



Trabalho de Conclusão de Curso

Técnico Mecânica Industrial

Mesa Pantográfica

Etec Machado de Assis

Felipe Mattos
Felipe Levi Viana Alves
Gabriel Henrique de Araújo Silva
João Vitor Neves Fraga

Etec Machado de Assis

Caçapava – 2026

Resumo

Neste trabalho, foi realizada a criação e fabricação de uma mesa elevatória tipo sanfona, tivemos como objetivo facilitar o movimento seguro de cargas. O sistema da mesa, criou a estrutura mecânica, dimensionamento dos componentes e montagem do sistema de elevação, garantindo resistência, estabilidade e funcionalidade, trazendo mais conforto sendo assim, para quem for usar. Durante a construção, foram utilizados processos de fabricação que aprendemos na aula do professor Rocha, como os processos: corte, soldagem, furação e usinagem para a fabricação das peças. Além disso, foram instalados rodinhas para facilitar a movimentação do equipamento e um sistema de acionamento para permitir a elevação da plataforma de forma eficiente e segura. A mesa elevatória, equipamento que é bastante utilizado em atividades industriais e de manutenção, foi criada para proporcionar maior ergonomia, um conforto maior, reduzindo esforços físicos e aumentando a segurança. A execução deste projeto permitiu que nós aplicássemos praticamente tudo o que aprendemos durante o curso, envolvendo o desenho técnico, processos de fabricação, soldagem, resistência dos materiais e sistemas mecânicos, assim como disse anteriormente. O trabalho mostra uma forma de teoria e prática, contribuindo para o desenvolvimento técnico daqueles que fizeram parte desse projeto participantes.

Summary

This project involved the creation and manufacture of a bellows-type lifting table, with the aim of facilitating the safe lifting and movement of loads. The project included the development of the mechanical structure, the dimensioning of the components, and the assembly of the lifting system, ensuring strength, stability, and functionality. During construction, cutting, welding, drilling, and machining processes were used to manufacture the parts. In

addition, casters were installed to facilitate the movement of the equipment, and a drive system was implemented to allow for the efficient and safe lifting of the platform. The lifting table, widely used in industrial and maintenance activities, was developed to provide greater ergonomics, reducing physical effort and increasing safety during material handling. The result was a functional piece of equipment capable of meeting the practical needs of the institution. The execution of this project allowed the application of knowledge acquired throughout the course, involving concepts of technical drawing, manufacturing processes, welding, strength of materials, and mechanical systems. The work demonstrates the integration between theory and practice, contributing to the technical and professional development of the participants.

1. Introdução

A mesa elevatória tipo sanfona é um equipamento que vemos muito em indústrias, oficinas e setores de manutenção — serve para levantar e colocar as cargas no lugar certo, sempre com segurança e praticidade. Com ela, os operadores não precisam fazer tanto esforço físico, o trabalho fica bem mais confortável e a gente acaba produzindo mais também!

Esse meu projeto teve como objetivo justamente criar e montar uma dessas mesas, usando tudo o que aprendi ao longo do curso: desenho técnico, como fabricar as peças, soldagem, cálculo de resistência dos materiais e toda a parte de mecânica. Desde o começo, fizemos todo o planejamento, calculamos os tamanhos certos, produzimos as partes, montamos e depois testamos bastante para ter certeza que ia funcionar bem, sem riscos e bem firme.

Além de resolver um problema que existe na prática, esse trabalho me ajudou muito a ligar o que vemos na teoria com como as coisas realmente funcionam na realidade. Aprendi muito mais do que nas aulas sozinho, desenvolvi habilidades que vou usar muito na profissão e ainda pude criar uma solução útil para o ambiente industrial. Foi uma experiência e tanto!

2. Objetivo Geral

Projetar, fabricar e testar uma mesa elevatória tipo sanfona, aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo do curso para desenvolver um equipamento seguro, resistente e funcional, capaz de facilitar a elevação e o manuseio de cargas, contribuindo para a melhoria das atividades práticas e para a formação técnica dos alunos.

2.1. Objetivo específico

Aplicar conhecimentos de desenho técnico, dimensionamento mecânico, soldagem e processos de fabricação durante o desenvolvimento do equipamento. Garantir a resistência, estabilidade e segurança da estrutura por meio da seleção adequada dos materiais e componentes. Realizar a montagem e os ajustes necessários para assegurar o correto funcionamento do sistema de elevação. Executar testes de funcionamento para verificar a capacidade de carga, estabilidade e eficiência da mesa elevatória. Desenvolver um equipamento que contribua para a melhoria das atividades práticas da instituição, reduzindo o esforço físico e aumentando a ergonomia no manuseio de cargas.

3. Metodologia

Para a realização deste projeto, foi utilizada uma metodologia prática e experimental, envolvendo as etapas de planejamento, dimensionamento, fabricação, montagem e testes de uma mesa elevatória tipo sanfona.

Inicialmente, foram realizadas pesquisas sobre o funcionamento desse tipo de equipamento e definidos os requisitos necessários para sua construção. Em seguida, foram elaborados os desenhos e efetuados os cálculos para o dimensionamento da estrutura e dos componentes mecânicos.

Após a fase de projeto, iniciou-se a fabricação das peças por meio de processos de corte, furação, soldagem e acabamento. Posteriormente, foi realizada a montagem da estrutura, incluindo o mecanismo tipo sanfona, a plataforma de elevação e os demais componentes necessários para o funcionamento do equipamento.

Por fim, foram realizados testes de operação e capacidade de carga, com o objetivo de verificar a estabilidade, segurança e eficiência da mesa elevatória. Os resultados obtidos permitiram validar o funcionamento do equipamento e comprovar sua adequação para utilização em atividades práticas e de manuseio de cargas.

4. Justificativa

A construção de uma mesa elevatória tipo sanfona surgiu da necessidade de facilitar o transporte e a elevação de cargas durante as atividades práticas realizadas na instituição. Muitas tarefas exigem o manuseio de materiais pesados, o que pode demandar grande esforço físico e aumentar os riscos de acidentes. Dessa forma, a utilização de um equipamento de elevação contribui para a segurança, ergonomia e eficiência das operações.

Além de atender a uma necessidade prática, o projeto possibilitou a aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, envolvendo áreas como desenho técnico, processos de fabricação, soldagem, dimensionamento mecânico e montagem de estruturas. A realização do trabalho permitiu aos alunos vivenciar situações reais de desenvolvimento de um equipamento mecânico, fortalecendo sua formação profissional. Este trabalho também contribui para a melhoria das atividades desenvolvidas na oficina, disponibilizando um equipamento útil para futuras aulas e projetos. Dessa forma, a mesa elevatória tipo sanfona representa uma solução funcional que auxilia no aprendizado prático dos alunos e agrega valor à infraestrutura da instituição.

5. Desenvolvimento Analise

A mesa elevatória tipo sanfona foi analisada para definir suas características estruturais, capacidade de carga e condições de funcionamento. Foram avaliados os requisitos necessários para garantir segurança, estabilidade e eficiência durante sua utilização.

A análise permitiu identificar os principais aspectos necessários para o desenvolvimento do projeto:

- Definição das dimensões da estrutura;
- Seleção dos materiais adequados para fabricação;
- Dimensionamento do mecanismo tipo sanfona;
- Definição do sistema de elevação;
- Verificação da capacidade de carga desejada.

Também foram identificados pontos importantes para garantir a qualidade e a funcionalidade do equipamento:

- Instalação de rodízios para facilitar a movimentação;
- Implementação de travas de segurança;
- Reforço estrutural para maior resistência;
- Ajuste do mecanismo para garantir estabilidade durante a elevação.

Com base nessas análises, foi possível iniciar a fabricação da mesa elevatória, assegurando que o equipamento atendesse às necessidades das atividades práticas e operasse de forma segura e eficiente.

6. Vantagens

6.1. Melhoria da Ergonomia;

Reduz o esforço físico dos operadores.

Diminui movimentos repetitivos e posturas inadequadas. Facilita o posicionamento de peças e materiais.

6.2. Maior Segurança:

Reduz o risco de acidentes durante a movimentação de cargas. Proporciona maior estabilidade ao material transportado.

Evita levantamento manual excessivo de peso.

6.3. Baixo Custo de Fabricação:

Utiliza materiais de fácil aquisição.

Não necessita de sistemas hidráulicos ou elétricos. Menor investimento inicial.

6.4. Baixa Manutenção:

Possui poucos componentes mecânicos.

Facilidade de substituição de peças. Menor custo de manutenção corretiva e preventiva.

6.5. Facilidade de Operação:

Acionamento simples por manivela.

Não requer treinamento avançado.

Pode ser utilizada em diversos setores industriais. Durabilidade; Estrutura fabricada em aço SAE 1020.

Alta resistência mecânica.

Longa vida útil quando utilizada corretamente.

6.5.1. Sustentabilidade:

Não consome energia elétrica.

Não utiliza fluidos hidráulicos.

Menor impacto ambiental.

Versatilidade;

Pode ser aplicada em oficinas, almoxarifados, linhas de produção e manutenção.

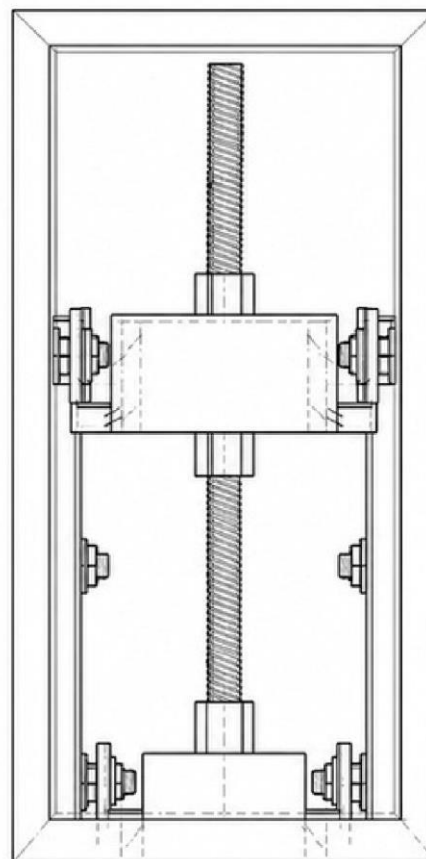
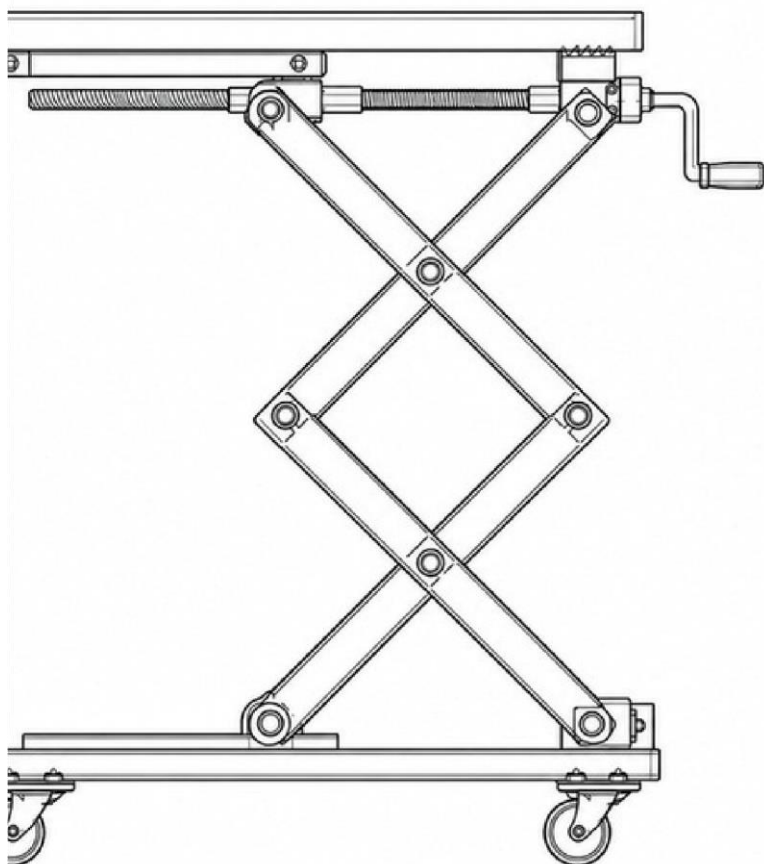
Adaptável para diferentes tipos de carga.

7. Funcionalidade

Funciona por meio da rotação de uma manivela que aciona um fuso (barra roscada), convertendo movimento rotacional em deslocamento linear, o que abre ou fecha os braços articulados e eleva ou abaixa a plataforma com menor esforço.

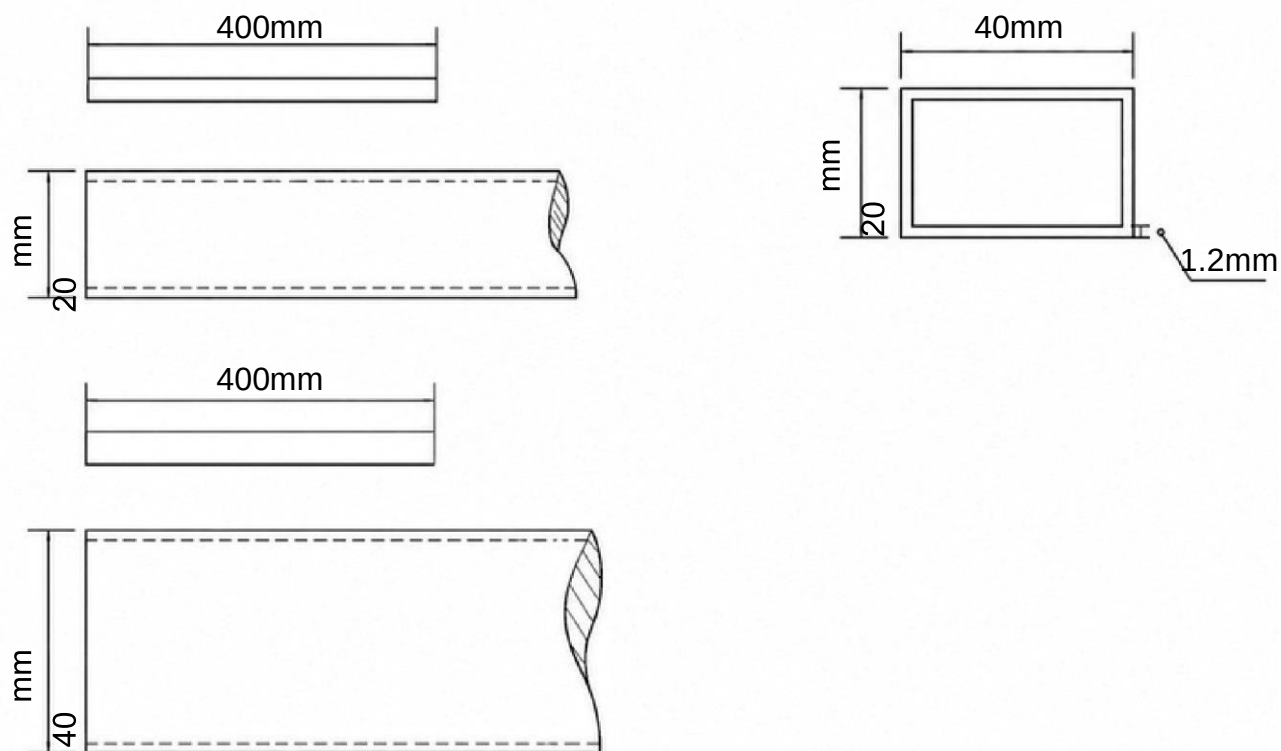
Sua estrutura pantográfica garante estabilidade e distribuição das forças, enquanto o sistema por fuso oferece controle preciso e segurança. Geralmente feita em aço, é resistente, compacta, de baixa manutenção e adequada para uso em oficinas e indústrias.

8. Desenhos Técnicos



Etec Machado de Assis

Caçapava – 2026



Mesa pantográfica

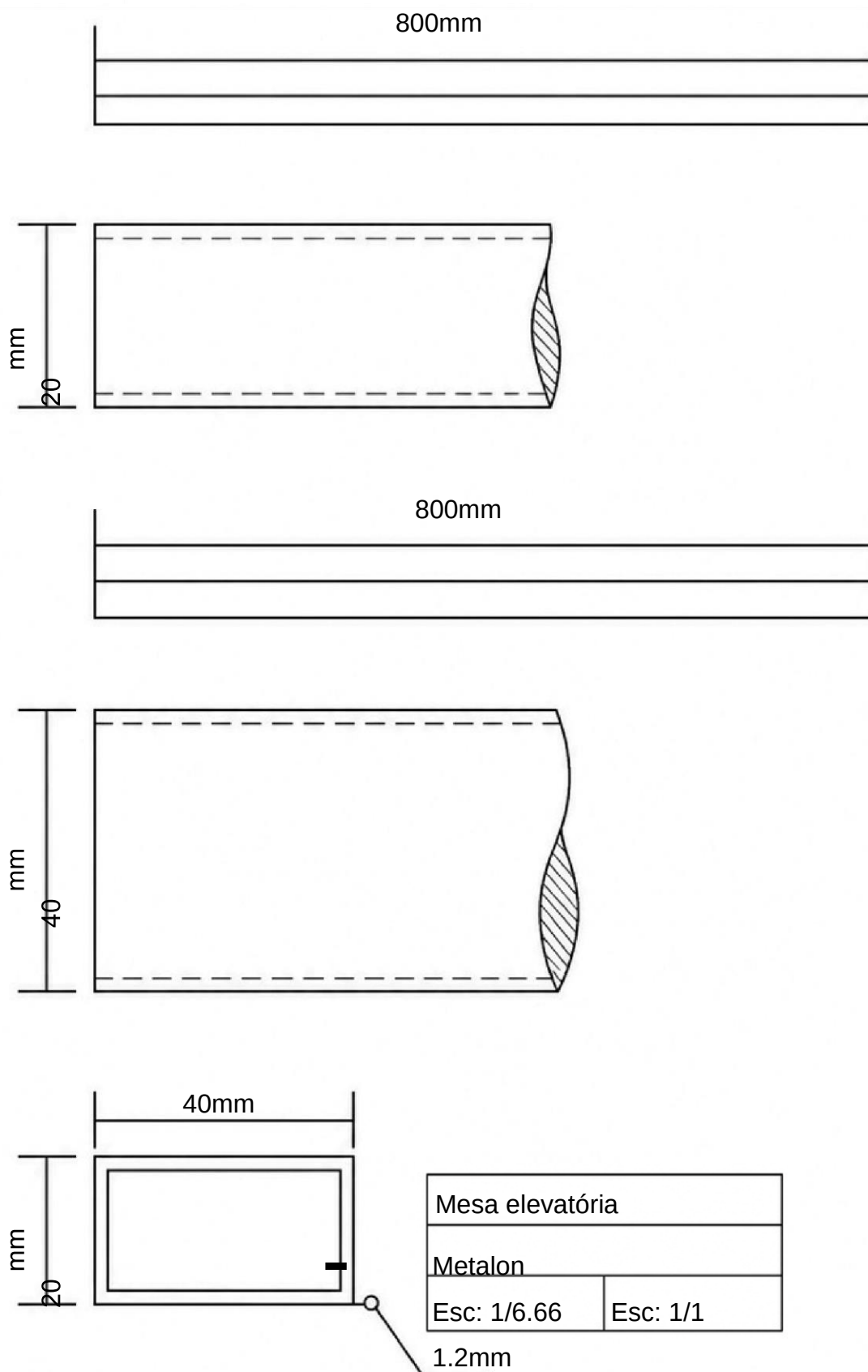
Metalon

Esc: 1/6.66

Esc: 1/1

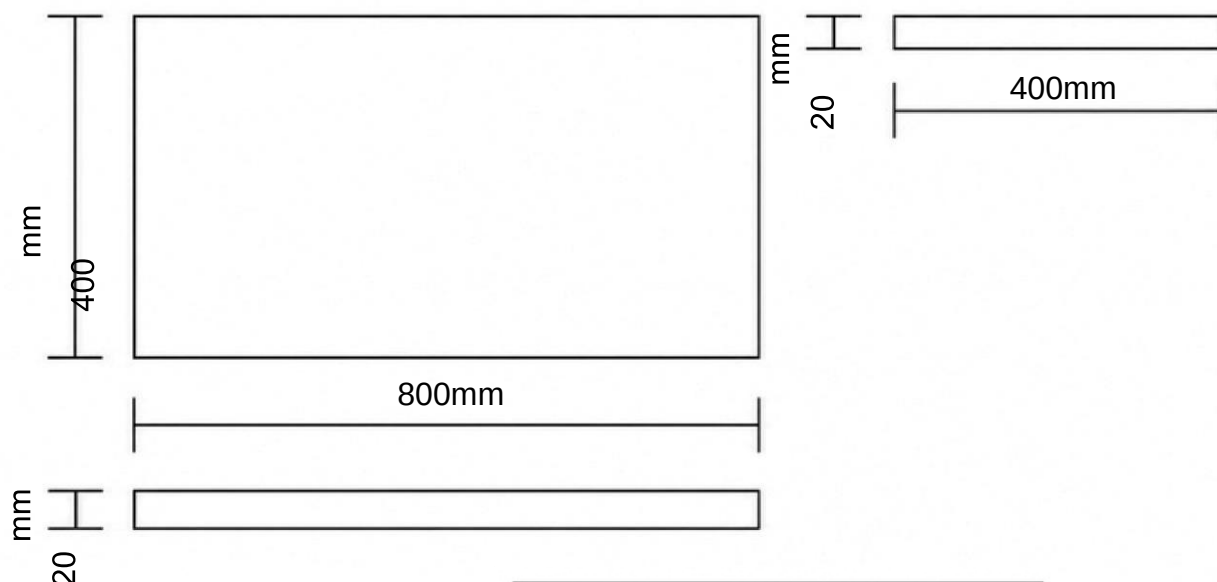
Etec Machado de Assis

Caçapava – 2026



ETEC Machado de Assis

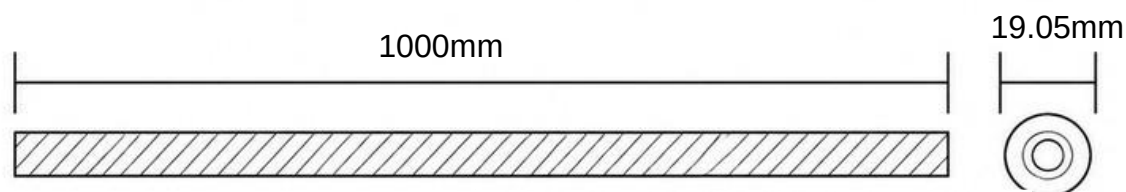
Caçapava – 2026



Mesa pantográfica

Tampo de madeira

Esc: 1/10



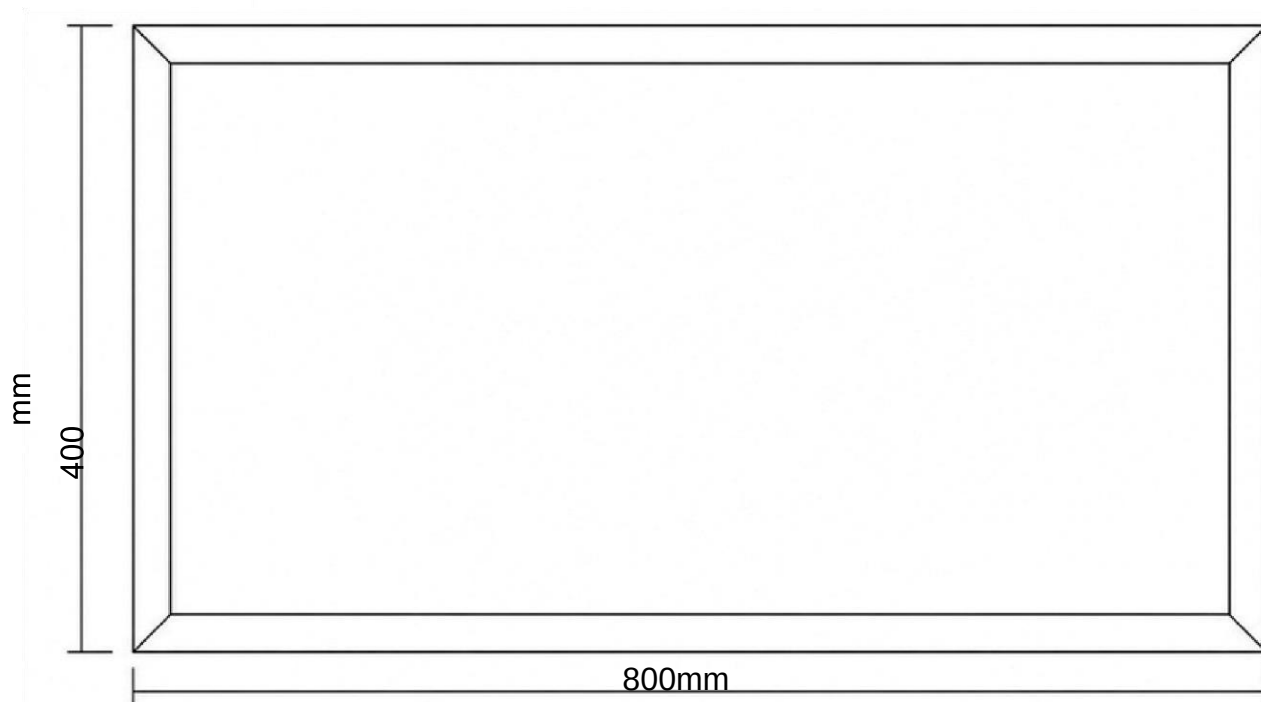
Mesa pantográfica

Barra roscada

Esc: 1/8.3

Etec Machado de Assis

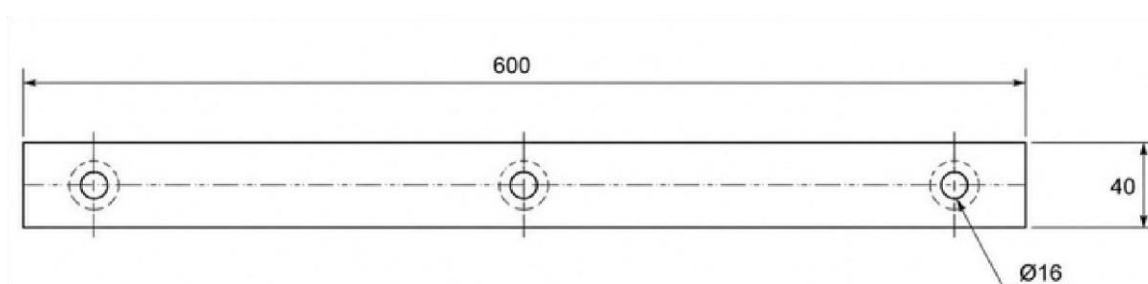
Caçapava – 2026



Mesa pantográfica

Base superior e inferior

Esc: 1/3.9



Mesa pantográfica

Metalon dos braços

Esc: 1/6.66

Etec Machado de Assis

Caçapava – 2026



9.

Cálculos

Etec Machado de Assis

Caçapava – 2026

1. EARNHEIRADA			
Parâmetro	Símbolo	Valor	Unidade
Eixo de eixo	n	220	N
Cabo de eixo	g	550	mm
Força de eixo	W	5500	N
Comprimento de eixo	L	80	mm
Altura de eixo	H _{max}	20	mm
Altura de eixo	H _{min}	30	mm
Comprimento de eixo	T	30	mm
Cálculo de eixo de eixo de eixo $W = n \cdot g = 10 \cdot 550 = 5500$			
2. GEOMETRIA DA TESOURA			
Parâmetro	Fórmula	Resultado	
Ângulo máximo (outra medida)	$\theta_{\max} = \arcsin\left(\frac{h_{\max}}{2L}\right)$ $= \arcsin\left(\frac{200}{2 \cdot 600}\right)$	$\theta_{\max} = 9,6^\circ$	
Ângulo mínimo (outra medida)	$\theta_{\min} = \arcsin\left(\frac{h_{\min}}{2L}\right)$ $= \arcsin\left(\frac{200}{2 \cdot 600}\right)$	$\theta_{\min} = 41,8^\circ$	
Fórmula utilizada: $k = 2L \cdot \sin(\theta) \Rightarrow \theta = \arcsin\left(\frac{h}{2L}\right)$			
3. FORÇA NO FUSA (BIBACBO)			
Parâmetro	Fórmula	Valor	
Força no fuso (outra medida)	$F = \frac{W}{2 \cdot \tan(\theta_{\min})}$ $= \frac{1962}{2 \cdot \tan(9,6^\circ)}$ $= \frac{1962}{2 \cdot 0,1650}$ $= \frac{1962}{0,3300}$	$R = 5800$ N	
Onde: $W = 1962$ N (força aplicada) $\theta_{\min} = 9,6^\circ$ (ângulo mínimo) A força máxima entre fuso e fusão é de: 5800 N			
4. TORÇÃO DO FUSO			
Parâmetro	Símbolo	Valor	Unidade
Força máxima	F	5800	N
Fuso de eixo	d	250	mm
Força de eixo	n	0,20	-
Comprimento de eixo	T	73	N · m
Fórmula utilizada: $T = \frac{F \cdot d}{2 \pi \cdot n}$ $= \frac{5800 \cdot 254}{2 \pi \cdot 0,20}$ $= \frac{14732}{0,398} = 7,8$ N · m			
5. SEMEADURA			
Parâmetro	Fórmula	Valor	
Semente de eixo (outra medida)	T =	7,8 N · m	
Comprimento de eixo	I	0,15 m	
Força de eixo	F =	52,0 N = 7,0 (= 5,44 g)	
Força máxima permitida é de 5,44 g.			
6. ESFORÇO NOS PRAÇOS			
Parâmetro	Fórmula	Valor	
Comprimento de eixo (outra medida)	$P_c = \frac{W}{2 \cdot \tan(\theta_{\min})}$ $= \frac{1962}{2 \cdot \tan(9,6^\circ)}$ $= \frac{1962}{2 \cdot 0,1650}$ $= \frac{1962}{0,3300}$	$R_c = 5875$ N	
Onde: $W = 1962$ N $\theta_{\min} = 9,6^\circ$ Cálculo de eixo de eixo de eixo com 5875 N de eixo de eixo.			
7. FLAMBAEN - METALON (AUXO)			
Parâmetro	Fórmula	Valor	
Módulo de elasticidade	E	210 GPa	
Módulo de eixo (outra medida)	I	1,0 x 10 ⁻⁹ m ⁴	
Comprimento de eixo	L	0,60 m	
Comprimento de eixo	K	10	
Comprimento de eixo	P _c =	33000 N	
Força de eixo	FS =	10	
Força máxima 40,462 mm (ou eixo de eixo)			
8. PARAFUSOS M10			
Parâmetro	Fórmula	Valor	
Força máxima (outra medida)	L _t	5800 N	
Comprimento de eixo	A	78,5 mm ²	
Força máxima	C =	74 MPa	
Força máxima (outra medida)	T _{max}	250 MPa	
Força de eixo	FS =	3,2	
Força máxima 40,462 mm (ou eixo de eixo)			
9. PESO (FORÇA S/A)			
Parâmetro	Fórmula	Valor	
Força máxima	F	5800 N	
Comprimento de eixo	A	≤ 310 mm ²	
Força máxima	C =	19 MPa	
Força máxima (outra medida)	T _{max}	250 MPa	
Força de eixo	FS =	10	
A força máxima de eixo de eixo de eixo.			
10. ROLAMENTO AXIAL			
Parâmetro	Valor		
Comprimento de eixo	5800 N		
Tipo de eixo	Revestimento axial de eixo		
Comprimento de eixo	≥ 10000 N		
Força de eixo	≥ 1,7		
Utilizar rolamento axial com capacidade mínima de 1000 N para garantir segurança e durabilidade.			
11. RODAS (BOLHAS COM FREIO)			
Parâmetro	Valor		
Comprimento de eixo	200 kg		
Comprimento de eixo	2		
Comprimento de eixo	50 kg		
Comprimento de eixo	≥ 30 kg		
Tipo de eixo	Revestimento axial de eixo		
Comprimento de eixo	≥ 100 mm		
A capacidade máxima de eixo de eixo de eixo.			

Informações técnicas: 21 x 29,7 cm

ETEC Machado de Assis

10. Matérias

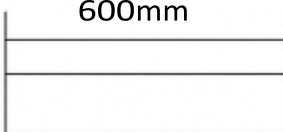
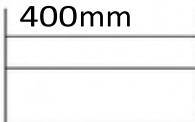
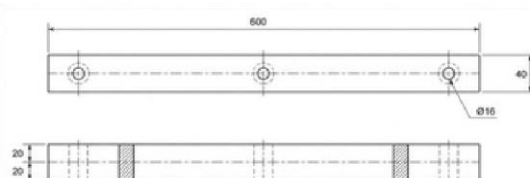
Caçapava – 2026

Base

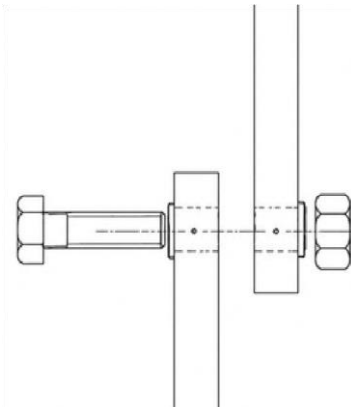
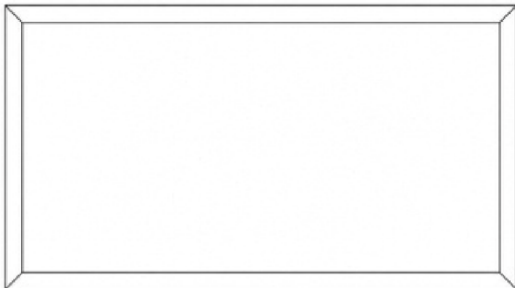
estrutural

•4 rodinhas com freio •4 Metalon 40mm por 800mm •4 Metalon 40mm por 400mm •8 Metalon 40mm por 600mm •Tampão de madeira 800mm por 400mm Elementos de fixação •4 parafusos M10 por 70 •8 parafusos M10 por 60 •8 parafusos M10 por 50 •60 arruelas Componentes de funcionamento •20 porcas travantes •8 rolamentos •5 porcas duplas para barra roscada •5 porcas simples para barra roscada •Rolamento Axial •2 arruelas para apoiar o rolamento Barra roscada de 3/4 cano metálico

11. Processo de fabricação

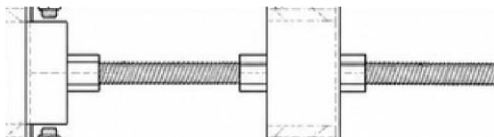
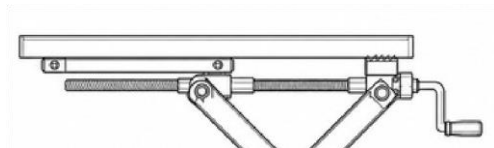
Data de início:	Responsável:
Data de término:	Aprovado por:
Descrição da operação	Ilustração
10.Corte do material Os perfis metálicos são cortados conforme as dimensões especificadas no projeto.	800mm  600mm  400mm 
20.Furação Após o corte, são executadas todos os furos necessários.	

**11. 1.
fabricação**
Processo de

Data de início:	Responsável:
Data de término:	Aprovado por:
Descrição da operação	Ilustração
30.Fabricação dos braços pantográficos As barras que serão usadas são unidas através de parafusos, porcas e arruelas.	
40.Fabricação das bases Os perfis metálicos são posicionados e soldados.	

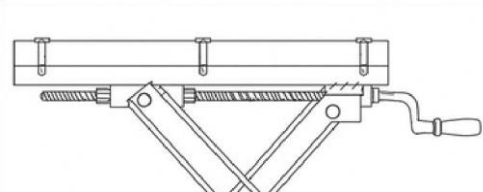
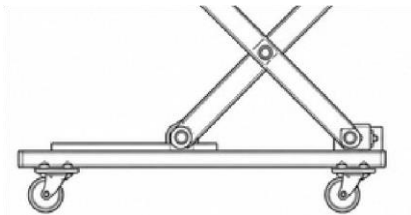
**11. 2.
fabricação**

Processo de

Data de início:	Responsável:
Data de término:	Aprovado por:
Descrição da operação	Ilustração
50.Fabricação do sistema de acionamento A barra roscada é instalada juntamente com as porca de acionamento.	
60.União dos braços com as bases. Os braços são posicionados e fixados nas bases e na estrutura de acionamento.	

**11. 3.
fabricação**

Processo de

Data de início:	Responsável:
Data de término:	Aprovado por:
Descrição da operação	Ilustração
70.Instalação do tampo de madeira O tampo de madeira é posicionado e fixado na base superior.	
80.Instalação das rodinhas As rodinhas são posicionadas e fixadas na base inferior.	

11. 4.
fabricação

Processo de

Data de início:	Responsável:
Data de término:	Aprovado por:
Descrição da operação	Descrição da operação
90.Acabamento Remoção de respingos de solda; lixamento; limpeza da superfície; aplicação de fundo anticorrosivo; pintura. 100. Inspeção de qualidade Verificar dimensões do projeto, alinhamento do estrutura, qualidade da solda, funcionamento das articulações e fixação dos componentes.	110.Testes de funcionamento Por fim, submeter a mesa a testes operacionais, verificando: elevação e descida da plataforma; funcionamento da barra roscada; estabilidade da estrutura; capacidade de suportar a carga prevista; segurança durante a operação.

Orçamento

BASE E ESTRUTURA			
Materia	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Subtotal (R\$)
Rodinhas com freio	4	R\$ 35.00	R\$ 140.00
Metalon 40mm por 800mm	4	R\$ 28.00	R\$ 280.00
Metalon 40mm por 400mm	4	R\$ 14.00	R\$ 14.00
Metalon 40mm por 600mm	8	R\$ 21.00	R\$ 21.00
Tampão de madeira 800mm por 400mm		R\$ 75.00	R\$ 75.00
ELEMENTOS DE FIXAÇÃO			
Parafusos M10 por 70	4	R\$ 4.50	R\$ 4.50
Parafusos M10 por 60	8	R\$ 3.75	R\$ 3.75
Parafusos M10 por 50	8	R\$ 3.25	R\$ 3.25
Arruelas	60	R\$ 0.15 (unitário, para o lote)	R\$ 10.15
COMPONENTES DE FUNCIONAMENTO			
Porcas travantes	20	R\$ 0.95	R\$ 10.95
Rolamentos	8	R\$ 12.00	R\$ 12.00
Porcas duplas para barra roscada	5	R\$ 1.25	R\$ 1.25
Porcas simples para barra roscada	5	R\$ 0.75	R\$ 0.75
Rolamento Axial	2	R\$ 18.00	R\$ 18.00
Arruelas para apoiar...	2	R\$ 0.50	R\$ 0.50
Barra roscada de 3/4 cano metálico	4	R\$ 45.00	R\$ 45.00
			

VALOR TOTAL ESTIMADO DO PROJETO: R\$ 764.50
Etec Machado de Assis
Caçapava – 2026

13. Testes

Com o equipamento pronto, foram realizados testes operacionais para verificar se a máquina estava funcionando da maneira correta. Os testes consistiram em elevar e reduzir a altura da mesa de forma funcional. Todos os testes foram aprovados, demonstrando que o equipamento realiza a sua função de maneira eficiente, cumprindo o seu propósito.

14. Conclusão

Com as análises, cálculos e etapas de fabricação realizadas, foi possível desenvolver uma mesa elevatória tipo sanfona funcional, aplicando de forma prática os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. A construção do equipamento permitiu criar uma solução eficiente para a elevação de cargas, contribuindo para a segurança, ergonomia e otimização das atividades realizadas na instituição.

O projeto envolveu desde o planejamento e dimensionamento dos componentes até a fabricação, montagem e testes de funcionamento, garantindo que a estrutura atendesse aos requisitos de resistência, estabilidade e confiabilidade. Após sua conclusão, foram realizados testes para verificar o desempenho do equipamento e sua capacidade de operação.

Por fim, este trabalho possibilitou a integração entre teoria e prática, fortalecendo o aprendizado em áreas como desenho técnico, processos de fabricação, soldagem e mecânica aplicada. Além disso, contribuiu para a formação profissional dos envolvidos, demonstrando a importância do desenvolvimento de projetos mecânicos para a solução de necessidades reais e para a melhoria das atividades práticas dos alunos.