



DIMENSIONAMENTO DE UMA RODA DE PONTE ROLANTE

João Pedro Marques Martins¹; 0000-0001-7213-3708

Gustavo Baylão Nogueira¹; 0000-0002-7251-5770

Alexandre Alvarenga Palmeira¹; 0000-0002-9271-8858

Shimeni Baptista Daher¹; 0000-0002-5671-3742

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.

joaop.martins@hotmail.com

gustavobaylao@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho consiste no dimensionamento de uma roda de ponte rolante, a qual é utilizada vastamente em indústrias no geral. Foi realizado um estudo bibliográfico e levantada uma conjectura para que uma dada aplicação pudesse atender os requisitos impostos pela ABNT NBR 8400 (Cálculo de Equipamento para Levantamento e Movimentação de Carga). Com o objetivo de avaliar se o projeto cumpre o propósito do trabalho, o equipamento foi replicado no software Autodesk Inventor e testado nas mesmas condições. Os resultados foram favoráveis, confirmando que a situação proposta atende aos requisitos das normas vigentes para a aplicação.

Palavras-chave: Pontes rolantes. PR. Rodas. Autodesk Inventor. Simulações.

INTRODUÇÃO

Ponte rolante é um equipamento aplicado em diferentes tipos de mercados industriais, designado a içar e movimentar cargas. Esse mecanismo se destaca por sua resistência e versatilidade, portanto, sua inoperância resulta em perdas consideráveis na produção e comprometimento dos lucros da empresa em que é aplicado [BARBOSA, Felipe D. et. al. 2020].

Para o projeto e construção de uma máquina de elevação é imprescindível a aplicação de normas específicas, que determinam as condições básicas que devem ser obedecidas [SILVA, Bruno F. et. al. 2019].

As rodas de uma ponte rolante são a base do conjunto e uma das partes que sofrem maior atrito, pois operam em contato com os trilhos e suportam o peso da carga a ser içada.





Em virtude da criticidade da aplicação desses equipamentos, se faz necessário um projeto preciso, tendo a segurança operacional como resultado.

O aço forjado é um tipo de metal que possui propriedades particulares, ao contrário do ferro fundido. O processo de fabricação do aço forjado é mais complexo, uma vez que envolve a manipulação do material enquanto ele está em estado sólido, sujeito a impactos.

O aço laminado é um tipo de metal que é produzido por meio de um processo de laminação a quente. Esse método envolve o aquecimento do aço a uma temperatura elevada e, em seguida, passando-o por cilindros de laminação para moldá-lo em diferentes formas e tamanhos.

O aço fundido é um tipo de metal produzido por meio da fusão do ferro e da adição de ligas, resultando em uma peça moldada com características específicas de resistência e dureza.

O ferro fundido nodular é uma liga de ferro com grafite esférico incorporado, proporcionando-lhe maior ductilidade e resistência, sendo utilizado em aplicações que requerem força e tenacidade.

MÉTODOS

São previstos pela norma ABNT NBR 8401 quatro grupos de materiais mais aconselháveis para a fabricação de uma roda de ponte rolante:

1. Aço forjado (ASTM A504 – Classe C);
2. Aço laminado (ASTM A504 – Classe C);
3. Aço fundido (ASTM A583);
4. Ferro fundido nodular (GGG-60).

O material com maior emprego no mercado é o aço forjado ASTM A504 – Classe C, devida a sua resistência mecânica e propensão a tratamentos térmicos, podendo superar 500HB em sua pista de rolamento.

Será considerada uma roda válida, aquela que tiver boa performance no trabalho proposto, com menor tensão de escoamento em sua aplicação.

Uma vez que se faz indispensável o projeto de uma roda de PR para tal situação, foram atribuídos os seguintes dados:





Dimensionamento da roda do mecanismo de translação de uma ponte rolante para casa de força. A fração da solicitação máxima foi considerada igual a 1/3 e a duração teórica da utilização foi definida em 9000 horas. Foi considerado que o equipamento esteja em operação normal com vento limite de serviço, e carga útil de 30t. Neste caso, a massa do mecanismo de translação somada à massa dos acessórios equivale a 5t.

O sistema de rotação do motor é do tipo reversão, sendo utilizados mancais de rolamentos e acoplamentos G-52 semiflexíveis.

A especificação do Trilho é TR-25, com velocidade de translação de 63 m/min.

Material proposto: ASTM A504 – Classe C tratado termicamente.

Limite de escoamento = 621Mpa.

Resistência a tração = 127Mpa.

Para realizar o projeto, foram empregadas duas normas brasileiras essenciais como referência: a ABNT NBR 8400, que trata do cálculo de equipamentos para elevação e transporte de cargas, e a ABNT NBR 8401, que aborda rodas metálicas biflangeadas para equipamentos de elevação e transporte de cargas. Estas normas são fundamentais, pois são as regulamentações em vigor para a utilização do equipamento proposto no Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo para o dimensionamento da roda se deu em razão de tentativas levando em consideração a velocidade de translação e os coeficientes aplicados às pressões limites de uma roda (ABNT NBR 8400 – tab. 32).

Primeiro foi necessário o cálculo da altura do flange, também chamada de boleto.

$$b = \ell - 2r$$

$$b = 54 - 2(7,9)$$

$$b = 38,2\text{mm}$$

b = Largura útil do boleto de um trilho (pista de rolamento);

ℓ = superfície do trilho de contato;

r = raio de concordância trilho-pista de rolamento.

Logo após, o cálculo da carga média sobre uma roda:

O cálculo da força mínima se dá pela fração da massa do equipamento (5t) pelo número de rodas (4).

$$F_{min} = \frac{5000}{4}$$
$$F_{min} = 1250\text{daN}$$





Já a força máxima, se dá pela equação da soma da massa do equipamento (5t) com a capacidade de carga (30t), pelo número de rodas (4).

$$F_{max} = \frac{5000 + 30000}{4}$$
$$F_{max} = 8750 daN$$

$$Fr = \frac{F_{min} + 2 F_{max}}{3}$$
$$Fr = \frac{1250 + 2 (8750)}{3}$$
$$Fr = 6250 daN$$

Em seguida, foi verificado se a roda é capaz de suportar a carga máxima a que deve ser submetida e se é capaz de assegurar, sem desgaste excessivo, o serviço normal do equipamento (ABNT NBT 8400, tópico 6.7.4).

$$\frac{Fr}{b \cdot Dr} \leq Plim \cdot c1 \cdot c2$$

$$\frac{6250}{38,2 \cdot Dr} \leq 0,5 \cdot c1 \cdot 0,9$$
$$Dr \geq \frac{363}{c1}$$

b = Largura útil do boleto de um trilho (pista de rolamento);

Dr = Diâmetro de uma roda;

$Plim$ = Pressão limite sobre uma roda;

$c1$ = Coeficiente aplicado à pressão limite de uma roda, sendo função da rotação da mesma;

$c2$ = Coeficiente aplicado à pressão limite de uma roda, sendo função do grupo a que pertence o mecanismo.

Por fim, a definição do diâmetro da roda se dá pela satisfação da equação apresentada anteriormente, validando os valores apresentados na tabela 32 da ABNT NBR 8400:

1ª tentativa:

$$Dr = 200mm \quad 200 \geq \frac{363}{0,82}$$

$$C1 = 0,82 \quad 200 \geq 442 \text{ (errado)}$$

2ª tentativa:

$$Dr = 400mm \quad 400 \geq \frac{363}{0,94}$$

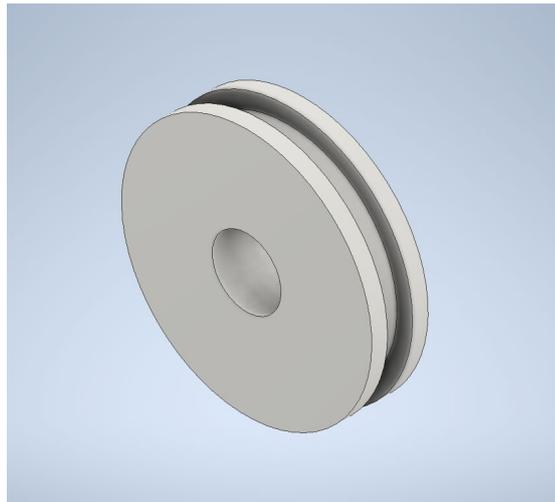
$$C1 = 0,94 \quad 400 \geq 386 \text{ (certo)}$$

Logo, o diâmetro é de 400mm



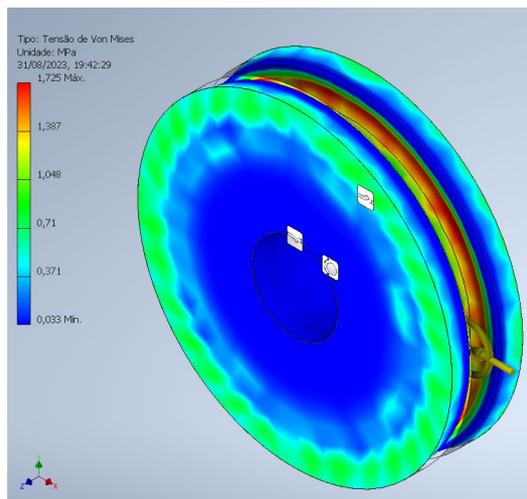
Em razão do dimensionamento do diâmetro, a roda foi retratada no Inventor para fins de verificação das análises de tensão.

Figura 1 – Projeção de roda no Inventor



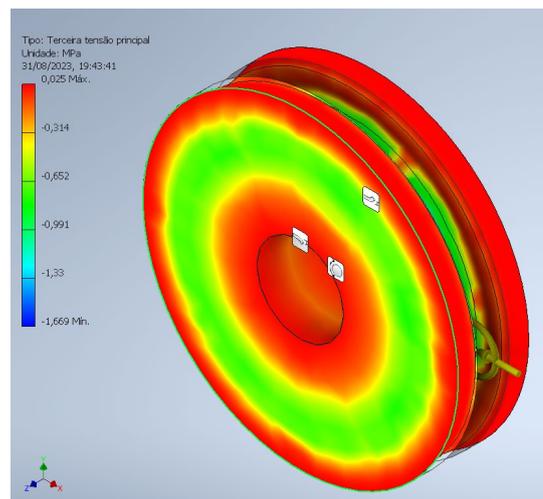
Fonte: Autor (2023)

Figura 2 – Tensão aplicada na pista de rolamento



Fonte: Autor (2023)

Figura 3 – Tensão nas abas



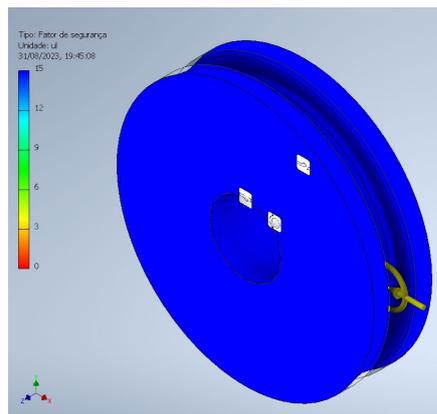
Fonte: Autor (2023)

Através dos resultados obtidos nas simulações, verifica-se que a tensão máxima aplicada na pista de rolamento de 1,725Mpa e nas abas da roda projetada de



0,025Mpa, se encontram dentro das especificações de projeto, considerando uma tensão admissível de 25,87Mpa para um fator de segurança 15.

Figura 4 – Fator de segurança na aplicação da roda



Fonte: Autor (2023)

CONCLUSÕES

Perante os resultados obtidos nesse estudo, fica evidente que o dimensionamento calculado para o trabalho proposto atende as necessidades de aplicação, tendo boa performance, alta resistência mecânica e excelente bom fator de segurança. Redundando em um projeto visando a segurança operacional, e redução de custos com manutenção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao UniFOA pelo apoio no desenvolvimento técnico-científico através dos pelos mecanismos de desenvolvimento disponibilizados e pelo incentivo discente através do programa fomento a pesquisa.



REFERÊNCIAS

ABNT NBR 8400 – 1984: Cálculo de equipamento para levantamento e movimentação de cargas.

ABNT NBR 8401 – 1984: Rodas metálicas biflangeadas para equipamentos de levantamento e movimentação de cargas – Dimensões, materiais e características gerais.

AIST – Association for Iron & Steel Technology, Disponível em: www.aist.org, medição de coeficientes de atrito, 2000.

Andrew Salach Frank Petrek - **DESGASTE DE RODAS E TRILHOS EM PONTES ROLANTES DE LAMINAÇÕES** - 52º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, parte integrante da ABM Week, realizada de 17 a 21 de agosto de 2015, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ASTM A504-93: Standard Specification for Wrought Carbon Steel Wheels

BARBOSA, Felipe Dias; COIMBRA, Guilherme dos Santos; FONSECA, Rodrigo Teixeira. **Estudo de Viabilidades Técnicas Aplicadas em Rodas de Ponte Rolante na Siderurgia.** 103 Fls. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Mecânica – Centro Universitário de Barra Mansa. Barra Mansa, RJ, 2020.

Bruno Felipe da Silva, Bernardo Azevedo Felipe, Marcos Vinícius Sousa Varão – **Projeto de uma ponte rolante** – Universidade de Brasília, 2019

Catálogo Acoplamento Spitti Ltda. – Acoplamento G52 Semi-flexível. Disponível em:

<http://acoplamentofacil.com.br/uploads/produtos/catalogo%20dimensional%20acoplamento%20de%20engrenagem%20g52%20simples%20engrenamento.pdf>

Shigley, J. E., Mischke, C. R., & Budynas, R. G. (2014). Mechanical Engineering Desing. McGraw-Hill Education. Disponível em: <https://dl.icdst.org/pdfs/files3/ad7608c18e740b0e402c025fa3187de8.pdf>