoamento do material atingiu cerca de 780 Mpa, sendo menor que o limite de escoamento encontrado nos ensaios reais. Esse valor foi atingido devido a carga empregada, uma vez que o valor para ensaio foi menor do que a carga final de ruptura das peças ensaiadas.

Em relação às informações de deslocamento, é importante ressaltar que a análise do Ansys obteve uma melhor avaliação, sendo que a curva de um material real foi inserida dentro do seu sistema, logo que não foi possível executar o mesmo processo no Solidworks. O valor obtido no Ansys, de 44 mm, está aproximado ao ensaio real e reforça a precisão do estudo realizado.

Acerca da deformação, pode-se afirmar que os pontos de tensão que a peça foi submetida em relação aos seus esforços estão coerentes. Ao comparar com a peça real, é possível certificar que o local onde o material sofre seu maior esforço é o mesmo em que, posteriormente, ocorre seu rompimento.

3.4. CONCLUSÃO

Visto o considerável aumento dos custos na elaboração de projetos mecânicos, é de suma importância a realização de estudos que possibilitem configurar as propriedades corretamente em software de análise e desenvolver novas peças, baseados em valores reais de ensaio.

No estudo desenvolvido, foi evidenciado que os valores encontrados de tensão de escoamento das análises realizadas são menores do que aqueles detectados nos ensaios reais de tração, sendo resultado do fator de quebra individual dos filamentos de confecção da fita de produção da corrente têxtil. Isso faz com que a zona de leitura de tensão do ensaio de tração seja prolongada e proporcione um valor acima do esperado. É importante enfatizar que, dentro do processo de fabricação da corrente têxtil, existem etapas de trabalho manual, o que mostra que é susceptível à erros.

Com os dados obtidos para comparação, é possível a confecção de novos modelos de materiais que posteriormente serão analisados computacionalmente e realizados somente um teste de validação.

É importante ressaltar que, conforme as normas de materiais similares, se torna necessário a realização de ensaios reais após a elaboração de um projeto, uma vez que contribui para a sua validação e é um critério de aceitação.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASME B30.9 – Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks and Slings – Slings
ASME B30.26 – Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks and Slings – Rigging Hardware
ABNT NBR 13545 – Movimentação de cargas – Manilhas
ABNT NBR 15637-1 – Cintas têxteis para elevação de cargas. Parte 1: Cintas planas manufaturadas, com fitas tecidas com fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos
ABNT NBR 15637-2 – Cintas têxteis para elevação de cargas. Parte 2: Cintas tubulares manufaturadas, com cordões de fios sintéticos de alta tenacidade formados por multifilamentos
ABNT NBR 15637-3 – Cintas têxteis para elevação de carga. Parte 3: Cintas tubulares manufaturadas, com cordões de fios sintéticos de ultra-alta tenacidade formados por multifilamentos
ABNT NBR ISO 1834 – Corrente de elos curtos para elevação de cargas – Condições gerais de aceitação
ABNT NBR ISO 3076 – Corrente de elos curtos de aço de seção circular para elevação de cargas – Correntes de tolerância média para lingas de corrente – Grau 8
DIN 580 – Lifting eye bolts
Elementos de máquina - SHIGLEY - 10º Edição
Elementos finitos: A base da Tecnologia CAE – Avelino Alves Filho – 6º Edição
Ensaio mecânicos de materiais metálicos – Sergio Augusto de Souza - 5º Edição
Finite Element Simulations With Ansys Workbench 2020 – Huei-Huang Lee
Tecnotextil. Catálogo de elevação de carga. Edição 2021. Santos, 2021, 68

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

COMPUTATIONAL ANALYSIS ON TEXTILE BELT IN CHAIN FORMAT

Lucas Fernandes Alves Ferreira

Leandro Cardoso da Silva, Docente em pós-graduação

E-mails: eng.lferreira@outlook.com – leandro.cardoso@sp.senai.br

Carlos Cesar Pestana

E-mail: carlos.pestana@sp.senai.br

SENAI “Roberto Simonsen” - Rua Monsenhor Andrade, 298 - Brás | São Paulo CEP: 03008-000

Summary: *The cargo handling textile belt has achieved an important position in the national market in recent years. The replacement of steel chains and cables by these components, in the scope of handling and lashing of cargo, presents great advantages, since its weight is infinitely lower during its usual use and ergonomics reduces operator fatigue, contributing to greater productivity due to its ease of use. The textile belt has several shapes and models, and the chain model is a new use that provides several gains in situations of use in everyday life. In this context of use and in order to expedite the approval of new projects, modeling, mesh composition and finite element analysis were developed using SOLIDWORKS and ANSYS software. This study allowed the comparison of results and verification of the strength and rigidity of the parts, through Strain Gages (vertical test machines). The implementation of this study made it possible for the detection of problems to be done in advance to obtain better use of these elements in operation. The results obtained were analyzed and its demand against those mechanical ones was satisfactory, where the proof of the calculations and the verification by means of Strain Gages proved the determined loads and their use. It is important to emphasize that in the analyzed elements were made the virtual and real analysis, being submitted to the real traction test to verify the results presented in the software.*

Keywords: *Textile belt; current; computer simulation*

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.