

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Governo do Estado de São Paulo

ETEC Júlio de Mesquita

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO

TÉCNICO EM MECÂNICA

Arlem Natanael

David Garcia

Eduardo Elias da Silva

Jeferson Souza da Silva

José Lourival

Lucas Freire Lucena

Marcos Costa Leão

ELEVADOR DE CARGA MÓVEL

SANTO ANDRÉ

2023

Arlem Natanael

David Garcia

Eduardo Elias da Silva

Jeferson Souza da Silva

José Lourival

Lucas Freire Lucena

Marcos Costa Leão

ELEVADOR DE CARGA MÓVEL

Monografia do Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado à ETEC Júlio de Mesquita do
Curso Técnico Mecânica
Orientador: Prof. – Rinaldo Ferreira Martins

Santo André

2023

2

Lista de ilustrações

Figura 1 – Elevador de Elisha Graves Otis (1851).....	9
Figura 2 – Elevador monta-cargas.....	14
Figura 3 – Tabela NBR	18
Figura 4 – Tarugo.....	25
Figura 5 – Rolamento.....	25
Figura 6 – Chapa.....	25
Figura 7 – Tubo.....	25
Figura 8 – Tubo.....	26
Figura 9 – Perfil “U”	26
Figura 10 – Catraca.....	26
Figura 11 – Rodízio.....	26
Figura 12 – Roldanas.....	27
Figura 13 – Eletrodos.....	27
Figura 14 – Disco Flap.....	27
Figura 15 – Tintas.....	27
Figura 16 – Protótipo do projeto.....	35

Lista de tabelas

Tabela 1 – Cronograma de atividades.....	16
Tabela 2 – Gráfico de Gantt.....	17

Lista de abreviaturas e siglas

M *Massa*

σ_e *Limite de escoamento*

\mathcal{F}_s *Fator de segurança*

σ_{adm} *Tensão admissível*

q *Pressão*

t *Espessura*

Resumo

Elevador é um sistema de transporte vertical projetado para mobilizar cargas e objetos em diferentes níveis. Ele pode ser usado tanto para subir como para descer. Compatível com peças de mecânicas, elétricas e eletrônicas e residencial, tudo isso trabalham juntos para alcançar um meio seguro de mobilidade. Na aplicação de sistema de transporte vertical, é importante saber decidir qual o sistema de movimentação mais adequado, hidráulico, elétrica ou mecânica. Cada tipo tem características que o torna particularmente bem adaptado para uma aplicação específica. Nesse caso específico o elevador manual é mecânico, basicamente por meio da força gerada pelo trabalho braçal. Apesar disso, não é necessário um esforço grandioso para operá-la, pois existem mecanismos que facilitam sua utilização — como, por exemplo, sistemas de rolamento e roldanas que auxiliam na elevação da torre.

Palavras-chave: Movimentação, Elevador, Cargas

ABSTRACT

Elevator is a vertical transport system designed to move loads and at different levels. It can be used both for going up and down. For mechanical, electrical and electronic parts and residential, all this we are together to achieve a means of mobility. The application of the vertical transport system will be able to decide which is the most efficient handling system, hydraulic or traction. Each has features that make it particularly well suited for a specific application. specific case the manual lift basically through the force produced by manual work. Despite this, a grandiose one is not necessary to work, as there are mechanisms that facilitate its use — such as, for example, bearing systems and auxiliary pulleys in the promotion of the tower.

Keywords: Handling, Elevator, Loads.

SUMÁRIO

Capa.....	1
Folha de Rosto.....	2
Lista de Ilustrações.....	3
Lista de Tabelas.....	4
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	5
Resumo.....	6
Abstract.....	7
Sumário.....	8
1. Introdução.....	9
2. Tema.....	10
2.1 Evolução.....	12
3. Dados do Projeto.....	13
3.1 Tipos de Projeto.....	14
4. Área de Atuação.....	15
4.1 Equipe Técnica do Projeto.....	15
Cronograma.....	16
Gráfico de Gantt.....	17
4.2 Objetivos.....	18
5. Materiais e Métodos.....	19
5.1 Cálculos.....	21
5.2 Materiais e Custos.....	25
Desenhos.....	28
6. Manual Técnico.....	33
7. Conclusão.....	34
Protótipo do Projeto.....	35
8. Bibliografia.....	36

1. Introdução

Desde a antiguidade os seres humanos têm certas dificuldades em transportar e alçar matérias com pesos elevados, em razão disso, o homem inventou maquinários que facilitassem na locomoção e elevação de cargas. Atualmente, constata-se que essa dificuldade permanece em diversas ambientes, especialmente nas indústrias e nas residências. Nesses lugares encontramos diversos profissionais com crises relacionadas à coluna cervical devido ao levantamento e transporte de cargas.

Segundo o INSS (Instituto Nacional do Seguro Social) dores nas costas caracteriza-se como a doença que mais afasta trabalhadores do ambiente de trabalho no Brasil, estima-se 55 milhões em seis meses, caracterizando um sério problema de saúde pública. Neste contexto o projeto de elevador de carga móvel apresentado facilitará a vida e a saúde de vários colaboradores no Brasil e no mundo.

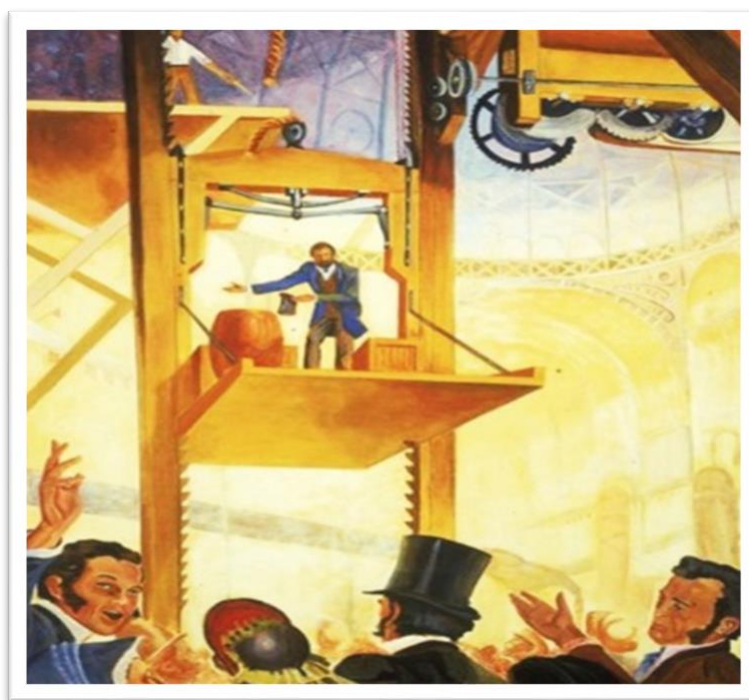


Figura 1 – Elevador de Elisha Graves Otis (1851)

2. Tema

A história dos equipamentos de manuseio de carga começa com a Revolução Industrial que se caracterizou, principalmente, pela introdução de máquinas no processo de produção, substituindo com vantagens o trabalho e as ferramentas manuais no final do século XVIII.

Esse avanço criou a necessidade de um dispositivo que pudesse elevar os materiais mais pesados e transportá-los por distâncias curtas. Aparentemente, o primeiro dispositivo destinado a esse trabalho foi o carrinho de duas rodas, que permitia carregar materiais sem a necessidade de deslocá-los verticalmente. Mas ainda eram equipamentos rústicos, de fabricação artesanal.

Nesse sentido, a patente mais antiga, referente a uma carroça com um guincho acoplado, data de 1867, já com guincho e plataforma em balanço. Mas a divulgação foi muito restrita na época, de modo que por muito tempo a ideia não foi utilizada, apesar de ser bastante inovadora. Outras empresas até tentaram produzir elevadores de carga, também sem resultados práticos.

Em 1887, foi inventado um caminhão que permitia, além do movimento horizontal, a elevação da carga algumas polegadas acima do solo, constituindo assim um dos precursores das empilhadeiras.

No final do século XIX, todas as estações ferroviárias tinham um carrinho de quatro rodas para transporte de bagagem, de acionamento manual. Em 1906, um trabalhador da Pennsylvania Railroad, ligou uma bateria a um carrinho de bagagem, criando um dos primeiros veículos auto propelidos de transporte de carga, no qual o operador tinha de caminhar na frente do veículo devido à posição dos controles.

As primeiras empilhadeiras surgiram três anos depois, ainda com uma plataforma de elevação de chapa fechada, em lugar dos garfos atuais. Depois disso, somente em 1909 surgiu o primeiro veículo elevador totalmente metálico, utilizado em fábricas de

papel. Nessa ocasião, também surgiram diversos fabricantes, com a concessão de uma série de patentes.

Em 1913, apareceu o primeiro veículo com movimentação elétrica vertical e horizontal da carga, semelhante a um pequeno guindaste montado num caminhão plataforma. Mas, apesar dos aperfeiçoamentos ocorridos e dos diversos modelos lançados no período, esses equipamentos não seriam muito difundidos até 1926.

Nos países europeus, a Primeira Guerra Mundial recrutou grande parte dos homens em idade de trabalho, o que criou modelo auto propélido de empilhadeira da ElwellParker, em imagem de meados do século XX

Falta de mão de obra na indústria local e aumentou a necessidade de máquinas de movimentação de carga, de modo a aumentar a produtividade. Em 1915, a Ransomes, Sims & Jefferies criou um veículo auto propélido que podia mover as cargas na horizontal e vertical. O movimento vertical, inicialmente manual, foi substituído por acionamento elétrico em 1915. O curso dos movimentos, contudo, continuava bastante curto.

Em 1917, a Clark Company, uma fabricante de eixos dos EUA, criou um veículo de transporte que recebeu o nome de Trutractor, utilizado para movimentação de materiais em sua fábrica. Vendo o equipamento em trabalho nesse local, os clientes passaram a solicitar veículos desse tipo para uso em suas próprias em presas. Poucos anos depois, foi adicionado um elevador hidráulico, para propiciar a elevação.

Em 1920, o mercado de empilhadeiras nos EUA já contava com três fabricantes: Clark, Towmotor e Yale & Towne.

2.1 Evolução

No período entre as guerras ocorreram diversas inovações, que alteraram significativamente a fabricação e a utilização das empilhadeiras. Os mais importantes foram o uso da hidráulica, inclusive na elevação, os rolamentos de esferas nas rodas e a introdução dos pallets padronizados (em 1930), o que levou à utilização de garfos pelos fabricantes – iniciada pela Yale em 1923, juntamente com a torre de elevação, que podia se estender acima da altura do caminhão.

Também houve um esforço concentra do para redução da distância entre eixos, sem sacrificar a estabilidade. Além disso, seguindo a tendência da época, os componentes rebitados foram substituídos por peças soldadas.

No início da Segunda Guerra Mundial, as empilhadeiras já se pareciam com as máquinas atuais, tornando-se uma parte importante do esforço de guerra, no caso, para carga de munição, alimentos e outros itens de consumo. Além da escassez de mão de obra de estiva no transporte e transbordo de mercadorias, as armas e as munições haviam se tornado mais pesadas, por isso, não havia mais condições de movimentá-las manualmente.

Após o final da guerra, as máquinas se tornariam bastante populares. Contudo, ainda eram muito grandes e desajeitadas para trafegar pelos estreitos corredores dos almoxarifados. Nos anos de 1950, os projetos passaram a assegurar maior manobrabilidade e alcance vertical, havendo.

3. Dados do Projeto

Esta pesquisa tem como principal objetivo ampliar o conhecimento básico sobre o funcionamento de um elevador de carga móvel de forma que simplifique a resolução de problemas comuns aos usuários no transporte e armazenagem de materiais

Este projeto visa aplicar tudo o que foi ensinado durante as aulas até o fim do curso, poder exemplificar a funcionalidade e esclarecer dúvidas, Fazer as demonstrações para fins teóricos e práticos de seu funcionamento e Desenvolvimento mecânico, Este projeto se constituirá de um sistema simples, com os princípios básicos de elevação por tração de uma Catraca manual

3.1 Tipos de Projeto

Segundo Rudenko (1976), as operações de manuseio de carga em todas as empresas dependem das facilidades de transporte interno e externo. Na parte interna, é fundamental a utilização de máquinas de elevação e transporte para tornar os Processos da linha de produção mais ágeis. Em seu livro, Máquinas de Elevação e Transporte, Rudenko (1976), classifica essas máquinas em: Equipamento de elevação, equipamento de transporte e equipamento de superfície e elevação.



Figura 2 – Elevador monta-cargas

4. Área de atuação

Nossa estratégia iniciou-se a partir da análise do público alvo, que é a prioridade no uso doméstico, microempreendedores e empresas de variados ramos.

No uso doméstico, pode ser aplicado para mover os móveis de lugar, caixas de ferramenta, botijões de gás etc. Para os microempreendedores, como restaurantes e bares, também para entregadores, pois poderá auxiliar nas entregas e movimentações de cargas em geral.

Por fim, para as empresas, pode ser aplicado em atividades cotidianas auxiliando o funcionário nas movimentações e preservando sua ergonomia.

4.1 Equipe técnica do Projeto

- **Arlem Natanael** – Manual do projeto
- **David Garcia** – Cronograma e Gráfico de Gantt
- **Eduardo Elias da Silva** – Desenho Técnico
- **Jeferson Souza da Silva** – Slides e Desenvolvimento do projeto
- **José Lourival** – Protótipo e Cálculos
- **Lucas Freire Lucena** – Documentação do projeto
- **Marcos Costa Leão** – Diários de bordo

Cronograma de atividades

PREVISTO	REALIZADO

PREVISTO						
ATIVIDADES	SEMESTRE					
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
PLANEJAMENTO						
FORMULAÇÃO DOS OBJETIVOS						
FORMULAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS						
CRONOGRAMA						
EXECUÇÃO						
AVALIAÇÃO / TESTES						
ENTREGA FINAL						

REALIZADO						
ATIVIDADES	SEMESTRE					
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
PLANEJAMENTO						
FORMULAÇÃO DOS OBJETIVOS						
FORMULAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS						
CRONOGRAMA						
EXECUÇÃO						
AVALIAÇÃO / TESTES						
ENTREGA FINAL						

GRÁFICO DE GANTT



4.2 Objetivos

Adequar o projeto as Normas NBR 8400 e NBR 14714, dimensionar corretamente o elevador, estrutura, cabos, roldanas, rolamentos e polias. Estando calculados os equipamentos, a seleção de materiais de excelência é o próximo tópico a ser executado.

Por último, o esboço estrutural em SolidWorks finaliza o processo.

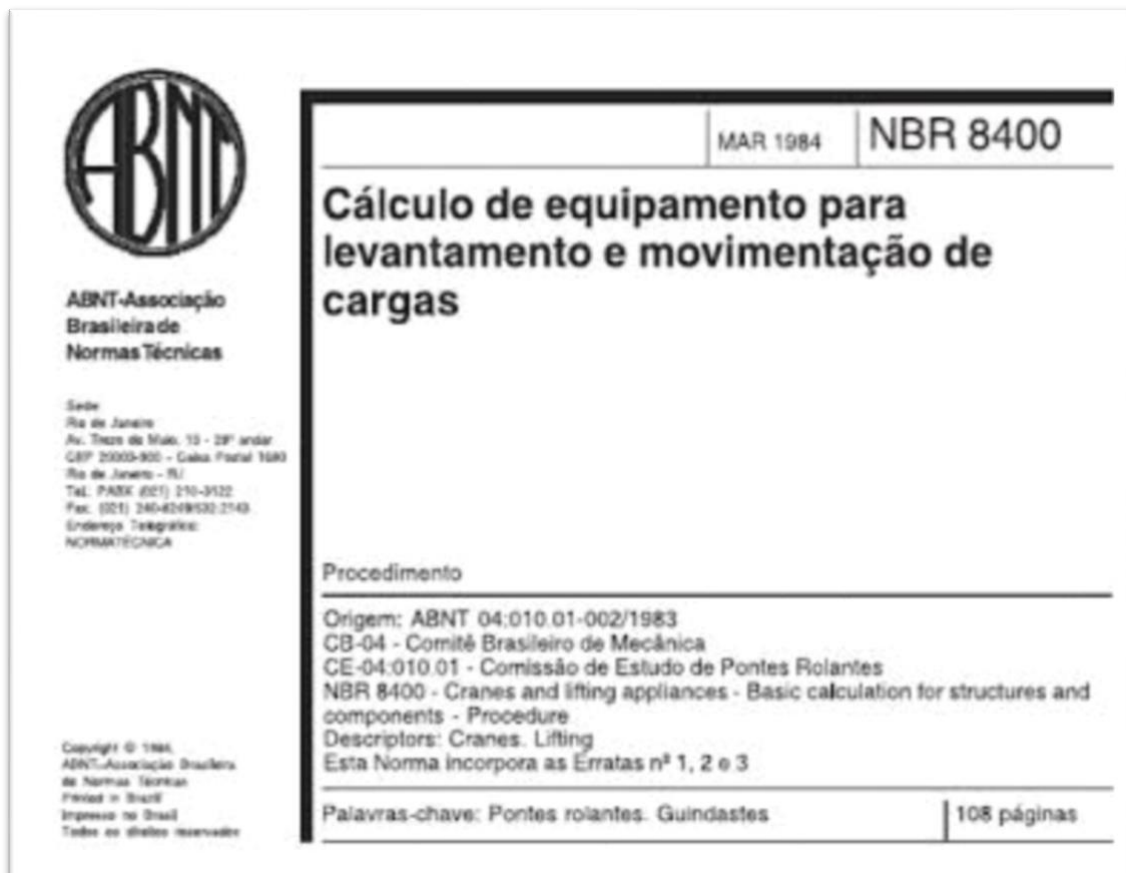


Figura 3 – TABELA NBR

5. Materiais e métodos

Classificação de acordo com a NBR 8400

A norma classifica os mecanismos quanto a classe de funcionamento e o

Estado de solicitação. A classe de funcionamento é tabelada de acordo com o tempo

Médio diário de funcionamento. Já o estado de solicitação, diz respeito a intensidade

Das cargas que serão transportadas, e o quão próximo da carga máxima as solicitações estão.

Como base para a adequação do elevador e o projeto do monta-cargas, foram

Utilizadas as normas NBR-8400 de 1984, que trata do cálculo de equipamentos para

Levantamento e movimentação de cargas, como os cabos e polias. A norma traz

Também classificações de acordo com o tempo de uso e as cargas aos quais o

Equipamento estará sendo solicitado durante o funcionamento. E a norma NBR-14712 Cálculos dos Elementos Mecânicos conforme especificação da norma.

- **Cabos de aço**

No cálculo dos cabos de aço, a norma NBR-8400 determina que o diâmetro mínimo seja calculado através da fórmula abaixo:

$$dc = Q\sqrt{T} \quad (1)$$

T → Esforço máximo de tração

Q → *Coeficiente dependente da* Cálculos dos Elementos Mecânicos

- **Cálculo das polias**

A norma NBR-8400 determina que o diâmetro das polias seja escolhido a partir do diâmetro mínimo de enrolamento do cabo, calculado com a equação 2 abaixo:

Onde H1 e H2 são coeficientes tabelados pela norma, escolhidos de acordo com a configuração do mecanismo. No entanto, a norma NBR-14712, item 5.2.4 determina apenas que as polias tenham no mínimo 30 vezes o diâmetro do cabo.

- **Tensão Admissível**

Para garantir a segurança, é necessário que se limite a carga aplicada a um valor menor do que a carga máxima suportada pelos elementos da máquina (Hibbeler, 2019). Essa relação é calculada com base na escolha do fator de segurança do projeto, através da seguinte equação:

$$\text{Fator de segurança (FS)} = \frac{\text{ruptura}}{\text{carga}}$$

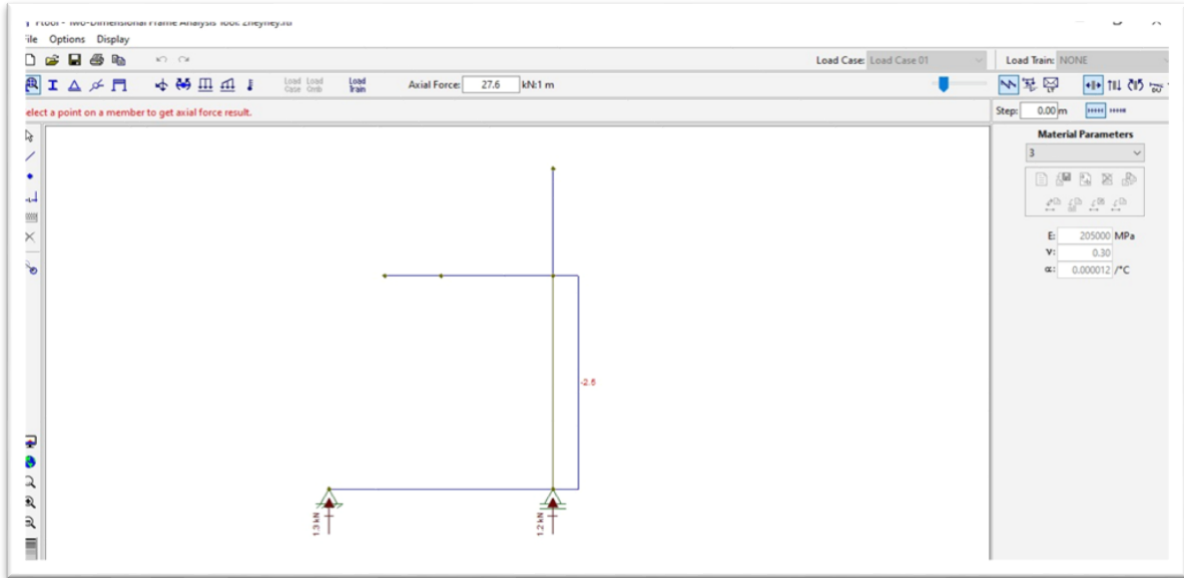
- **Espessura Mínima da Chapa**

Determinar a espessura mínima da chapa é a forma mais segura de se projetar o piso da máquina de elevação. Assumindo que a chapa seja plana, uniforme de material isotrópico.

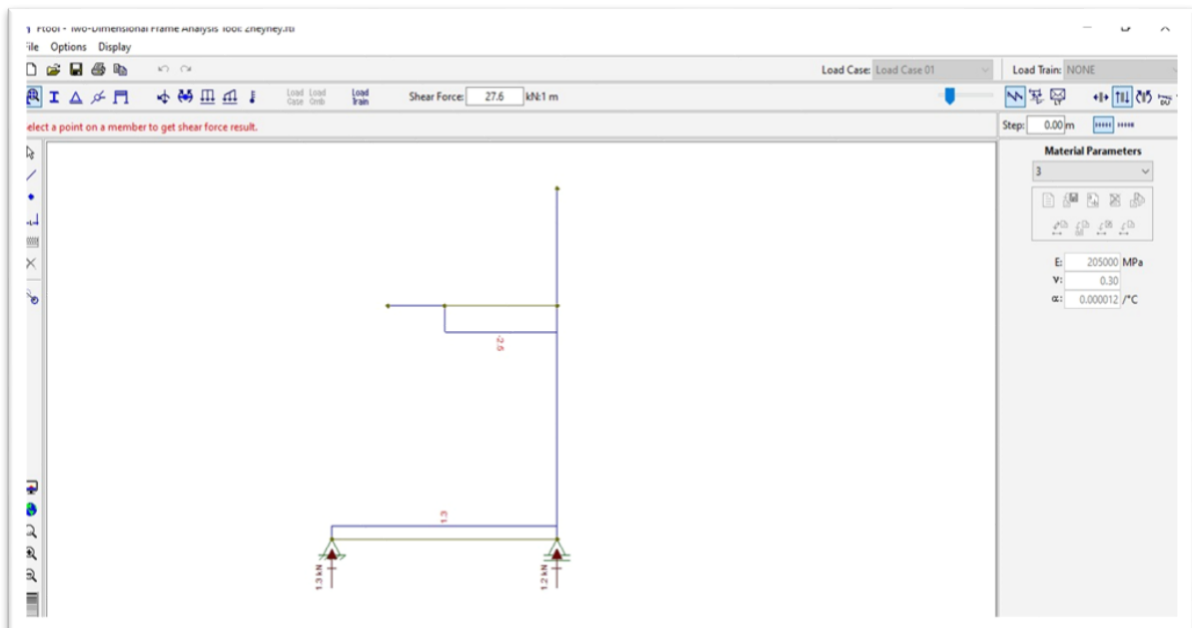
O esforço máximo de tração é calculado a partir das cargas as quais o cabo está sendo solicitado. O coeficiente Q é tabelado de acordo com o grupo do mecanismo, avaliado cruzando os dados referentes ao estado de solicitação e a classe de funcionamento. Após o cálculo do diâmetro mínimo, foi escolhido o diâmetro que mais se aproximava no catálogo de cabos da CIMAF.

5.1 Cálculos

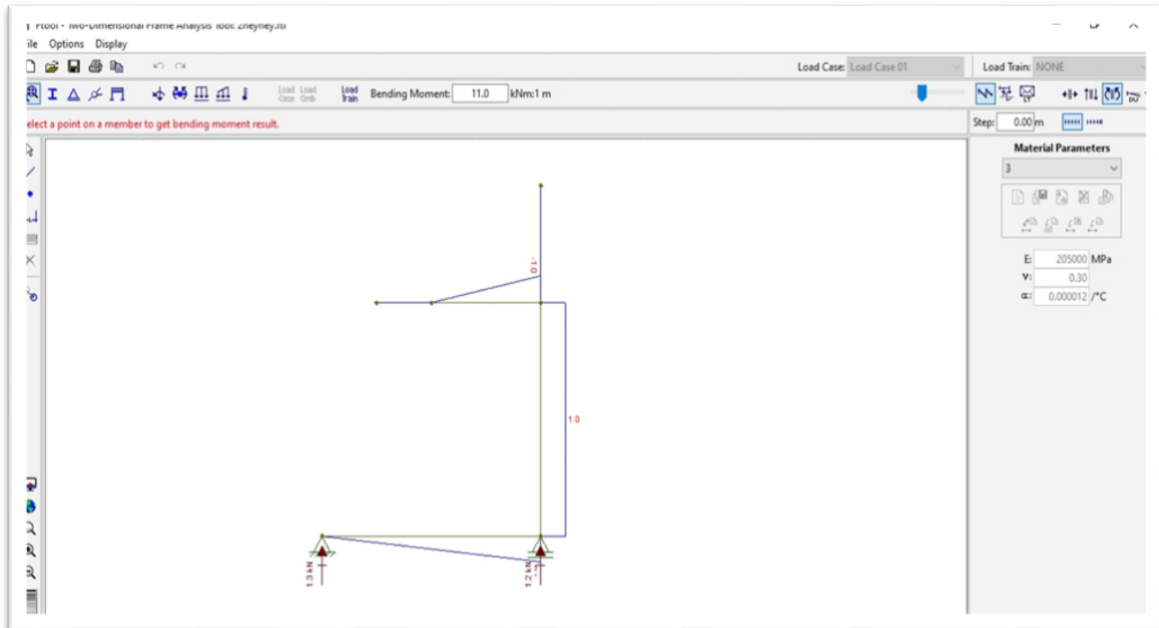
Momento da Força Axial



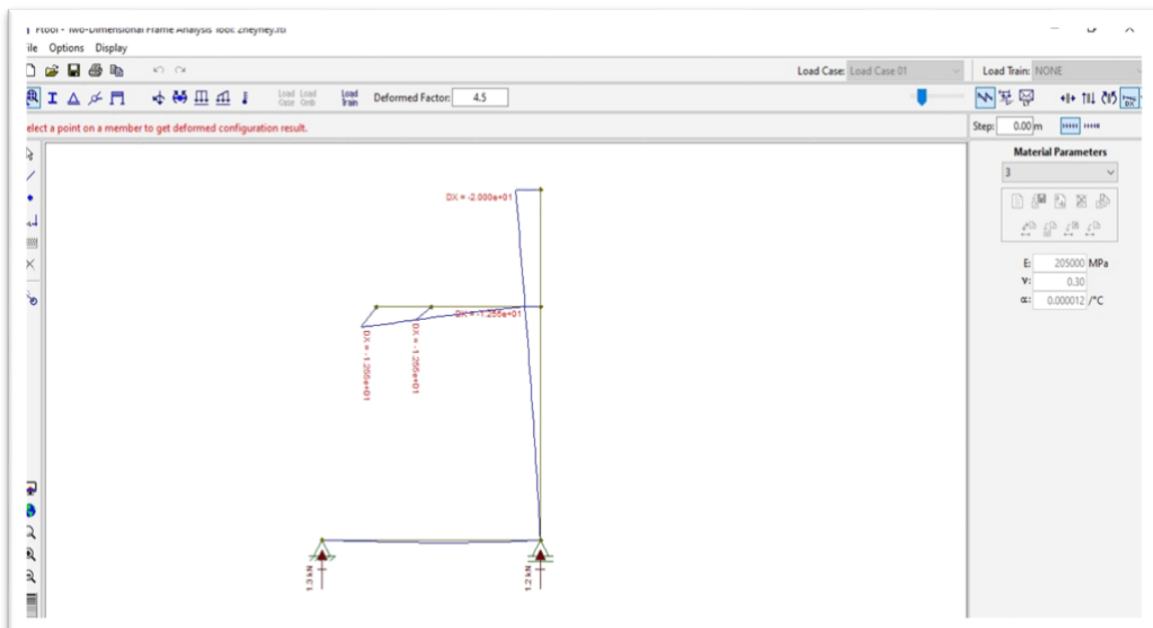
Momento da força cisalhamento



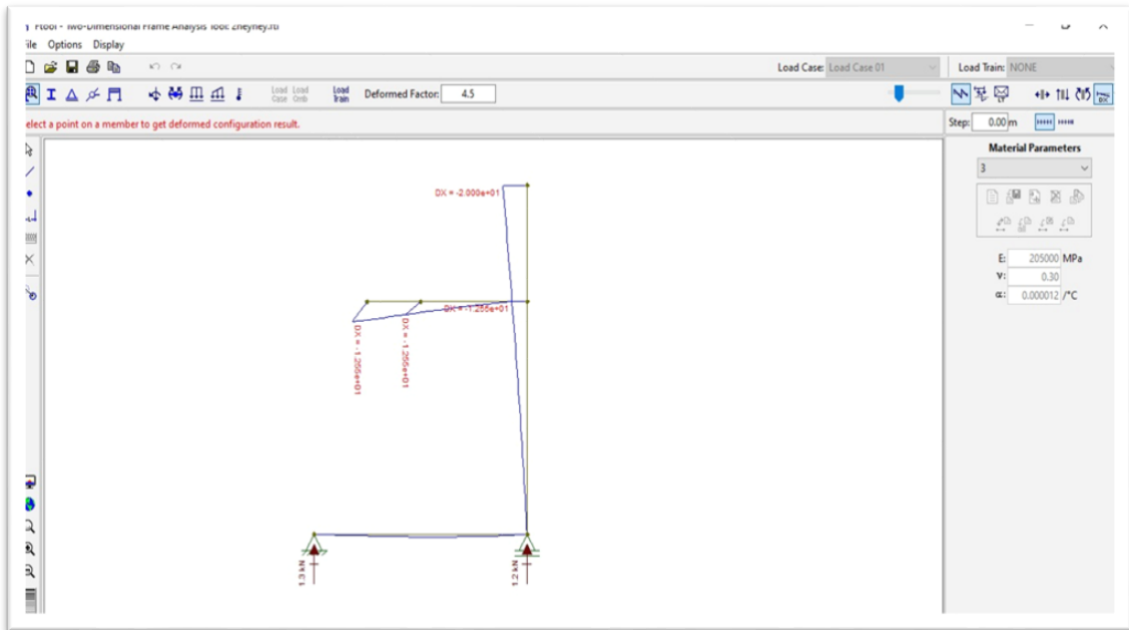
Momento todas as forças



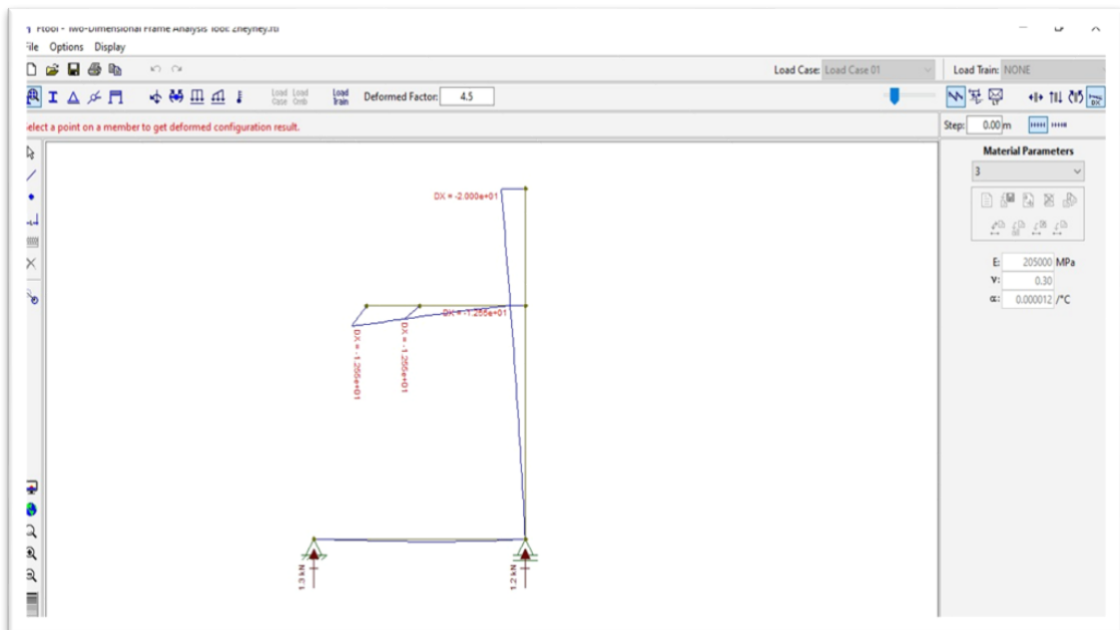
Momento força partes vertical



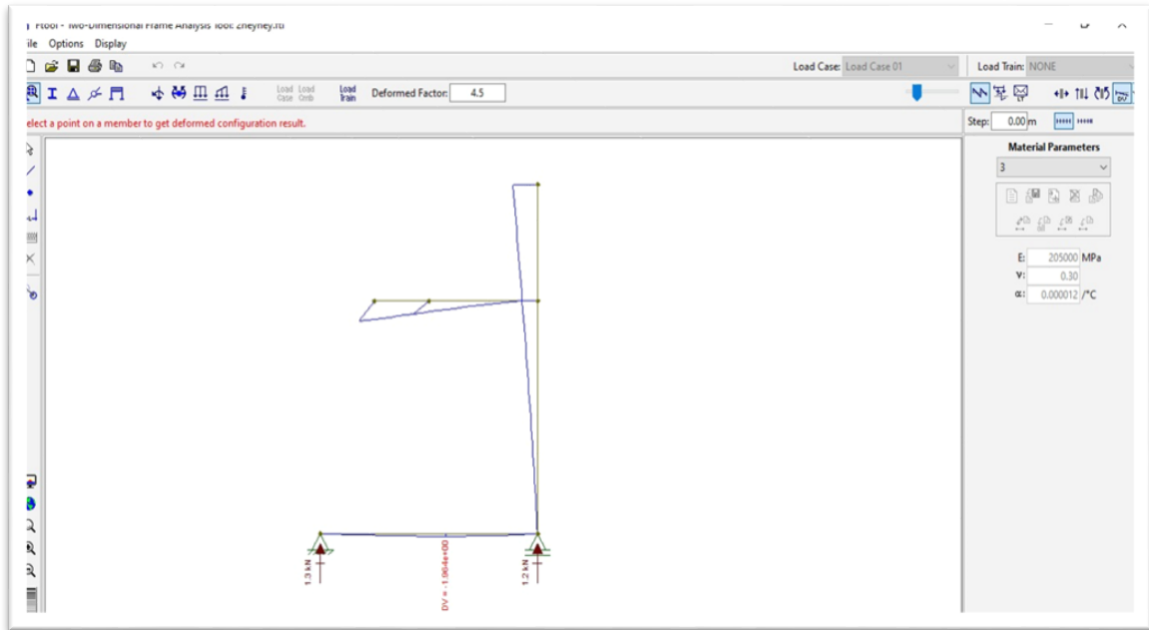
Momento parte horizontais



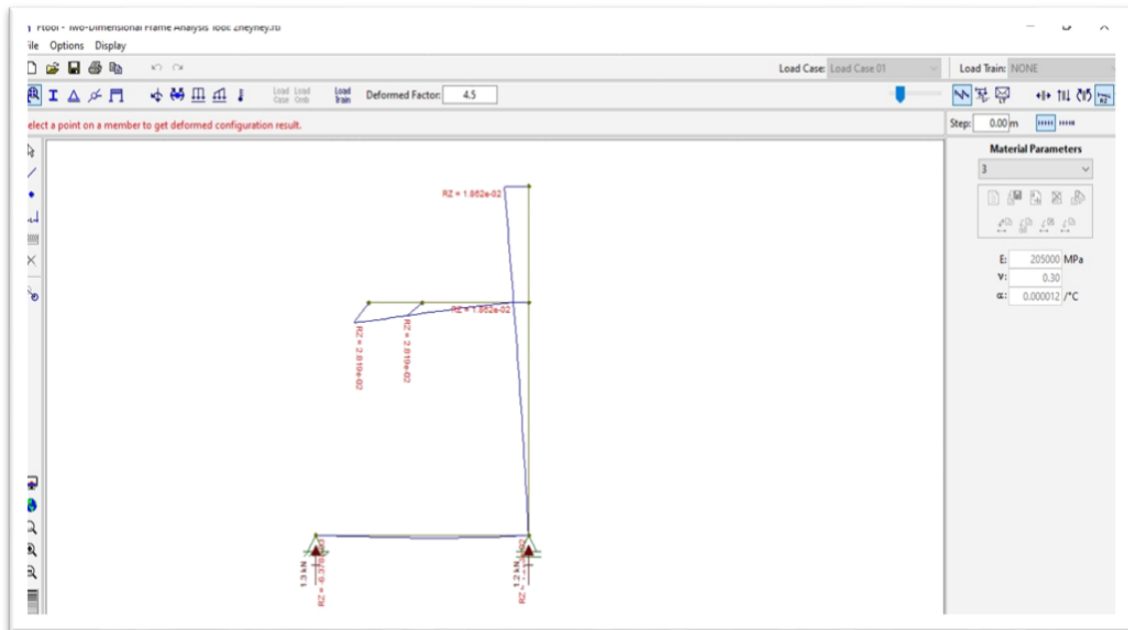
Deslocamento axial



Deslocamento transversal



Valores do deslocamento de rotação



5.2 Materiais e custos

Segue abaixo tabela de valores reais gastos na execução:



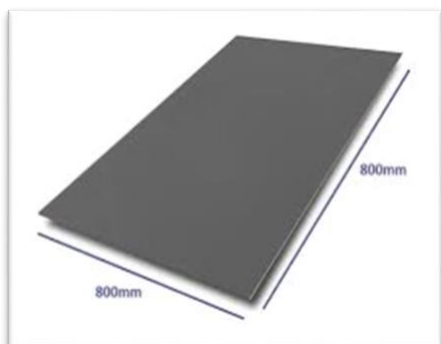
3 BARRAS DE TARUGO DE AÇO CARBONO
TREFILADO SAE 1045 DE 30MM X 600MM – R\$
327,87

Figura 4 – Tarugo



8 ROLAMENTOS COM 28MM X 67MM X 18MM –
R\$477,00

Figura 5 – rolamento



1 CHAPA DE AÇO CARBONO 800MM X 800MM X
2MM – R\$100,00

Figura 6 – Chapa



1 TUBO QUADRADO DE AÇO CARBONO 40MM X
40MM X 6000MM – R\$203,64

Figura 7 – Tubo



1 TUBO QUADRADO DE AÇO CARBONO 25MM X
25MM X 6000MM – R\$90,30

Figura 8 – Tubo



1 PERFIL U DE AÇO CARBONO 75MM X 40MM X
3MM X 6000MM – R\$204,00

Figura 9 – Perfil U



1 CATRACA DE ARRASTE DE 323KG – R\$130,00

Figura 10 – Catraca



4 RODIZIOS GIRATÓRIOS COM PLACA E FREIO 3”
P/ 170KG CADA – R\$284,00

Figura 11 – Rodizio



4 ROLDANAS DE 2" – R\$100,00

Figura 12 – Roldanas



2KG DE ELETRODO OK 46 6013 DE 3,25MM ESAB – R\$80,00

Figura 13 – Eletrodos



1 FLAP DE ACABAMENTO – R\$10,00

Figura 14 – Disco Flap

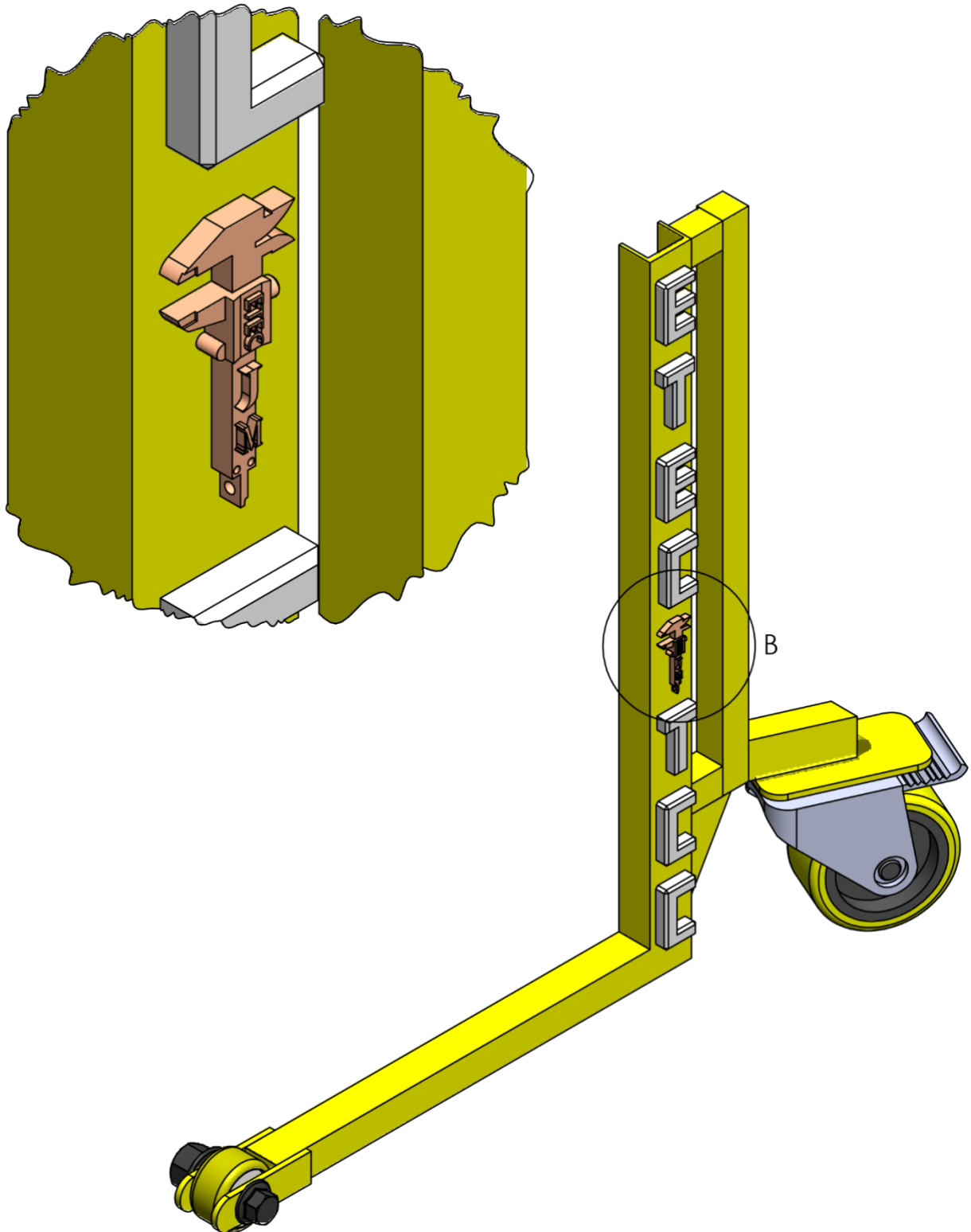


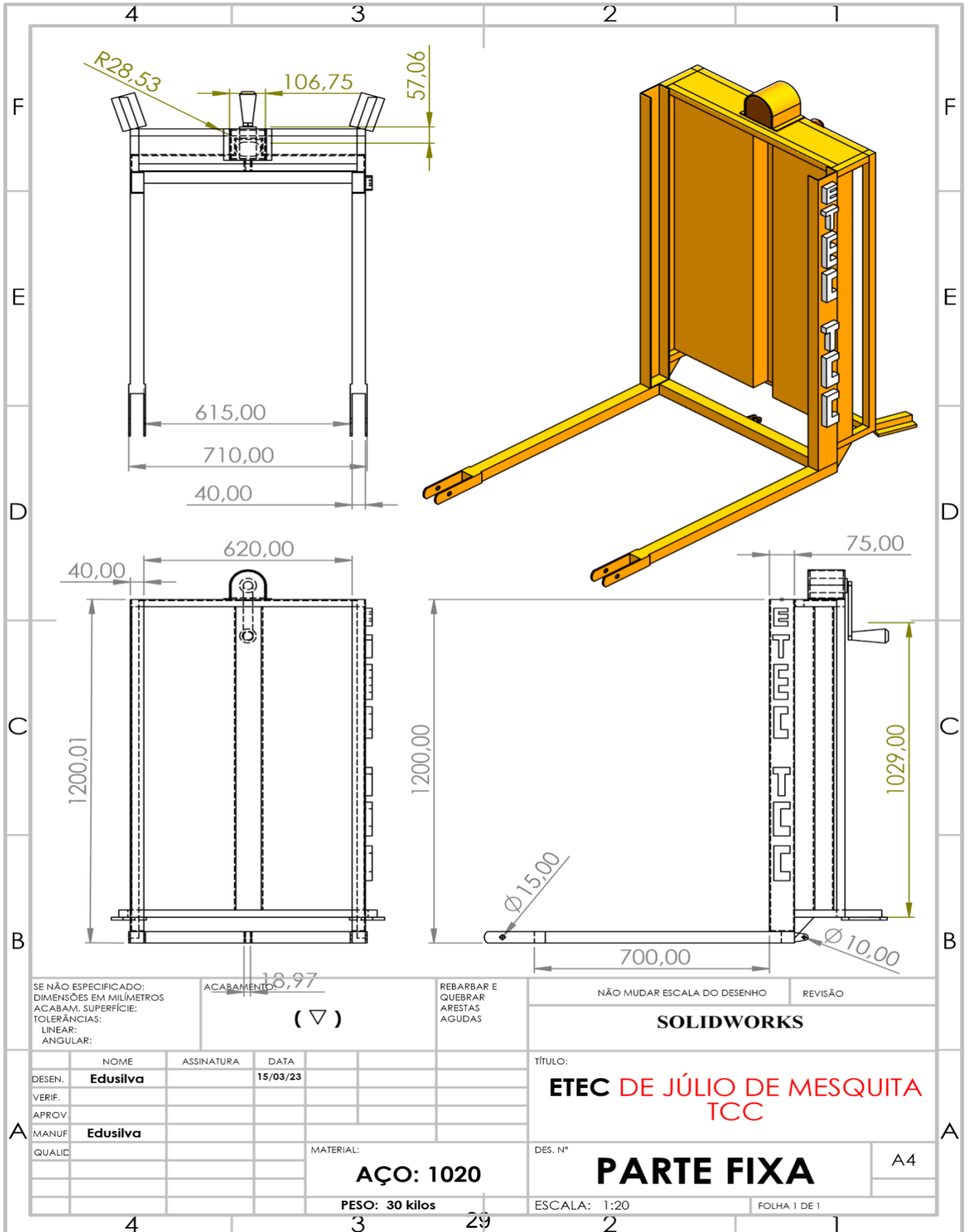
2 LATAS DE TINTA SPRAY – R\$30,00

Figura 15 – Tintas

TOTAL R\$ 2036,8

Desenhos





SE NÃO ESPECIFICADO:
DIMENSÕES EM MILÍMETROS
ACABAM. SUPERFÍCIE:
TOLERÂNCIAS:
LINEAR:
ANGULAR:

ACABAMENTO:
(▽)

REBARBAR E
QUEBRAR
ARESTAS
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

SOLIDWORKS

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	Edusilva		15/03/23
VERIF.			
APROV.			
MANUF.	Edusilva		
QUALIC.			

TÍTULO:
**ETEC DE JÚLIO DE MESQUITA
TCC**

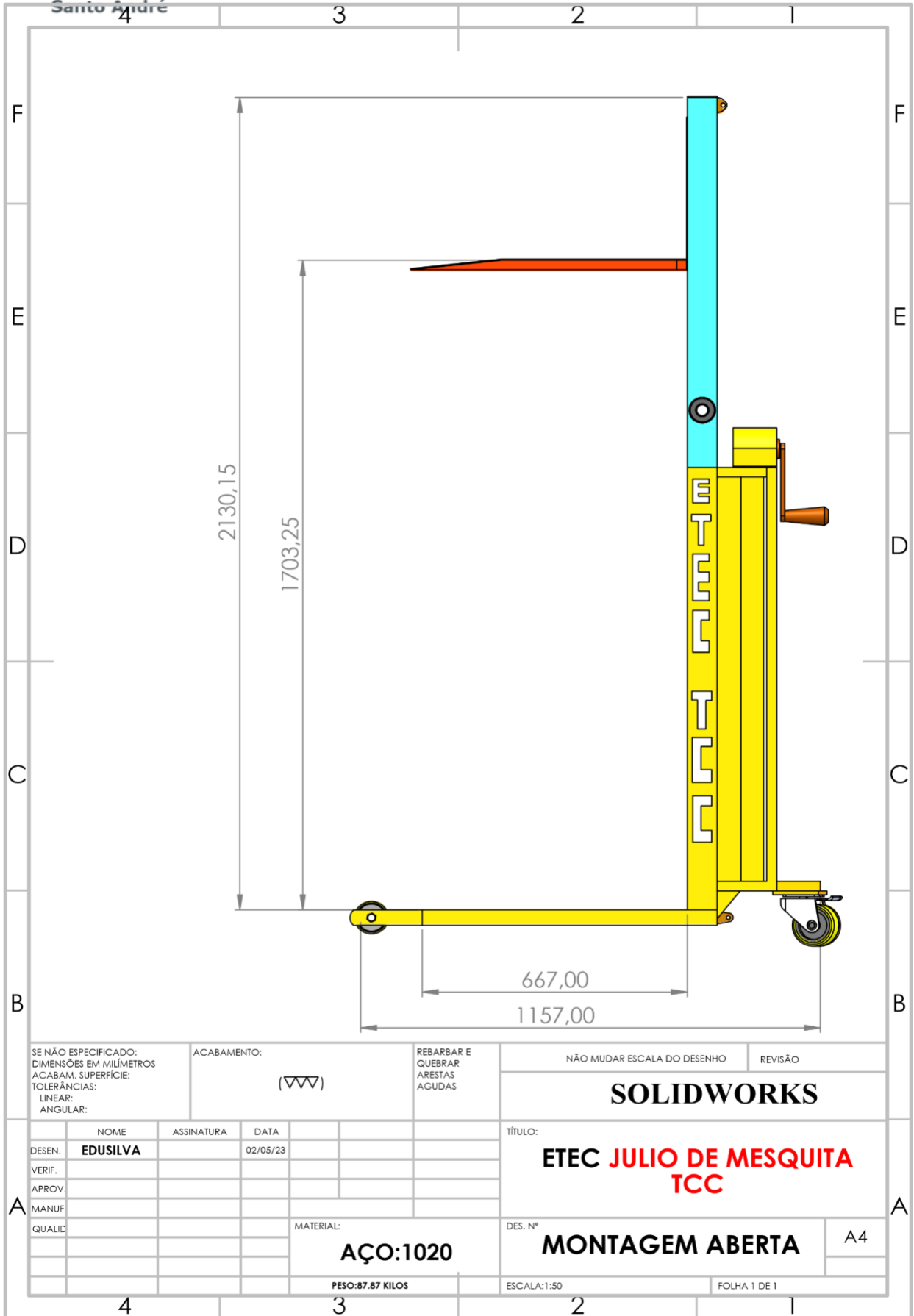
MATERIAL:
AÇO: 1020
PESO: 30 kilos

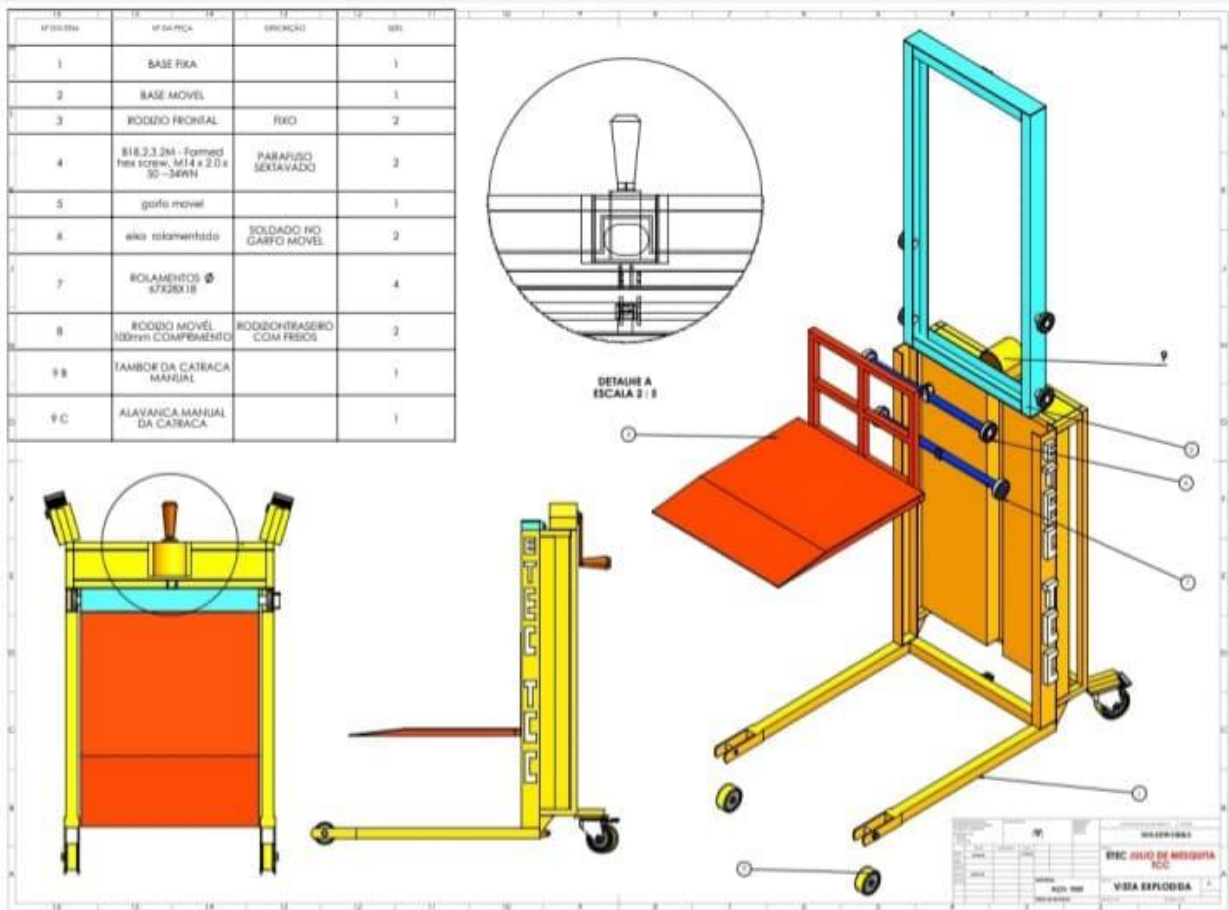
DES. N°
PARTE FIXA

A4

ESCALA: 1:20

FOLHA 1 DE 1





6. Manual Técnico

Para que se tenha o melhor desempenho desse equipamento, recomendamos a leitura detalhada deste manual, que foi redigido de forma a garantir a durabilidade e a segurança do mesmo. Procure orientar todos os usuários da sua empresa sobre as melhores formas e cuidados de utilizar seu elevador de cargas moveis, garantindo assim maior tempo de vida útil do equipamento.

ALERTAS

Antes de operar seu elevador de cargas moveis, leia as instruções contidas neste manual para obter o máximo rendimento e durabilidade do equipamento;

- Proibido a utilização deste equipamento por criança.
- Nunca transporte nem eleve pessoas sobre o equipamento.
- Nunca ultrapasse a capacidade de carga máxima indicada na plaqueta.
- Nunca faça manobras bruscas quando a carga estiver elevada.
- Trafegue em pisos planos e isentos de buracos.
- Somente movimentar e elevar cargas no centro da plataforma do equipamento.
- Não deixe seu equipamento na chuva e nunca o lave com jato d'água.
Limpe as partes metálicas apenas com pano.

OBSERVAÇÃO:

Este equipamento foi projetado para suportar 250Kg desde que respeite as seguintes condições.

O equipamento deve operar somente em pisos totalmente lisos e sem obstáculos. A carga deve ser disposta sempre no centro da plataforma do equipamento.

PRINCIPAIS CARACTERISTICAS

Não precisa ser montado já está pronto para ser usado.

Equipamento móvel com partes deslizantes, capacidade de carga até 250kg. Já está devidamente lubrificado para operar em ambientes quentes ou frio.

ASSISTENCIA TÉCNICA e GARANTIA

Pode ser feita pelo próprio proprietário do equipamento dispensando qualquer tipo de mão de obra qualificada. Seu equipamento está coberto quanto a defeitos de fabricação por um período de 6 meses.

FUNCIONAMENTO

O elevador de carga móvel caracteriza-se pela simplicidade de transferir uma carga de um ponto a outro.

Nesta operação é recomendado que a carga esteja no centro da plataforma do equipamento.

Estas recomendações garantem o uso adequado do equipamento prolongando o tempo de vida útil do mesmo.

USO

Transportar carga com até 250kg evitando assim grandes esforços físicos.

MANUTENÇÃO

Recomendamos a lubrificação das partes moveis com graxa à base de alumínio que são mais resistente a água e a altas temperaturas. Peças que sofrerem desgaste ao longo do uso como:

- Roldanas
- Catraca de arraste
- Rolamentos
- Cabo de aço
- Rodízio

Podem ser trocadas pelo proprietário, devido a sua baixa complexidade.

7. Conclusão

Conclui-se que, o elevador de carga móvel tem a finalidade de auxiliar em trabalhos de pequena e média dificuldade. Pode ser utilizado para serviços domésticos, e até em microempresas que necessitem de apoio sem utilizar trabalho braçal diretamente.

Sendo manejado corretamente por empresas, ele agilizará processos e renderá ganhos por essa redução de tempo no trabalho efetuado. No ambiente doméstico, agregará para apoio às pessoas de idade avançada, por exemplo, pois tendo-o como auxiliador, reduzirá acidentes causados por manuseio incorreto ou postura inadequada para determinado tipo de peso.

Protótipo do projeto



Figura 15 – Protótipo

8. Bibliografia

<https://proeleva.com/catalogos/artigos-tecnicos/classificacao-do-equipamento>

<https://www.elevadoresservtec.com.br/produtos/elevadores-de-carga/elevador-de-carga-industrial>

<https://www.boxtop.com.br/blog/elevador-de-carga-caracteristicas-preco/#:~:text=Elevador%20de%20carga%20industrial%20%C3%A9,ind%C3%BAstrias%20qu%C3%ADmicas%20e%20de%20transforma%C3%A7%C3%A3o.>

<https://spelevadores.com.br/5-principais-tipos-de-elevadores-conheca-todos/>

<https://jeelevadores.com.br/blog/projetar-o-elevador-de-acessibilidade/>

<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/12513/nbr8400-1-equipamentos-de-elevacao-e-movimentacao-de-carga-regras-para-projeto-parte-1-classificacao-e-cargas-sobre-as-estruturas-e-mecanismos>