



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia Automotiva

Projeto de Lixadeira de Cinta

Autor: João Gabriel Dourado Brandão
Orientador: Prof. Dr. Rhander Viana

Brasília, DF
2022



João Gabriel Dourado Brandão

Projeto de Lixadeira de Cinta

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia Automotiva).

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Dr. Rhander Viana

Brasília, DF

2022

João Gabriel Dourado Brandão
Projeto de Lixadeira de Cinta/ João Gabriel Dourado Brandão. – Brasília,
DF, 2022-
76 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Rhander Viana

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2022.

1. Usinagem. 2. Abrasivos. I. Prof. Dr. Rhander Viana. II. Universidade de
Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Projeto de Lixadeira de Cinta

CDU 02:141:005.6

João Gabriel Dourado Brandão

Projeto de Lixadeira de Cinta

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em (Engenharia Automotiva).

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 06 de Maio de 2022:

Prof. Dr. Rhander Viana
Orientador

Titulação e Nome do Professor
Convidado 01
Convidado 1

Titulação e Nome do Professor
Convidado 02
Convidado 2

Brasília, DF
2022

.

Dedico esse trabalho primeiramente a minha família que sempre foi e sempre será meu suporte e meu refúgio, a todos meus mentores que dedicaram seu tempo ao compartilhamento do conhecimento e a todos os meus amigos que sempre estiveram juntos em momentos de estudo, de descanso e conquistas.

Agradecimentos

Agradeço, acima de tudo, a Deus por me permitir trilhar esse caminho e sempre me dar forças nos momentos em que precisei. A todos os meus colegas de faculdade que se tornaram amigos para toda vida. Aos meus irmãos Victor Ramon e Lais Nathália, por serem o melhor exemplo que eu poderia ter e aos meus pais Irai e Claudina por me proverem tudo que foi necessário para eu chegar até aqui.

João Gabriel Dourado Brandão.

Resumo

Lixadeiras de cinta são equipamentos que realizam lixamento em sólidos, podendo ser metálicos ou não, por meio de um elemento abrasivo flexível. Este trabalho está focado no projeto e na seleção de componentes para um equipamento desse modelo, para isso foi levantada uma literatura acerca de usinagem por abrasão, elemento de máquinas e motores elétricos, além de pesquisas de mercado afim de validar as escolhas de projeto. Ao final do desenvolvimento chegou-se em uma lixadeira de cinta com 3 cavalos de potência, fornecidos por um motor elétrico trifásico, e que pode ser compatível com mais de um modelo de lixa de cinta a depender da a escolha da polia e do rolete. Para modelagem 3D e produção de desenhos técnicos do projeto foi utilizado o software SOLIDWORKS da Dassault Systèmes.

Palavras-chaves: Lixadeira de Cinta. Usinagem por abrasão. Lixas.

Abstract

Belt sanders are equipment that sand solids, which can be metallic or not, by means of a flexible abrasive element. This work is focused on the design and selection of components for an equipment of this model, for this, a literature was raised about abrasion machining, element of machines and electric motors, in addition to market research in order to validate the design choices. At the end of development, we arrived at a belt sander with 3 horsepower, supplied by a three-phase electric motor, and which can be compatible with more than one belt sander model depending on the choice of pulley and roller. For 3D modeling and production of technical drawings of the project, SOLIDWORKS software from Dassault Systèmes was used.

Key-words: belt sander. Abrasive machining. sandpapers.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Processo de Lixamento.	18
Figura 2 – Estrutura de uma lixa.	19
Figura 3 – Exemplos de geometrias de lixas	19
Figura 4 – Propriedades e aplicações de abrasivos.	20
Figura 5 – Classificação ANSI para grão abrasivos.	21
Figura 6 – Tipos de Lixadeiras	24
Figura 7 – Tipos de Lixadeiras de Cinta	25
Figura 8 – Lixadeira Combinada Fita e Disco 150mm 375W Modelo: RAZI-LIX150.	25
Figura 9 – Vista explodida de um motor <i>CA</i>	26
Figura 10 – Perfis de correias	27
Figura 11 – Transmissão por correia	27
Figura 12 – Mancal de esfera.	28
Figura 13 – Alturas recomendadas para as superfícies de trabalho, em função da estatura.	29
Figura 14 – Lixadeira de Cinta e lixa de cinta	30
Figura 15 – Lixa de cinta	30
Figura 16 – Motor elétrico escolhido para o projeto	33
Figura 17 – Tarjeta afixada ao motor elétrico	33
Figura 18 – Ligação Estrela e Triângulo	34
Figura 19 – Circuito para partida Estrela-Triângulo	35
Figura 20 – Circuito para partida Direta	36
Figura 21 – Modelo 3D do Motor Elétrico.	37
Figura 22 – Equivalência entre bitolas de chapas.	38
Figura 23 – Modelo 3D e fixação da chapa principal	39
Figura 24 – Marcação dos furos na chapa principal.	39
Figura 25 – Mesa Flat fixada a chapa principal.	40
Figura 26 – Mesa Flat.	41
Figura 27 – Anteparo montado na estrutura.	41
Figura 28 – Face do anteparo a ser polida.	42
Figura 29 – Mecanismo de tensionamento.	42
Figura 30 – Comportamento da Força Elástica.	43
Figura 31 – Esquemático do sistema de tensionamento.	43
Figura 32 – Alinhamento da lixa em função do ângulo.	44
Figura 33 – Mecanismo de controle de ângulo do rolete.	45
Figura 34 – Polia e Rolete.	45
Figura 35 – Furo da polia e chaveta.	47

Figura 36 – Representação geométrica do sistema.	49
Figura 37 – Bancada para fixação da lixadeira.	51
Figura 38 – Modelo 3D completo da Lixadeira de Cinta	52

Lista de tabelas

Tabela 1 – Código dos grão abrasivos	21
Tabela 2 – Tipos de material ligante	22
Tabela 3 – Dureza do material ligante	22
Tabela 4 – Classificação de costado de papel	23
Tabela 5 – Classificação de costado de tecido	23
Tabela 6 – Especificação do motor elétrico	34
Tabela 7 – Componentes para partida Estrela-Triângulo	36
Tabela 8 – Componentes para partida Direta	36
Tabela 9 – Pesquisa de bitolas de chapas de Lixadeiras de Cinta	38
Tabela 10 – Medida de polias para lixadeiras de cinta	46
Tabela 11 – Medida de roletes para lixadeiras de cinta	46
Tabela 12 – Medidas do rasgo de chaveta do eixo do motor	47
Tabela 13 – Rotação do rolete de acordo com a polia selecionada.	48
Tabela 14 – Rolamentos que estão dentro da especificação de projeto.	48
Tabela 15 – Distância entre centros em função do ângulo da haste do rolete	50
Tabela 16 – Distância entre centros em função do ângulo da haste do rolete	50

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Eq.	Equação
FGA-UnB	Faculdade do Gama da Universidade de Brasília
FEPA	Federation of European Producers of Abrasives
Fig.	Figura
IEA	International Ergonomics Association
NBR	Normas Brasileiras
Tab.	Tabela
UnB	Universidade de Brasília

Lista de símbolos

A	Amperes
SiC	Carboneto de Silício
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
D_{motora}	Diâmetro da Polia Motora
D_{movida}	Diâmetro da Polia Movidada
C	Distância Entre Centro da Polia e Rolete
Hz	Hertz
m	Metros
mm	Milímetros
cBN	Nitreto Cúbico de Boro
Al_2O_3	Óxido de Alumínio
R	Raio da Polia
r	Raio do Rolete
N_{movida}	Rotação da Polia Movidada
N_{motora}	Rotação da Polia Motora
rpm	Rotações por Minuto
V	Volts
W	Watts

Sumário

1	INTRODUCAO	15
1.1	Objetivo	16
1.1.1	Objetivos Gerais	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Usinagem por Abrasão	17
2.1.1	Lixamento	17
2.2	Lixas e suas aplicações	18
2.2.1	Grão Abrasivo	20
2.2.2	Ligante	21
2.2.3	Costado de lixa	22
2.3	Tipos de lixadeira	24
2.4	Motores Elétricos	25
2.5	Elemento de Máquinas	26
2.5.1	Polias e Correias	26
2.5.2	Mancais	28
2.6	Ergonomia	28
2.7	Lixadeira de Cinta: Projeto e aplicações	29
3	DESENVOLVIMENTO	32
3.1	Definição do Problema	32
3.2	Motor Elétrico	32
3.2.1	Especificações	32
3.2.2	Sistema de Partida	34
3.2.3	Modelagem	37
3.3	Estrutura da Lixadeira	37
3.3.1	Chapas Metálicas	37
3.3.2	Chapa Principal	39
3.3.3	Mesa Flat	40
3.3.4	Anteparo para Lixa	41
3.3.5	Sistema de Tensionamento da Lixa	42
3.3.6	Sistema de Alinhamento da Lixa	44
3.4	Polia e Rolete	45
3.4.1	Fixação da polia ao eixo do motor	47
3.4.2	Seleção dos Rolamentos	47

3.5	Seleção da Lixa de Cinta	48
3.6	Estrutura para Lixadeira de Cinta	51
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
4.1	O Projeto Final	52
	REFERÊNCIAS	53
	APÊNDICES	55
	APÊNDICE A – DESENHOS TÉCNICOS	56

1 Introdução

A Faculdade do Gama da Universidade de Brasília (FGA-UnB) possui um laboratório destinado ao estudo de processos de fabricação, neste laboratório existem diversas máquinas como tornos, fresadoras, fornos, furadeiras e é por meio delas que são lecionadas as práticas de processos de fabricação.

Este trabalho surgiu da necessidade desse laboratório possuir um equipamento chamado de lixadeira de cinta. Por meio dele seria possível um aprofundamento na prática de usinagem por abrasão, estudos sobre lixas, além de ser mais uma ferramenta disponível para os professores, técnicos e alunos que também fazem uso do laboratório em seus projetos da faculdade.

Uma lixadeira de cinta se caracteriza por ser um equipamento que realiza o desbaste de sólidos, por meio de um elemento abrasivo associado a um movimento linear. No mercado é possível encontrar diversos modelos dessa ferramenta, porém eles se dividem em duas grandes categorias, as lixadeiras de mão e as de bancada, a primeira é projetada para ser operada realizando o movimento da ferramenta contra o sólido, já a segunda é feita para ser operada em bancada, de forma que a ferramenta fique parada e o sólido seja movimentado contra ela.

A lixadeira de cinta de bancada é o foco de estudo do trabalho. Esse tipo de equipamento possui motor elétrico com uma polia acoplada em seu eixo, uma estrutura que suporta uma ou mais polias formando um sistema semelhante a uma transmissão por correia e uma lixa de cinta (elemento abrasivo), que fazendo uma analogia a transmissão citada, seria a correia. Quando o motor é ligado, a lixa de cinta passa a se movimentar, e dessa forma o lixamento pode ser realizado movimentando o sólido contra a lixa.

Essa ferramenta oferece bastante precisão nos desbastes realizados devido a natureza de sua operação, uma vez que o sólido é movimentado e não a máquina, isso a torna muito útil em peças pequenas que necessitam de algum tipo de desbaste, seja para alterar a sua geometria ou apenas para dar acabamento.

Uma das maiores aplicações das lixadeiras de cinta está na cutelaria, que é a arte ou a técnica de se fabricar objetos cortantes. Ela se destaca devido a sua grande versatilidade em possibilitar a execução de vários processos na fabricação desses objetos, como por exemplo: deixar o objeto com uma geometria específica, realizar o acabamento superficial da peça e fazer afiações no metal.

Além do foco em conceber todo o projeto mecânico de uma lixadeira de cinta, este trabalho também se preocupou em trazer literaturas a respeito de usinagem por abrasão,

lixas e elementos de máquinas que serão usados no projeto. Isso foi fundamental para entender as necessidades do projeto e dessa forma desenvolver componentes que possuam forma ligadas diretamente sua função.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivos Gerais

Realização do projeto mecânico de uma lixadeira de cinta que tenha uma geometria simples o bastante para ser construída utilizando processos de fabricação convencionais e que possua poucos componentes para serem fabricados.

1.1.2 Objetivos específicos

- Descrever e levantar da literatura a respeito de usinagem por abrasão.
- Levantar literatura e apresentar fundamento teórico a respeito de lixas, lixamento e equipamentos dessa mesma categoria.
- Descrever e levantar da literatura sobre projeto de máquina.
- Realizar a seleção de componentes que atendam as especificações de projeto.
- Projetar o mecanismo de tensionamento da lixa de cinta.
- Projetar mecanismo de alinhamento da lixa de cinta.
- Projetar a bancada em que a lixadeira será instalada.
- Documentar o projeto por meio de desenhos técnicos conforme normas ABNT.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Usinagem por Abrasão

Usinagem é um conjunto de processos de manufatura ao qual uma ferramenta de corte é utilizada para remover o excesso de material de um sólido de tal maneira que o material remanescente fique com a forma desejada para a peça (KIMINANI; CASTRO; OLIVEIRA, 2019). O material em excesso que é removido durante o processo é denominado de cavaco, e sua formação está diretamente ligada ao tipo de processo de usinagem empregado.

Existem duas grande categorias para se classificar um processo de usinagem, sendo elas: Usinagem convencional e não convencional, o processo de usinagem por abrasão é um dentre os processos de usinagem convencional e dentro desse processo ainda existem subdivisões quanto a finalidade, aplicação e tipo de ferramenta usada. Processos de usinagem por abrasão podem ser divididos em:

- Brunimento.
- Retificação.
- Superacabamento.
- Lixamento.
- Polimento.
- Lapidação.

Um processo de usinagem por abrasão é caracterizado pelo material do sólido ser removido pela ação de grãos abrasivos, que são partículas não metálicas com elevado grau de dureza e suas arestas apresentam forma e orientação irregulares (MALKIN, 1989). Esse tipo de processo possui como característica a obtenção de peças com ótimos acabamentos superficiais e boa tolerâncias dimensionais, o que o torna de extrema importância para indústria.

2.1.1 Lixamento

O lixamento é um processo de usinagem por abrasão caracterizado por sua ferramenta de corte ser uma lixa, que pode ser definida basicamente como uma tela que possui um material abrasivo em uma de suas faces. Tal processo se mostra muito versátil uma

vez que por meio dele é possível dar forma e acabamento em sólidos com diversos tipos de geometrias e dos mais variados tipos de material como metais, madeiras e polímeros.

O processo de lixamento ocorre da seguinte forma, a ferramenta de corte (lixa), é movimentada sob pressão contra o sólido, e a partir da combinação desses dois fatores o material é removido por meio do elemento abrasivo presente na lixa, um exemplo cotidiano desse processo é o lixamento de carrocerias no processo de pintura para remoção ou correção de imperfeições.

O processo de lixamento ocorre em três etapas. Na primeira a interferência entre o grão abrasivo e o sólido a ser usinado gera uma modificação na superfície do material, na segunda etapa a modificação superficial decorrente da etapa anterior, evolui para uma deformação plástica no sólido e a partir daí inicia-se a formação do cavaco, e na última etapa ocorre o cisalhamento do material (GONÇALVES; SASAKI; SALOMÃO, 2007). A Figura 1 faz a ilustração do processo de lixamento.

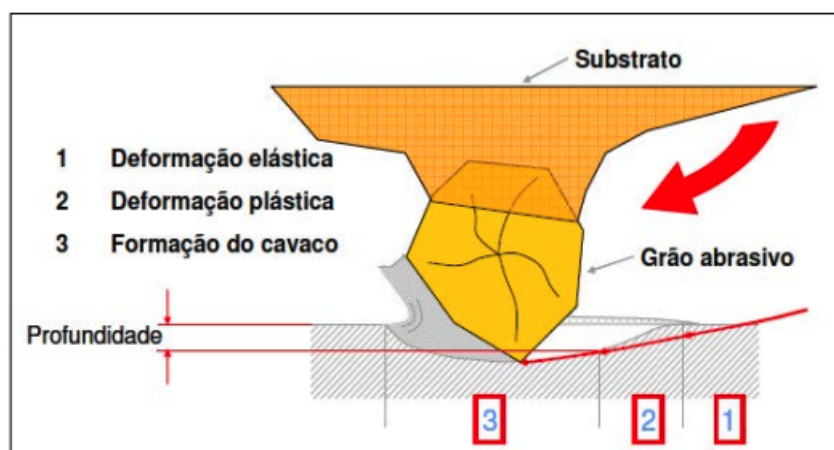


Figura 1 – Processo de Lixamento.

Fonte: (GONÇALVES; SASAKI; SALOMÃO, 2007)

2.2 Lixas e suas aplicações

Lixas são produtos fabricados com um a deposição de grãos de mineral abrasivo, previamente classificados e com um tamanho específico, sobre um costado de papel, tecido ou fibra vulcanizada, filme plástico ou combinação (papel + tecido), unidos por camadas de adesivos que são curados para obtenção de uma forma sólida (NBR16195, 2013). A estrutura de uma lixa está ilustrada na Figura 2

Lixas podem ser classificadas quanto a sua aplicação, existindo lixas para metais, madeiras e alvenaria, quanto ao tamanho (granulometria) e composição do seu grão abrasivo, que influenciará diretamente na rugosidade do sólido após ser usinado, quanto ao

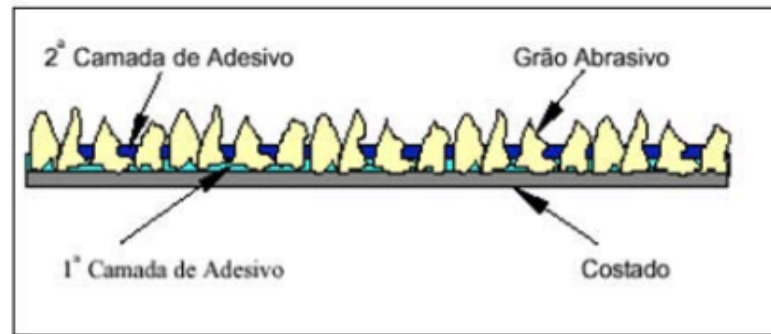
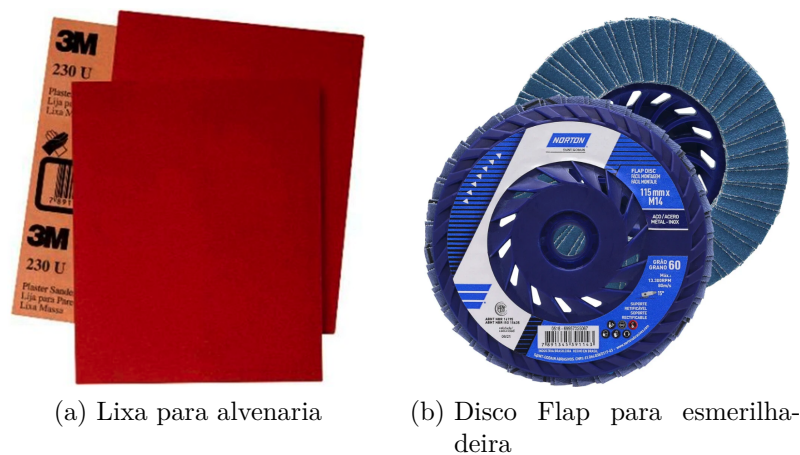


Figura 2 – Estrutura de uma lixa.

Fonte: (NBR14960, 2003)

elemento ligante que mantém grãos e costado unidos, e quanto ao costado que funciona como suporte para todo esse conjunto.

Lixas podem ser encontradas com diferentes geometrias, as mais simples que se assemelham a folhas de papel a mais elaboradas em forma de disco, pensadas para serem usadas em ferramentas. Elas podem ser usadas manualmente, em suportes, em ferramentas que realizando movimentos circulares, orbitais ou lineares.



(a) Lixa para alvenaria

(b) Disco Flap para esmerilhadeira

Figura 3 – Exemplos de geometrias de lixas

Fonte: Internet

A Figura 3 é um exemplo de como as lixas podem ser fabricada de diferentes formas para privilegiar uma aplicação. Na Figura 3(a) temos uma lixa para ser usada manualmente com aplicações em alvenaria e já a Figura 3(b) traz um disco flap que é produzido utilizando pequenas lixas em associação e é feito para ser usado em uma esmerilhadeira, uma ferramenta elétrica de movimento circular.

2.2.1 Grão Abrasivo

Entre os principais abrasivos empregados industrialmente, destacam-se o óxido de alumínio (Al_2O_3), o carboneto de silício (SiC), o diamante e o nitreto cúbico de boro (cBN). Os dois primeiros são chamados de abrasivos convencionais, ao passo que os dois últimos são chamados de "superabrasivos" (MACHADO et al., 2015).

Abrasivo	Estrutura cristalina	Dureza Knoop (kgf/mm ²)	Condutividade térmica relativa	Estabilidade térmica (°C)	Afinidade química	Recomendado para:
Al_2O_3	Hexagonal	2.100	1	1.750	Cerâmicas, óxidos, vidros, rocha	Aços em geral, aço rápido, aços temperados e cementados, aços inoxidáveis e ligas aeronáuticas
cBN	Cúbica	4.700	35-120	1.400	Nenhuma	Aços temperados, ligas aeronáuticas, ferrosos de alta dureza
SiC	Hexagonal	2.400	10	1.500	Materiais que assimilam carbono	Não metálicos, vidro, ferros fundidos, carboneto de tungstênio
Diamante	Cúbica	8.000	100-350	800	Materiais que assimilam carbono	Cerâmicas duras, não metálicos, não ferrosos, metal duro brasado

Figura 4 – Propriedades e aplicações de abrasivos.

Fonte: (MACHADO et al., 2015)

O grão abrasivo também pode ser classificado quanto a sua granulometria, e para isso existem várias convenções para realização dessa medição, as mais utilizadas são a FEPA – *Fédération Européenne des Fabricants de Produits Abrasifs* (Federação dos Produtores Europeus de Abrasivos) e a norma ANSI Standard B 74.12.

Ambas as normatizações utilizam um padrão semelhante para obtenção dessa medida. Elas se baseiam na quantidade de linhas por polegadas de uma peneira, de forma que quanto mais linhas existirem menor será o tamanho do grão, então lixas com granulometrias 12, 16, 20 possuem grãos mais grossos enquanto as 220, 240 possuem grãos mais finos, por exemplo. A Figura 5 ilustra a forma que é realizada a granulometria utilizando esse método de peneiras.

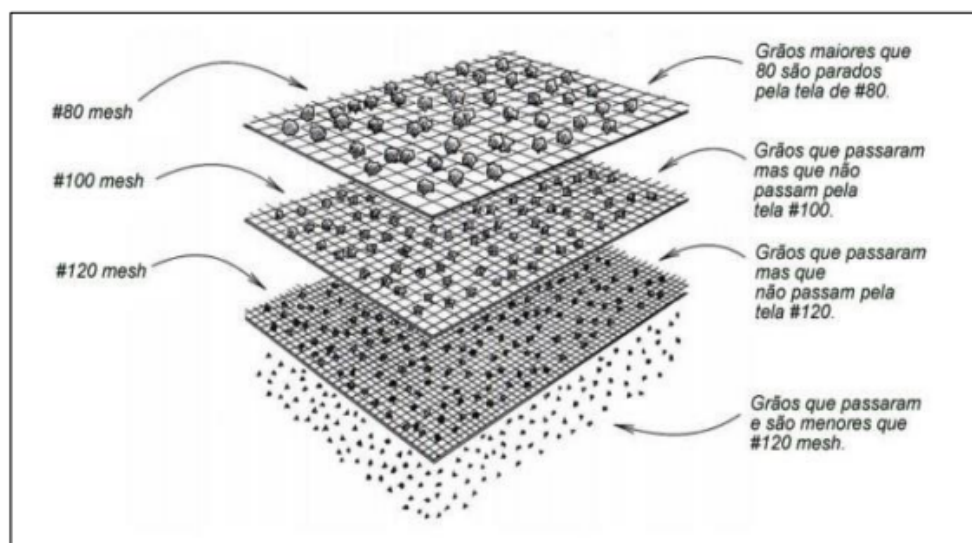


Figura 5 – Classificação ANSI para grão abrasivos.

Fonte: Nagyszalanczy, 1997 apud Varasquim, 2014

A ABNT possui uma normatização para nomenclatura do grão de acordo com o tipo, as normas que discorrem sobre isso são a NBR 15230:2016 e NBR 15545:2016, a Tabela 1 indica o código usado para cada tipo de grão abrasivo, conforme essas normas.

Código	Abrasivo
A	Óxido de alumínio (Al_2O_3)
C	Carboneto de silício (SiC)
Z	Alumina-zircônia
D	Diamantes
B	Nitreto cúbico de boro (cBN)

Tabela 1 – Código dos grão abrasivos

Fonte: (NBR15230, 2016) e (NBR15545, 2016)

2.2.2 Ligante

Os grãos abrasivos são mantidos juntos por vários tipos de materiais de ligação. Em geral, a ligação deve ser forte o suficiente para resistir à moagem, forças, temperaturas e forças centrífugas sem se desintegrar. Esse material é denominado Ligante (MALKIN, 1989).

O ligante tem grande importância na dureza especificada da ferramenta, para rebolos, ferramentas utilizadas nos processos de retificação, a dureza é proporcional a quanto o ligante consegue manter os grãos abrasivos unidos, então é considerado um rebole duro o que consegue reter mais abrasivos em condições severas (MACHADO et al., 2015).

Para o caso de rebolos ainda existe um efeito que a medida que o abrasivo se desgasta, o grãos vão se desprendendo do ligante e abrindo espaço para que novos abrasivos afiados entrem em ação (MACHADO et al., 2015), esse efeito já não é observado em lixas, uma vez que seus grãos estão presos a um costado de lixa que não possui função abrasiva.

Código	Tipo de liga
B	Ligas resinoides e outras ligas orgânicos termofixas
BF	Liga resinoide de fibra reforçada
E	Liga do tipo shellac
MG	Liga de magnesita
PL	Liga de termoplástico
R	Liga de borracha
RF	Liga de borracha reforçada.

Tabela 2 – Tipos de material ligante

Fonte: NBR ISO 525:2013

A	B	C	D	Extremamente mole
E	F	G	-	Muito mole
H	I	J	K	Mole
L	M	N	O	Médio
P	Q	R	S	Duro
T	U	V	W	Muito duro
X	Y	Z	-	Extremamente duro

Tabela 3 – Dureza do material ligante

Fonte: NBR ISO 525:2013

Devido a existência de diferentes materiais ligantes, faz-se necessário uma classificação quanto a dureza e ao tipo. Para tanto a norma NBR ISO 525:2013 traz consigo essa padronização, que pode ser observada nas Tabelas 1 e 3.

2.2.3 Costado de lixa

Costado é o componente da lixa que oferece o suporte para aplicação do ligante e dos grãos abrasivos. Ele também é utilizado para impressão das especificações da lixa. Basicamente, ele pode ser de quatro tipos: Papel, Tecido, Fibra e Combinação (NORTON-NABRASIVES, 2016).

Costados de papel, tem classificação conforme ao peso do papel, a Tabela 4 ilustra essa classificação e suas utilizações.

Costados de tecido são usados em lixas que sofrem grandes esforços mecânicos devido a elevada resistência à tração, ao rasgo e ao esticamento. a Tabela 5 ilustra essa classificação e suas utilizações

Denominação Classe		Aplicações
Peso A e B	Peso leve	Operações manuais e em máquinas portáteis elétricas e pneumáticas
Peso B e C impermeável	Peso leve	Operações refrigeradas manuais e em máquinas portáteis elétricas e pneumáticas
Peso E e F	Peso pesado	Operações mecânicas em máquinas fixas (grandes e médias) e em máquinas portáteis elétricas e pneumáticas
Peso G e H	Peso pesado	Operações de lixamento em máquinas fixas (grandes e médias)

Tabela 4 – Classificação de costado de papel

Fonte: Norton Abrasives

Denominação	Classe	Aplicações
Lonita	J	É o mais leve de todos, possui média resistência e flexibilidade. É utilizado em folhas ou combinação com papel
Jeans	J	Leve e flexível, é mais resistente que a lonita. É empregado em lixas que não sofrem grandes esforços mecânicos e que necessitam de grande flexibilidade
Drills	X	Encorpado (mais pesado) e resistente, ideal para operações mecânicas em geral
Cetim Algodão	X	É mais resistente que o drills, sendo indicado para operações severas (desbaste pesado)
Cetim Poliéster	Y	É Robusto e mais resistente à ruptura longitudinal que o cetim algodão. Utilizado em operações severas, à seco ou refrigeradas

Tabela 5 – Classificação de costado de tecido

Fonte: Norton Abrasives

"O costado de fibra é constituído de aglomerado de papel vulcanizado e fibras de algodão. Este possui a maior resistência entre os costados, sendo utilizado em operações que exigem grandes esforços. Sua aplicação mais usual é em discos para lixadeira portátil" (NORTONABRASIVES, 2016). Eles possuem um "F" como símbolo para identificação.

"O costado composto é obtido através da colagem de papel pesado e tecido (forro). Possui resistência intermediária entre o tecido e a fibra, sendo utilizada nas indústrias madeireiras em operações pesadas, e para o lixamento de assoalhos" (NORTONABRASIVES, 2016).

2.3 Tipos de lixadeira

Existe no mercado uma grande oferta com diferentes tipos de lixadeiras, algumas para aplicações mais específicas e outras para aplicações gerais. Em sua grande maioria são ferramentas elétricas podendo até mesmo ser movidas a baterias.

Elas podem ser classificadas quanto ao tipo de movimento que elas realizam, sendo eles: circular, orbital e linear. E também existem modelos para aplicações domésticas e industriais.

A esmerilhadeira (Fig. 6(a)) é a lixadeira de movimento circular bastante comum na industria metal-mecânica. Ela pode ser encontrada em diferentes potências que vão de 600 até 2400 W em modelos para uso industrial. Lixadeiras orbitais (Fig. 6(b)) são bem comuns na marcenaria e lanternagem, pois seu movimento orbital é favorável para o acabamento e preparação de superfícies.



(a) Esmerilhadeira Angular 5 Pol. 900W Modelo: BOSCH-GWS-9-125 (b) Lixadeira Orbital 1/4 de Lixa 225W Modelo: DEWALT-DWE6411

Figura 6 – Tipos de Lixadeiras

Fonte: Loja do Mecânico

As lixadeiras de cinta são equipamentos que realizam o lixamento por meio de um movimento linear, elas podem ser portáteis (7(a)) para serem operadas com as mãos, realizando o lixamento pressionando a ferramenta contra o sólido ou podem ser de bancada (7(b)), em que a ferramenta é fixa e o sólido é pressionado contra o ela.

No mercado é possível encontrar um tipo de lixadeira chamada lixadeira combinada, ela une dois modelos de lixadeiras, a com movimento circular e linear em um único equipamento. Sua operação é igual a de lixadeiras de cinta, o sólido é operado contra a lixadeira. Na Figura 8 pode ser visualizado um modelo dessa lixadeira fabricado pela RAZI.



(a) Lixadeira de Cinta 3x21 Pol. 900W Modelo: STANLEY-SB90 (b) Lixadeira de Cinta para Metais 100 x 1220mm 150W Modelo: MANROD-MR125

Figura 7 – Tipos de Lixadeiras de Cinta

Fonte: Loja do Mecânico



Figura 8 – Lixadeira Combinada Fita e Disco 150mm 375W Modelo: RAZI-LIX150.

Fonte: Loja do Mecânico

2.4 Motores Elétricos

Motores elétricos são amplamente utilizados para fornecer a potência principal de máquinas industriais, produtos de consumo e equipamentos de serviço. Eles possuem a capacidade de transformam energia elétrica em energia cinética. Podem ser divididos em duas grandes classificações: Motores de corrente contínua (*CC*) e de corrente alternada (*CA*) (MOTT, 2015).

Motores *CC* são aqueles cuja a fonte de carga que os alimenta deriva de uma carga de corrente contínua, ou seja, de acumuladores de cargas como baterias e capacitores, um exemplo de aplicação desses motores são as ferramentas elétricas a bateria. Motores *CA* são alimentados por cargas de corrente alternada, que é a que é amplamente distribuída em residências e nas indústrias.

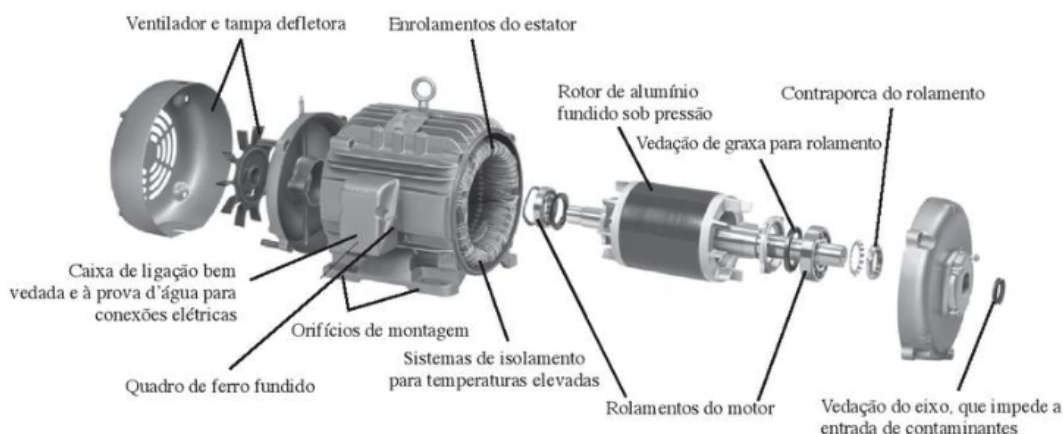


Figura 9 – Vista explodida de um motor *CA*

Fonte: Baldor Eletronic Company, Greenville

Dentro dos motores *CA*, ainda existe algumas divisões, as mais notáveis são as classes de motores monofásicos, que são aqueles que possuem 2 condutores e um neutro e os trifásicos que possuem 3 condutores e um neutro. Os motores trifásicos são os mais encontrados no mercado, uma vez que neles não existem conexões elétrica diretas para o rotor, o que simplifica o projeto e a produção, e isso o torna um produto com alto grau de confiabilidade (MOTT, 2015).

2.5 Elemento de Máquinas

2.5.1 Polias e Correias

Polias e correias são elementos de máquina pertencentes a categoria dos elementos de transmissão, eles são projetados para transmitir potência entre eixos que estão distantes entre si. As correias podem possuir vários perfis, e suas polias precisam ter um perfil compatível para que a potência seja transmitida com eficiência, podemos ver alguns desses perfis na Figura 10.

O sistema mais básico de transmissão por correia é composto por um par de polias e uma correia, conforme mostrado na Figura 11. As polias podem ser classificadas como polia movida e motora, a primeira recebe a potência transmitida enquanto a segunda fornece a potência, ou seja, a polia motora é a que está acoplado no mecanismo que irá gerar o movimento.





Tipo de correia	Figura	Junta	Intervalo de tamanho	Distância entre centros
Plana		Sim	$t = 0,75 \text{ mm a } 5 \text{ mm}$	Sem limite superior
Redonda		Sim	$d = 10 \text{ mm a } 20 \text{ mm}$	Sem limite superior
V		Nenhuma	$b = 8 \text{ mm a } 9 \text{ mm}$	Limitada
Sincronizadora		Nenhuma	$p = 2 \text{ mm}$	Limitada

Figura 10 – Perfis de correias

Fonte: Elementos de Máquinas de Shigley



Figura 11 – Transmissão por correia

Fonte: Internet

Os diâmetros das polias influenciam diretamente na rotação e no torque que estará sendo transmitido, em vias gerais, quanto menor for o diâmetro da polia motora em relação a movida, maior será o torque e menor será a rotação na polia movida. O cálculo da rotação pode ser realizado utilizando a Equação 2.1, em que N é a rotação e D o diâmetro.

$$\frac{N_{movida}}{N_{motora}} = \frac{D_{motora}}{D_{movida}} \quad (2.1)$$

Correias planas necessitam de polias abauladas para garantir que a correia mantenha-se no alinhamento correto. Transmissões por correias planas modernas apresentam algumas vantagens em relação a correias em V, elas podem alcançar eficiência de até 98% que é aproximadamente a eficiência de uma engrenagem, enquanto correias em V ficam na faixa de 70% a 96%. Outra vantagem é que elas geram menos ruídos e absorvem mais as vibrações torcionais do sistema quanto comparado a correias em V e engrenagens (BUDYNAS; NISBETT, 2011).

2.5.2 Mancais

Por definição, mancais são partes que possuem movimento relativo, sem levar em conta sua forma ou configuração. Um mancal plano radial pode ser bipartido para montá-lo no eixo, ou pode ser um círculo completo chamado de bucha (NORTON, 2013).

Mancais tem a função de prover um movimento com o menor atrito possível entre duas peças. Os mancais mais conhecidos são os mancais de esferas, também chamados de rolamentos. Eles contêm várias esferas de aço endurecido, presas entre duas pistas, uma interior e exterior para mancais radiais, ou pistas superior e inferior para mancais axiais. Um retentor, também chamado de gaiola ou separador, é usado para manter as esferas adequadamente espaçadas ao redor das pistas, como mostrado na Figura 12 (NORTON, 2013).

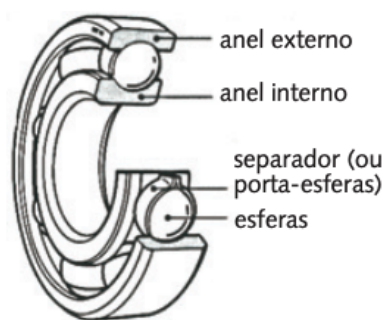


Figura 12 – Mancal de esfera.

Fonte: Projeto de máquinas. Uma abordagem integrada

2.6 Ergonomia

Segundo a *International Ergonomics Association* (IEA), ergonomia é definida como o estudo científico da relação entre o homem e seus meios, métodos e ambientes de trabalho. Seu objetivo é elaborar, com a colaboração das diversas disciplinas científicas que a compõem, um corpo de conhecimento que, numa perspectiva de aplicação, deve ser como finalidade uma melhor adaptação ao homem dos meios tecnológicos de produção e dos ambientes de trabalho e da vida (FALZON, 2007).

Sintetizando a definição, a ergonomia é ciência com objetivo de tornar postos de trabalho, instrumentos e equipamentos o mais confortáveis possível para execução de alguma tarefa, e para isso ela se baseia em estudos antropométricos e também em estudos da interação homem-máquina.

Em um posto de trabalho, a altura da superfície de trabalho é um dos fatores considerados mais importantes, a Figura 13 demonstra certa proporção que existe entre essa altura e a estatura do usuário, porém os valores obtidos por meio dela são apenas uma

aproximação, uma vez que existem muitas diferenças individuais dos segmentos corporais (IIDA; BUARQUE, 2016).

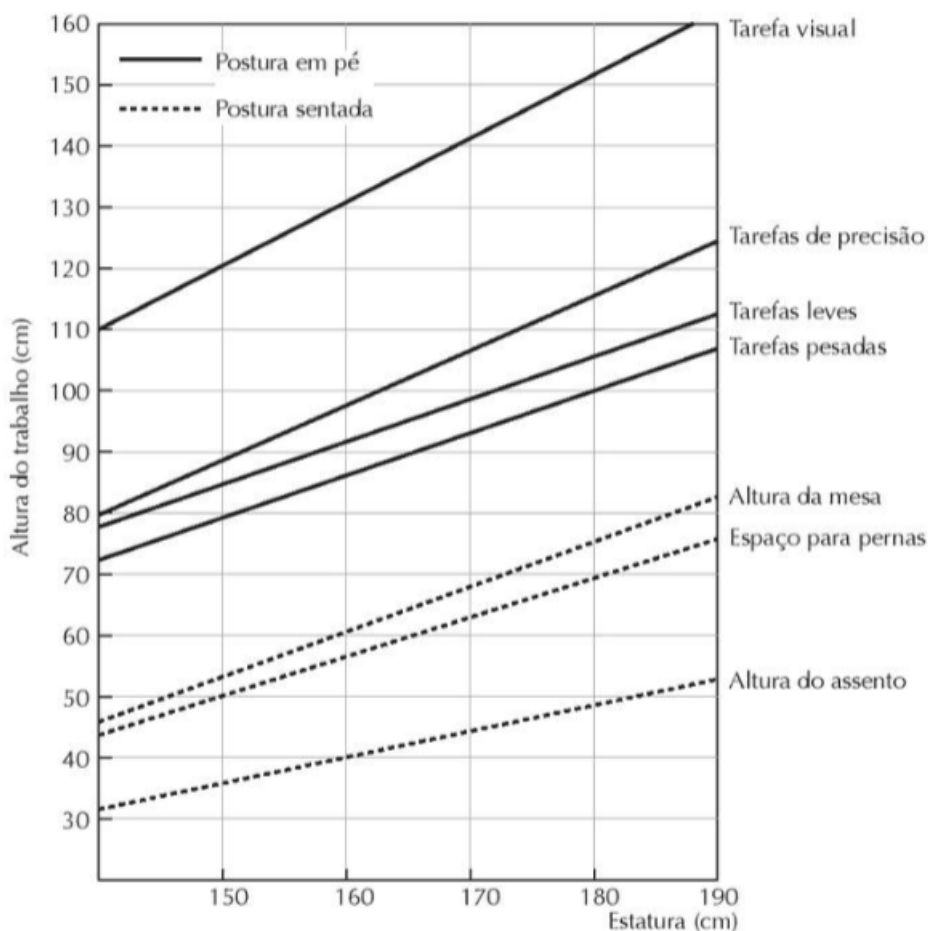


Figura 13 – Alturas recomendadas para as superfícies de trabalho, em função da estatura.

Fonte: Zinchenko e Munipov, 1985

2.7 Lixadeira de Cinta: Projeto e aplicações

Lixadeira de Cinta é um tipo específico de lixadeira que é bastante empregado no acabamento de peças metálicas, desbaste de cantos vivos e afiação. Essas utilizações lhe provem grande valor na indústria da cutelaria, uma vez que essas especificidades são processos comuns na produção a essa indústria.

Essas lixadeiras se assemelham a um sistema de transmissão por correia, uma vez que possuem duas ou mais polias e uma lixa de cinta que fazendo analogia a esse tipo de transmissão, seria a correia. Porém a potência não é transmitida de uma polia para a outra, uma vez que apenas uma polia está acoplada ao motor e todas as outras giram livremente. Toda a potência gerada pelo motor é empregada na movimentação do sistema e no lixamento do sólido por meio do material abrasivo.



Figura 14 – Lixadeira de Cinta e lixa de cinta

Fonte: Internet

As polias utilizadas nesse tipo de lixadeira são polias abauladas para que a lixa de cinta se auto alinhe ao centro dos roletes. A maioria desses equipamentos faz uso de um tensionador para manter a lixa de cinta sempre sob tensão para que haja tração suficiente entre a polia motora e o costado de lixa.

Existem alguns modelos que dispensam o uso do tensionador, esses modelos fazem uma de uma polia especial fabricada, geralmente, com um núcleo de metal e contornos em polímero, de modo que esse material se expanda devido a ação da força centrífuga que age durante o movimento de rotação da polia. Essa expansão faz com que o diâmetro dela aumente e mantenha a lixa tensionada.

Nesses equipamentos existe uma área útil de lixamento, essa área corresponde a área de um anteparo que fica posicionado atrás do costado de lixa. É esse anteparo o responsável por limitar o deslocamento da lixa e fornecer a pressão necessária para que o lixamento seja realizado.



Figura 15 – Lixa de cinta

Fonte: Internet

As lixas utilizadas nesse tipo de lixadeira geralmente são de fabricadas com costado de tecido, pois é necessário que elas possuam boa flexibilidade e resistência a tração. A Figura 15 ilustra o formato dessas lixas. Vale ressaltar que existem diversos modelos de lixa de cinta com os mais variados comprimentos e larguras, então todo equipamento possui uma especificação de lixas que ele é compatível.

3 Desenvolvimento

3.1 Definição do Problema

O projeto surgiu da necessidade de se ter uma lixadeira de cinta no laboratório de processos de fabricação da Faculdade do Gama da Universidade de Brasília (FGA-UnB) tendo em vista que todos os trabalhos de finalização em pequenas peças metálicas era feito usando esmerilhadeira ou esmeril, que não são as ferramentas mais adequadas para o processo.

Era de grande importância que o projeto possuísse poucos componentes e que também em sua fabricação utilizasse processos de fabricação convencionais, afim de facilitar a sua produção.

Outra premissa do projeto é que ele possuísse um baixo custo de produção. De todos os componentes existentes nele, o que possui maior valor agregado é o motor elétrico que irá fornecer a potência necessária para a lixadeira. Pensando nisso, foi realizada uma busca no patrimônio da Universidade de Brasília (UnB) por motores elétricos que se enquadrassem na ideia do projeto.

Era necessário encontrar um motor trifásico, pois a rede utilizada no laboratório é desse tipo e que o motor tivesse uma potência superior a 1500 W , uma vez que a maioria dos modelos encontrados no mercado são de 750 W e 1000 W , e que também possibilitasse o acoplamento de novas partes em seu próprio corpo.

Na busca foi encontrado um motor fabricado pela MOTORES ELÉTRICOS BRASIL S.A. que se enquadrava nos requisitos iniciais do projeto e então foram realizados testes para validar que o motor estava em plenas condições de funcionamento.

Todo o projeto da lixadeira foi pensado para se incorporar ao motor. Então ele foi a base para toda as peças desenvolvidas e componentes selecionados para o projeto.

3.2 Motor Elétrico

3.2.1 Especificações

O motor elétrico escolhido para o projeto foi um motor trifásico (Fig. 16) que pode ser alimentado com $220/380\text{ V}$ fabricado pela MOTORES ELÉTRICOS BRASIL S.A.. Foi realizada uma busca na internet sobre a fabricante afim de levantar mais informações sobre o modelo do motor, na pesquisa foi descoberto que essa empresa fabricava motores para a fabricante de bombas hidráulicas DANCOR S/A INDUSTRIA MECÂNICA. Foi

buscado no catálogo da empresa mais informações sobre o motor, porém não obteve-se mais informações.



(a) Vista frontal motor elétrico



(b) Vista traseira motor elétrico

Figura 16 – Motor elétrico escolhido para o projeto

Fonte: Autor

Toda a informação existente do motor, se limita as mostradas de uma uma tarjeta (Fig. 17) fixada ao corpo dele, elas já são suficientes para o projeto. Afim de facilitar a identificação das informações foi criada a Tabela 6 a partir das informações presentes na tarjeta.



Figura 17 – Tarjeta afixada ao motor elétrico

Fonte: Autor

Modelo	T-312PN/6	
N. Fases	3 fases	
Potência	3,0 cv	
Frequência	60 Hz	
Rotação	3480 rpm	
Isol. Classe	A	
Tensão	220 (V)	380 (V)
Ligação	Triângulo.	Estrela
Corrente	8,0 A	4,6 A

Tabela 6 – Especificação do motor elétrico

Fonte: Autor

3.2.2 Sistema de Partida

Motores elétricos apresentam um pico de corrente no momento da sua partida, isso ocorre pois a corrente necessária para tirar o rotor da inércia tende a ser maior que a corrente nominal do motor. Existem algumas formas de dar partida nesses motores afim de prevenir esses picos de corrente, uma das mais comuns e barata de ser feita é a partida estrela-triângulo.

Ela consistem em mudar fisicamente o arranjo das ligações dos terminais do motor trifásico e dessa forma iniciar dar partida no motor com tensão reduzida e consequentemente com corrente reduzida. Após atingir um nível próximo a corrente nominal para essa ligação, esses terminais são rearranjados para o funcionamento na tensão normal.

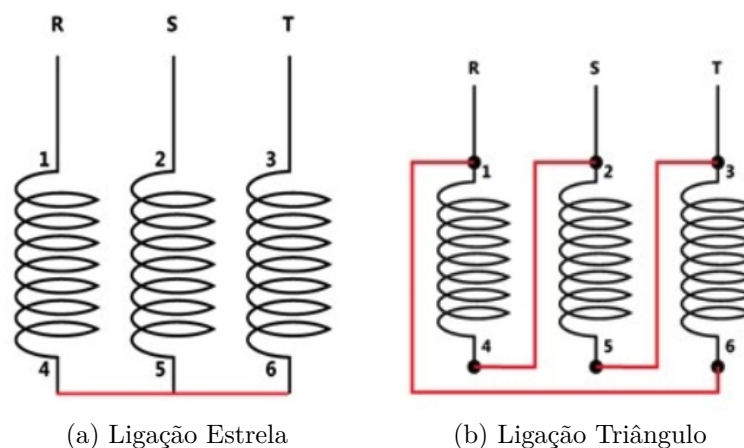


Figura 18 – Ligação Estrela e Triângulo

Fonte: Mundo da Eletrônica

Na primeira etapa deve ser feito o arranjo de fechamento em estrela, nesse arranjo o motor é alimentado com 220V então ele está atuando somente com 1/3 da sua corrente nominal. Para fazer esse arranjo 3 dos 6 terminais do motor devem ser conectados entre

si e os outros 3 devem ser ligados um em cada uma das fases da rede elétrica. Essa ligação pode ser visualizada na Figura 18(a).

Na segunda etapa, deve ser feito o arranjo em triângulo, esse irá alimentar o motor com 380V, e dessa foram o motor opera dentro da sua corrente nominal. Para realizar a ligação nesse arranjo, a extremidade de cada um dos terminais deve ser ligado a uma fase da rede e a ponta de uma bobina deve ser ligada a extremidade da outra, conforme mostrado na Figura 18(b).

Sistemas de partida Estrela-Triângulo podem ser montados usando componentes elétricos como chaves contadoras, temporizadores e disjuntores.

Para seleção dos componentes utilizados no circuito de partida, foi utilizado o catálogo interativo da WEG. Por meio dele é possível informar os parâmetros do motor, e com informações da sua base de dados ele indica qual é a especificação do componente que satisfaz o requisito de projeto.

A Figura 19 é o diagrama para a partida Estrela-Triângulo gerado pelo catálogo interativo, a Tabela 7 indica a especificação de cada componente.

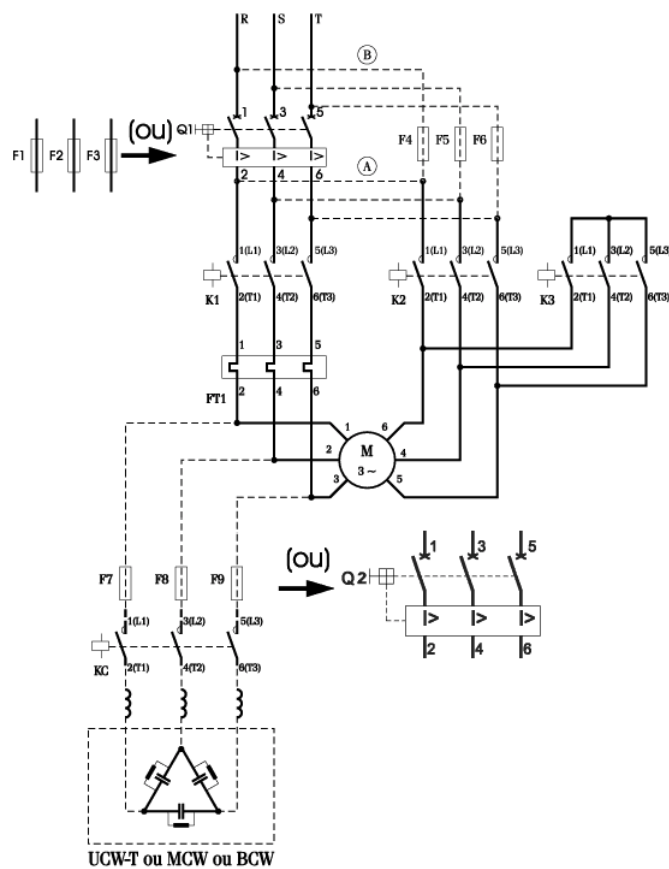


Figura 19 – Circuito para partida Estrela-Triângulo

Fonte: (WEG, 2022)

Componente	Especificação
Disjuntor Magnético Q1 ou [Fusíveis D ou NH] F1, F2, F3	MPW40i-3-U010 (10 A) [10 A]
Contatores K1 e K2	CWC07
Contator K3	CWC07
Relé de Sobrecarga Térmico FT1	RW17-1D3-D063 (4-6,3 A)
Relé Temporizador Estrela-Triângulo	RTW17-G

Tabela 7 – Componentes para partida Estrela-Triângulo

Fonte: (WEG, 2022)

Também é possível realizar a partida direta nesse motor, nesse modo de partida, o motor é ligado diretamente a rede usando uma ligação triângulo. Essa é a partida mais simples que pode ser realizada, ela é recomendada para motores de baixa potência.

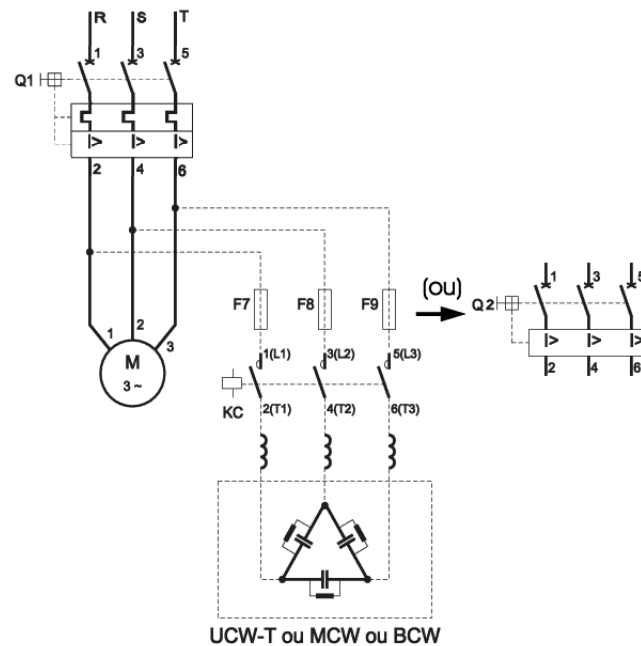


Figura 20 – Circuito para partida Direta

Fonte: (WEG, 2022)

Componente	Especificação
Disjuntor-motor Termomagnético Q1	MPW18-3-D063 / MPW40-3-D063 (4-6,3A)

Tabela 8 – Componentes para partida Direta

Fonte: (WEG, 2022)

A Figura 20 é o diagrama para a partida Direta gerado pelo catálogo interativo, a Tabela 8 indica a especificação de cada componente.

3.2.3 Modelagem

Para iniciar o processo de desenvolvimento dos outros componentes da lixadeira foi necessário realizar modelagem 3D do motor elétrico. No primeiro momento foram aferidas todas as cotas principais do motor utilizando instrumentos de medição como paquímetros, régua e goniômetro. A partir dessas medidas foi gerado um modelo simples e com poucos detalhes.

Para aumentar o nível de detalhes do modelo, foi utilizada uma técnica que consiste em tirar fotos da peças em planos paralelos aos planos médios, e com o auxílio do software SOLIDWORKS, importar essas imagens, e gerar uma escala para elas a partir de uma cota conhecida, então usando essa técnica, por meio do software é possível medir a distância entre dois pontos utilizando imagens.

Nesse modelo existem duas cotas que são críticas, a primeira delas é a furação da tampa lateral do motor. Essa será a mesma furação utilizada para fixar o corpo da lixadeira. A segunda é o diâmetro eixo do motor, essa cota será usada na confecção da polia motora, portando, a folga deve ser mínima entre o eixo e a polia.

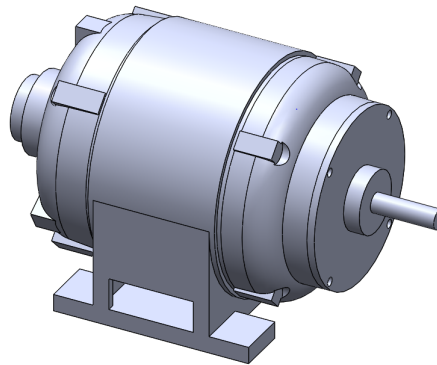


Figura 21 – Modelo 3D do Motor Elétrico.

Fonte: Autor

3.3 Estrutura da Lixadeira

3.3.1 Chapas Metálicas

Visando buscar uma forma simples de construção para lixadeira, optou-se por projetar os componentes para serem fabricados utilizando chapas metálicas. Esse tipo de fabricação traz algumas facilidades como a possibilidade de realizar todos os cortes e furos de forma automatizada por meio de cortadoras CNC, ele também possibilita o uso de dobradeiras para realizar as dobras nas chapas que possuem volumes em mais de um plano.

Outra vantagem de se usar chapas metálicas é a possibilidade de compartilhar as mesmas bitolas de chapas em peças diferentes. Pensando no processo de produção, essa padronização permite que uma grande parte das peças faça uso da mesma matéria prima.

Afim de realizar a seleção da espessura da chapa metálica ideal para fabricação da lixadeira de cinta, foi realizada uma pesquisa de mercado com alguns fabricantes desse modelo de equipamento. A Tabela 9 expõe o resultado da pesquisa.

Marca	Modelo	Espessura (mm)	Material (mm)
Espaço Arena	Árion	4.75	Aço Carbono 1010
Espaço Arena	HERCULES	4.75	Aço Carbono 1010
Espaço Arena	MK02B.V2	4.75	Aço Carbono 1010
Chimas	303120	8.00	Aço Carbono 1020
Soat	-	4.36 e 5.16	-
INDMAQ	Piá	8.00 e 6.00	Aço Carbono 1020

Tabela 9 – Pesquisa de bitolas de chapas de Lixadeiras de Cinta

Fonte: Autor

A partir dos resultados obtidos por meio da pesquisa, optou-se por fazer o projeto utilizando chapas de aço carbono 1020 de com espessura de 6 mm. O SOLIDWORKS, o software usado para realizar a modelagem possui uma tabela de calibres de chapas, porém ele não possui os parâmetros de chapa ABNT, para isso foi necessário realizar a equivalência entre as normas. A Figura 22 traz a equivalência entre as bitolas de chapas em diferentes normas.

ABNT mm	Número	USG mm	MSG mm
-	4/0	10,319	-
-	3/0	9,525	-
-	2/0	8,730	-
-	0	7,938	-
-	1	7,144	-
-	2	6,747	-
6,00	3	6,350	6,073
5,60	4	5,953	5,695
5,30	5	5,556	5,314
5,00	6	5,159	4,935
4,75	-	-	-
4,50	7	4,762	4,554
4,25	-	-	-
-	8	4,360	4,176
4,00	-	-	-
3,75	9	3,968	3,797
3,35	10	3,571	3,416
3,00	11	3,175	3,038
2,65	12	2,778	2,657
2,25	13	2,381	2,278
2,00	-	-	-

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
USG - U.S. Standard Gauge
MSG - U.S. Manufacturer's Standard Gauge

Figura 22 – Equivalência entre bitolas de chapas.

Fonte: Armco

3.3.2 Chapa Principal

A Chapa Principal é a o componente que fornece suporte para todas as outras peças da lixadeira. É essa chapa que vai ser fixada ao motor. Na Figura 23(a) é possível visualizar a forma que esse componente é fixado ao motor elétrico.

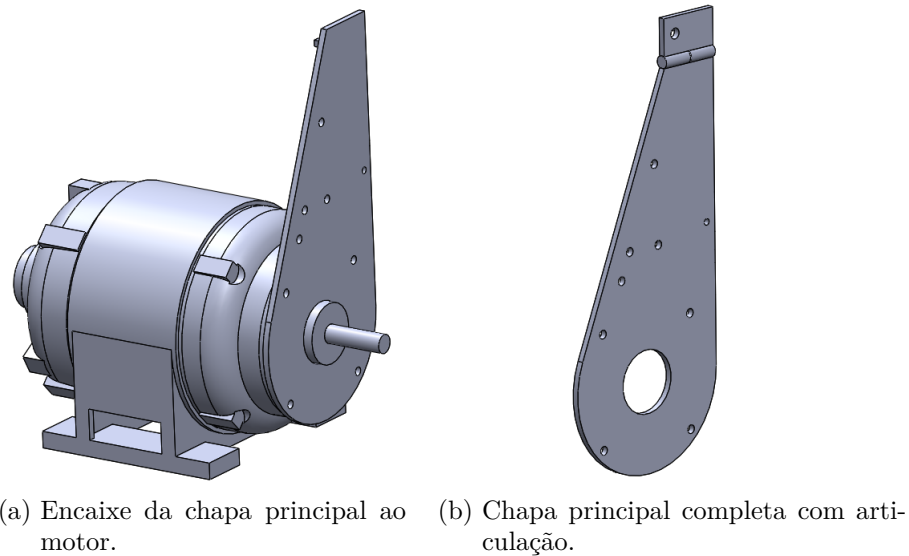


Figura 23 – Modelo 3D e fixação da chapa principal

Fonte: Autor

Também é nessa chapa que é soldada uma articulação que tem como finalidade dar um grau de liberdade para a chapa que o rolete está fixado. A Figura 23(b) mostra o conjunto finalizado

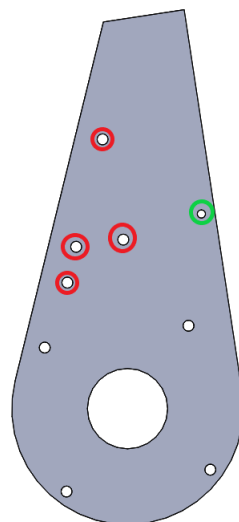


Figura 24 – Marcação dos furos na chapa principal.

Fonte: Autor

Conforme dito anteriormente, alguns componentes são fixados na chapa principal, devido a isso é necessário que algum desses furos possuam roscas para que seja possível fixar os outros componentes sem fazer o uso de porcas. A Figura 24 possui a marcação dos furos em verde e vermelho. Os furos verdes são rosca M8 com passo de $1,25\text{ mm}$ e o vermelho rosca M6 com passo de 1 mm .

3.3.3 Mesa Flat

A Mesa Flat funciona como apoio para o sólido que está sendo desbastando, ela é fixada na chapa principal por meio de dois parafusos M8. Ela é posicionada perpendicularmente a lixa, dessa forma os desbastes realizados formam um ângulo reto. Na Figura 25 é possível visualizar a mesa flat, destacada em azul.

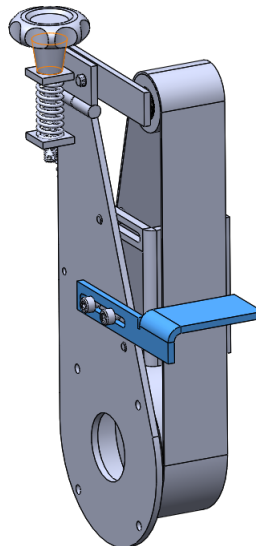


Figura 25 – Mesa Flat fixada a chapa principal.

Fonte: Autor

Esse componente foi projetado para ser fabricado a partir de uma chapa plana de Aço Carbono 1012 com espessura de 6 mm . O processo de fabricação recomendado é corte a jato d'água, pois ele garante menos rebarbas e melhores tolerâncias dimensionais, e para dobra é recomendado usar uma dobradora com a ferramenta de raio de dobra de $6,35\text{ mm}$. Na Figura 26(a) é possível ver a Mesa Flat em sua forma planificada, é esse formato que a peça deve possuir após sair do corte e na Figura 26(b) já é a peça dobrada em sua forma final.

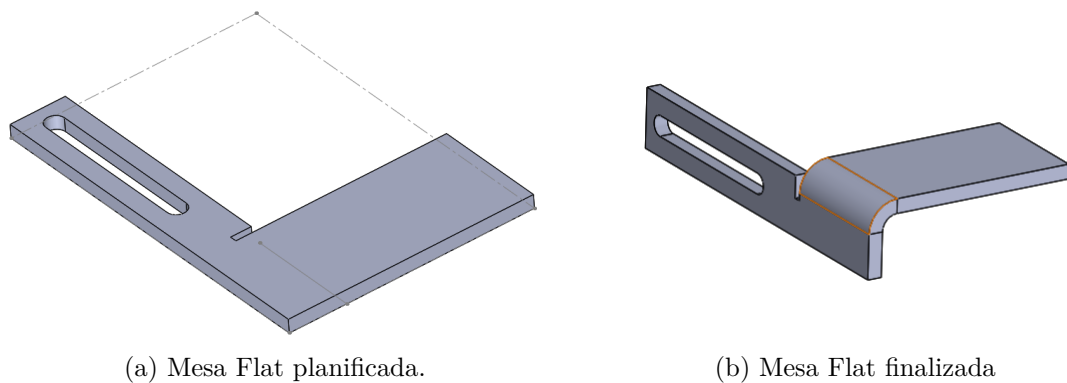


Figura 26 – Mesa Flat.

Fonte: Autor

3.3.4 Anteparo para Lixa

O Anteparo tem a função de limitar o deslocamento da lixa quando uma peça é movimentada contra dela, fazendo com que seja possível exercer mais pressão da peça sobre a lixa, e dessa forma aumentar a quantidade de material desbastado. Ele também é responsável tornar os desbastes planos, uma vez que a lixa está apoiada sobre essa superfície.

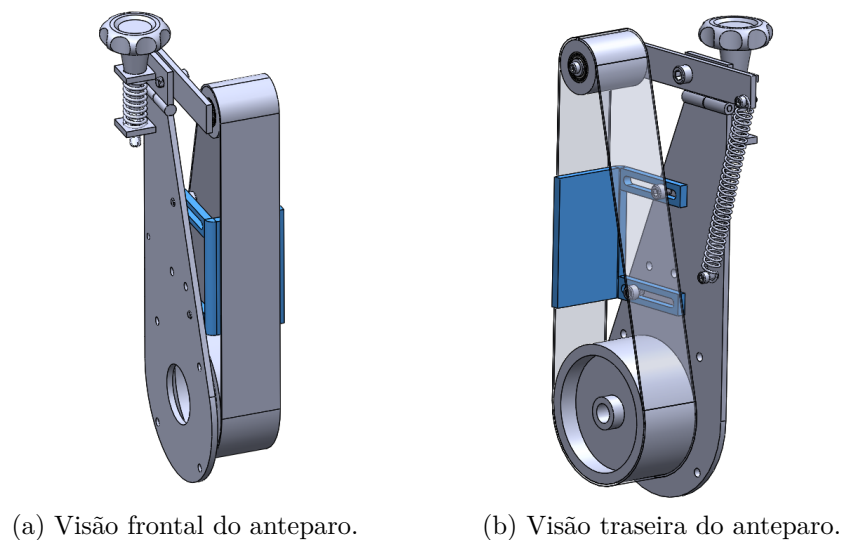


Figura 27 – Anteparo montado na estrutura.

Fonte: Autor

O processo de produção do anteparo é o mesmo empregado no da Mesa Flat, porém existe um processo a mais que deve ser feito, um polimento na face externa do anteparo destacada na Figura 28. Como o costado de lixa sempre estará em contato direto com a essa superfície é interessante que a face seja polida para proporcionar a redução do atrito entre as duas partes, isso irá dar mais durabilidade ao costado de lixa, e reduzirá

a temperatura dessas duas partes durante o processo, além de prevenir rasgos na lixa provenientes de imperfeições superficiais.

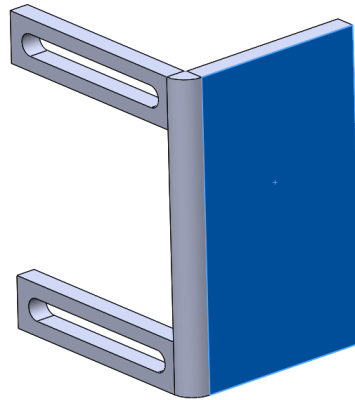


Figura 28 – Face do anteparo a ser polida.

Fonte: Autor

3.3.5 Sistema de Tensionamento da Lixa

É necessário que exista uma tensão mínima na lixa para garantir boa aderência entre o constado de lixa e a polia motora evitando deslizamentos e maximizando o aproveitamento da potência transmitida do motor para o processo de lixamento.

Afim de garantir esse comportamento, foi criado um mecanismo de tensionamento da lixa. Esse mecanismo é composto por uma chapa que possui em uma de suas extremidades um eixo para fixação do rolete, e na outra um furo, sendo que entre elas existe um ponto de pivoteamento, conforme ilustrado na Figura 29(a).

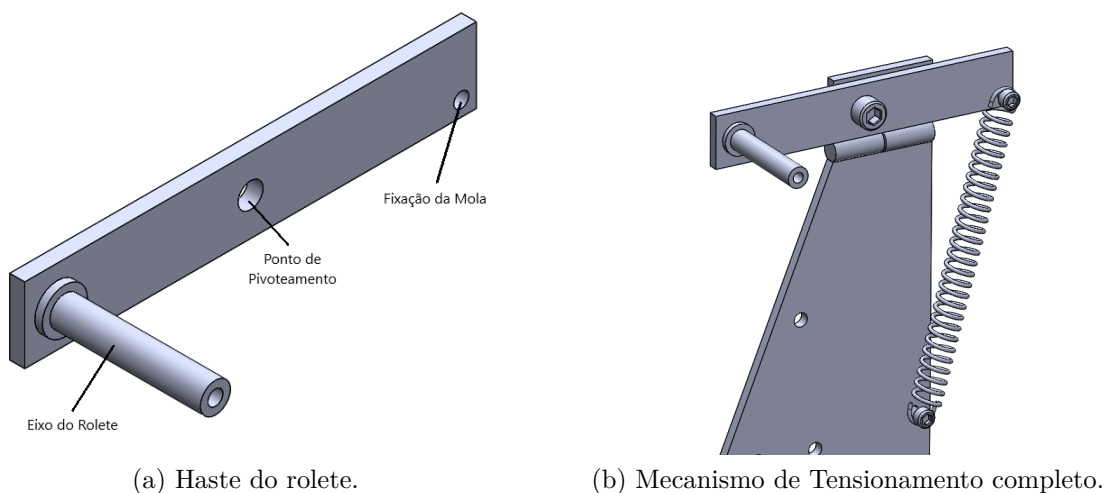


Figura 29 – Mecanismo de tensionamento.

Fonte: Autor

O furo na extremidade oposta do a que está fixado o eixo serve para fixação de uma mola de tração, ela completa o mecanismo de tensionamento da lixa. Esse tipo de mola proporciona uma força de tração contrária ao seu movimento, ou seja, quanto mais estendia a mola estiver, maior será a força que ela exerce para voltar para seu estado original, a Figura 30 ilustra esse comportamento.

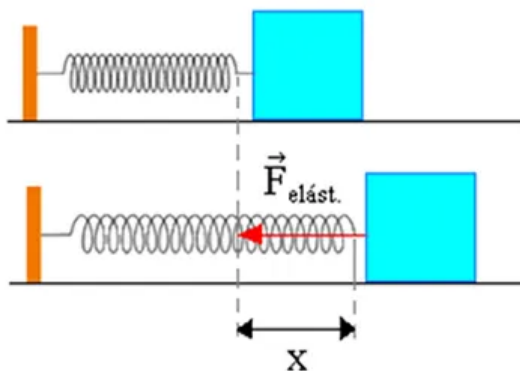


Figura 30 – Comportamento da Força Elástica.

Fonte: Internet

O tensionador irá funcionar da seguinte forma: qualquer movimento descendente gerado no rolete será compensado pela força elástica gerada pela mola, uma vez que ambos estão em pontos opostos de uma haste e existe um ponto de pivoteamento entre eles. É exatamente esse ponto que irá transformar o movimento descendente em ascendente, e dessa forma fazer com que a mola entre em regime de extensão gerando assim a força necessária para compensar o movimento do rolete, o comportamento está ilustrado na Figura 31.

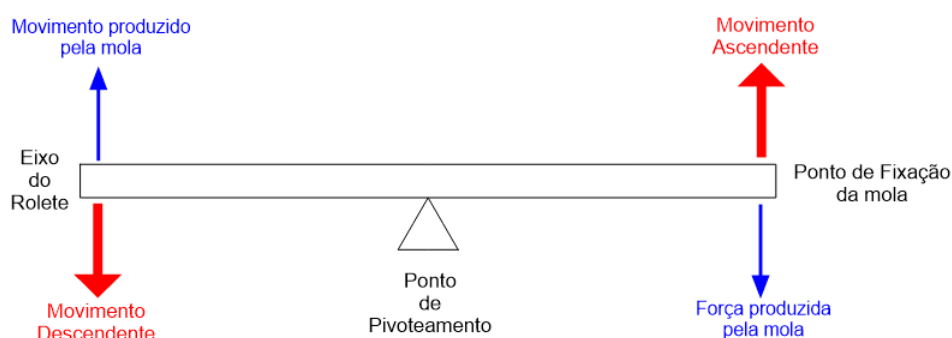


Figura 31 – Esquemático do sistema de tensionamento.

Fonte: Autor

A mola deve ser selecionada conforme a lixa que está sendo usada, para lixas que possuem mais flexibilidade, deve-se selecionar molas com uma constante elástica maior,

para que a força elástica gere uma tensão menor na lixa, e para as mais rígidas deve ser selecionada molas com constante elástica maior. O comprimento da mola também deve ser de 170 mm quando a haste está na posição horizontal, essa medida foi obtida por meio da ferramenta de "MEDIR" presente no SolidWorks.

3.3.6 Sistema de Alinhamento da Lixa

Foi projetado um mecanismo para realizar o ajuste da lixa em relação ao centro do rolete, esse ajuste se mostra necessário, uma vez que a lixa pode sair do rolete caso uma de suas extremidades transpasse o limite lateral dele.

Esse mecanismo permite alterar a inclinação do eixo do rolete em relação ao eixo da polia, e dessa forma fazer com que a lixa se alinhe mais a direita caso esse ângulo seja positivo (Fig. 32(a)) e mais a esquerda caso o ângulo seja negativo (Fig. 32(b)). Considera-se como referencial a linha central do eixo e tem-se ângulos positivos como sendo ângulos que estão acima dessa linha e negativos os que estão abaixo.

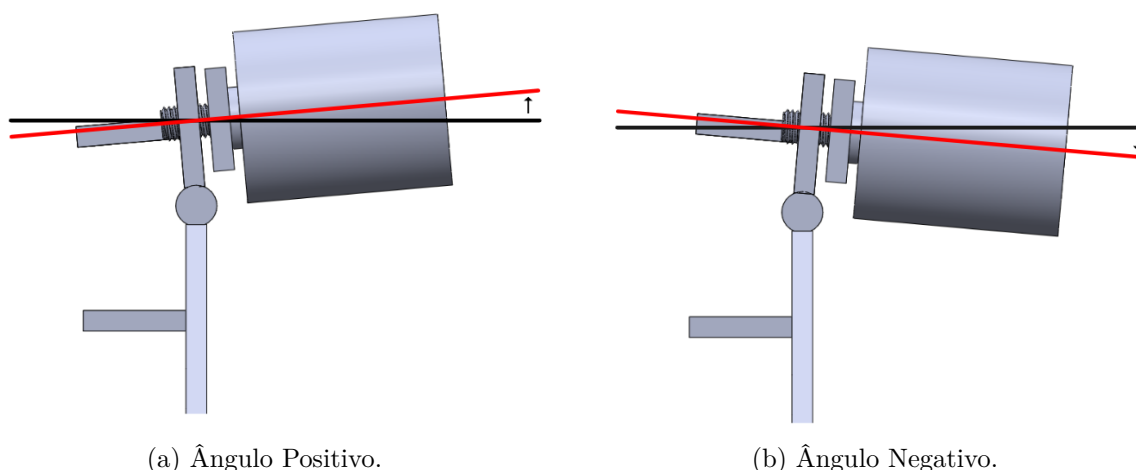


Figura 32 – Alinhamento da lixa em função do ângulo.

Fonte: Autor

O ângulo é controlado por meio de um sistema composto por um parafuso com um parafuso e uma mola de compressão, conforme ilustrado na Figura 33. A medida que o parafuso é apertado, a distância entre os anteparos fixados na articulação e na chapa principal diminui, e isso altera o paralelismo entre as duas peças gerando um ângulo entre elas.

Nesse mecanismo a mola de compressão é responsável por reduzir esse ângulo. A medida que o parafuso é apertado essa mola gera uma força contrária a esse movimento, então quando o parafuso é desapertado essa força irá aumentar novamente a distância entre os anteparos, o aumento dessa distância, irá diminuir a abertura do ângulo.

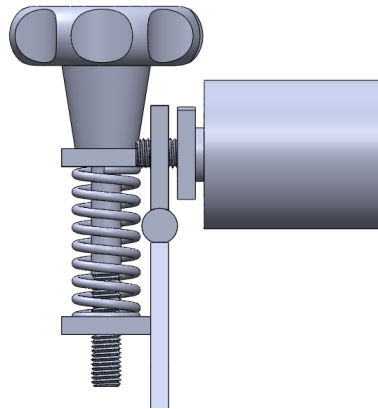


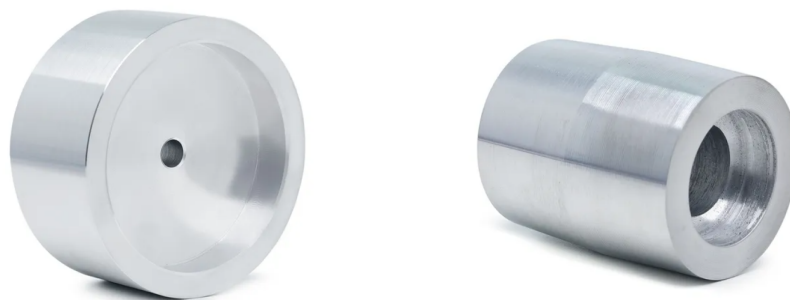
Figura 33 – Mecanismo de controle de ângulo do rolete.

Fonte: Autor

A distância entre os dois anteparos é de $50,5\text{ mm}$, então recomenda-se o uso de uma mola de compressão que possua um comprimento maior que essa média, isso irá garantir que o sistema sempre permaneça tensionado para o caso de ajuste com ângulos negativos. O anteparo superior possui um furo oblongo para que esse movimento de rotação em torno da articulação seja possível.

3.4 Polia e Rolete

A polia e o rolete são os responsáveis por dar suporte e o movimento para a lixa de cinta. A polia é fixada no eixo do motor, já o rolete é apoiado sobre rolamentos no eixo presente na haste do rolete. Esses dois componentes são determinantes para a especificação das lixas que serão compatíveis com o projeto, pois seus diâmetros e larguras aliados com a distância entre seus centros irão gerar uma limitação geométrica na medida de lixas que poderão ser usadas.



(a) Polia para lixadeira de cinta.

(b) Rolete bicônico para lixadeira de cinta.

Figura 34 – Polia e Rolete.

Fonte: Autor

As polias e roletes das lixadeiras de cinta, em sua grande maioria, são fabricadas em alumínio, isso se deve ao fato de ser um metal mais leve e maleável, o que o torna um material interessante para o projeto uma vez que é mais fácil de se trabalhar com ele.

Hoje no mercado polias e roletes para lixadeiras de cinta são encontrados com bastante facilidade, elas são vendidas de acordo com seu diâmetro e largura, na maioria dos casos, os vendedores fornecem a opção de enviar o produto com o furo da polia na medida que o cliente requisitar. Devido a tal fato, optou-se por buscar esse componentes no mercado ao invés de fabrica-los.

Foi realizada uma pesquisa de mercado para listar em quais medidas esses componentes estão disponíveis, o resultado da pesquisa está descritos nas Tabelas 10 e 11.

Diâmetro (mm)	Largura (mm)	Material
100	60	Alumínio
115	60	Alumínio
125	60	Alumínio
150	60	Alumínio
100	50	Alumínio
115	50	Alumínio
125	50	Alumínio
150	50	Alumínio

Tabela 10 – Medida de polias para lixadeiras de cinta

Fonte: Autor

Diâmetro (mm)	Largura (mm)	Material	Tipo
32	60	Alumínio	Cilíndrico
64,8	52,5	Alumínio	Cilíndrico
30	60	Alumínio	Bicônico
50	60	Alumínio	Bicônico

Tabela 11 – Medida de roletes para lixadeiras de cinta

Fonte: Autor

Recomenda-se o uso de roletes bicônicos, pois ele auxiliam no auto-alinhamento da lixa de cinta no rolete, então, de acordo com a Tabela 11 só estão disponíveis no mercado duas opções. Roletes com 30 e 50 mm de diâmetro e ambos com 60 mm de largura. Para polia já existem mais opções de medidas de diâmetro, porém apenas duas opções de largura.

Afim de aumentar a compatibilidade de lixas de cinta, recomenda-se usar uma polia com 60 mm de largura, uma vez que é possível usar lixas tanto de 50 quanto de 60 mm de largura quanto a polia possui essa medida.

3.4.1 Fixação da polia ao eixo do motor

Para que o movimento da polia seja solidário ao eixo do motor é necessário que exista um travamento entre os dois componentes, existem vários tipos de mecanismos para realizar esse travamento, o escolhido para será o de chaveta, pois o eixo do motor escolhido para o projeto já possui o rasgo para chaveta.

O rasgo para chaveta presente no eixo do motor foi aferido com um paquímetro para obter-se as medidas da chaveta que será usada no projeto e também para realizar a modelagem do rasgo de chaveta que deve está presente na polia. As medidas obtidas estão exposta na Tabela 12.

Diâmetro do eixo (<i>mm</i>)	18,00
Largura (<i>mm</i>)	8,00
Comprimento (<i>mm</i>)	38,00
Profundidade do rebaixo (<i>mm</i>)	4,00

Tabela 12 – Medidas do rasgo de chaveta do eixo do motor

Fonte: Autor

A partir das medias apresentadas, chegamos a uma chaveta retangular (Fig. 35(b)) com 38 *mm* de comprimento, 8 *mm* de largura e 8 *mm* de altura. Essa ultima medida é obtida por meio da multiplicação da profundidade do rebaixo por dois.

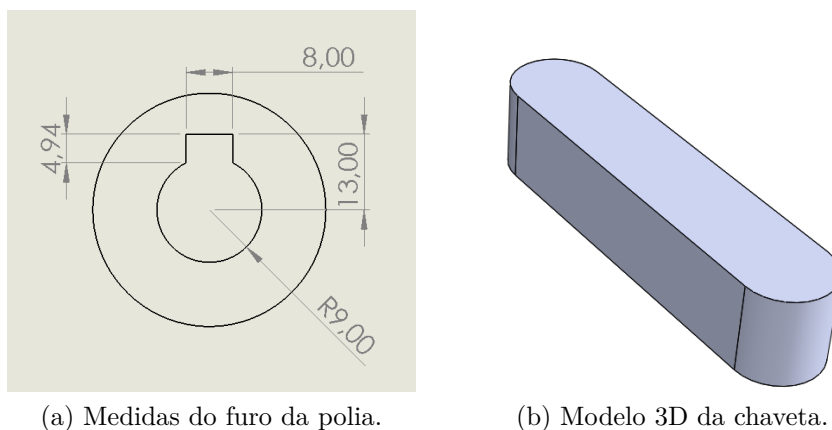


Figura 35 – Furo da polia e chaveta.

Fonte: Autor

Essa medidas também foram usadas para realizar o dimensionamento do furo e rasgo de chaveta da polia, conforme pode ser visto na Figura 35(a).

3.4.2 Seleção dos Rolamentos

Para realizar a seleção dos rolamentos que serão utilizados no rolete, o primeiro passo é realizar o calculo da rotação que o rolete pode atingir, para isso bastar fazer o uso

da Equação 2.1, da rotação típica do motor (Tab. 6) e dos diâmetros das polias e roletes (Tab. 10 e 11). O resultado desse cálculo está ilustrado na Tabela 13.

Polia (mm)	Rolete (mm)	Rotação (rpm)
100	30	11600
115	30	13340
125	30	14500
150	30	17400
100	50	6960
115	50	8004
125	50	8700
150	50	10440

Tabela 13 – Rotação do rolete de acordo com a polia selecionada.

Fonte: Autor

Analisando os resultados dos cálculos de rotação limite (Tab. 13), conclui-se que para o caso de roletes com diâmetro de 30 mm, o rolamento deve suportar uma rotação de até 17400 rpm, e para os roletes de 50 mm rotações de até 10440 rpm.

O passo seguinte é buscar por rolamentos que pousam diâmetro interno de 12 mm, que é a medida do eixo presente na haste do rolete, e que não ultrapassem a medida externa de 30 mm para o caso do rolete menor e 50 mm para o caso do rolete maior. A busca foi no catálogo da SKF, uma fabricante de rolamentos. Os rolamentos que se enquadraram na especificação do projeto estão expostos na Tabela 14.

Modelo	D. Externo (mm)	D. Interno (mm)	Rotação limite (rpm)
6001-2Z	28	12	30.000
6201-2Z	32	12	26.000

Tabela 14 – Rolamentos que estão dentro da especificação de projeto.

Fonte: (SKF, 2022)

3.5 Seleção da Lixa de Cinta

Além da classificação de grão abrasivo e tipo de costado, as lixas de cinta também são classificadas quanto as suas dimensões e é essa classificação que vai determinar se ela é ou não compatível com determinada ferramenta.

Essa classificação leva em conta duas medidas, a largura e o comprimento, sendo que o comprimento é dado pelo comprimento linear da lixa, ou seja, seu tamanho quando ela é aberta e completamente estirada.

É possível encontrar no mercado lixas que possuem com 30, 50, 75, 100, 110 *mm* de largura e comprimentos que partem de 533 *mm* e vão até 7200 *mm*. Para a seleção da lixa que é compatível com o equipamento, deve-se atentar-se a largura dos roletes e polia, sendo que a lixa sempre deve possuir a largura inferior a desses componentes.

Já o comprimento da lixa, para o caso de lixadeiras com um rolete e uma polia, essa medida dependerá apenas dos respectivos diâmetros e da distância entre os seus centros. Para determinação do comprimento das lixas que o equipamento é compatível, foi necessário montar a representação geométrica do sistema, Figura 36, e a partir daí formular uma equação que calcule esse comprimento.

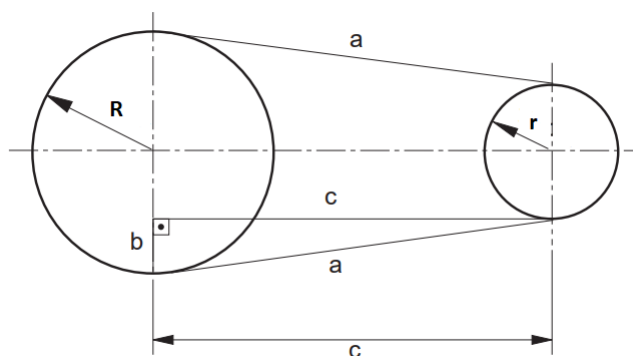


Figura 36 – Representação geométrica do sistema.

Fonte: Autor

A partir do sistema geométrico podemos observar que o comprimento total da lixa de cinta corresponde a soma da metade do arco da polia e do rolete e duas vezes o tamanho da linha que tangencia as duas circunferências. Para calcular os arcos, pode-se usar a Equação 3.1, que é a fórmula do comprimento de uma circunferência dividido por dois, em que r é o raio da circunferência.

$$\text{Metade do Arco} = \pi r \quad (3.1)$$

Para descobrir o comprimento da linha que tangencia as circunferências, é possível usar a fórmula de Pitágoras, em que a medida "b" e "c" representadas na Figura 36 são a diferença entre os dois raios e a distância entre centros, respectivamente. Aplicando a fórmula de Pitágoras ao sistema, obtém-se a Equação 3.2.

$$\text{Comprimento da Linha Tangente} = \sqrt{(R - r)^2 + C^2} \quad (3.2)$$

A partir das Equações 3.1 e 3.2 é possível formular uma equação geral para comprimento da lixa de cinta baseado nas diâmetros e na distância entre centro. A fórmula

obtida está exposta na Equação 3.3, em que R é o raio da polia, r é o raio do rolete e C a distância entre centros.

$$\text{Comprimento da Lixa de Cinta} = 2\sqrt{(R - r)^2 + C^2} + \pi(R + r) \quad (3.3)$$

Devido ao movimento pivotante da haste do rolete, a distância de centro pode variar, então por meio da modelagem 3D foi possível verificar os ângulos máximos e mínimos que a haste pode atingir, esses valores podem ser verificados na Tabela 15.

Ângulo da Haste	Distância entre Centros (mm)
15°	365,95
0°	343,67
-15°	320,57

Tabela 15 – Distância entre centros em função do ângulo da haste do rolete

Fonte: Autor

A partir desses valores foi aplicada a Equação 3.3 para se determinar comprimentos máximos e mínimos para lixas de cinta para a escolha de cada conjunto de polia e rolete, o resultado dessa cálculo pode ser observado na Tabela 16.

Polia/Rolete	Comp. Máx. (mm)	Comp. Ideal (mm)	Comp. Min. (mm)
100/30	939,44	895,10	849,10
115/30	964,58	920,34	874,52
125/30	981,51	937,35	891,35
150/30	1024,12	980,48	935,02
100/50	969,23	924,78	878,71
115/50	993,96	949,59	903,61
125/50	1010,62	966,31	920,40
150/50	1052,89	1008,74	963,05

Tabela 16 – Distância entre centros em função do ângulo da haste do rolete

Fonte: Autor

O comprimento ideal da lixa de cinta é calculado com base no ângulo de 0° da haste do rolete (Tab. 15), no mercado são encontradas lixas com medidas de 915 e 1000 mm , a combinação polia/rolete que mais se aproxima desse valor são 150/50 e 115/30, então para uso de lixas 915x50 ou 915x60 mm , deve-se usar um conjunto 115/30 com 60 mm de largura e para lixas de 1000x50 ou 1000x60 mm , deve-se usar o conjunto de 150/30 com 60 mm .

3.6 Estrutura para Lixadeira de Cinta

Por se tratar de uma lixadeira de cinta de bancada, é necessário que exista uma estrutura que dê suporte para todo o conjunto. Para isso foi projetada uma estrutura pensada para ser construída utilizando cantoneiras. Essa estrutura possui a forma de um prisma trapezoidal como visto na Figura 37

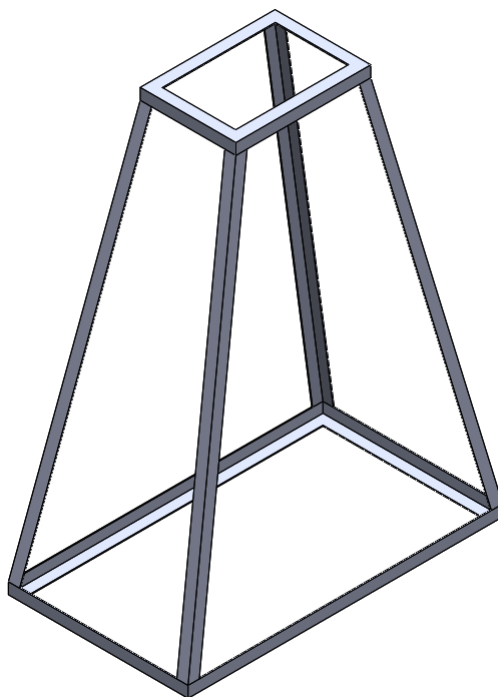


Figura 37 – Bancada para fixação da lixadeira.

Fonte: Autor

O critério para escolha da altura dessa estatura foi o de altura ideal de posto de trabalho baseado na altura e na estatura do usuário. Para isso foram usadas as curvas presentes no gráfico da Figura 13, a informação de estatura média do brasileiro e a distância da base do motor até a mesa flat.

O trabalho realizado na lixadeira de cinta pode ser enquadrado como trabalho de precisão, e segundo a revista *The Lancet* no artigo *Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants*, brasileiros na faixa de 19 anos possuem estatura de 1,75 m.

Realizando uma intercessão entre esses dois valores no gráfico, obtém-se aproximadamente 1,12 m de altura para a local do manuseio da ferramenta, porém essa altura desse ser subtraída da altura da base do motor até a mesa flat para ter o tamanho ideal da estrutura, realizando esse calculo, chega-se a uma altura de 0,86 m para a bancada.

4 Considerações Finais

O projeto conseguiu manter-se dentro do objetivo de possuir geometrias simples e de fácil construção. Para fabricação do mesmo são utilizados apenas 5 processos: corte, furação, dobra, usinagem e solda. Componentes que poderiam ser fabricados foram substituídos por componentes encontrados no mercado.

A forma do projeto está diretamente ligada a sua função uma vez que todos os componentes tanto projetados e quanto selecionados, se unem em uma única estatura formando uma espécie de monólito, que tem por finalidade realizar o lixamento de um sólido.

4.1 O Projeto Final

Finalizado o projeto e seleção de componentes, chegou-se a um equipamento que permite configurações diferentes a depender dos componentes escolhidos. Existem duas configurações possíveis para a lixadeira, sendo elas, uso de Polia e Rolete de 150 e 60 *mm*, respectivamente, que irá fornecer compatibilidade com lixas 1000 *mm* de comprimento e na configuração de 125 e 30 *mm* que irá ter compatibilidade com lixas de 915 *mm*.

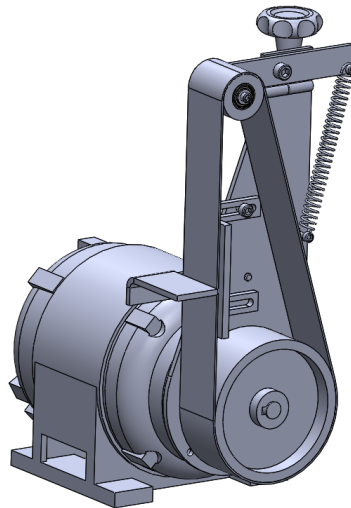


Figura 38 – Modelo 3D completo da Lixadeira de Cinta

Fonte: Autor

A possibilidade de montar a lixadeira com uma dessas configurações, confere flexibilidade ao projeto, uma vez que pode-se fazer essa escolha com base na disponibilidade do modelo da lixa. A Figura 38 mostra modelo 3D da montagem da lixadeira.

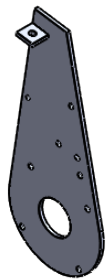
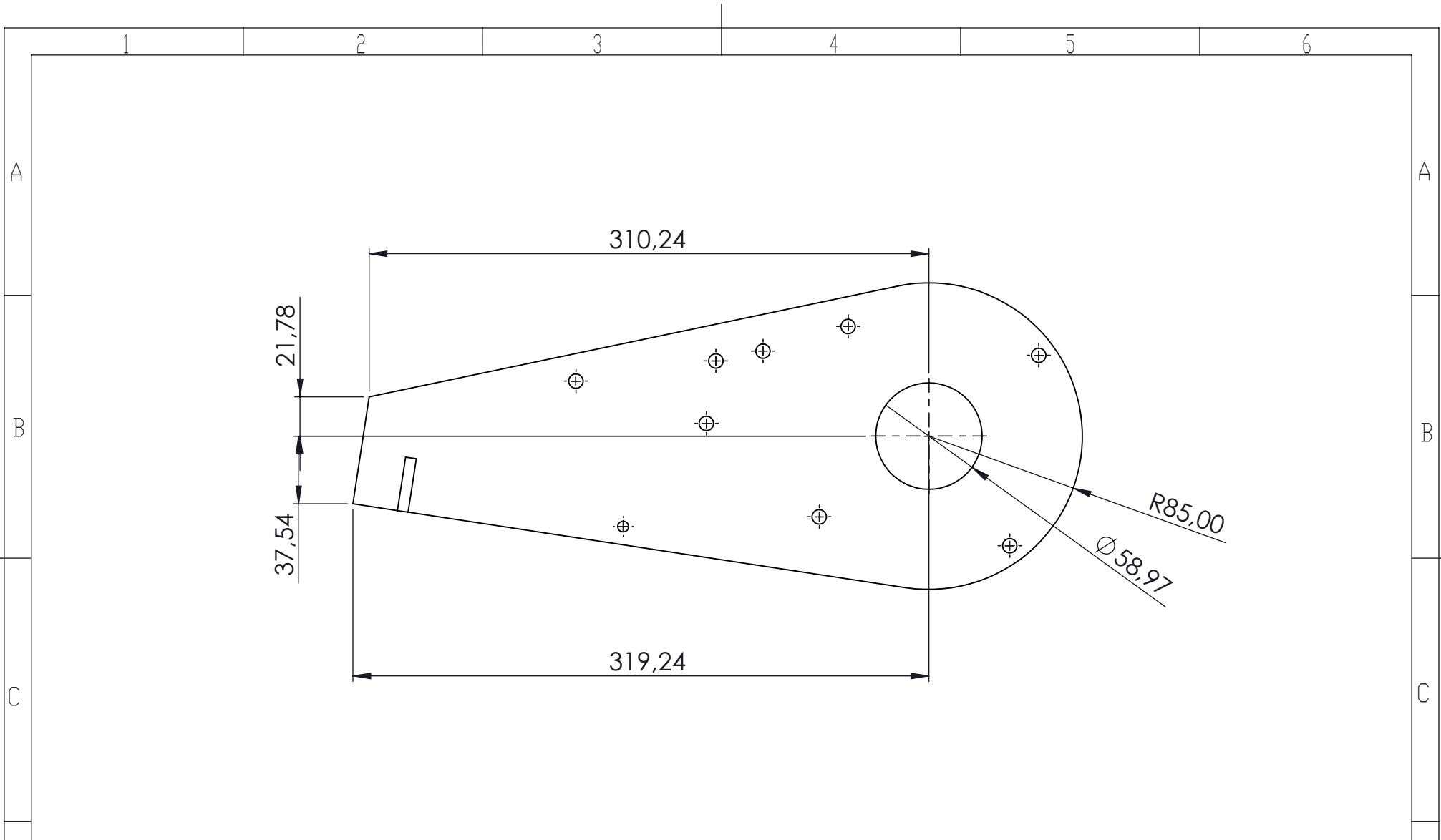
Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14960*: Abrasivos revestidos - lixas - requisitos de segurança para seu uso. Rio de Janeiro, 2003. Citado na página 19.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 16195*: Requisitos de segurança para produtos abrasivos revestidos. Rio de Janeiro, 2013. Citado na página 18.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15230*: Ferramentas abrasivas — uso, manuseio, segurança, classificação e padronização. Rio de Janeiro, 2016. Citado na página 21.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15545*: Superabrasivos - requisitos de segurança. Rio de Janeiro, 2016. Citado na página 21.
- BUDYNAS, R. G.; NISBETT, J. N. In: *Elementos de máquina de Shigley*. [S.l.: s.n.], 2011. v. 8. Citado na página 27.
- FALZON, P. In: *Ergonomia*. [S.l.: s.n.], 2007. v. 1. Citado na página 28.
- GONÇALVES, F. B.; SASAKI, M. Y.; SALOMÃO, R. Novos desafios e oportunidades nos processos de abrasão por lixamento. engenharia de aplicação na saint-gobain abrasivos. mestrado. programa de pós-graduação em nanociências e materiais avançados da universidade federal do abc-ufabc. São Paulo, Brazil, 2007. Citado na página 18.
- IIDA, I.; BUARQUE, L. In: *Ergonomia: projeto e produção*. [S.l.: s.n.], 2016. v. 1. Citado na página 29.
- KIMINANI, C. S.; CASTRO, W. B.; OLIVEIRA, M. F. In: *Introdução aos processos de fabricação de produtos metálicos*. [S.l.: s.n.], 2019. v. 1. Citado na página 17.
- MACHADO, A. R. et al. In: *Teoria da usinagem dos materiais*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 3. Citado 3 vezes nas páginas 20, 21 e 22.
- MALKIN, S. In: *Theory and application of machining with abrasives*. [S.l.: s.n.], 1989. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 21.
- MOTT, R. L. In: *Elementos de máquina em projetos mecânicos*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 1. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- NORTON, R. L. In: *Projeto de máquinas, uma abordagem integrada*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 4. Citado na página 28.
- NORTONABRASIVES. Tipos de costados em lixas. 2016. Disponível em: <<https://www.nortonabrasives.com/pt-br/recursos/expertise/tipos-de-costados-em-lixas>>. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.
- SKF. Catálogo de rolamento de esferas skf. 2022. Disponível em: <<https://www.skf.com/br/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings>>. Citado na página 48.

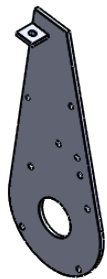
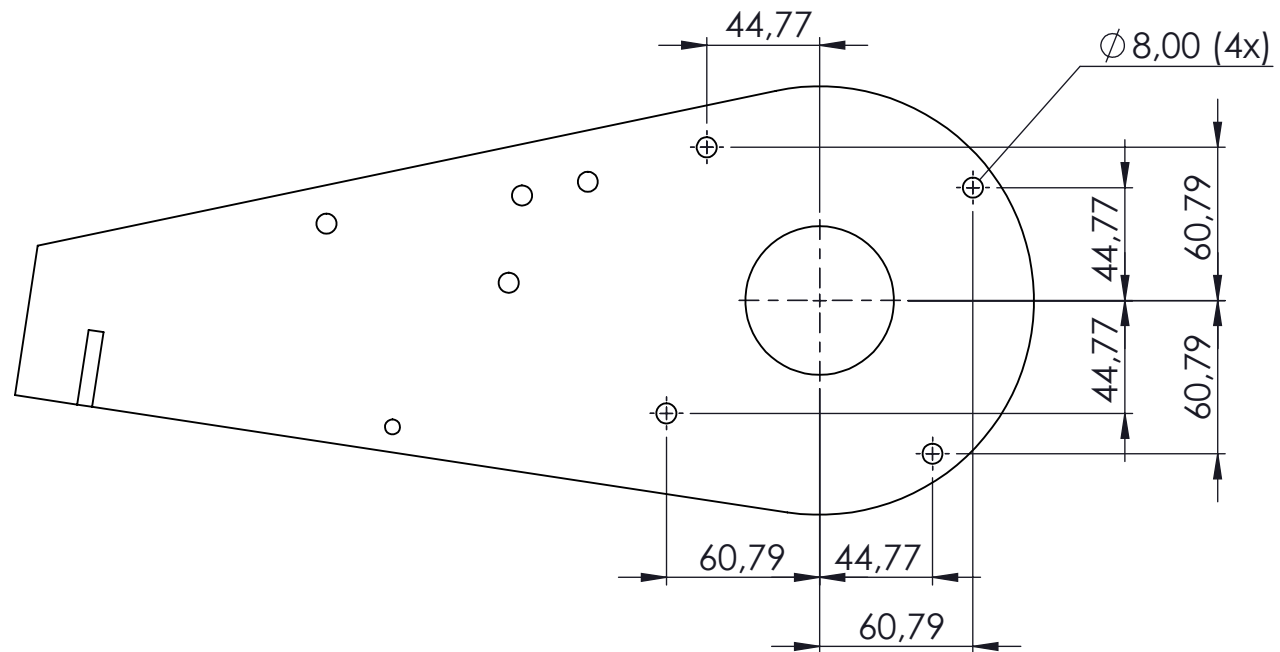
WEG. Catálogo online weg. 2022. Disponível em: <https://ecatalog.weg.net/tec_cat/partidamotor.asp>. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.

Apêndices

APÊNDICE A – Desenhos Técnicos



UnB - FGA	Universidade de Brasília - Faculdade do Gama			
	Descrição: Chapa Principal		Data: 06/05/2022	
Material: Aço Carbono 1020		Criado por: João Gabriel Dourado		
Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta		Escala: 1:3		
Chapa: 6mm		Formato: A4	Folha: 1 de 20	
Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas				
Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Chapa Principal

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:3

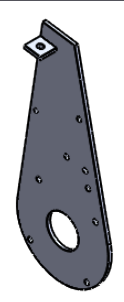
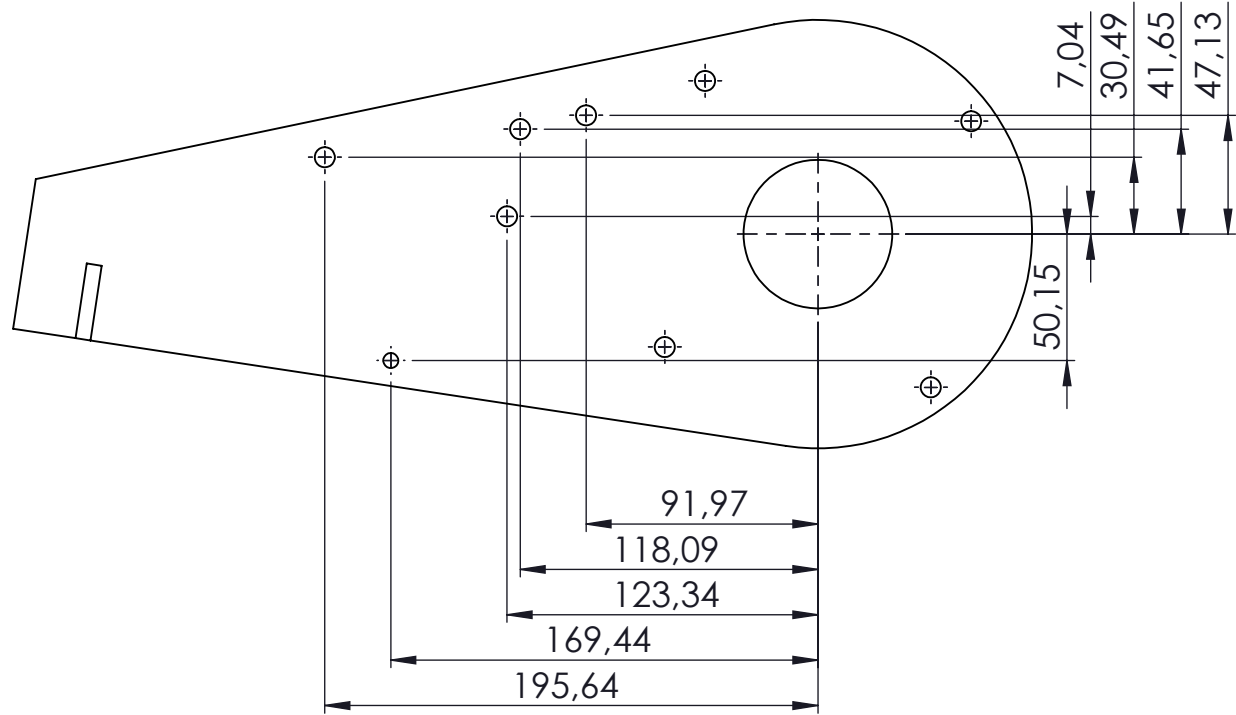
Chapa: 6mm

Formato: A4

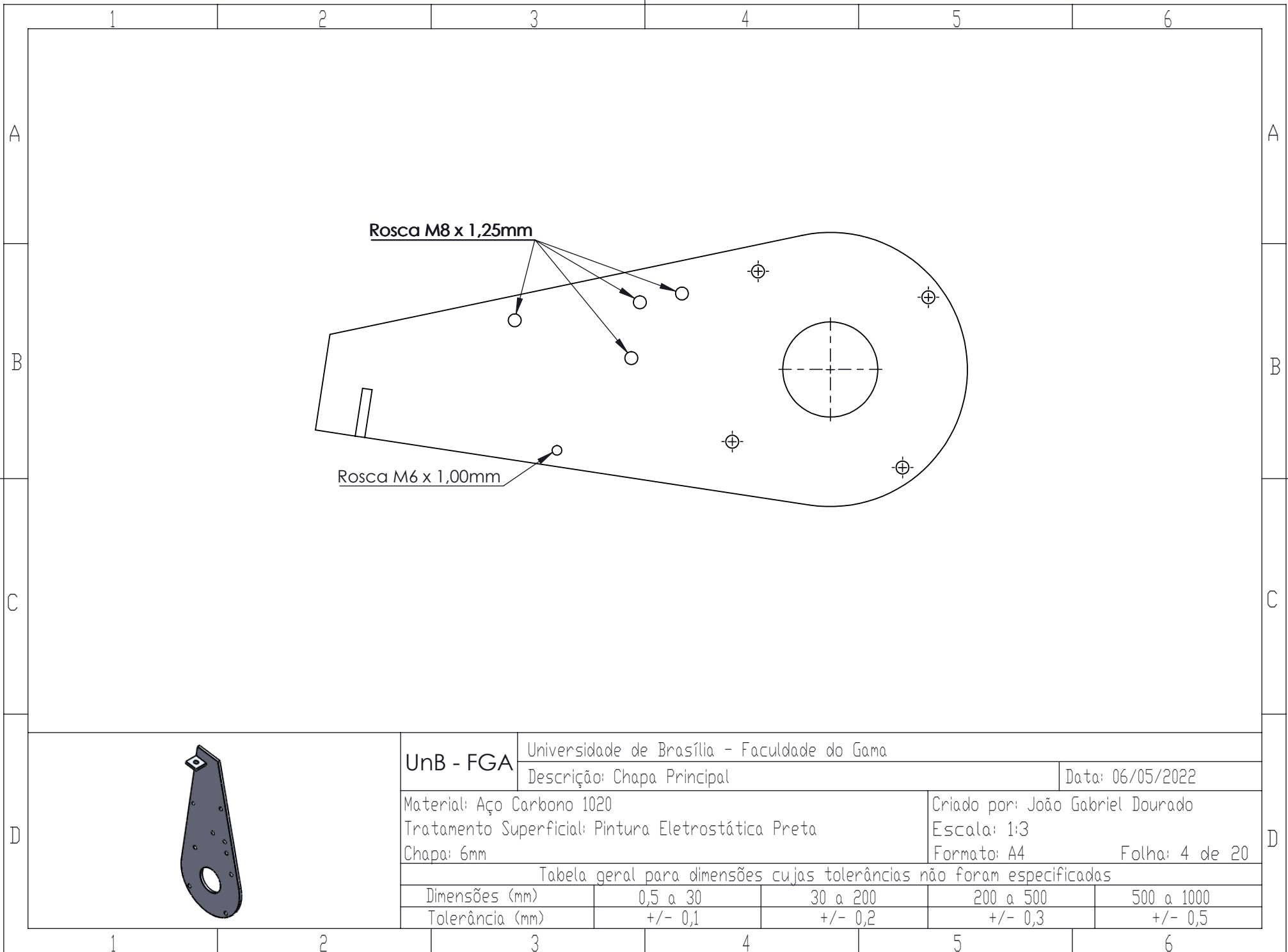
Folha: 2 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5

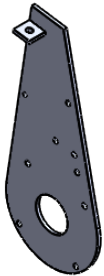


UnB - FGA	Universidade de Brasília - Faculdade do Gama			
	Descrição: Chapa Principal		Data: 06/05/2022	
Material: Aço Carbono 1020		Criado por: João Gabriel Dourado		
Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta		Escala: 1:3		
Chapa: 6mm		Formato: A4	Folha: 3 de 20	
Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas				
Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



Rosca M8 x 1,25mm

Rosca M6 x 1,00mm



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Chapa Principal

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:3

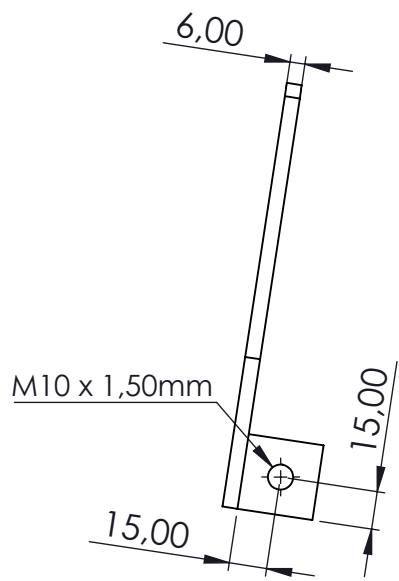
Chapa: 6mm

Formato: A4

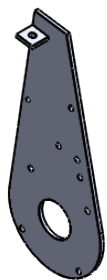
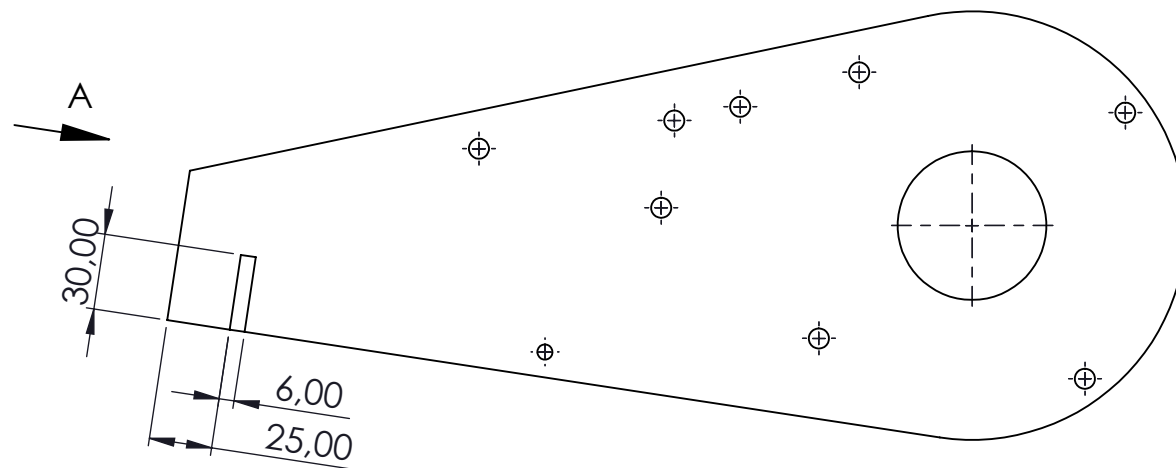
Folha: 4 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

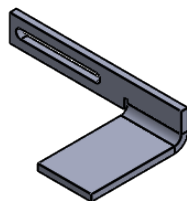
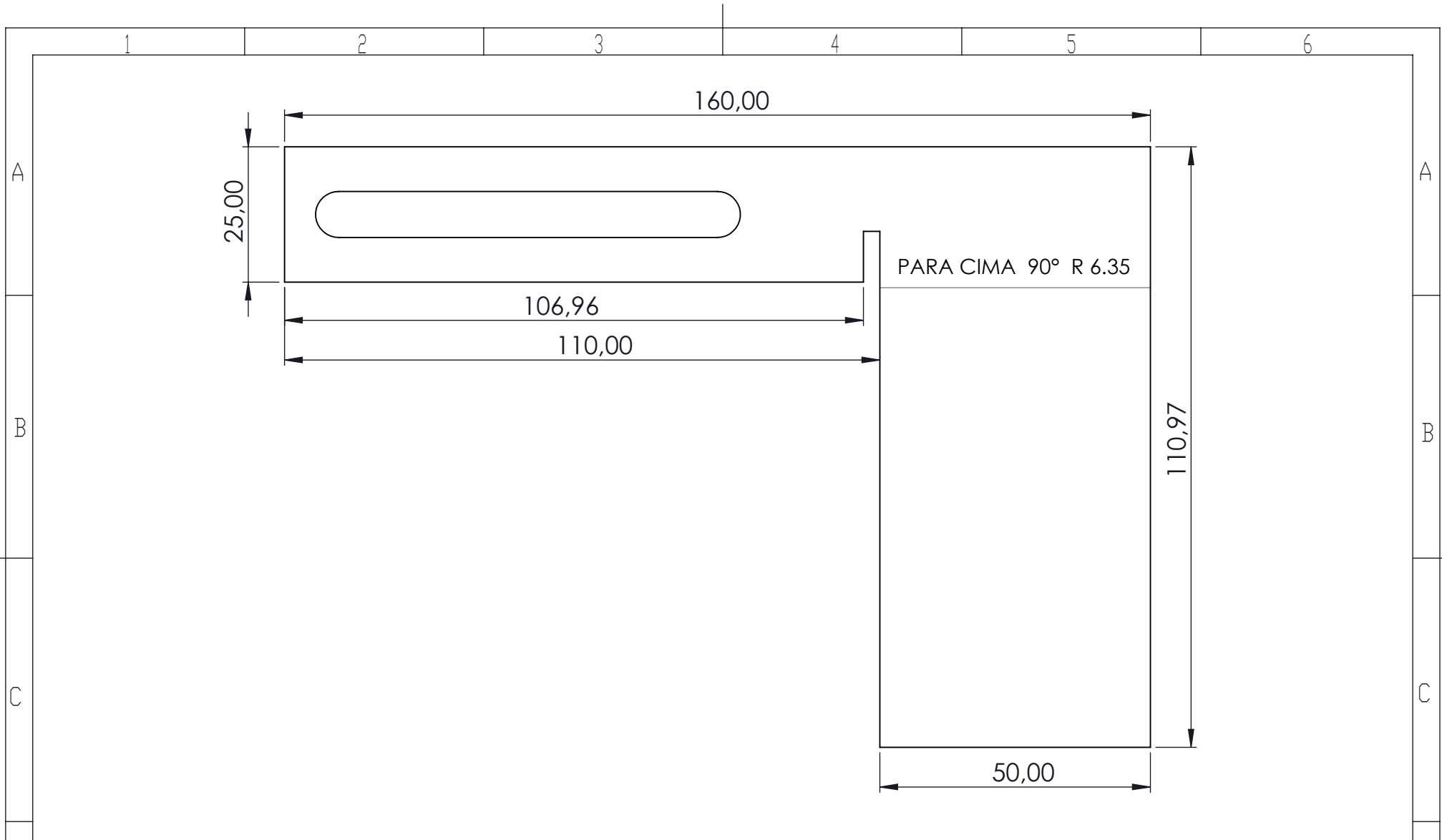
Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



EXIBIR A



UnB - FGA	Universidade de Brasília - Faculdade do Gama			
	Descrição: Chapa Principal		Data: 06/05/2022	
Material: Aço Carbono 1020		Criado por: João Gabriel Dourado		
Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta		Escala: 1:3		
Chapa: 6mm		Formato: A4	Folha: 5 de 20	
Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas				
Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Mesa Flat

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

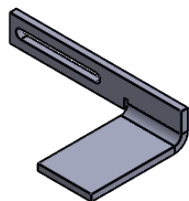
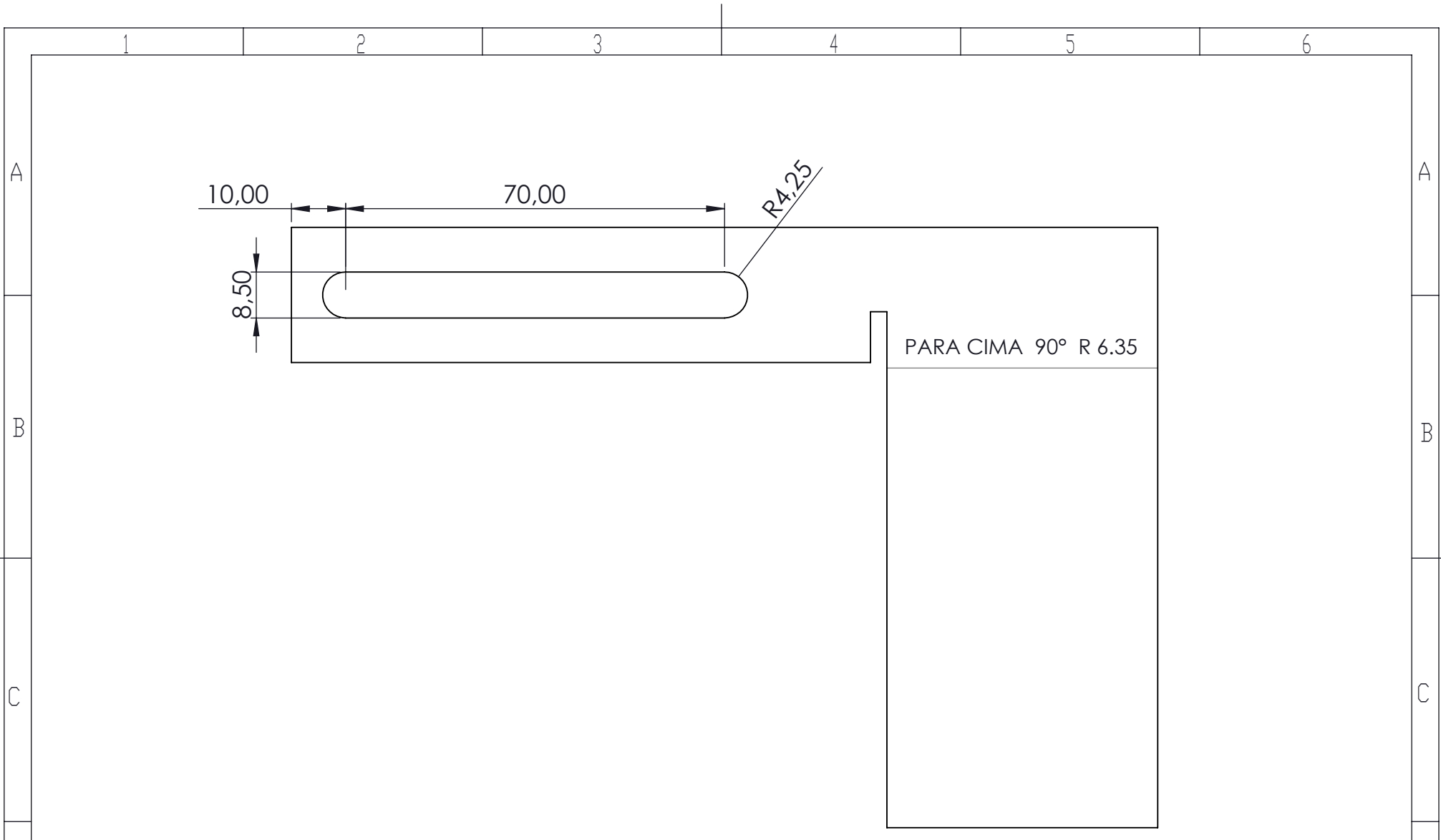
Chapa: 6mm

Formato: A4

Folha: 6 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Mesa Flat

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

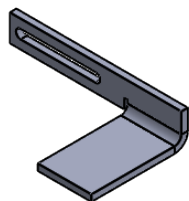
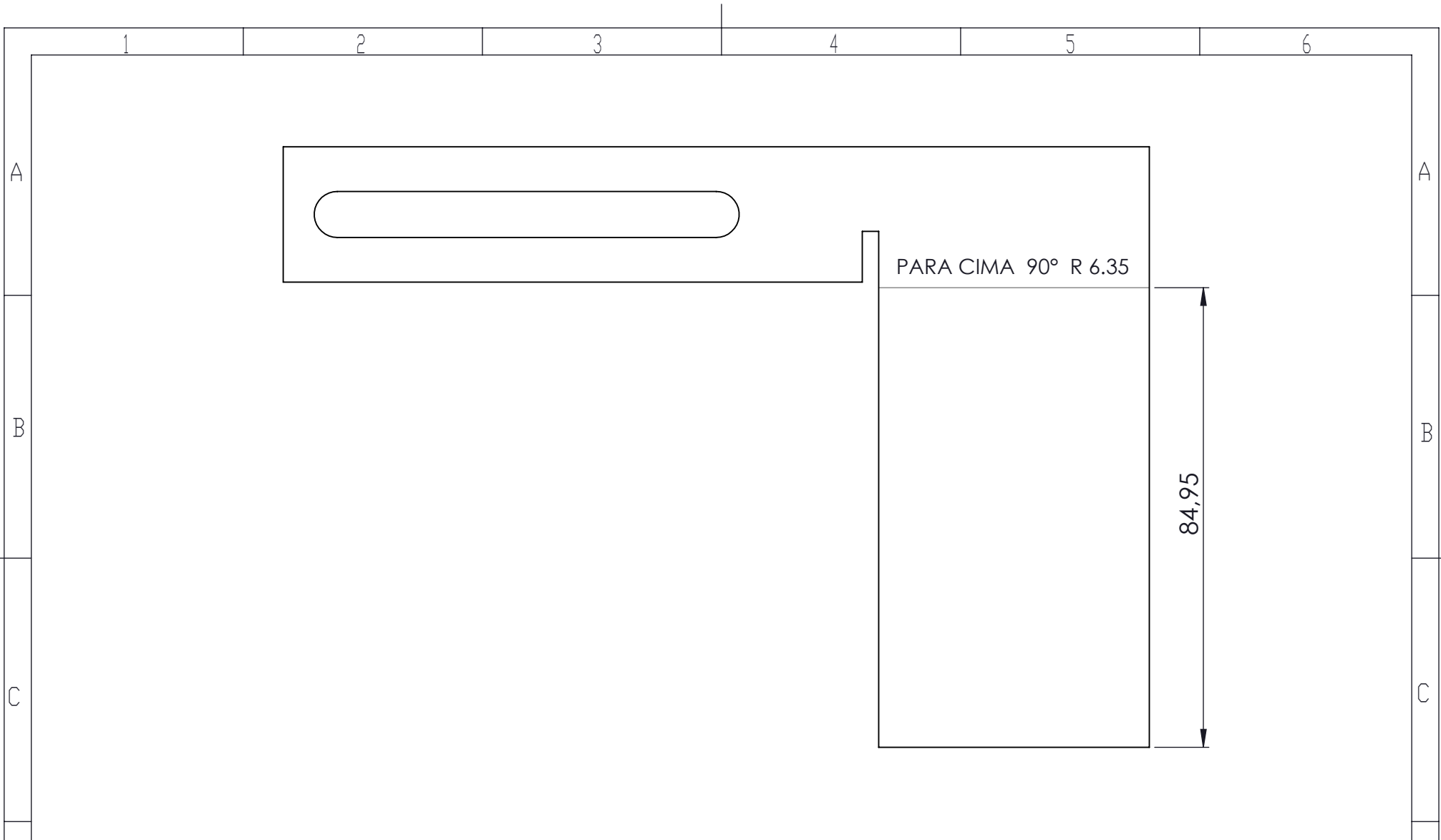
Chapa: 6mm

Formato: A4

Folha: 7 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Mesa Flat

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

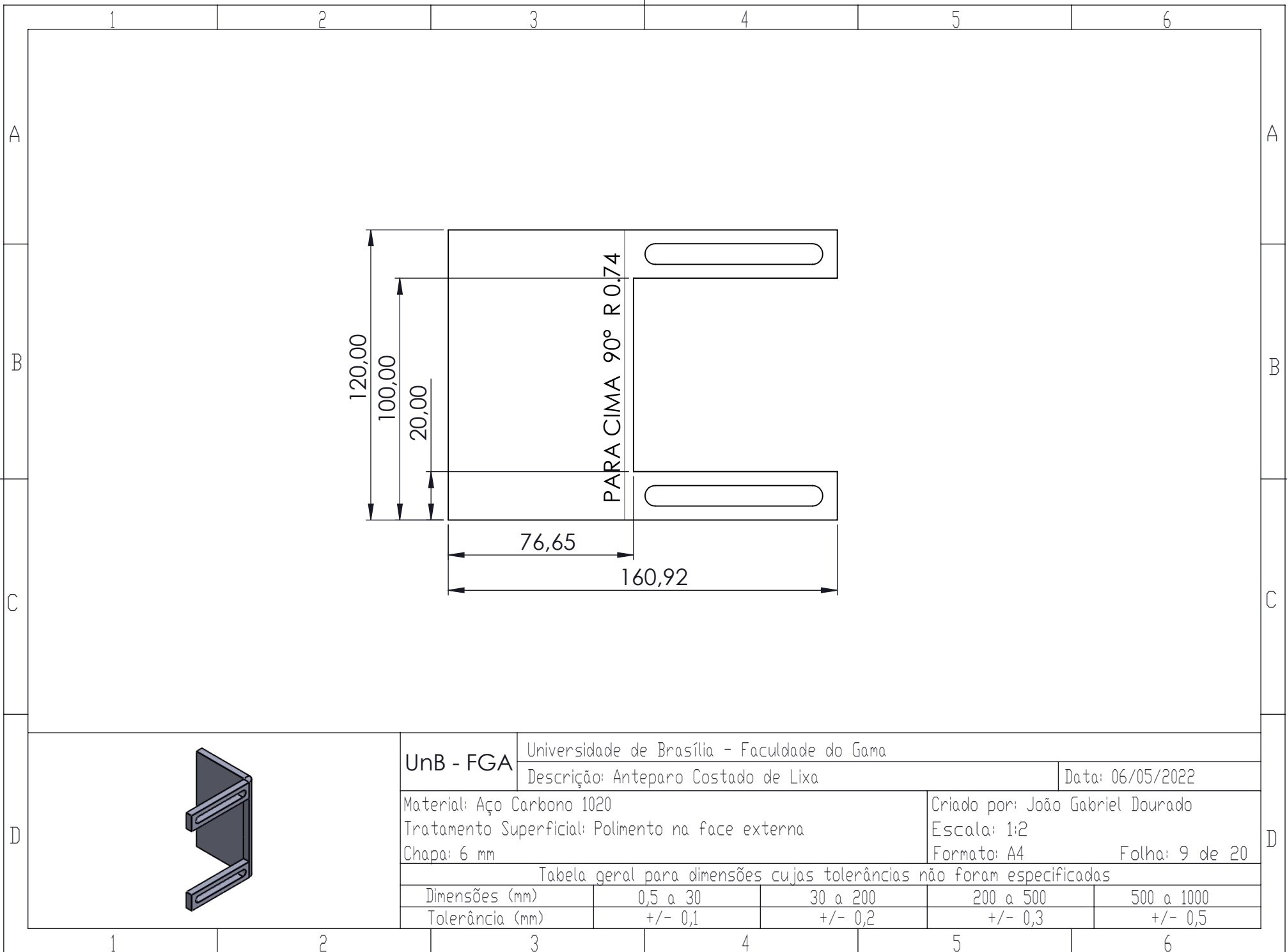
Chapa: 6mm

Formato: A4

Folha: 8 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Anteparo Costado de Lixa

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Polimento na face externa

Escala: 1:2

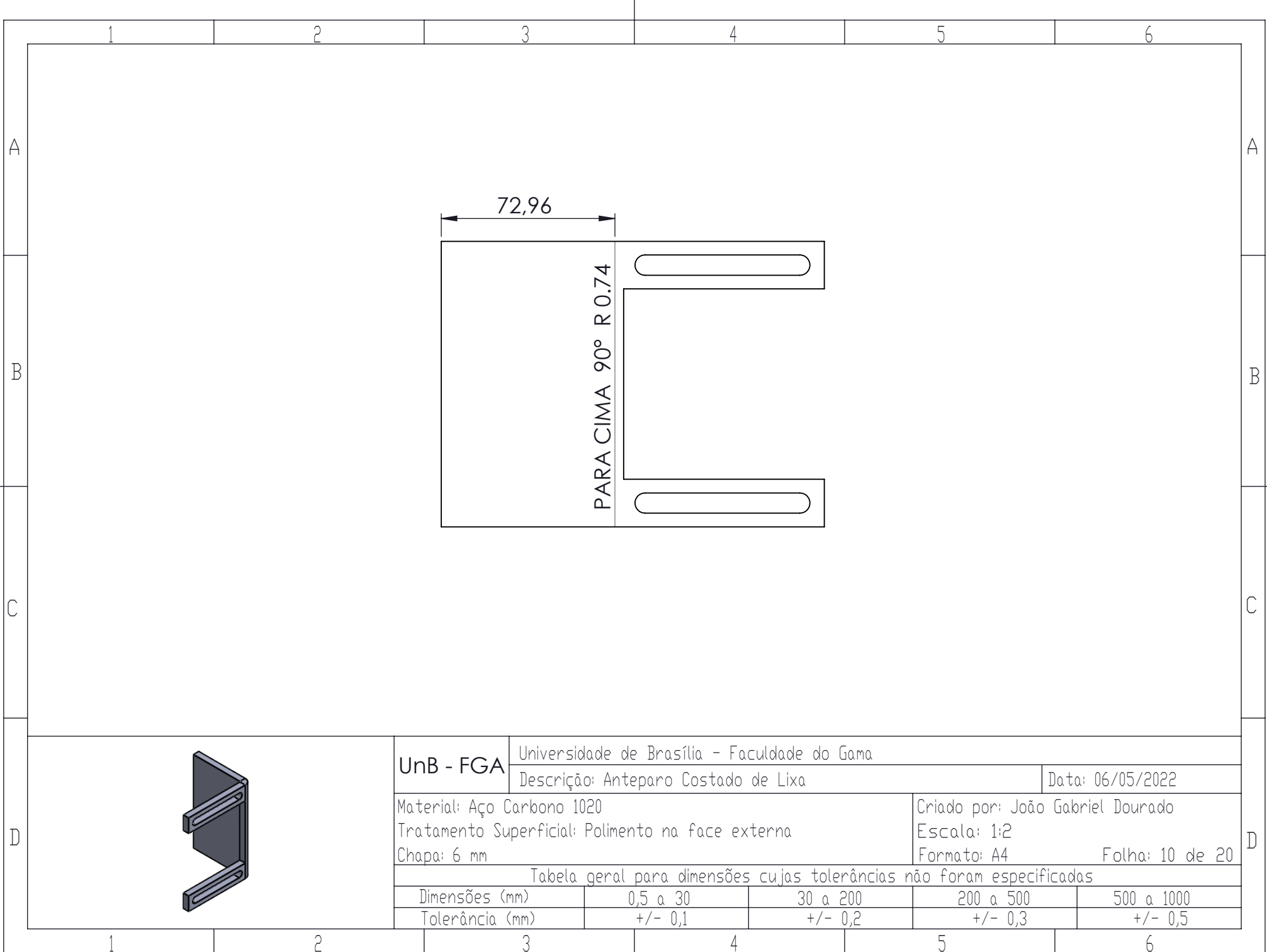
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 9 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Anteparo Costado de Lixa

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Polimento na face externa

Escala: 1:2

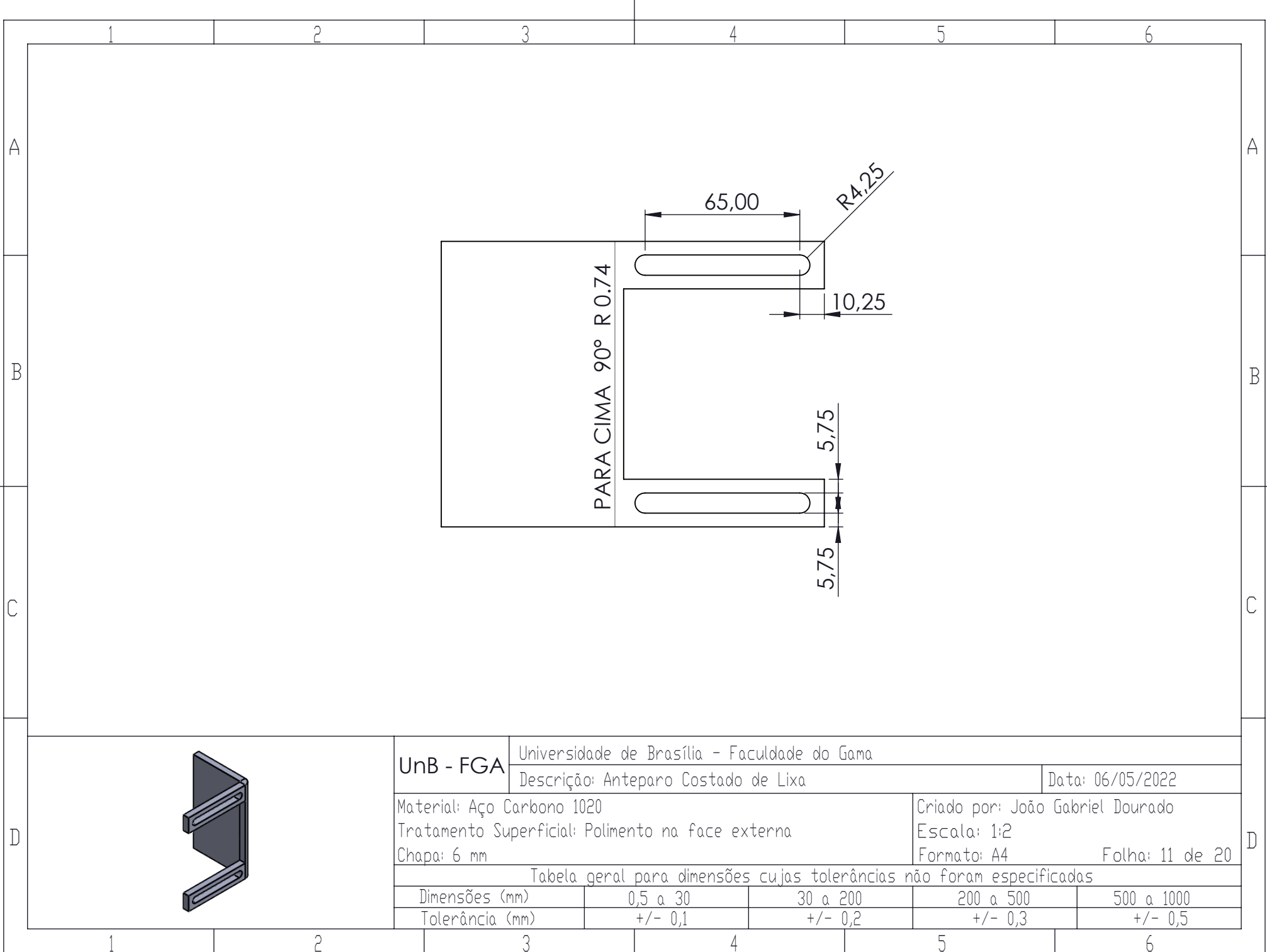
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 10 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Anteparo Costado de Lixa

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Polimento na face externa

Escala: 1:2

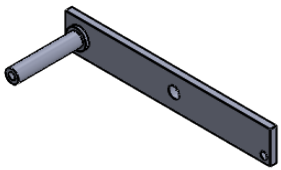
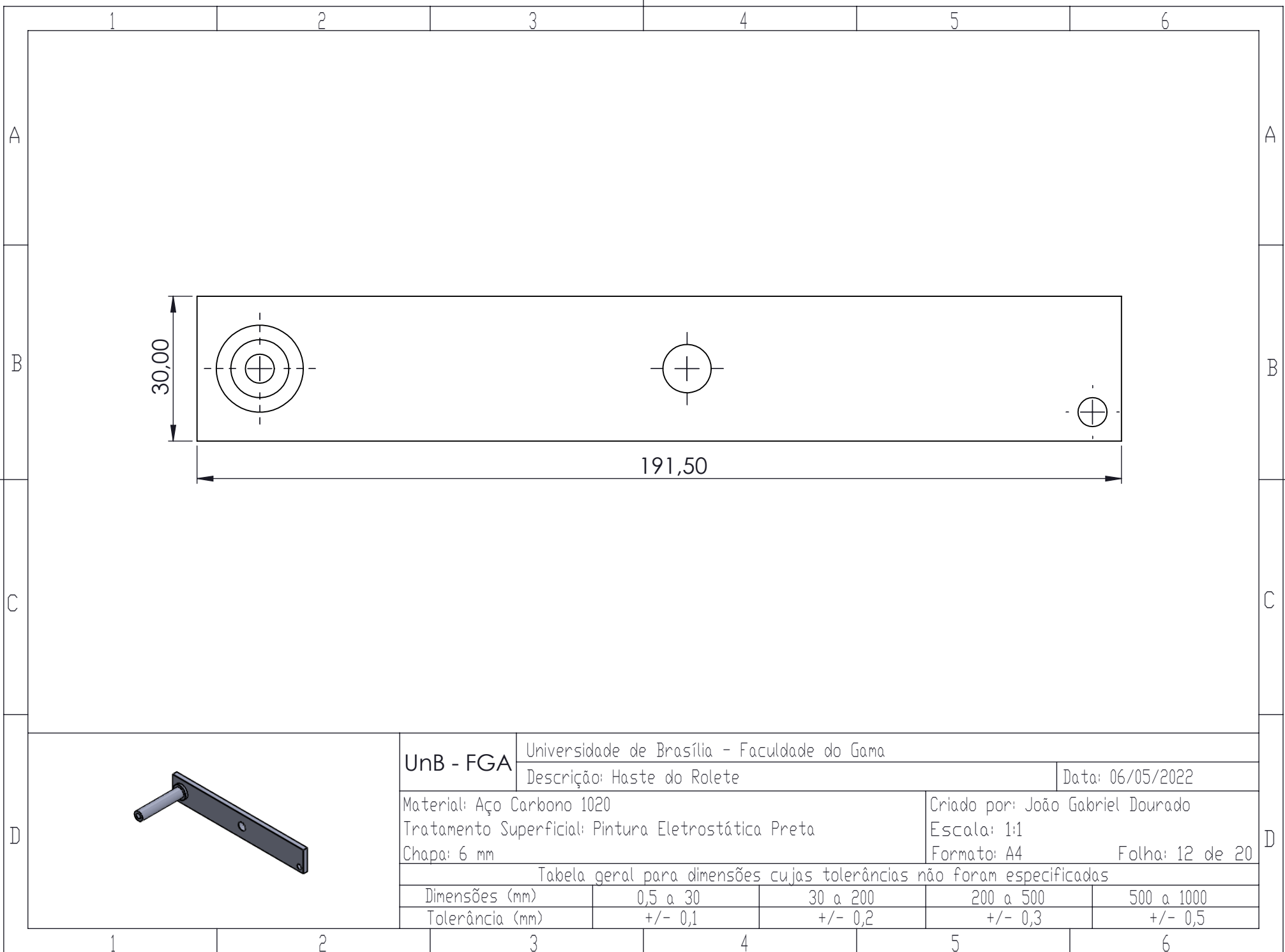
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 11 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Haste do Rolete

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

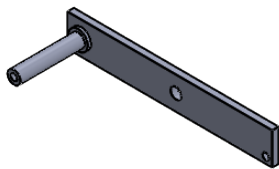
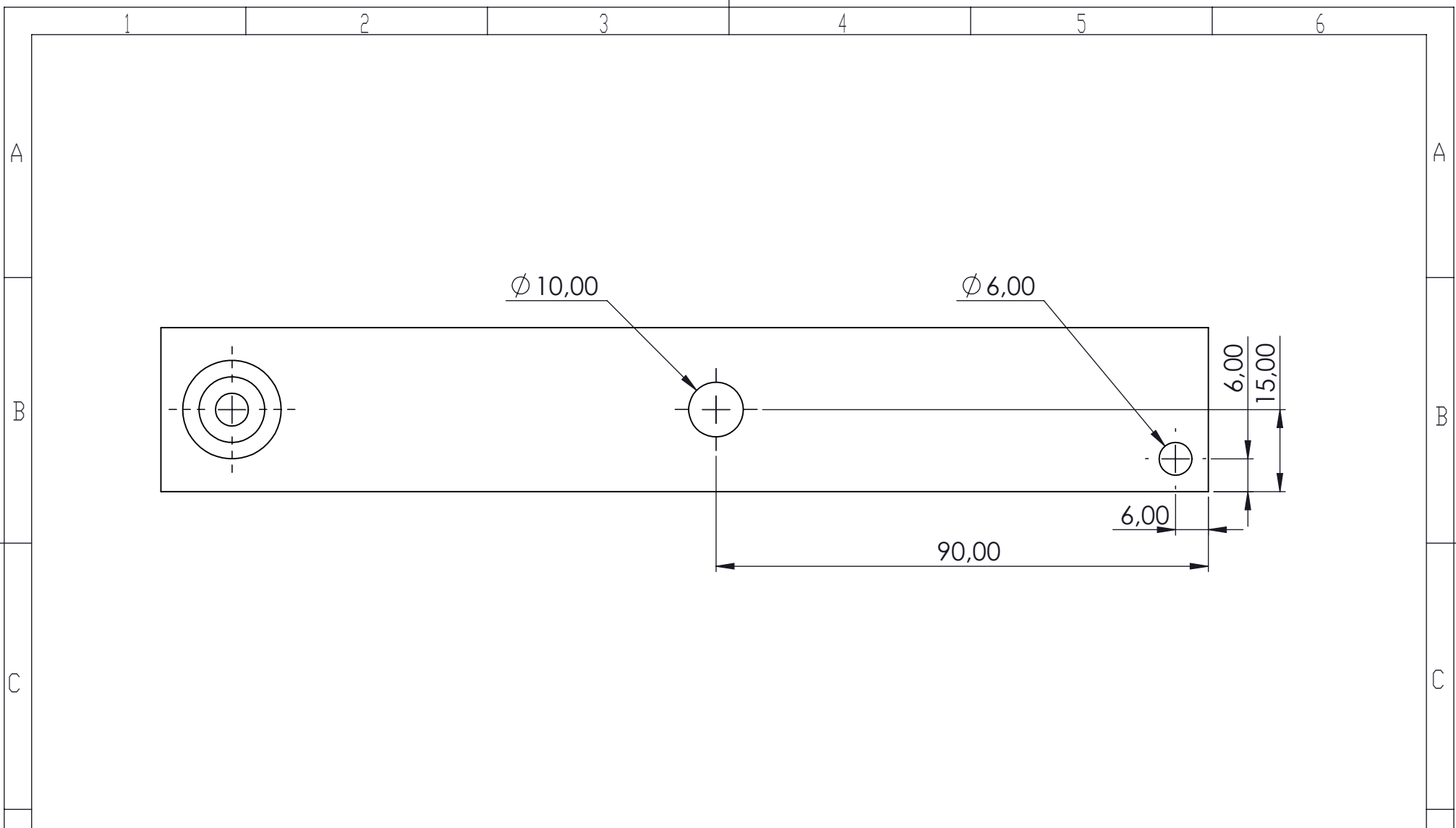
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 12 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Haste do Rolete

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

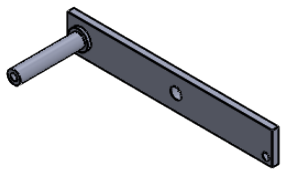
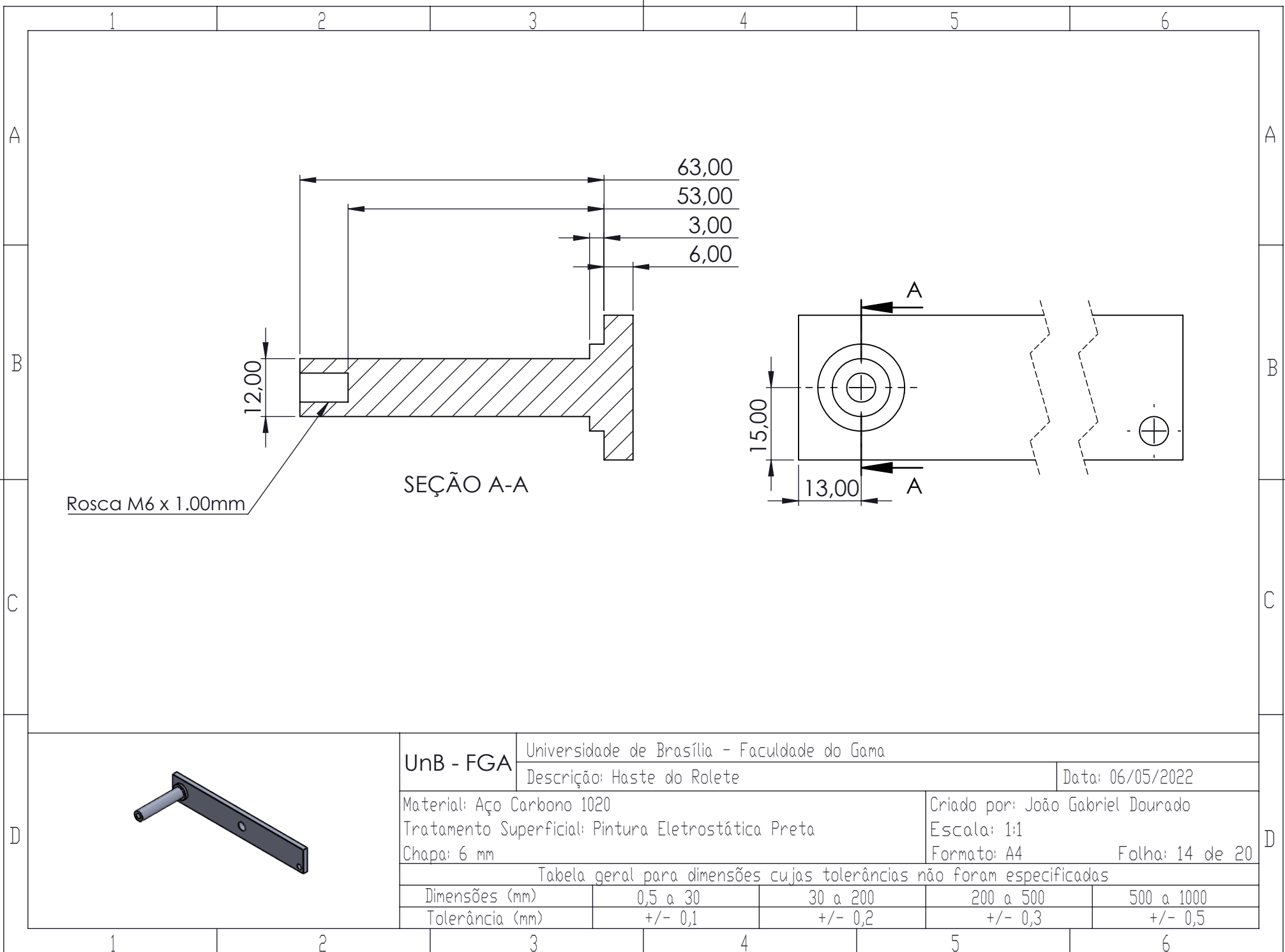
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 13 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Haste do Rolete

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

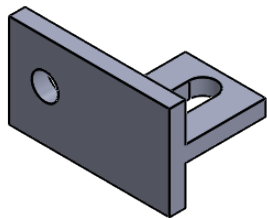
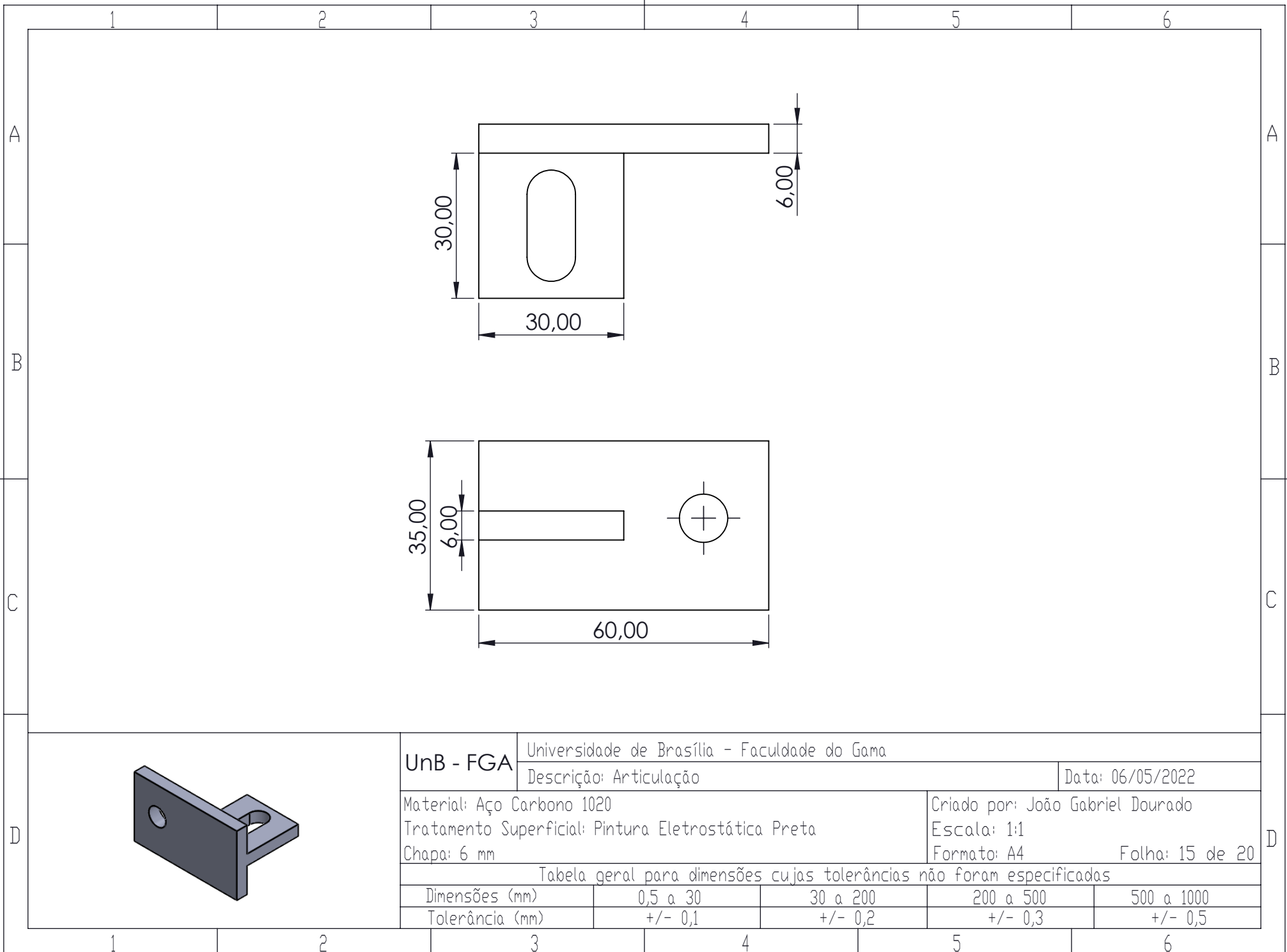
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 14 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Articulação

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

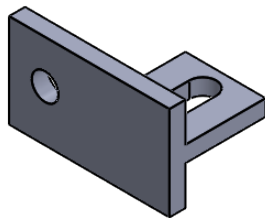
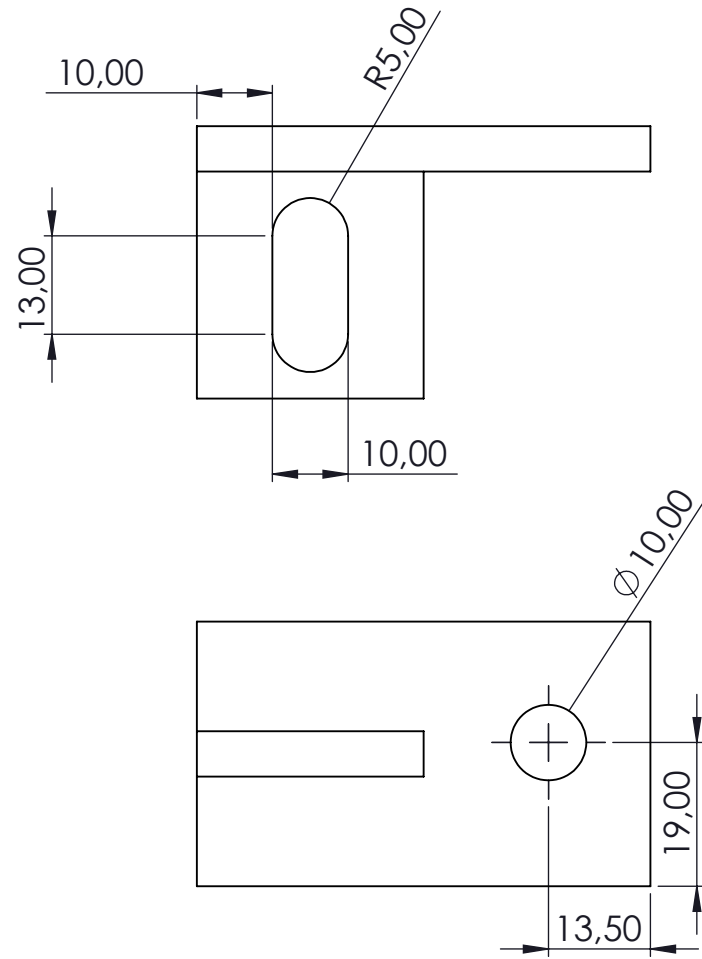
Chapa: 6 mm

Formato: A4

Folha: 15 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Articulação

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono 1020

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Pintura Eletrostática Preta

Escala: 1:1

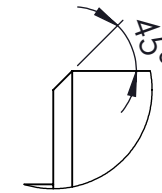
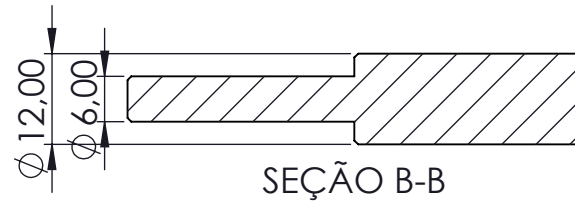
Chapa: 6 mm

Formato: A4

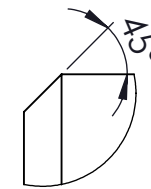
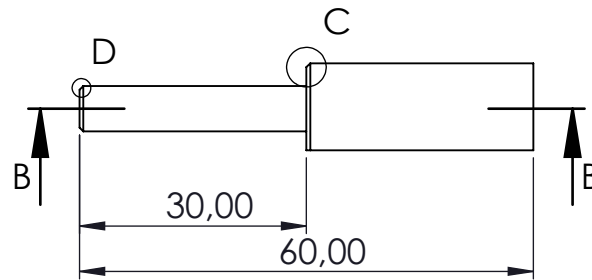
Folha: 16 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

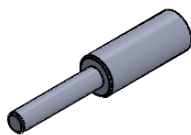
Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



DETALHE C
ESCALA 5 : 1



DETALHE D
ESCALA 10 : 1



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Dobradiça Macho

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Não se Aplica

Escala: 1:1

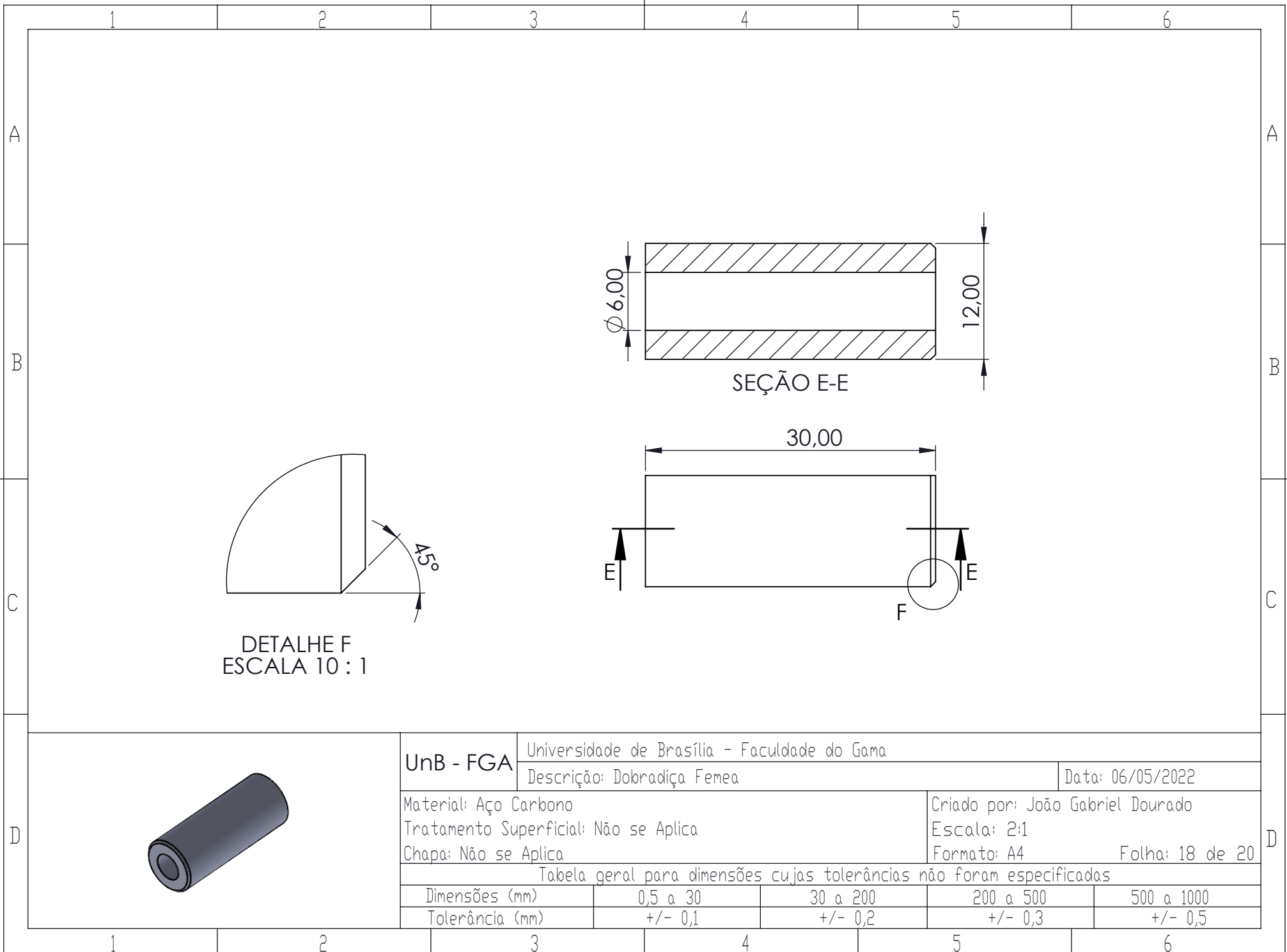
Chapa: Não se Aplica

Formato: A4

Folha: 17 de 20

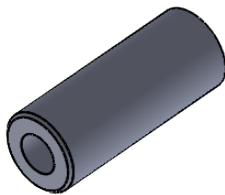
Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



DETALHE F
ESCALA 10 : 1

SEÇÃO E-E



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Dobradiça Femea

Data: 06/05/2022

Material: Aço Carbono

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Não se Aplica

Escala: 2:1

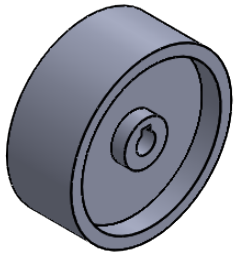
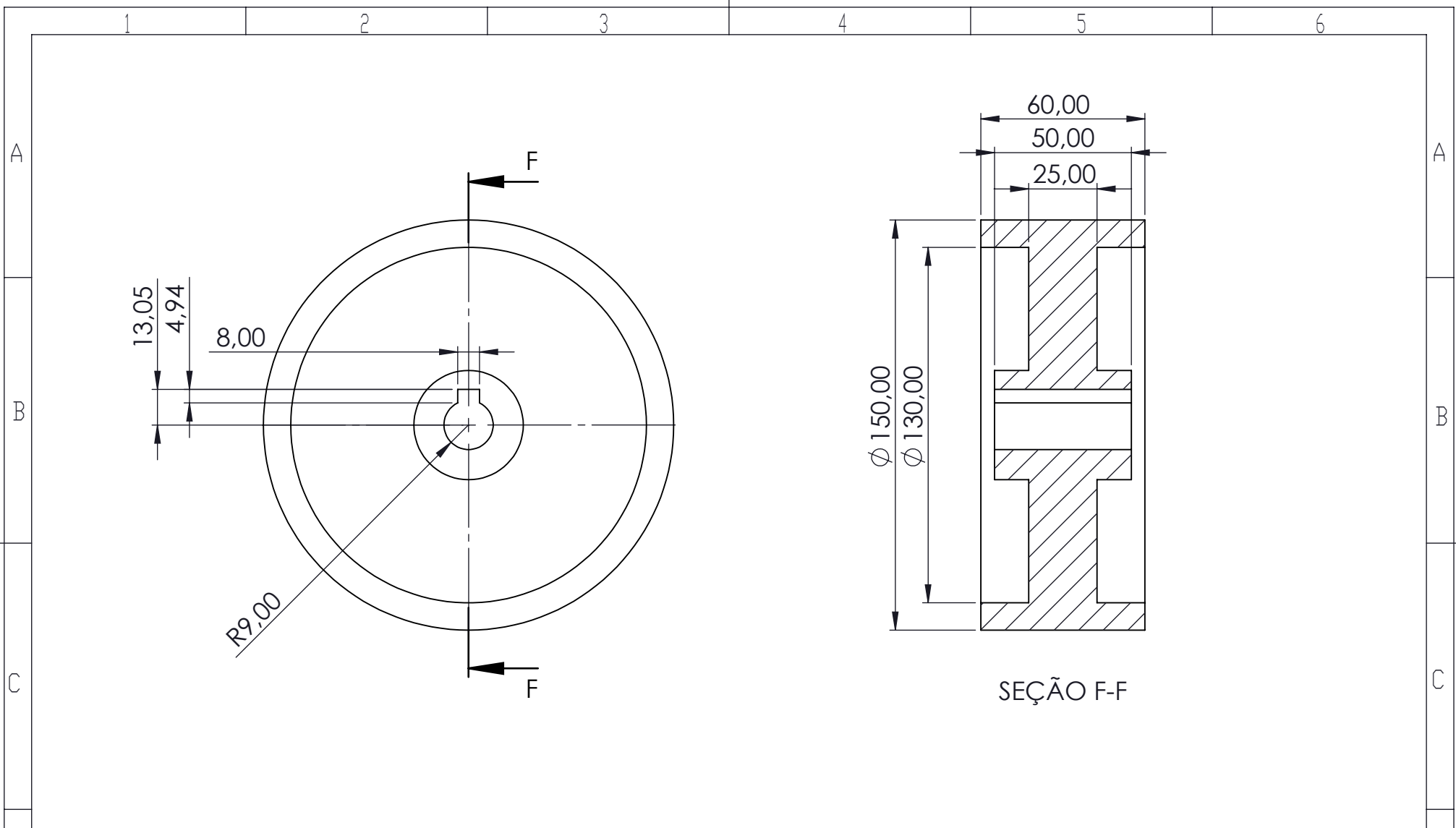
Chapa: Não se Aplica

Formato: A4

Folha: 18 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA

Universidade de Brasília - Faculdade do Gama

Descrição: Polia 150x60mm

Data: 06/05/2022

Material: Alumínio

Criado por: João Gabriel Dourado

Tratamento Superficial: Não se Aplica

Escala: 1:2

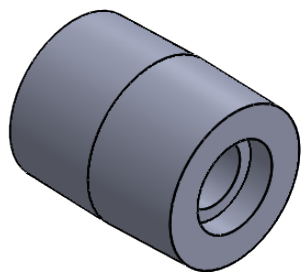
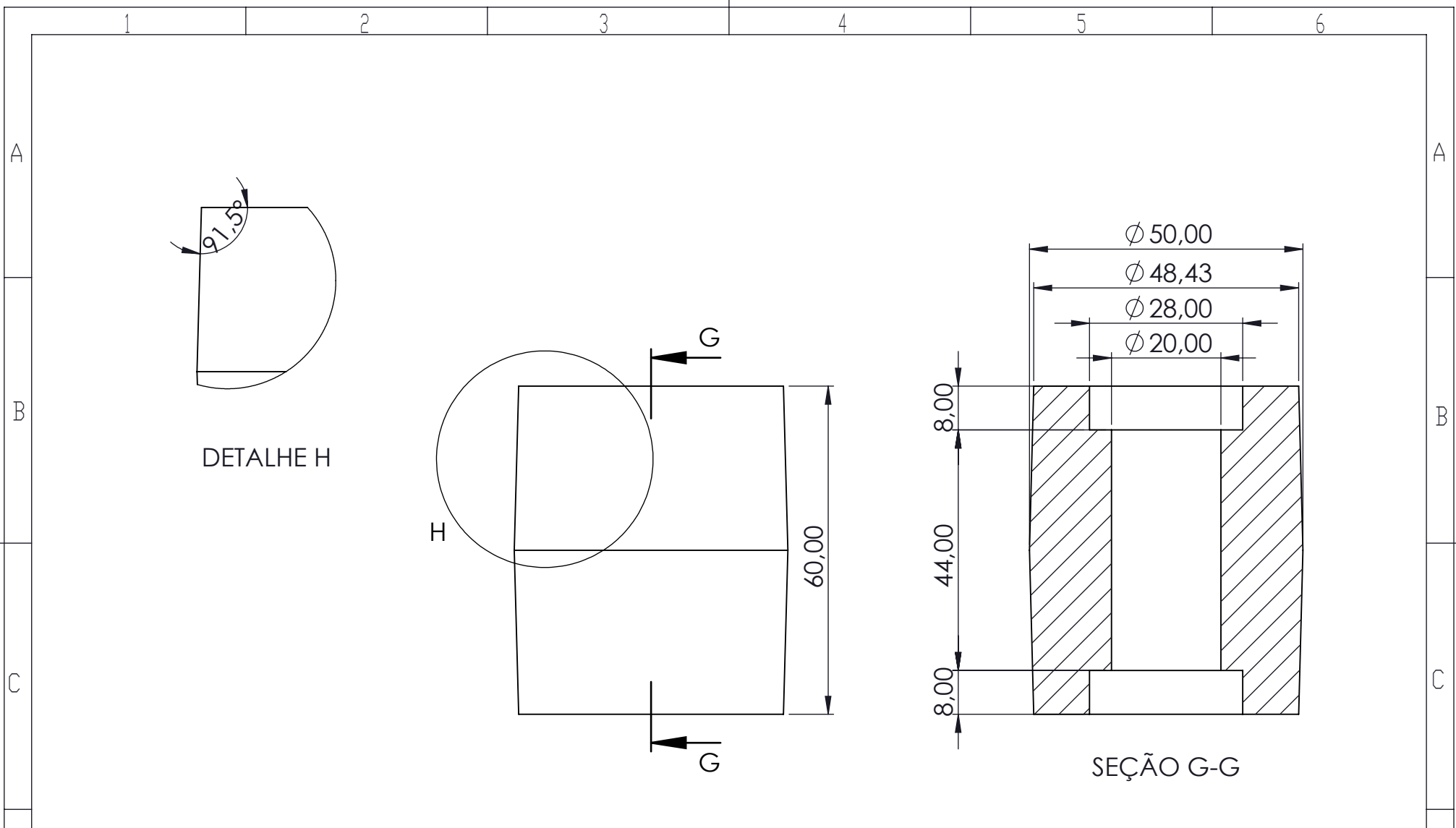
Chapa: Não se Aplica

Formato: A4

Folha: 19 de 20

Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas

Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5



UnB - FGA	Universidade de Brasília - Faculdade do Gama			
	Descrição: Rolete Bicônico 50x60 mm		Data: 06/05/2022	
Material: Alumínio		Criado por: João Gabriel Dourado		
Tratamento Superficial: Não se Aplica		Escala: 1:1		
Chapa: Não se Aplica		Formato: A4	Folha: 20 de 20	
Tabela geral para dimensões cujas tolerâncias não foram especificadas				
Dimensões (mm)	0,5 a 30	30 a 200	200 a 500	500 a 1000
Tolerância (mm)	+/- 0,1	+/- 0,2	+/- 0,3	+/- 0,5