

**CENTRO PAULA SOUZA  
ETEC JÚLIO DE MESQUITA  
Curso Técnico em mecânica**

**Adriano Amaral da Silva  
Breno William Melo Ferreira  
Cleber do Nascimento Reis  
Cleivaldo Antônio dos Santos  
Jean Carlo Manfredini  
Jose da Silva Braz  
Marcos Castro de Souza  
Willen Wallace Arnaud Bispo**

**DOBRADEIRA DE CHAPA MANUAL**

**Santo André**

**2022**

**Adriano Amaral da Silva**  
**Breno William Melo Ferreira**  
**Cleber do Nascimento Reis**  
**Clezivaldo Antônio dos Santos**  
**Jean Carlo Manfredini**  
**Jose da Silva Braz**  
**Marcos Castro de Souza**  
**Willen Wallace Arnaud Bispo**

## **DOBRADEIRA DE CHAPA MANUA**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso Técnico em  
Mecânica da Etec Júlio de Mesquita,  
orientado pelo Prof. Marcos Lopes, como  
requisito parcial para a obtenção do título  
de técnico em mecânica.**

**Santo André**

**2022**

## **AGRADECIMENTO**

Agradecemos primeiramente a Deus, por ter nos dado força, e nos capacitar para trabalhar em equipe sempre com muita união.

Também a toda nossa família por dividir o pouco tempo que temos disponível, para ser alicerce em um futuro de muita luta, mas também de muito sucesso.

Agradecemos a Etec Júlio de Mesquita e a todos os nossos professores, por ter nos proporcionado uma experiência de aprendizado inesquecível, experiência essa que nos abre um horizonte muito maior de expectativas promissoras.

A todos que diretamente é indiretamente fizeram parte da nossa formação, obrigado a todos.

**“O insucesso é apenas uma oportunidade  
para recomeçar de novo com mais inteligência”.**

**HENRY FORD.**

## **RESUMO**

Nosso projeto consiste em desenvolver uma dobradeira de chapa manual, para processos que trabalham com chapas e necessitam flexioná-las, que é constituído de uma bancada de tubo quadrado, um perfil (U), e um sistema de dobra com uma cantoneira, ainda conta com dois rodízios que é um diferencial possibilitando a mobilidade do equipamento, diferente das atuais no mercado por apresentar um tamanho que possibilita o uso em oficinas de pequeno e médio porte, ou uso próprio em domicílio ou mesmo em trabalhos rápidos que necessite mover a máquina. A principais características dessa dobradeira manual é o baixo custo-benefício devida a baixa necessidade de manutenção e por ser adaptável a diferentes ambientes.

Palavras-chave: Dobradeira manual, Custo-benefício, Pequeno, Versátil, Adaptável.

## **ABSTRACT**

Our Project consists of developing a manual sheet metal bending machine, for processes that work with sheets and need to bend them, which consists of a square tube bench, a profile (U), and a bending system with an angle, still with two casters which is a differential allowing the mobility of the equipment, different from the current ones in the market for presenting a size that allows the use in small and médium scale wokshops, the own use at home or even in quick Jobs that need to move the machine. The main features of this manual bending machine is the low cost-benefit due to the low need for maintenance and for being adaptable to diferent environments.

Key words: Manual folder, Cost benefit, Small, Versatile, Adaptable.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	09
1.1	JUSTIFICATIVA .....	11
1.2	OBJETIVOS DO PROJETO .....	11
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
1.4	METODOLOGIA.....	11
1.5	DEFINIÇÕES DAS NORMAS ABNT.....	12
1.5.1	NORMA ABNT NBR-12 – SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....	12
1.5.2	NORMA ABNT NBR 7195 – CORES PARA SEGURANÇA.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA. ....	13
2.1	TUBO QUADRADO.....	13
2.2	CANTONEIRA DE AÇO.....	14
2.3	VIGA (U) .....	15
2.4	BARRA REDONDA DE AÇO.....	16
2.5	BARRA REDONDA ROSCADA.....	17
2.6	ARRUELA.....	18
2.7	PORCA BORBOLETA .....	19
2.8	MOLA.....	20
3	GRAFICO DE GRANTT .....	21
4	DESENVOLVIMENTO.....	22
4.1	COMPONENTES DA DOBRADEIRA DE CHAPAS MANUAL.....	22
4.2	DOBRADEIRA MONTADA.....	23
4.3	BARRA FRONTAL.....	24
4.4	BARRA LATERAL.....	25
4.5	PÉ MONTADO.....	26
4.6	VIGA "U".....	27
4.7	PORCA BORBOLETA.....	28
4.8	BARRA ROSCADA.....	29
4.9	MOLA.....	30
4.10	CANTONEIRA TRAVA.....	31

4.11 SUPORTE DA CANTONEIRA DE DOBRA.....	32
4.12 CANTONEIRA DE DOBRA.....	33
4.13 ALAVANCA MONTADA.....	34
4.14 ALÇA.....	35
4.15 EIXO DO RODÍZIO.....	36
4.16 SUPORTE DO RODÍZIO.....	37
4.17 RODÍZIO.....	38
5 CÁLCULOS ESTRUTURAIS DE ESFORÇOS SOFRIDOS.....	39
5.1 ESFORÇOS DE DOBRAMENTO.....	39
5.2 CÁLCULO DE ALAVANCA.....	40
6 ESTIMATIVA DE CUSTO DO PROJETO.....	41
6.1 ORÇAMENTO DE MATERIAIS .....	42
6.2 ORÇAMENTO DE MONTAGEM.....	43
7 CONCLUSÃO.....	44

# 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo desenvolver um equipamento de dobragem de chapas denominado de Dobradeira de chapas manual, visando oferecer um equipamento padronizado, que possa ser comercializado com custo-benefício atraente ao mercado, tendo como principal foco empresas de pequeno e médio porte, de todos os setores da Engenharia.

Este tipo de equipamento tem como principal função dobrar as chapas a fim de curvá-las no ângulo desejado. É o tipo de equipamento que possui um fácil manuseio e se feito por um profissional bem treinado e capacitado pode trazer vantagens imensuráveis para seu negócio.

É importante salientar que este tipo de equipamento é um investimento que traz um grande retorno para quem o adquire, principalmente por gerar um aumento de produção, como também pelo corte de gastos e aproveitamento de materiais que antes poderiam ser desperdiçados.

A dobradeira Mecânica foi uma importante ferramenta para a revolução industrial, substituindo a dobra de chapas por método manual por uma máquina Mecânica capaz de conformação em chapas pelo método a frio.

A principal vantagem da dobra a frio é que não há necessidade de gerar calor, pré-aquecer ou preparar as chapas metálicas. Dessa forma, poupa-se energia que seria necessária para gerar o calor.

Tendo em vista a evolução dos processos de dobragem, que antes eram feitos através de métodos rústicos que usavam de martelos ou maretas e muitas vezes causam a ruptura ou mesmo a degradação dos materiais e peças quando flexionados, atualmente são usadas as dobradeiras manuais que apresentam melhores acabamentos, menos riscos de perda e danos as peças e chapas usadas nessa etapa de produção.

Também podemos destacar a rapidez de se trabalhar com a dobra a frio. A dobra a frio também não produz perda de material por empenar, da mesma forma que não produz deformação em sua composição estrutural.

Podendo ser: Mecânica, Hidráulica e CNC.

Figura 1 - Exemplo de uma Dobradeira de chapa manual.



Fonte: <https://www.vegamaquinas.com.br/viradeira-manual-vgm-vd1000-pr-10404-229827.htm>

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Projetar e desenvolver um equipamento de dobrar chapa de acordo com as normas vigentes, para facilitar o trabalho, é possibilitar a aquisição do mesmo a pequenas e médias empresas do ramo da Engenharia, diminuindo assim custo de montagem e manutenção.

Com as melhorias elaboradas o equipamento pode ser deslocado dentro de uma fábrica com facilidade.

## **1.2 OBJETIVO DO PROJETO**

Tem como objetivo deste trabalho, desenvolver uma Dobradeira de chapa manual, para atuar no chão de fábrica de pequenas e médias empresas, trazendo assim praticidade no seu manuseio e deslocamento entre setores.

E devera contemplar as seguintes características:

- Espessura máxima de chapa: 1.5 mm
- Atuar no chão de fábrica de pequenas e médias empresas;
- Aplicação: oficinas, caldeiraria, retifica.
- Peso estimado da dobradeira: 40 Kgf

## **1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Tem-se como objetivos específicos deste projeto:

- Baixo custo da aquisição;
- Fácil manutenção é de baixo custo;
- Atender as necessidades do chão de fábrica, de empresas de pequeno e médio porte;
- Aumento da qualidade, e menor esforço físico.

## **1.4 METODOLOGIA**

Utilizamos um software da Microsoft, o Excel para a elaboração dos cálculos, as normas ABNT NBR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, norma ABNT NBR 7195 – Cores para segurança.

## **1.5 DEFINIÇÕES DAS NORMAS ABNT**

### **1.5.1 Norma ABNT NBR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.**

Esta Norma Regulamentadora - NR e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação.

- Orientação da norma **ABNT NBR-12**

12.1.4 Esta NR não se aplica:

- a) às máquinas e equipamentos movidos ou impulsionados por força humana ou animal;

#### **Considerações:**

- Sendo assim não se faz uso desta norma no projeto, Dobradeira de chapa manual.

### **1.5.2 Norma ABNT NBR 7195 – Cores para segurança.**

Esta Norma fixa as cores que devem ser usadas para prevenção de acidentes, empregadas para identificar e advertir contra riscos.

As cores adotadas nesta Norma são as seguintes:

- Vermelha;
- Alaranjada;
- Amarela;
- Verde;
- Azul;
- Púrpura;
- Branca;
- Preta.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Aqui será apresentado a parte teórica das especificações dos catálogos, e normas dos fornecedores, para à escolha dos materiais para a composição da Dobradeira de chapa manual.

### 2.1 Tubo quadrado

Será usado 10 metros de tubo quadrado de diâmetro de 40\*40, com espessura de 1,5 mm, de aço 1020.

Produzidos com materiais de alta qualidade, que atendem as principais especificações e normas técnicas nacionais e internacionais.



Tamanho	1,20	1,50	2,00	2,25	2,65	3,00	4,25	4,75	6,35
16 x 16	3,36	4,08	-	-	-	-	-	-	-
20 x 20	4,26	5,22	6,48	-	-	-	-	-	-
25 x 25	5,40	6,66	8,28	-	12,78	13,43	-	-	-
30 x 30	6,54	8,04	10,08	-	13,30	15,58	-	-	-
35 x 35	7,62	9,48	11,88	-	16,39	18,06	-	-	-
40 x 40	8,76	10,86	13,62	16,14	18,88	20,94	29,28	32,37	-
50 x 50	11,04	13,68	17,22	-	23,86	26,58	37,27	41,34	-
60 x 60	-	16,56	32,22	-	28,84	32,22	-	50,28	-
70 x 70	-	19,38	24,36	-	33,82	38,16	-	53,57	-
80 x 80	-	22,20	27,96	33,08	38,80	43,80	-	68,16	88,92
100 x 100	-	-	-	-	48,60	54,84	-	85,26	111,24
120 x 120	-	-	-	-	58,80	66,42	-	103,92	136,36

Fonte: <https://galvaco.com.br/lojavirtual/index.php/tubo-quadrado-40-x-40-x-1-50-mm-x-6m.html>

## 2.2 Cantoneira de Aço

Utilizaremos um metro de cantoneira de Aço 1020, diâmetro de 1" 1/2x 1/8

O uso de cantoneiras e perfis de aço nos mais diversos tipos de segmentos possibilita um aumento significativo da eficiência de trabalho, inclusive com redução dos custos.

	Lado (A)		Espessura (E) - Peso (kg/m)					
	polegadas	milímetros	1/16" 1,58 mm	3/32" 2,36 mm	1/8" 3,17 mm	3/16" 4,76 mm	1/4" 6,35 mm	1/2" 12,70 mm
	1/2	12,70	0,102	0,148	0,190	-	-	-
	5/8	15,87	0,129	-	0,245	-	-	-
	3/4	19,05	0,156	0,229	0,299	-	-	-
	7/8	22,22	-	0,269	0,353	-	-	-
	1	25,40	0,210	0,310	0,408	0,592	0,762	-
	1 1/4	31,75	0,264	-	0,516	0,755	-	-
	1 1/2	38,10	0,318	-	0,625	0,918	1,198	-
	2	50,80	-	0,638	0,842	1,245	1,633	-
	2 1/2	63,50	-	-	1,060	-	2,069	-
	3	76,20	-	-	1,277	1,897	2,504	-
	4	101,60	-	-	1,718	-	3,389	6,532

**Nota:** Barras com comprimento de 6 metros.

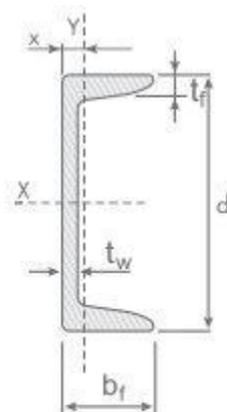
Fonte: <https://www.sometais.com.br/especificacao-07.php>

## 2.3 Viga (U)

Utilizaremos um metro de viga “U”.

A viga U é um perfil laminado em forma de “U” normalmente em aço em aço ASTM A36, podem também ser fabricados em ASTM A572 ou ASTM A588 sob encomenda.

A escolha da viga U é a melhor opção de custo-benefício para o dimensionamento com economia, além de proporcionar um perfeito encaixe e um acabamento estrutural de qualidade.



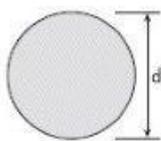
Bitola	Peso Nominal	ALMA		MESA		Área	EIXO X			EIXO Y			x
		d	t <sub>w</sub>	b <sub>f</sub>	t <sub>f</sub>		I	W	r	I	W	r	
pol	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
3"	6,10	76,20	4,32	35,81	6,93	7,78	68,90	18,10	2,98	8,20	3,32	1,03	1,11
	7,44		6,55	38,05	6,93	9,48	77,20	20,30	2,85	10,30	3,82	1,04	1,11
4"	8,04	101,60	4,67	40,23	7,52	10,10	159,50	31,40	3,97	13,10	4,61	1,14	1,16
	9,30		6,27	41,83	7,52	11,90	174,40	34,30	3,84	15,50	5,10	1,14	1,15
6"	12,20	152,40	5,08	48,77	8,71	15,50	546,00	71,70	5,94	28,80	8,16	1,36	1,30
	15,62		7,98	51,66	8,71	19,90	632,00	82,90	5,63	36,00	9,24	1,34	1,27
8"	17,10	203,20	5,59	57,40	9,50	21,68	1344,30	132,70	7,87	54,10	12,94	1,42	1,47
	20,50		7,70	59,51	9,50	25,93	1490,00	147,50	7,59	62,40	14,09	1,42	1,42
10"	22,77	254,00	6,10	66,04	11,10	29,00	2800,00	221,00	9,84	95,00	19,00	1,81	1,61
	29,76		9,63	69,57	11,10	37,90	3290,00	259,00	9,31	117,00	21,60	1,76	1,54
12"	30,80	305,00	7,20	74,00	12,70	39,30	5370,00	352,00	11,70	161,00	28,30	2,03	1,77
	37,00		9,80	77,00	12,70	47,40	6010,00	394,00	11,30	186,00	30,90	1,98	1,71

Fonte: <https://www.samiaco.com.br/viga-u/>

## 2.4 Barra redonda de aço

Foi utilizado como eixo dois pedaços de 750 mm cada, para a cantoneira de dobrar.

As barras redondas de aço consistem em barras laminadas a quente, fabricadas em uma grande variedade de bitolas e sob rigorosos critérios de controle de qualidade para garantir as propriedades do produto, além de promover maior facilidade de encaixes e ajustes. As barras redondas de aço podem ser obtidas a partir de diversos tipos de aço, tais como: aço carbono, aços especiais, aço inox, entre outros, sendo que as barras redondas de aço carbono apresentam como diferencial grande resistência.



Bitolas			Bitolas			Bitolas		
pol		Peso Nominal	pol		Peso Nominal	pol		Peso Nominal
mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	
1/4"	6,35	0,25	1.5/16"	33,34	6,85	2.7/16"	61,91	23,63
5/16"	7,94	0,39	1.3/8"	34,93	7,52	2.1/2"	63,50	24,86
3/8"	9,53	0,56	1.7/16"	36,51	8,22	2.9/16"	65,08	26,11
1/2"	12,70	0,99	1.1/2"	38,10	8,95	2.5/8"	66,68	27,40
9/16"	14,29	1,26	1.9/16"	39,69	9,71	2.3/4"	69,85	30,08
5/8"	15,88	1,56	1.5/8"	41,28	10,50	2.13/16"	71,44	31,45
11/16"	17,46	1,88	1.11/16"	42,86	11,32	2.7/8"	73,03	32,87
3/4"	19,05	2,24	1.3/4"	44,45	12,18	3"	76,20	35,79
13/16"	20,64	2,63	1.13/16"	46,40	13,06	3.1/16"	77,79	37,30
7/8"	22,23	3,05	1.7/8"	47,63	13,98	3.1/8"	79,38	38,84
15/16"	23,81	3,49	2"	50,80	15,91	3.1/4"	82,55	42,01
1"	25,40	3,98	2.1/16"	52,39	16,92	3.7/16"	87,31	46,99
1.1/16"	26,99	4,49	2.1/8"	53,98	17,96	3.1/2"	88,90	48,73
1.1/8"	28,58	5,04	2.1/4"	57,15	20,14	3.3/4"	95,35	55,94
1.3/16"	30,16	5,60	2.5/16"	58,74	21,27	4"	101,60	63,64
1.1/4"	31,75	6,21	2.3/8"	60,33	22,43	4.1/16"	103,19	65,65

Fonte: <https://www.ferronor.com.br/barras-redondas-aco>

## 2.5 Barra redonda rosca

Foi utilizado dois pedaços de barra rosca de 100 mm cada, para ajustar a cantoneira de fixação.

As barras rosca, são confeccionadas em aço carbono e inoxidável, com rosca padrão polegada e que atende normas internacionais para aplicações em gerais.

Conformidade com normas e padrões internacionais;

Garantia de segurança dos esforços solicitantes;

Vergalhão Roscado para Construção - 1 Metro		
	Material: Aço Carbono	
	Acabamento: Polido/Zincado Branco/Bicromatizado	
	Dimensões: ANSI B 16.5 / DIN 975	
	Rosca: UNC ANSI / ASME B 1.1 / BSW DIN 11 MA - DIN 13 (ISO 965)	

Tabela de Dimensões (mm)

Linha Polegada (ANSI B 16.5)		Linha Milímetro (DIN 975)	
d (diâmetro)	rosca/FPP	d (diâmetro)	rosca/ passo
1/8	BSW - 40	M 3	MA-0,50
5/32	BSW - 32	M 4	MA-0,70
3/16	BSW - 24	M 5	MA-0,80
1/4	UNC - 20	M 6	MA-1,00
5/16	UNC - 18	M 8	MA-1,25
3/8	UNC - 16	M 10	MA-1,50
7/16	UNC - 14	* M 12	MA-1,75
* 1/2	UNC - 13	M 14	MA-2,00
1/2	BSW - 12	* M 16	MA-2,00
9/16	UNC - 12	* M 18	MA-2,50
* 5/8	UNC - 11	* M 20	MA-2,50
* 3/4	UNC - 10	* M 22	MA-2,50
* 7/8	UNC - 9	* M 24	MA-3,00
* 1	UNC - 8	* M 27	MA-3,00
* 1-1/8	UNC - 7	* M 30	MA-3,50
* 1-1/4	UNC - 7	* M 33	MA-3,50
1-3/8	UNC - 6	* M 36	MA-4,00
* 1-1/2	UNC - 6	M 39	MA-4,00
* 1-3/4	UNC - 5	* M 42	MA-4,50
* 2	UNC - 4-1/2	M 45	MA-4,50
		M 48	MA-5,00

Fonte: <https://api.aecweb.com.br/cls/catalogos/21526/38212/catálogo.pdf>

## 2.6 Arruela

Foi utilizado duas arruelas de aço para melhor ajustar a porca borboleta.

Arruela Lisa Aço Carbono Polegada.

É um componente fabricado em liga de titânio, tem um formato de uma arruela normal, possui furo central para alojamento do parafuso para fixação de ligamento. Utilizada para evitar que o parafuso penetre dentro do córtex próximo.



Tabela de Dimensões (mm)

Diâmetro Nominal	d1 (diâmetro interno)		d2 (diâmetro externo)	h (espessura)
	Min.	Máx.	Ref.	Ref.
1/8	3,30	3,50	8,00	1,10
5/32	4,20	4,40	10,00	1,10
3/16	5,40	5,60	15,00	1,10
1/4	6,90	7,10	18,00	1,10
5/16	8,60	8,80	20,00	1,10
3/8	9,90	10,10	25,00	1,50
7/16	11,90	12,10	27,00	1,50
1/2	13,40	13,60	32,00	2,00
9/16	14,90	15,10	34,00	3,00
5/8	16,90	17,10	38,00	3,00
3/4	20,40	20,60	44,00	3,00
7/8	23,40	23,60	50,00	3,00
1	26,40	26,60	56,00	3,00
1-1/8	29,90	30,10	60,00	3,00
1-1/4	32,90	33,10	65,00	3,00
1-3/8	36,40	36,60	70,00	3,00
1-1/2	39,40	39,60	74,00	3,00
1-3/4	45,90	46,10	83,00	3,00
2	52,40	52,60	92,00	3,00

Fonte: <https://www.reiparparafusos.com.br/arruelas/arruela-lisa-aco-carbono-polegada>

## 2.7 Porca borboleta

Foi utilizado duas porcas borboleta para comprimir a cantoneira de dobrar, a chapa a qual vai ser dobrada.

Utilizadas principalmente em montagens mecânicas onde não se exige grande aperto, já que ele é feito manualmente. São muito usadas, portanto, em sistemas de regulagens, montagens e desmontagens frequentes e rápidas.



Tabela de Dimensões (mm)

Porca Borboleta  
ANSI B 18.17

d (diâmetro)	rosca/ FPP	m (alt. do corpo) máx.	e (largura) máx.	h (altura total) máx.
#5	UNC-40	3,55	17,78	10,16
#8	UNC-32	4,31	22,86	11,68
#10	UNC-24	4,31	22,86	11,68
1/4	UNC-20	5,33	27,43	14,22
5/16	UNC-18	6,09	31,49	16,51
3/8	UNC-16	7,11	36,06	20,06
1/2	UNC-13	9,39	48,26	25,40
5/8	UNC-11	13,71	69,85	36,32

Porca Borboleta

d (diâmetro)	rosca/ passo	m (alt. do corpo) máx.	e (largura) máx.	h (altura total) máx.
M3	MA-0,50	3,55	17,78	10,16
M4	MA-0,70	4,31	22,86	11,68
M5	MA-0,80	4,31	22,86	11,68
M6	MA-1,00	5,33	27,43	14,22
M8	MA-1,25	6,09	31,49	16,51
M10	MA-1,50	7,11	36,06	20,06
M12	MA-1,75	8,63	47,49	25,40
M16	MA-2,00	13,71	69,85	36,32

Fonte: <https://www.ferramentaskennedy.com.br/100062414/porca-borboleta>

## 2.8 Mola

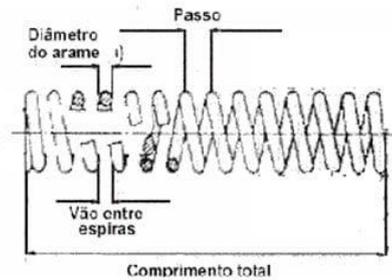
Foi utilizada duas molas para que aconteça a flutuação da cantoneira de dobrar para passagem da chapa a ser dobrada.

Usaremos duas molas de compressão para possibilitar a passagem da chapa entre a cantoneira e a mesa.

molas spring molas spring molas spring

### molas para compressão

[http://www.molas.com.br/cat\\_comp/catalogo.htm](http://www.molas.com.br/cat_comp/catalogo.htm)



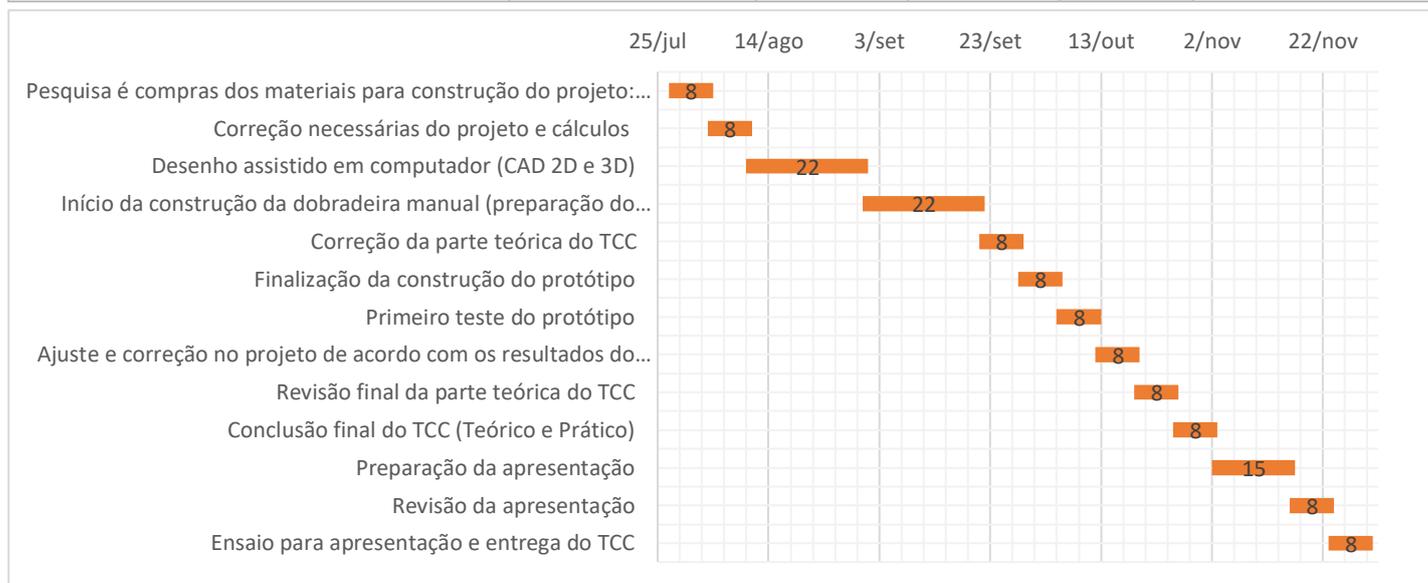
Número	Externo	Arame	Interno	C. Total	Passo	V. Livre	Espiras	Material	Acab.
1310	1,90	0,20	1,50	10,20	1,90	1,70	5	inox	
113	2,00	0,20	1,60	1,00	1,20	1,00	9	carb	preto
1843	2,00	0,30	1,40	11,60	0,80	0,50	15	carb	preto
1215	2,10	0,30	1,50	9,30	1,30	1,00	7	carb	preto
1183	2,20	0,30	1,60	6,90	1,40	1,10	5	carb	preto
1413	2,20	0,20	1,80	10,90	1,10	0,90	10	carb	preto
294	2,40	0,30	1,80	17,40	1,00	0,70	18	carb	preto
1076	2,40	0,30	1,80	11,30	1,30	1,00	9	carb	zinco
1169	2,40	0,40	1,60	15,20	1,30	0,90	12	carb	preto
1403	2,40	0,40	1,60	17,90	0,80	0,40	22	inox	
573	2,50	0,30	1,90	500,00	1,50	1,20	333	carb	preto

Prof Valentino

Fonte: <https://slideplayer.com.br/amp/10965509/>

### 3 GRAFICO DE GANTT

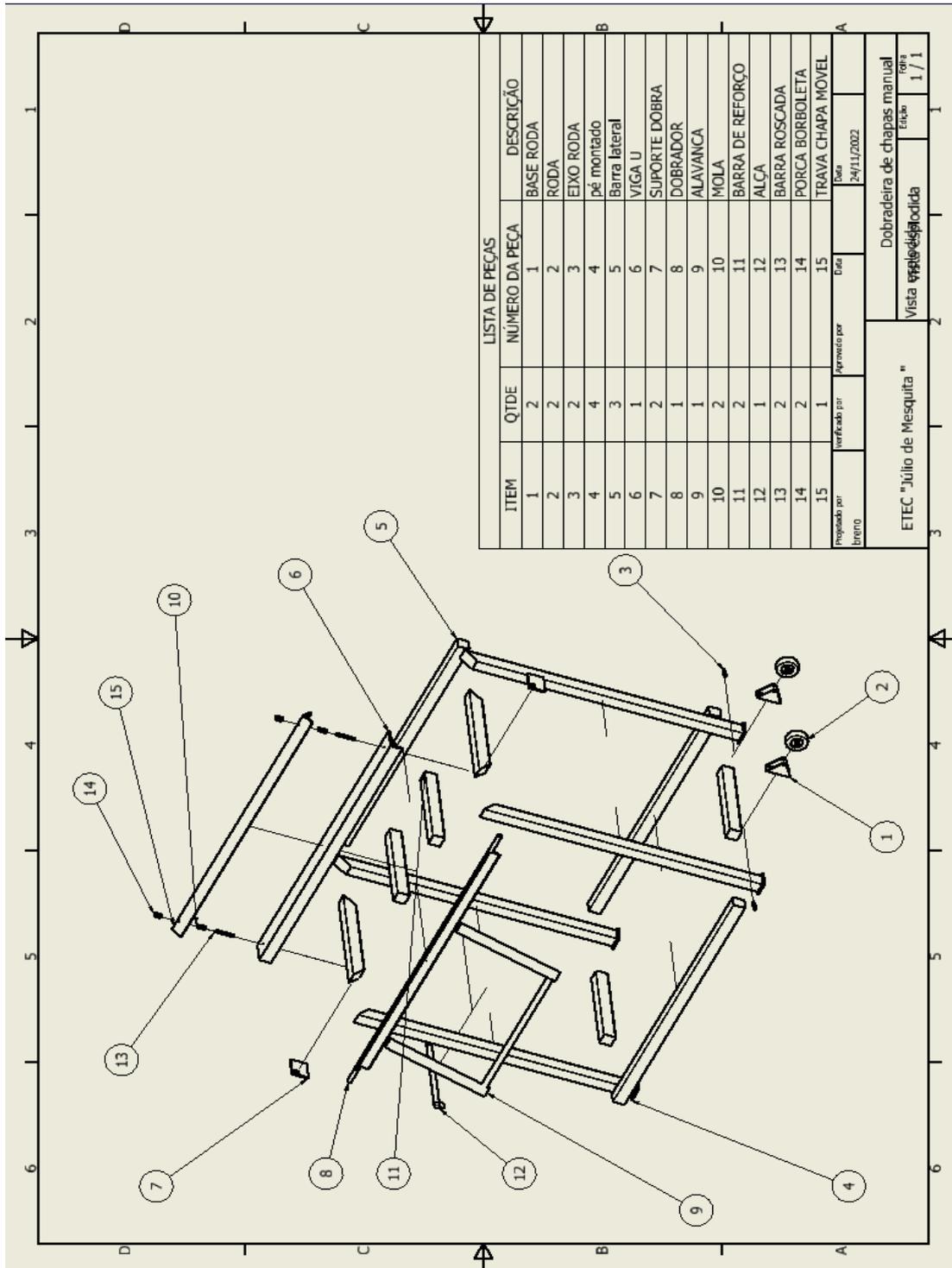
TAREFAS	RESPONSÁVEL	INÍCIO	TÉRMINO	DIAS	STATUS
Pesquisa é compras dos materiais para construção do projeto: Dobradeira manual	Marcos Castro	27/Jul	3/ago	8	Concluído
Correção necessárias do projeto e cálculos	Breno William	03/ago	10/ago	8	Concluído
Desenho assistido em computador (CAD 2D e 3D)	Jean Carlos	10/ago	31/ago	22	Concluído
Início da construção da dobradeira manual (preparação do material)	Todo o Grupo	31/ago	21/set	22	Concluído
Correção da parte teórica do TCC	Breno William	21/set	28/set	8	Concluído
Finalização da construção do protótipo	Todo o Grupo	28/set	5/out	8	Concluído
Primeiro teste do protótipo	Todo o Grupo	5/out	12/out	8	Concluído
Ajuste e correção no projeto de acordo com os resultados do primeiro teste	Todo o Grupo	12/out	19/out	8	Concluído
Revisão final da parte teórica do TCC	Todo o Grupo	19/out	26/out	8	Concluído
Conclusão final do TCC (Teórico e Prático)	Todo o Grupo	26/out	2/nov	8	Concluído
Preparação da apresentação	Todo o Grupo	2/nov	16/nov	15	Concluído
Revisão da apresentação		16/nov	23/nov	8	Concluído
Ensaio para apresentação e entrega do TCC	Todo o Grupo	23/nov	30/nov	8	Concluído



Fonte: autor

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Componentes da Dobradeira de chapa manual



LISTA DE PEÇAS		LISTA DE PEÇAS	
ITEM	Q.TDE	NÚMERO DA PEÇA	DESCRIÇÃO
1	2	1	BASE RODA
2	2	2	RODA
3	2	3	EIXO RODA
4	4	4	pe montado
5	3	5	Barra lateral
6	1	6	VIGA U
7	2	7	SUPORTE DOBRA
8	1	8	DOBRADOR
9	1	9	ALAVANCA
10	2	10	MOLA
11	2	11	BARRA DE REFORÇO
12	1	12	ALÇA
13	2	13	BARRA ROSCADA
14	2	14	PORCA BORBOLETA
15	1	15	TRAVA CHAPA MOVEL

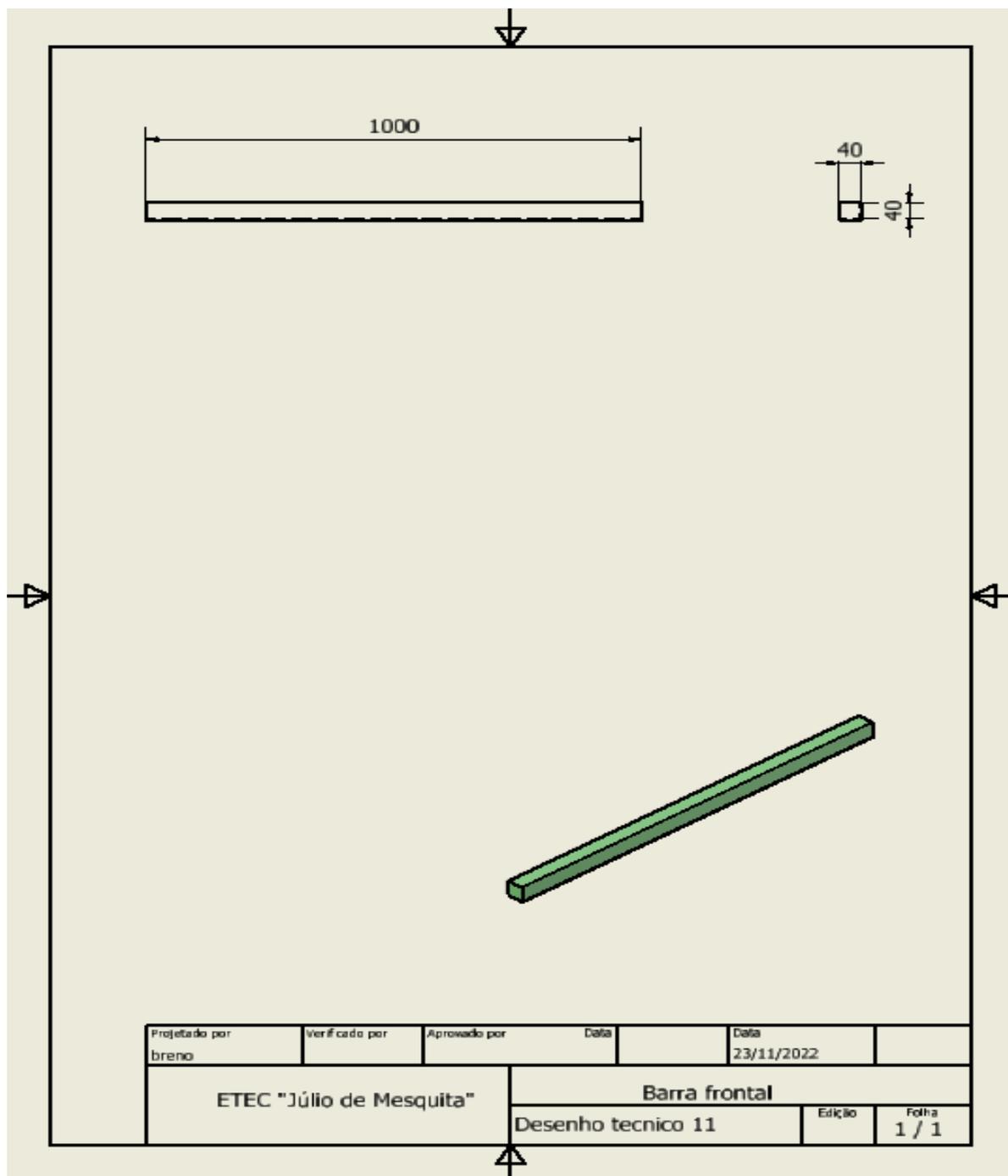
Projeto por	Verificado por	Aprovado por	Data
luceno			24/11/2022

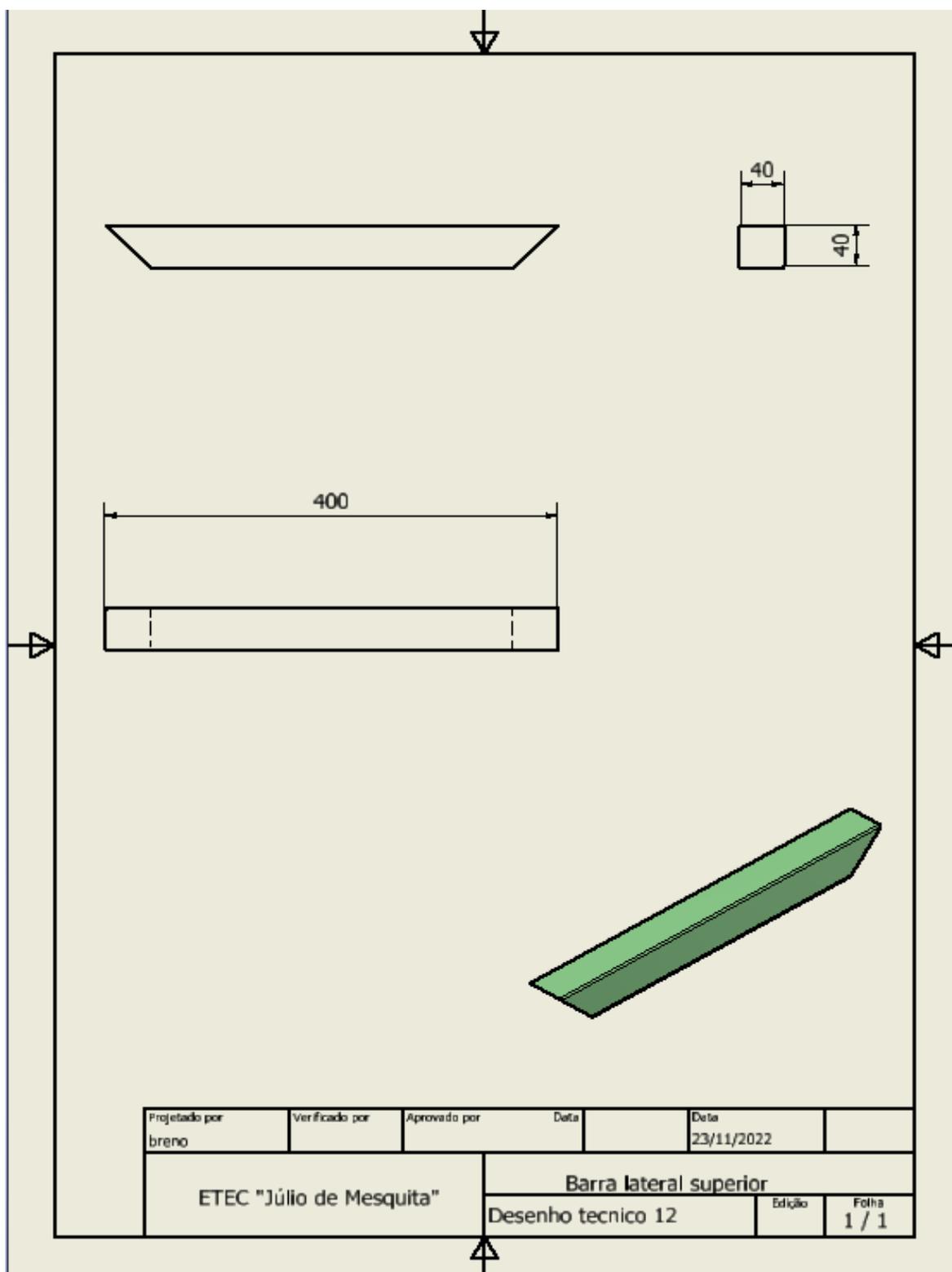
Etec "Júlio de Mesquita"		Dobradeira de chapas manual	
Vista		Folha	
Explodida		1 / 1	



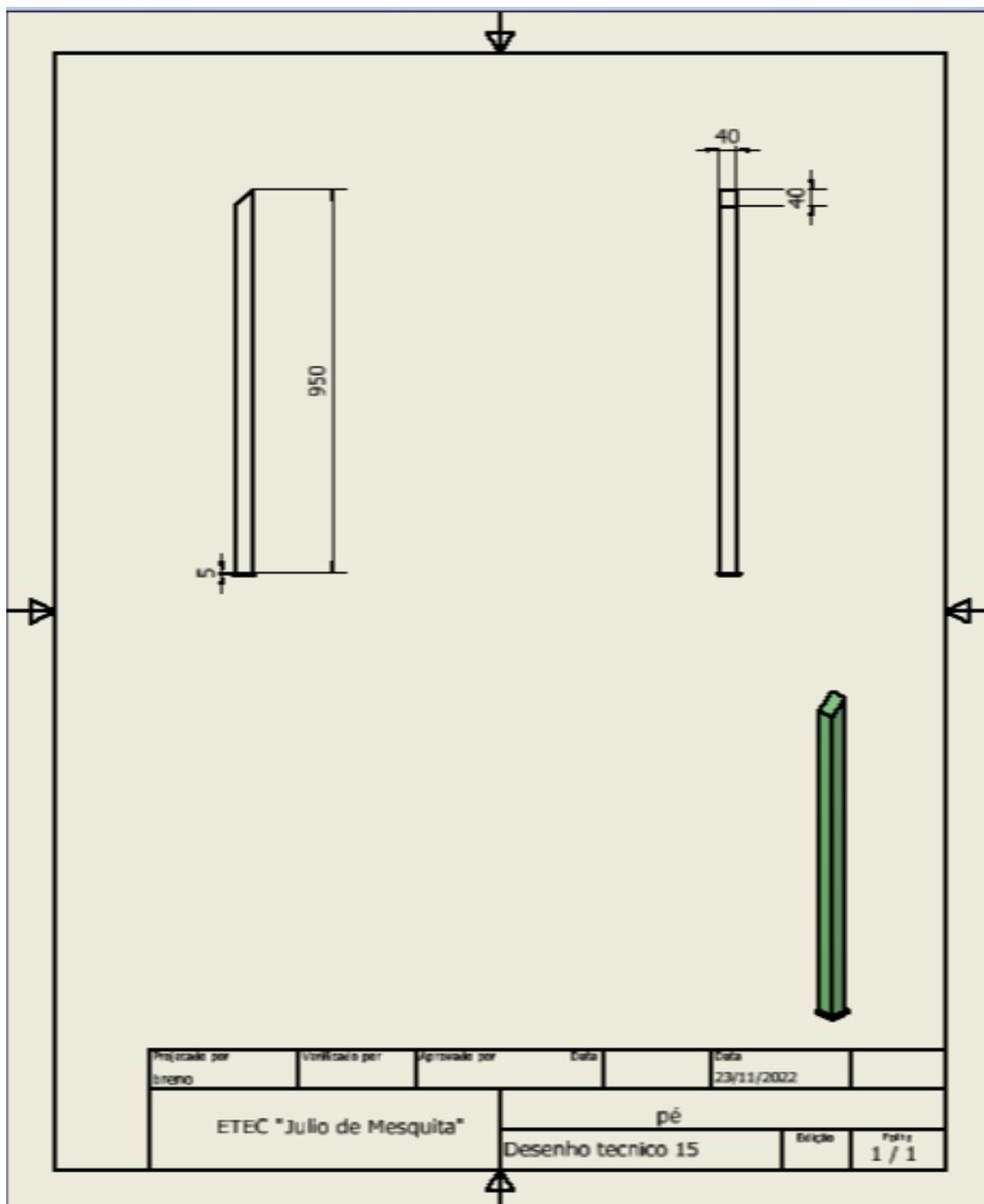
### 4.3 Barra frontal



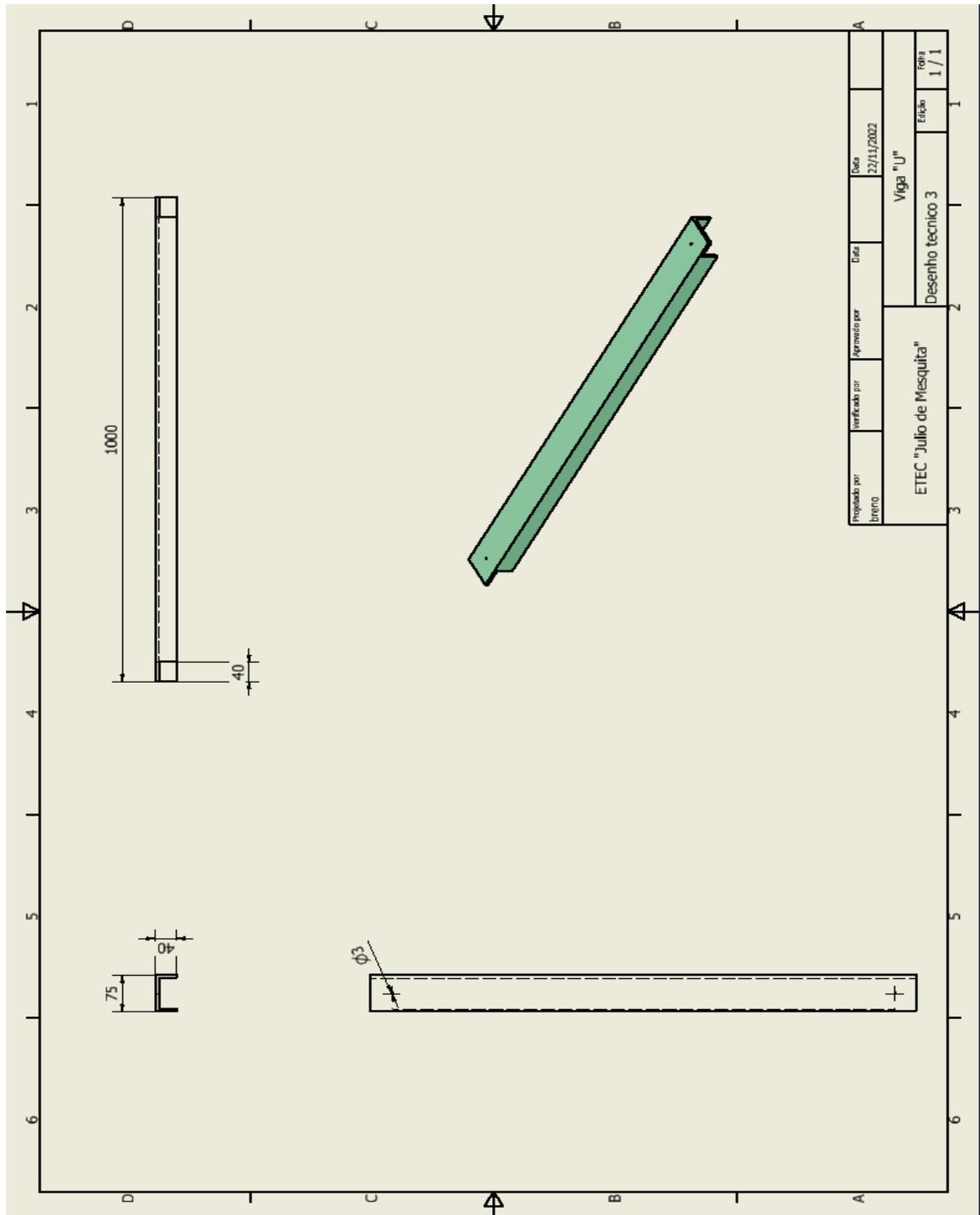
#### 4.4 Barra lateral



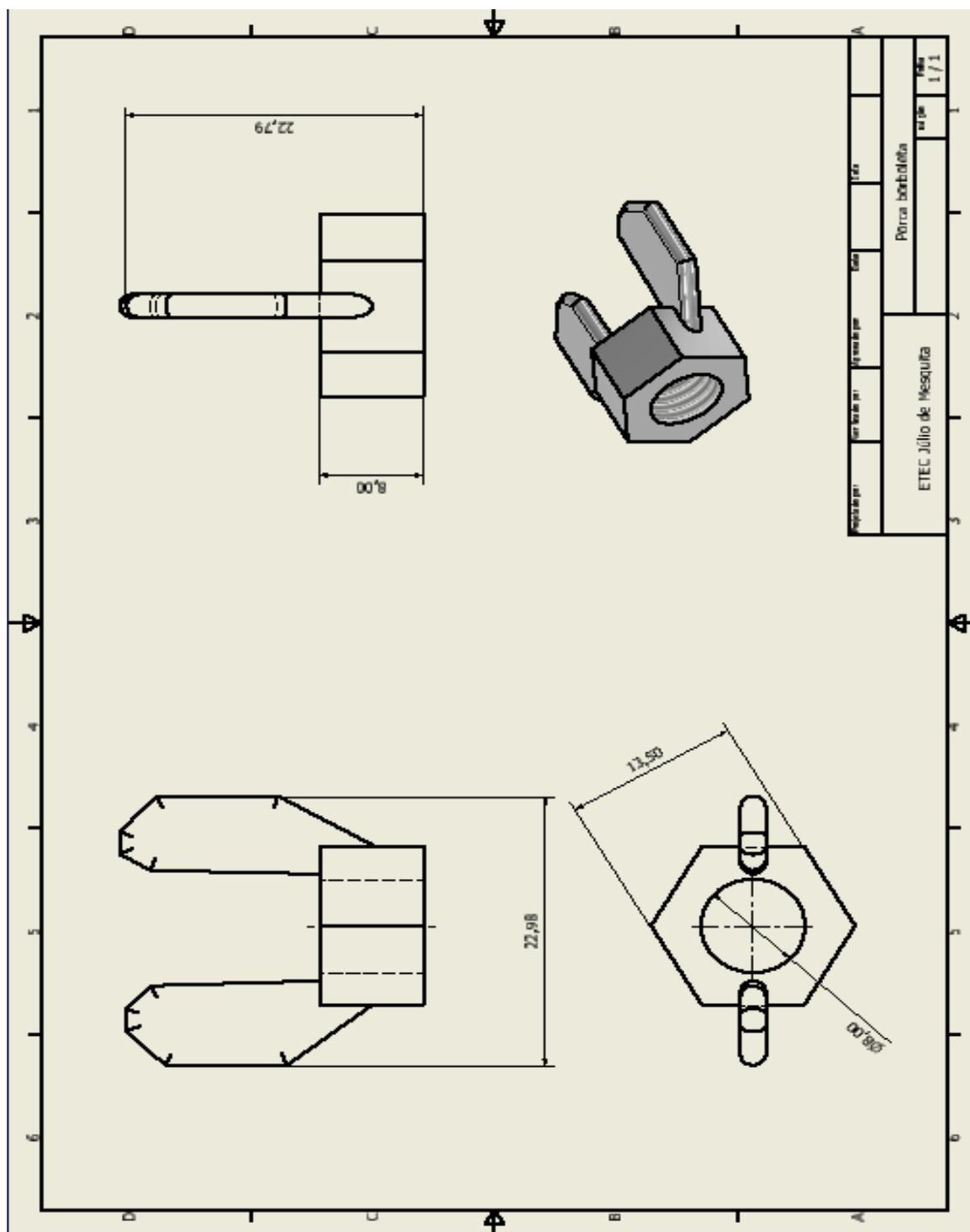
## 4.5 Pé montado



## 4.6 Viga "U"

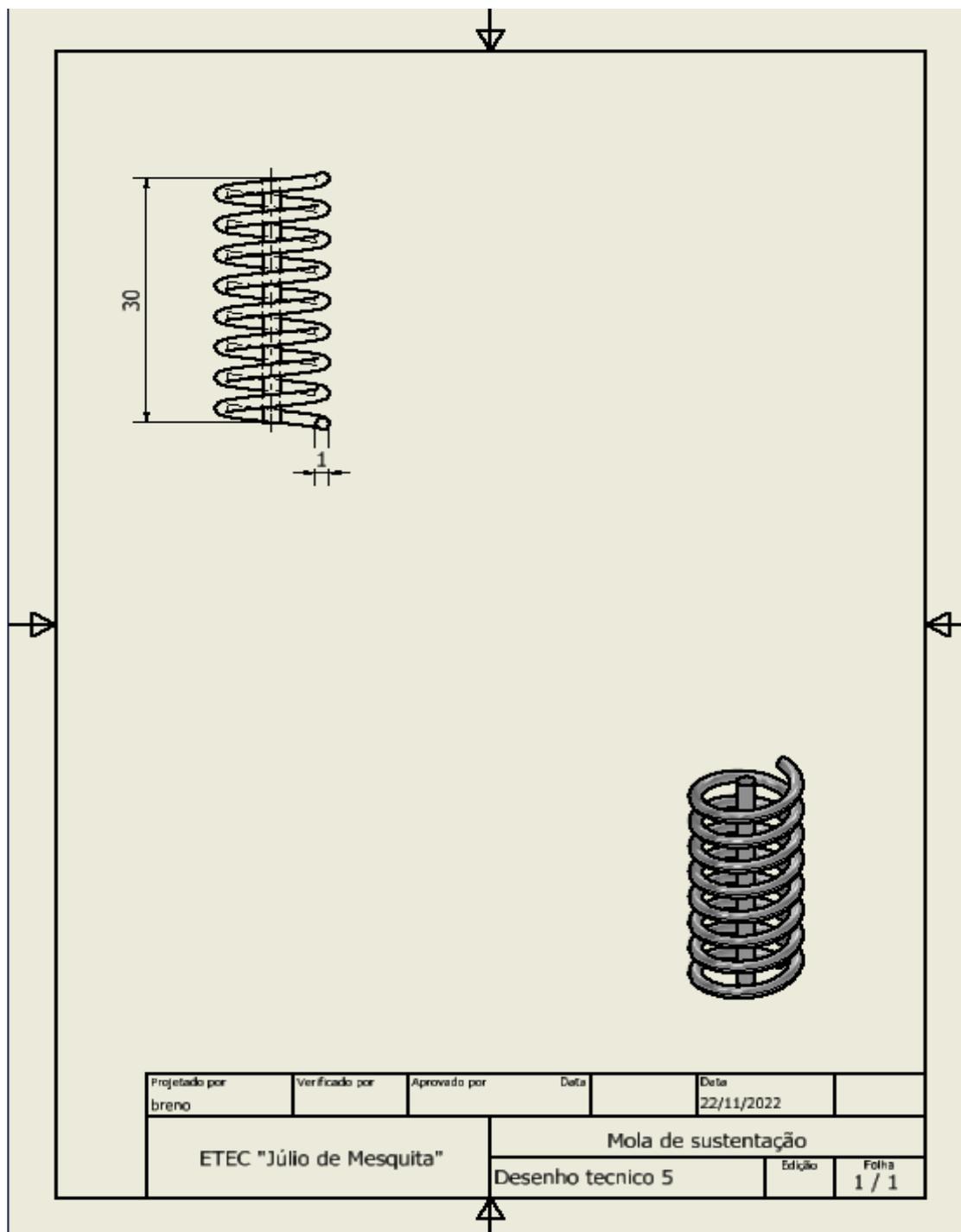


## 4.7 Porca borboleta

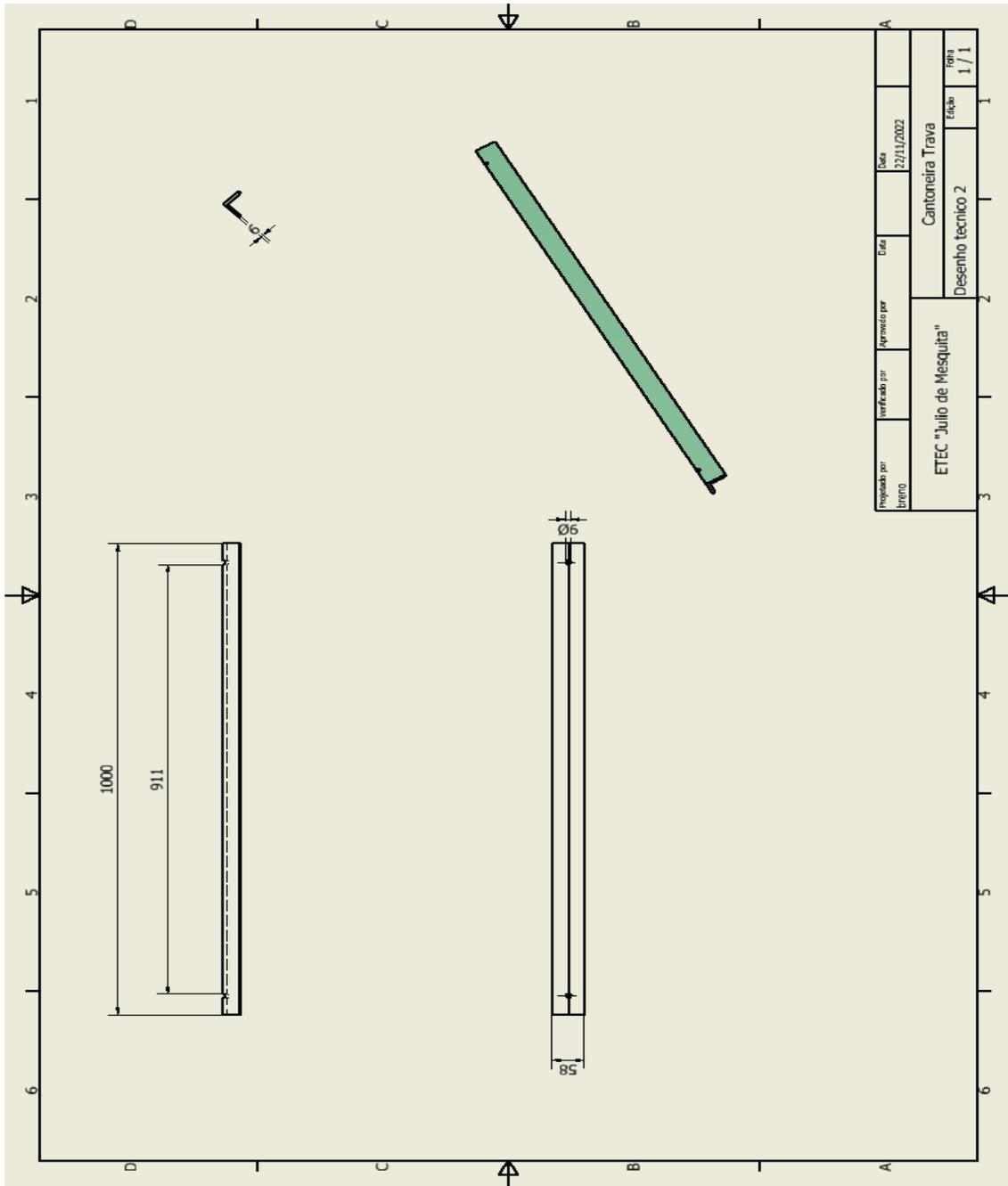




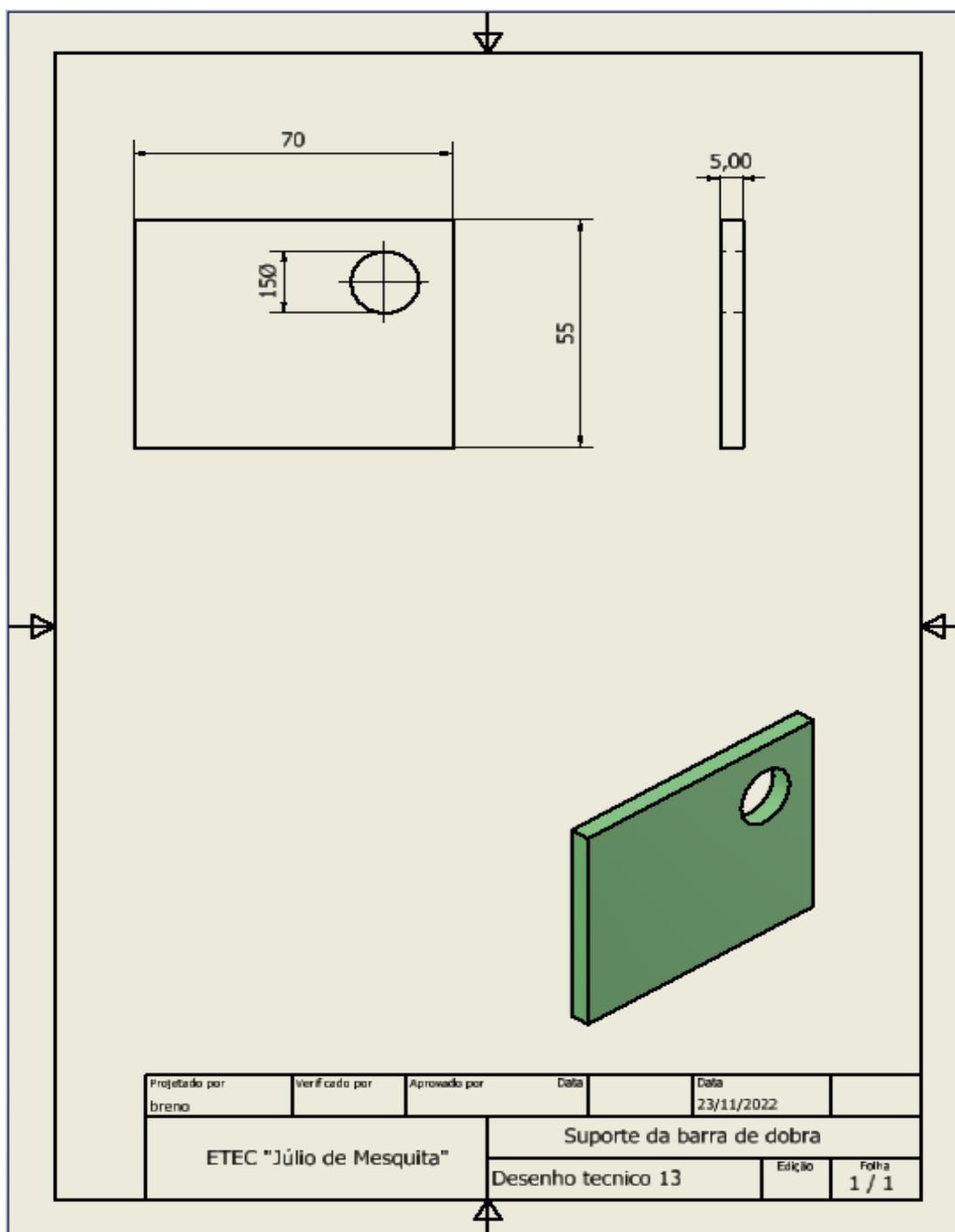
## 4.9 Mola



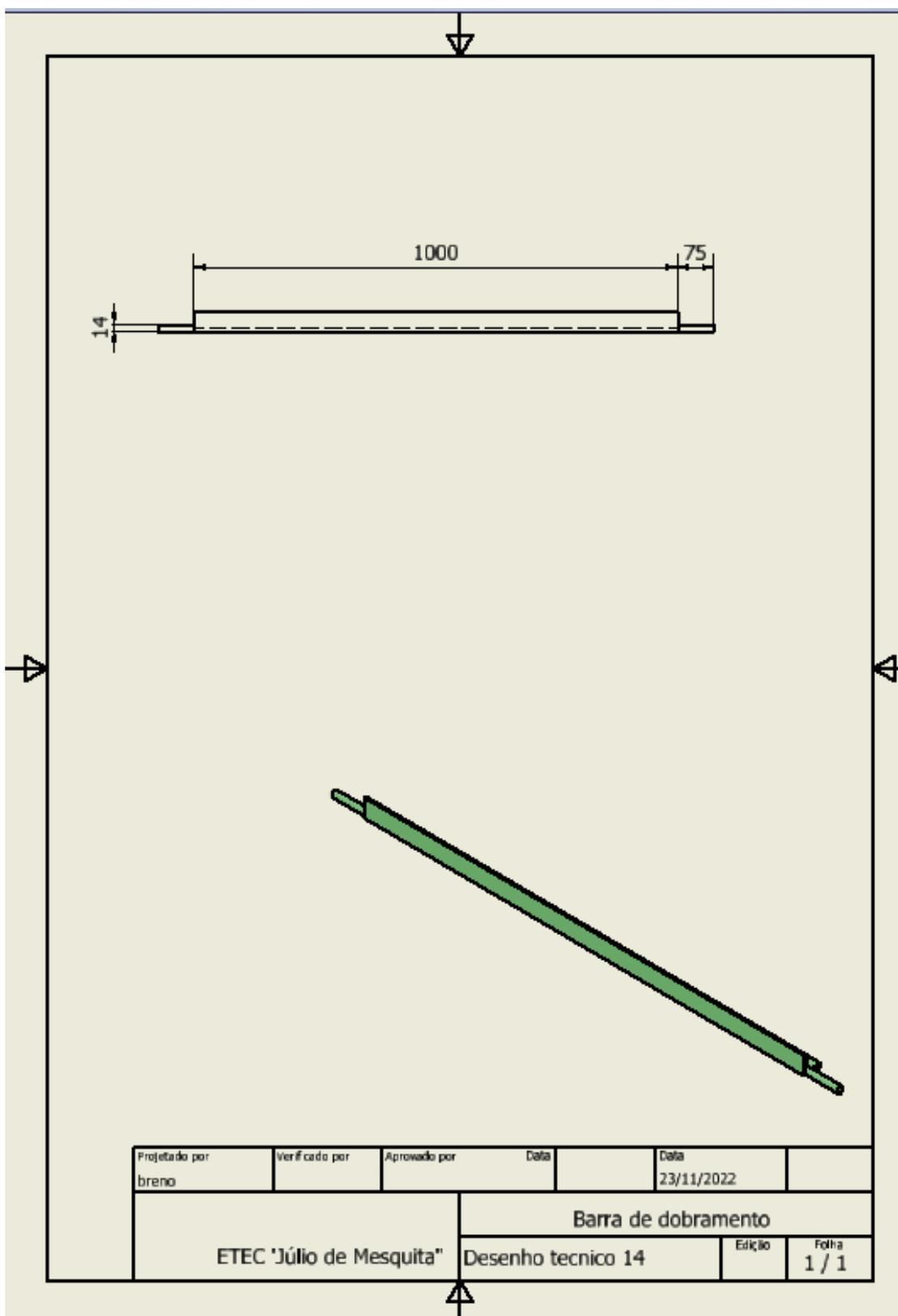
## 4.10 Cantoneira trava



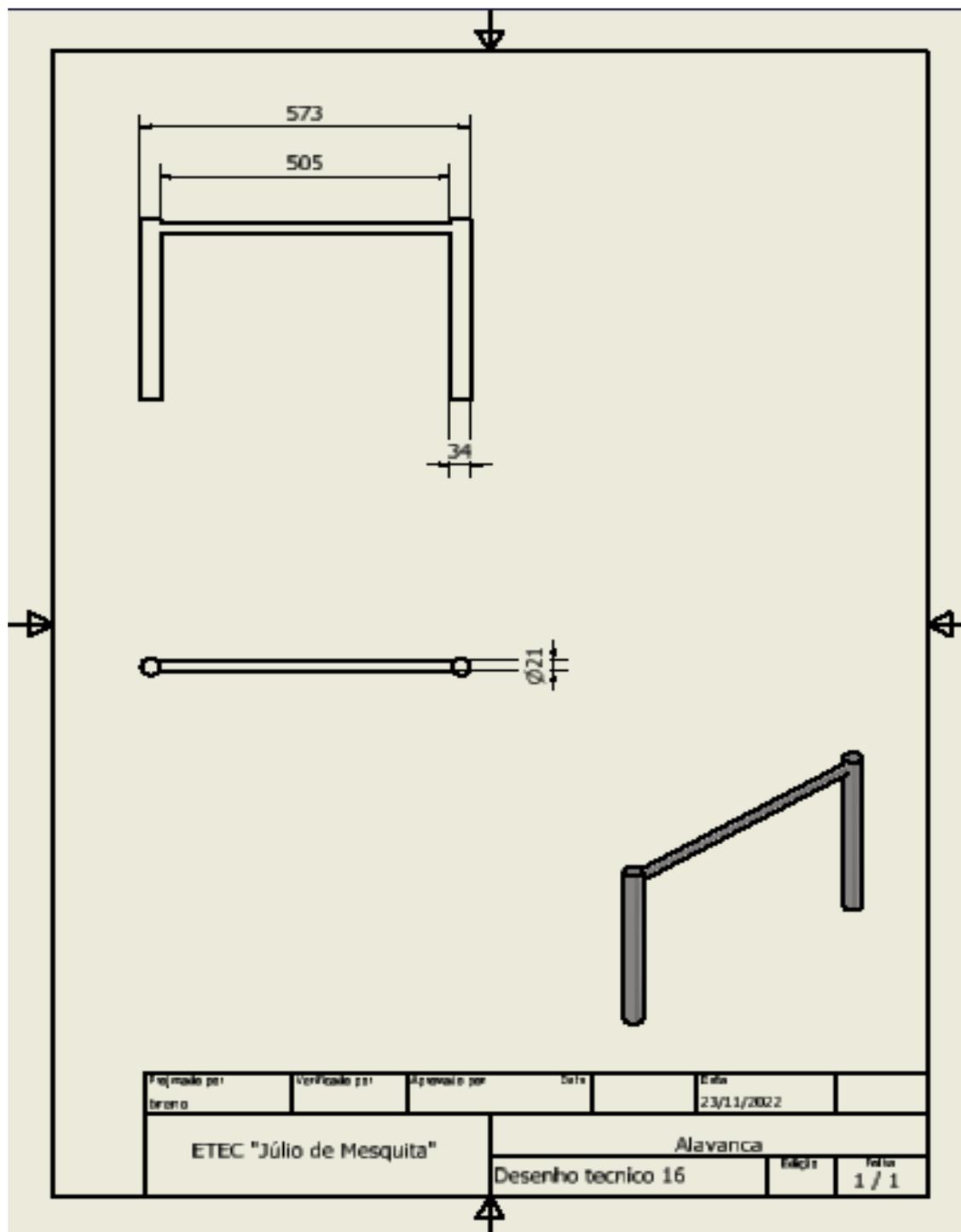
#### 4.11 Suporte da cantoneira de dobrar



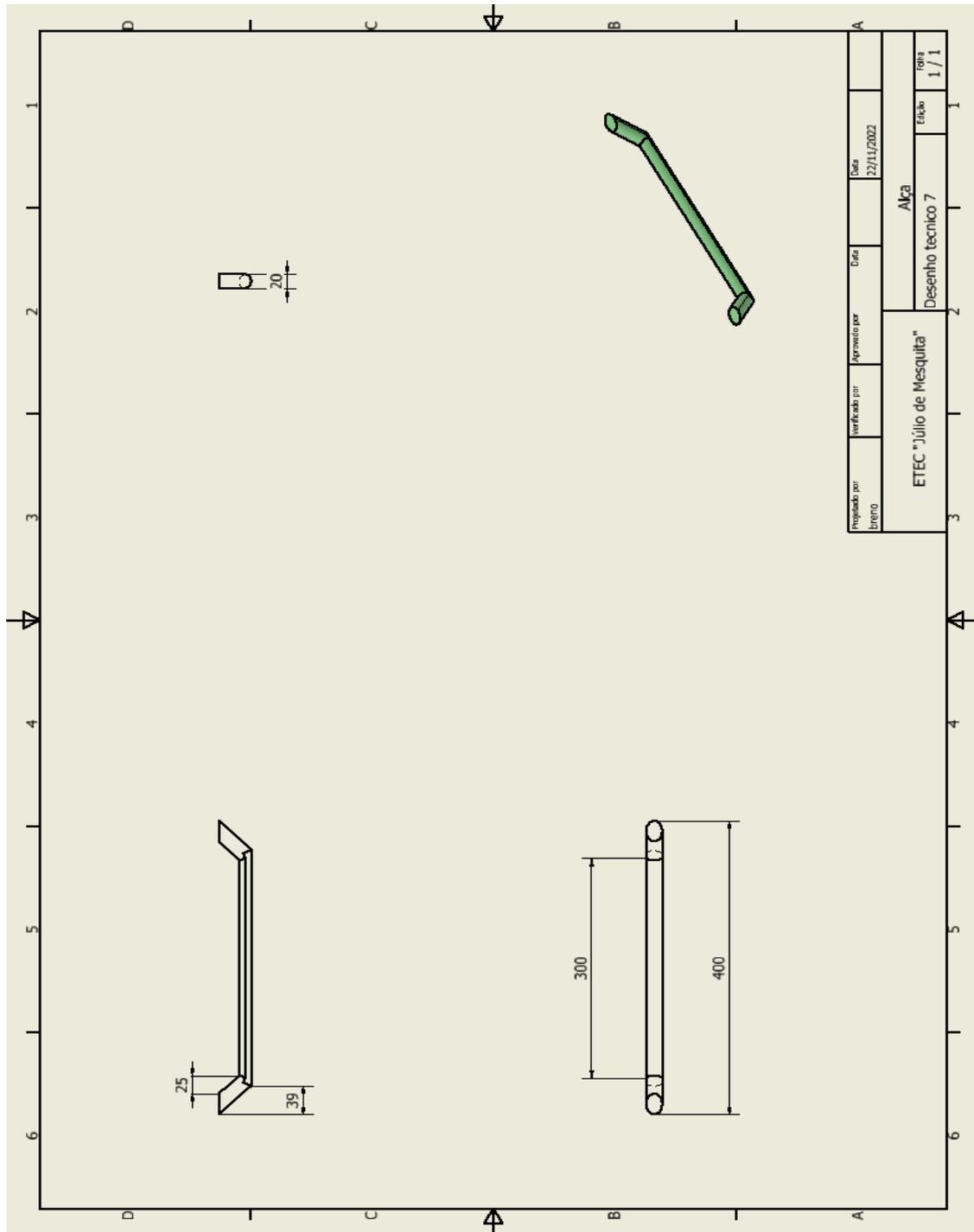
#### 4.12 Cantoneira de dobrar



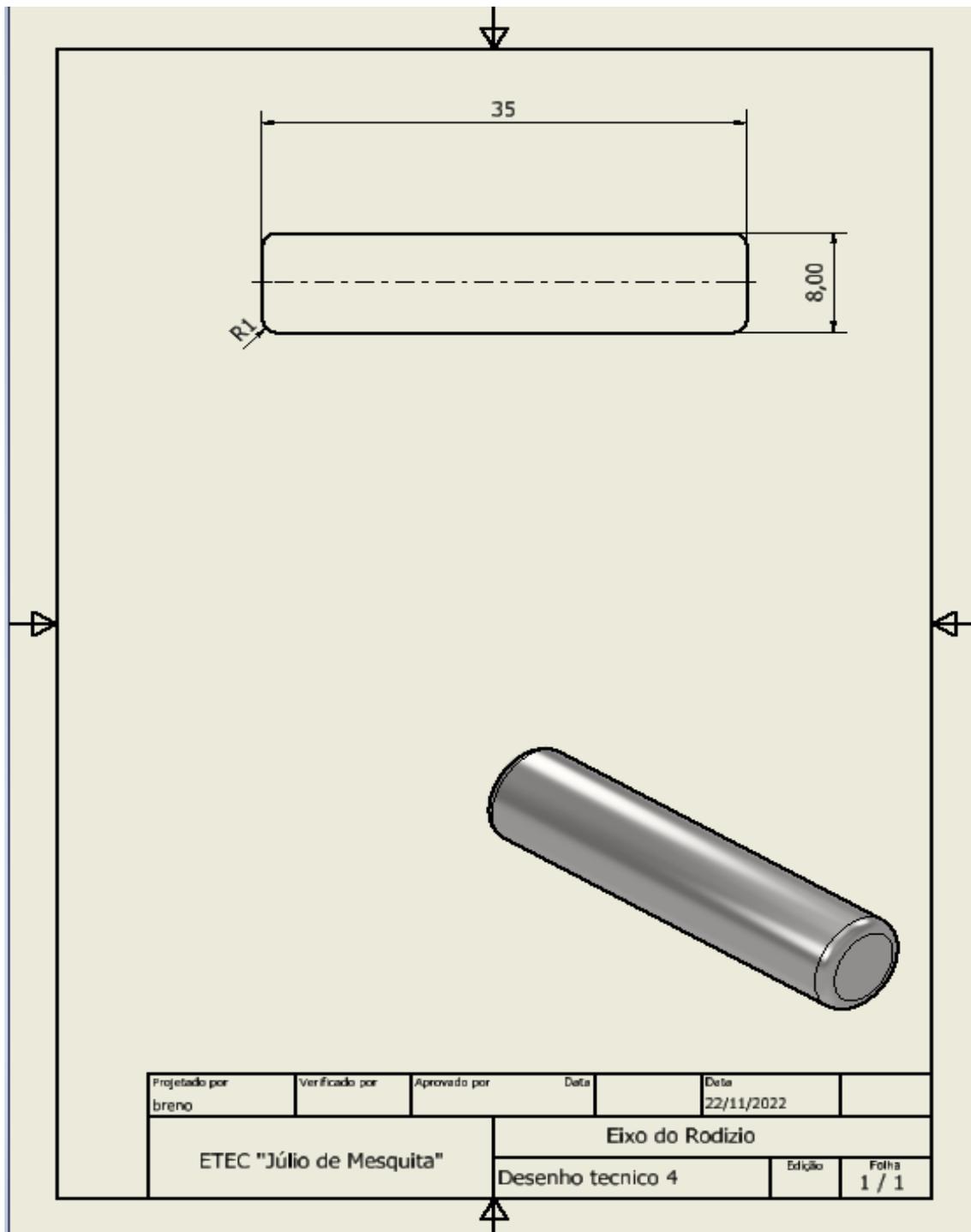
#### 4.13 Alavanca montada



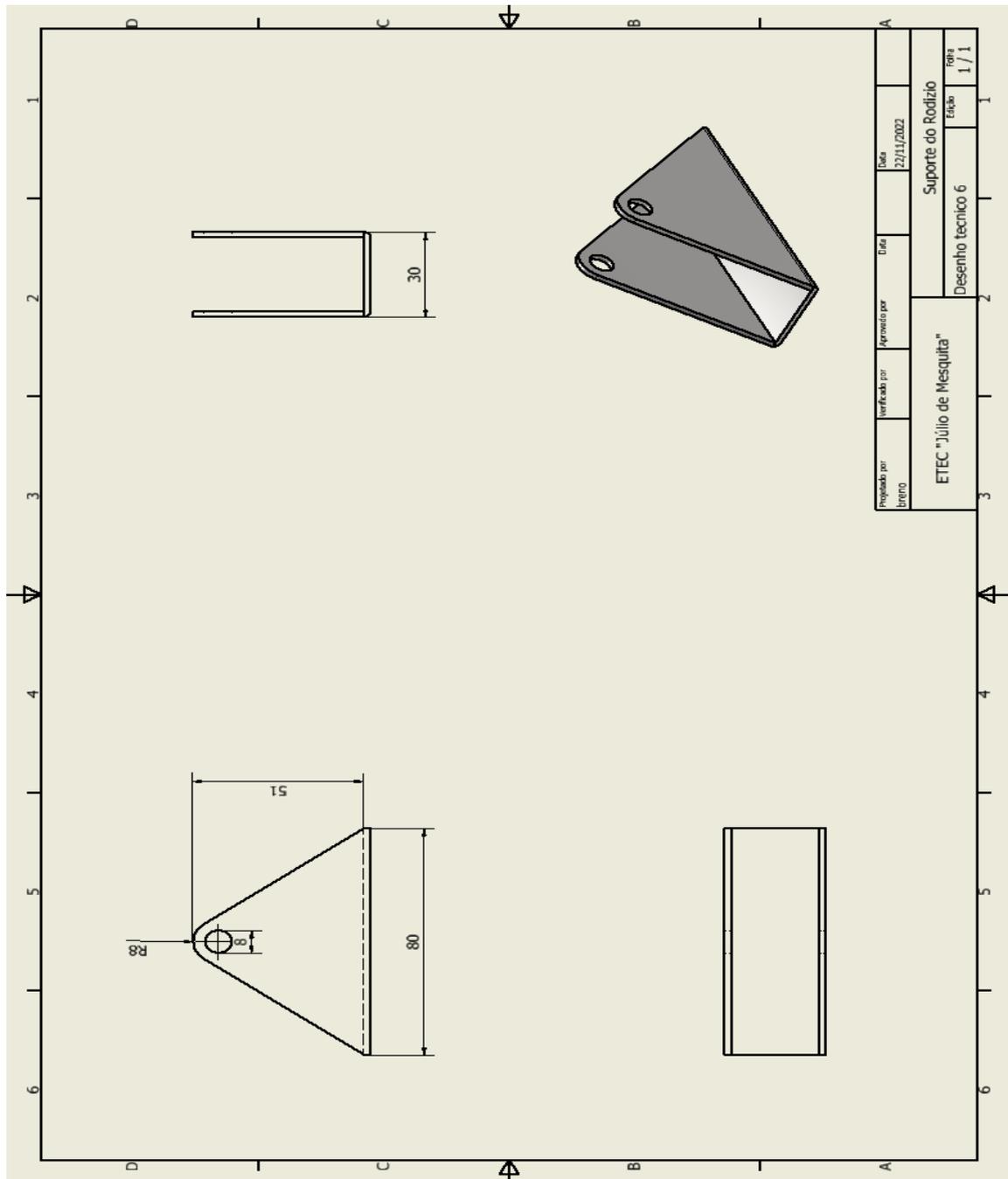
## 4.14 Alça



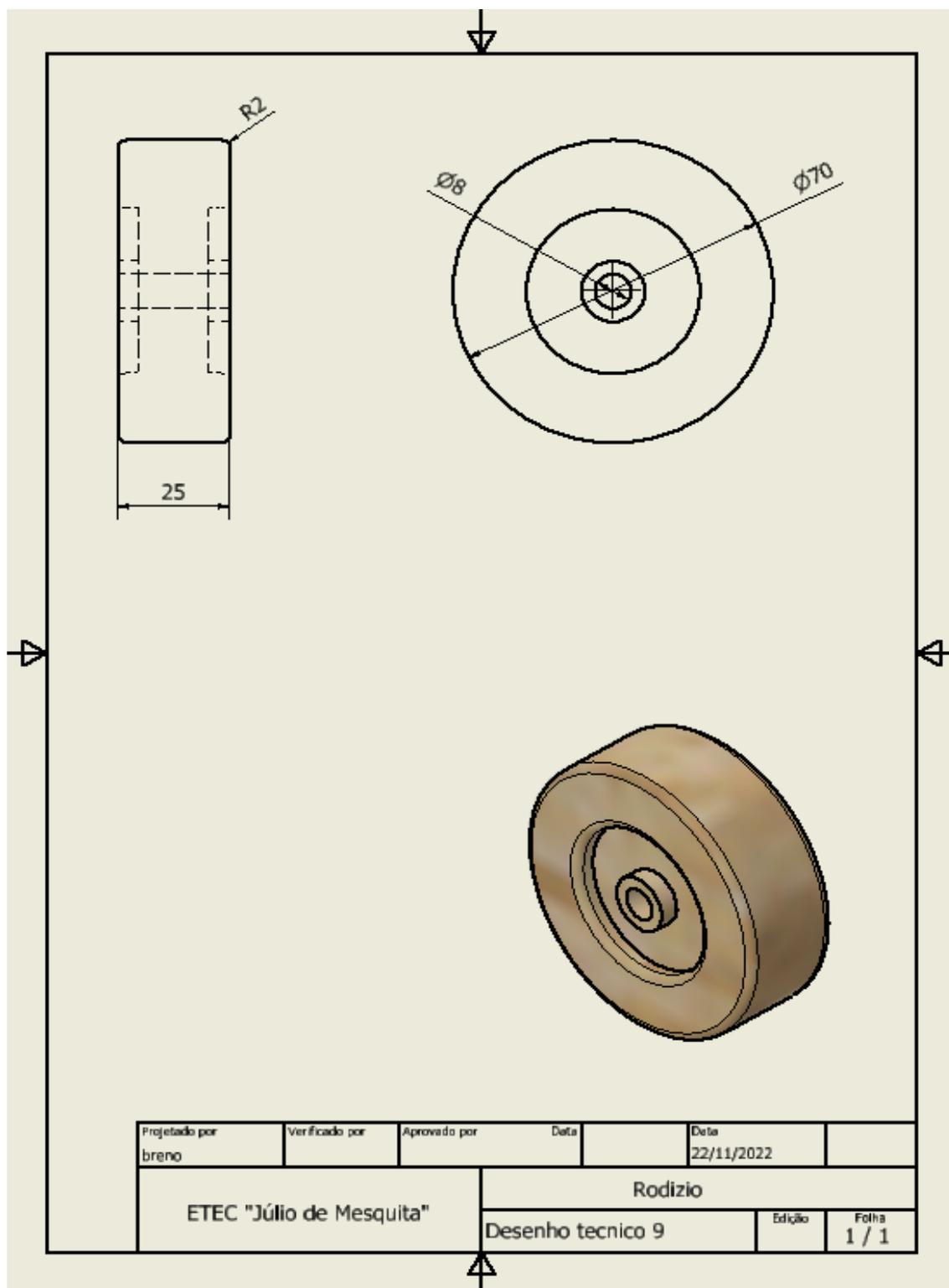
#### 4.15 Eixo do rodízio



## 4.16 Suporte do rodízio



#### 4.17 Rodízio



## 5 CÁLCULOS ESTRUTURAIS DE ESFORÇOS SOFRIDOS

### 5.1 Esforços de dobramento

Na operação de dobramento, a chapa é submetida a esforços aplicados em duas opostas para provocar a flexão e a deformação plástica, mudando a forma de uma superfície plana para duas superfícies concorrente, isto é, ortogonais ( em ângulo ).

Para determinar as forças de dobramento, utilizamos essa fórmula:

$$P = L_r \cdot L \cdot e$$

**P** = força necessária para o dobramento, Kgf

**L<sub>r</sub>** = Limite de resistência

**L** = largura

**E** = espessura

**N** = Newton

$$P = L_r \cdot L \cdot e$$

$$P = 410 \cdot ( 1000 \cdot 1.5 )$$

$$P = 615.000 \text{ Kgf/mm}^2$$

Convertendo para Newton:

$$P = 62.755,102 \text{ N/mm}^2$$

## 5.2 Cálculo de alavanca

O cálculo de da alavanca é similar a todas as outras. Ele depende da força aplicada e da força que resiste ao movimento. Isto é, força potente e força resistente, respectivamente, além disso, dependera da distância de ambas as forças até o ponto de apoio

Fórmula:

$$F_p \cdot d_p = F_r \cdot d_r$$

- **Fp**: força potente
- **dp**: distância da força potente ao ponto de apoio (m)
- **Fr**: força resistente (N)
- **Fr**: distância da força resistente ao ponto de apoio (m)

Fórmula:

$$F_p \cdot dp = Fr \cdot dr$$

$$F_p = \frac{62.755,102 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,5}{350}$$

350

Resultado obtido:

$$F_p = 0.089,650 \text{ N/mm}^2$$

## 6 ESTIMATIVA DE CUSTO DO PROJETO:

### 6.1 Orçamento de materiais

Quantidade	Materiais	Preço Un/ metro	Preço Total
10 m	Metalon 40 x 40 x 1,5	R\$ 29,16	R\$ 291,60
1 m	Cantoneira 1" 1/2 x 1/8	R\$ 28,90	R\$ 28,90
1 m	Tubo redondo Ø 30 mm	R\$ 19,95	R\$ 19,95
1 m	Tubo redondo Ø 20 mm	R\$ 12,16	R\$ 12,16
150 cm	Barra roscada 1/4	R\$ 18,38	R\$ 2,75
2	Arruelas	R\$ 31,43	R\$ 62,86
2	Porcas borboleta	R\$ 26,06	R\$ 52,12
2	Rodízio giratório	R\$ 48,38	R\$ 96,76
1 Kg	Eletrodo 6013/2,5 mm	R\$ 28,00	R\$ 28,00
1 m	Viga "U"	R\$ 20,35	R\$ 20,35
1	Tinta spray	R\$ 23,99	R\$ 23,99
Total:			R\$ 639,44

### 6.2 Orçamento de montagem

H/homem	Materiais	Preço P/hora	Preço Total
40	Mão de obra	R\$ 15,00	R\$ 600,00

Descrição	Valor total
Projeto Dobradeira de chapas manual	R\$ 1239,44

## **CONCLUSÃO**

Ao concluirmos o projeto vimos como positivo os testes feitos na Dobradeira de chapas manual. Tendo como assertivo o dimensionamento, é escolha dos componentes que a compõe.

Projeto que se iniciou com uma investigação técnica, das necessidades, e características necessárias para atender a necessidade de empresas de médio e pequeno porte.

Foi então buscado referencias, é diretrizes em normas técnicas, e catálogos técnicos, para dimensionamento das estruturas, e escolha dos materiais.

Este projeto possibilita a pequenas, e medias empresas, uma Dobradeiras de chapas manual, semi estacionaria, com baixo custo de aquisição, é uma versatilidade diferenciada no mercado.

## REFERENCIAS

- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ETEC Júlio de Mesquita
- ArcelorMittal
- Usiminas
- galvaco.com.br
- Ferramenta skennedy
- Slide player
- Reipar parafusos
- Sometais.com