

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ENGENHARIA NAVAL

ALLAN VICTOR MACHADO GOMES - 11259396

JULIA FURLAN OLIVEIRA - 10319369

MARIA JÚLIA TAZINAFO FALLEIROS - 11259483

FERNANDO SAVIO BORGUETTI - 10823581

TAIKI HASHIZUME - 10791812

RELATÓRIO LAB. 6

SÃO PAULO – SP

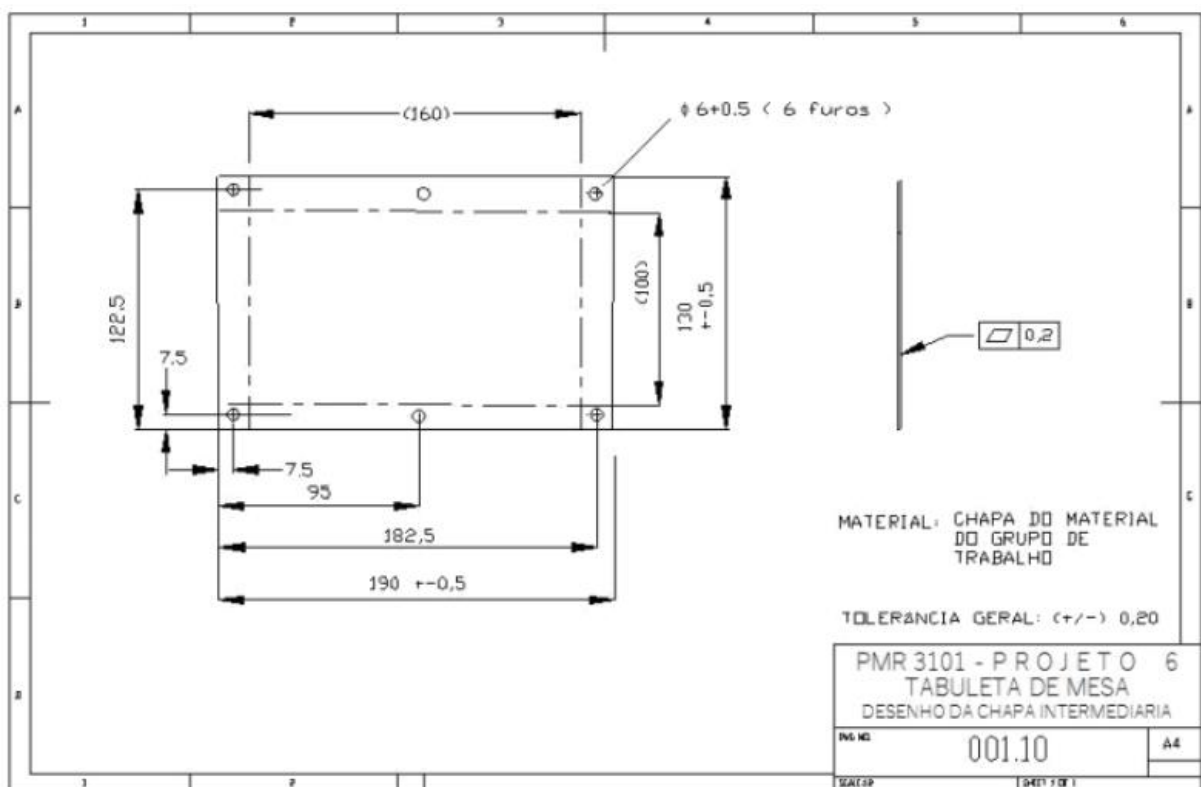
2020

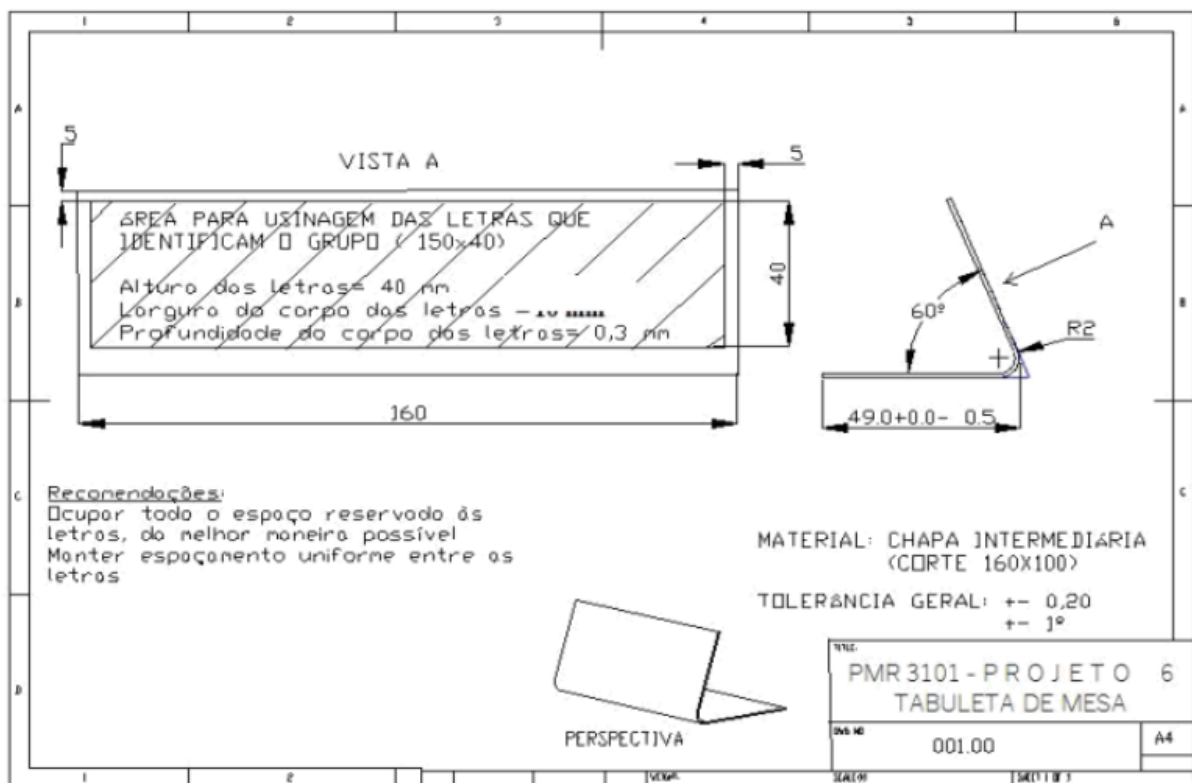
## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. MEMORIAL DE CÁLCULO .....	5
3. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA DE COMANDO NUMÉRICO .....	6
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....	8
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9

## 1. INTRODUÇÃO

Este experimento tem como objetivo exercitar os conceitos sobre usinagem CNC aprendidos em aula através da aplicação deles na confecção de uma tabuleta de mesa com o nome do grupo de guerra usinado em baixo relevo. O experimento simplificado baseia-se em escrever um código G que seja capaz de ser executado em uma máquina CNC e simular ele em um software próprio para estas análises. No caso foi escolhido o CNC Simulator. O material para o qual a usinagem foi projetada é uma chapa de aço 1020 de 1mm de espessura por 190mm de comprimento e 130mm de profundidade. A fresa utilizada será uma de aço rápido com 4 arestas cortantes, 10mm de diâmetro e 100mm de comprimento. Os desenhos fornecidos para o experimento são apresentados a seguir:





## 2. MEMORIAL DE CÁLCULO

Para usinarmos o material na vida real deveremos obter os parâmetros de avanço e rotação da fresa. Para isso, primeiro utilizaremos uma tabela que relaciona o material a ser usinado, material da ferramenta e tipo de serviço a ser executado para obter a velocidade de corte  $V_c$ . A tabela é a seguinte

MATERIAIS	FERRAMENTAS DE AÇO RÁPIDO			FERRAMENTAS DE CARBONETO-METÁLICO	
	DESBASTE	ACABAMENTO	ROSCAR RECARTEILHAR	DESBASTE	ACABAMENTO
AÇO 1020	25	30	10	200	300
AÇO 1045	20	25	8	120	160
AÇO EXTRADURO 1060	15	20	6	40	60
FERRO FUNDIDO MALEÁVEL	20	25	8	70	85
FERRO FUNDIDO GRIS	15	20	8	65	95
FERRO FUNDIDO DURO	10	15	6	30	50
BRONZE	30	40	10-25	300	380
LATÃO E COBRE	40	50	10-25	350	400
ALUMÍNIO	60	90	15-35	500	700
FIBRA E EBNITE	25	40	10-20	120	150

Será usado uma fresa de topo de aço rápido e a usinagem a ser feita pode ser considerada como uma de acabamento por retirar apenas 0.3mm de profundidade em uma chapa de aço 1020. Assim obtemos o valor de  $V_c = 30\text{m/min}$  para a velocidade de corte.

Para calcularmos a rotação da fresa utilizaremos a seguinte fórmula

$$n = \frac{1000 \times V_c}{d \times \pi}$$

$d$  = diametro da ferramenta (mm)

$n$  = rpm

$V_c$  = velocidade de corte (m/min)

Substituindo obtemos

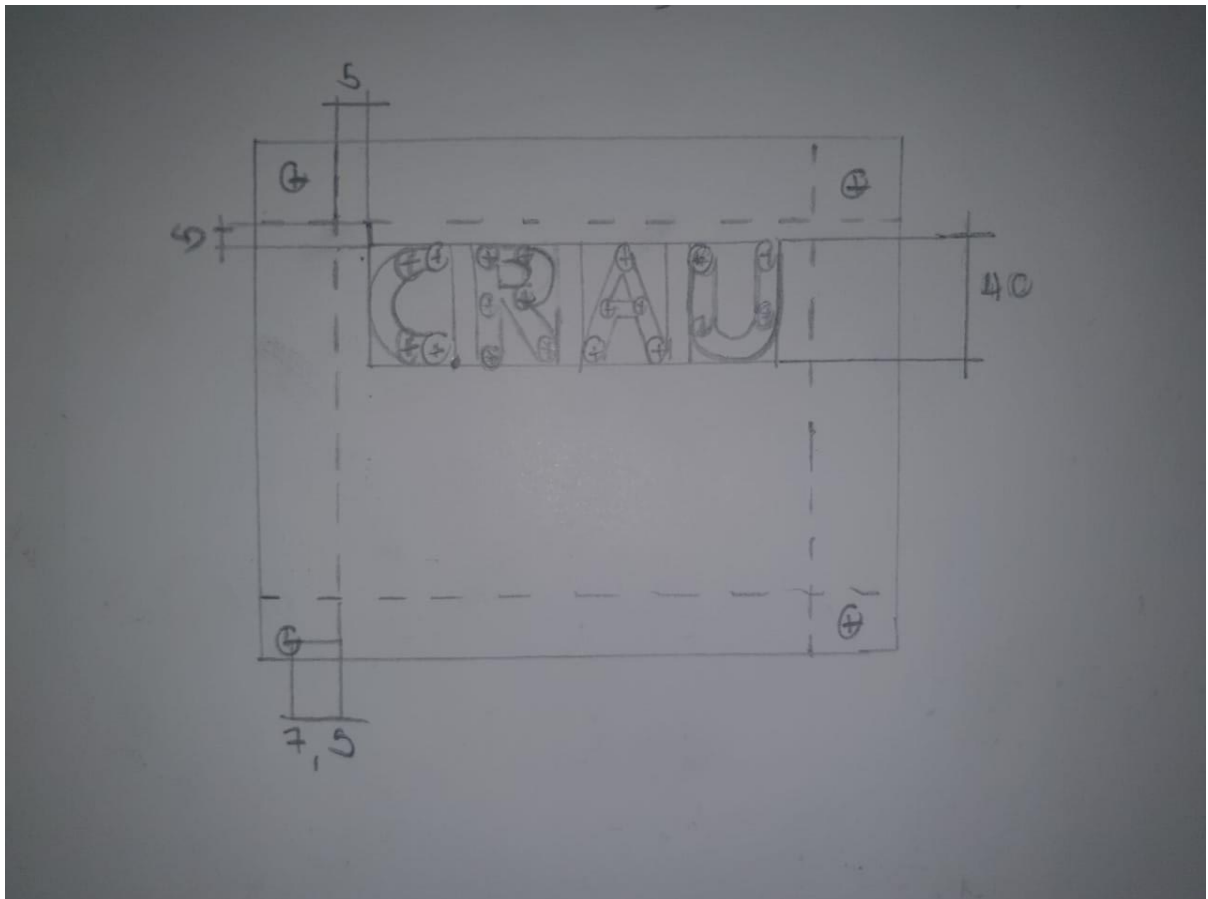
$$n = \frac{1000 \times 30}{10 \times \pi} \approx 955$$

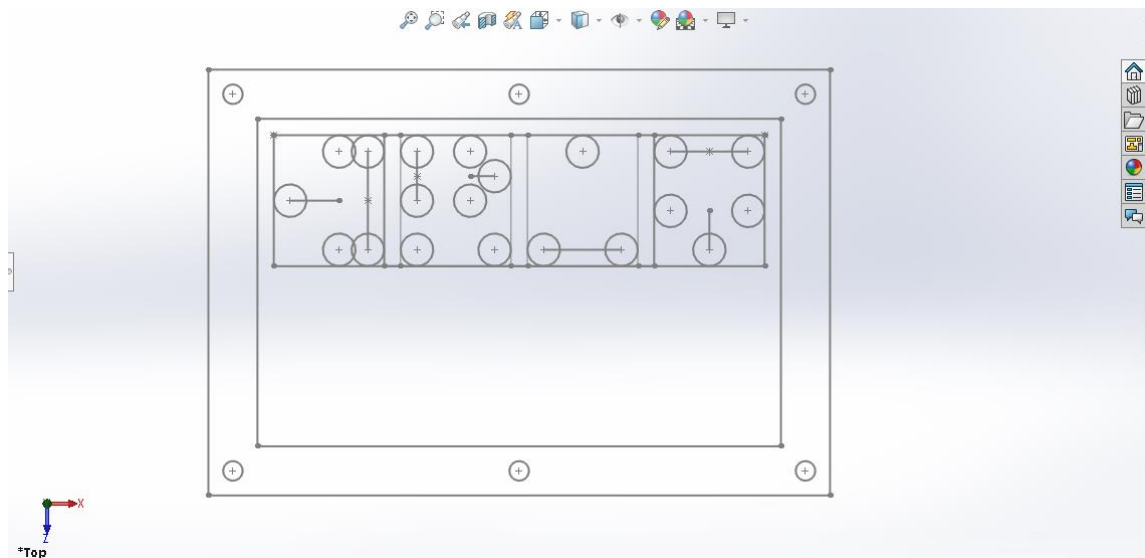
Assim obtemos 955rpm para rotação da fresa

### 3. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA DE COMANDO NUMÉRICO

O código a seguir tem como objetivo a usinagem em baixo relevo do nome de guerra que identifica o grupo: CRAU. Para tanto, o zero da peça utilizado foi no ponto X=7.5 Y=7.5 e Z=100 que se refere ao centro do parafuso de fixação inferior esquerdo. A divisão das quatro letras foi feita em uma caixa de 33.75mmX40mm com espaçamento de 5mm entre cada caixa. Todas as coordenadas que entram nas interpolações foram medidas de maneira absoluta em relação ao zero mencionado antes, exceto as coordenadas I e J que compõem as interpolações circulares. A velocidade de avanço F e a rotação da fresa S foram obtidas no item anterior e valem 30m/min e 955rpm respectivamente.

As coordenadas foram obtidas através dos desenhos fornecidos além de um sketch em software CAD e um esboço feito a mão apresentados a seguir





Através do software CAD foi possível obter as localizações alvos para o centro da fresa de maneira precisa e rápida.

A primeira letra C é composta de uma interpolação linear inicial que corresponde a parte de baixo da letra, uma interpolação circular que representa o arco da letra C seguida de mais uma linear que corresponde a parte de cima da letra.

A letra R é composta de uma interpolação linear que corresponde a parte esquerda vertical da letra R, uma interpolação circular que corresponde a barriga da letra R e por último uma interpolação linear que corresponde a perna da letra.

A letra A é composta de apenas duas interpolações lineares correspondentes aos pés das letras.

A última letra U é feita de maneira similar a letra C só que na vertical com duas interpolações lineares correspondetes as partes esquerda e direita da letra e uma interpolação circular que corresponde ao arco da letra. O resultado da simulação no CNC Simulator e o código G são apresentados a seguir



```

($Mill)
($Millimeters)
($AddRegPart 1 0 0)
(1o Teste)

%070720201156
G92 X7.5 Y7.5 Z100 (ZERO DA PEÇA)
T1 M6 (CHAMANDO FERRAMENTA)
G00 X0 Y0 Z2 (MOVENDO PARA ORIGEM PEÇA)
G00 X41.25 Y67.5 (PRIMEIRA LETRA C)
G01 Z-0.3 F30 S955 M03
G01 X32.5 Y67.5
G02 X32.5 Y97.5 I0 J15
G01 X41.25 Y97.5
G00 Z2
G00 X56.25 Y67.5 (SEGUNDA LETRA R)
G01 Z-0.3 F30 S955 M03
G01 X56.25 Y97.5
G01 X72.5 Y97.5
G02 X72.5 Y82.5 I0 J-7.5
G01 X56.25 Y82.5
G01 X80 Y67.5
G00 Z2
G00 X95 Y67.5 (TERCEIRA LETRA A)
G01 Z-0.3 F30 S955 M03
G01 X106.88 Y97.50
G01 X118.75 Y67.5
G00 Z2
G00 X133.75 Y97.5 (QUARTA LETRA U)
G01 Z-0.3 F30 S955 M03
G01 X133.75 Y79.38
G03 X157.5 Y79.38 I11.38 J0
G01 X157.5 Y97.5
G00 Z2
M30 (Encerrar)

```

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A execução deste experimento trouxe aos alunos uma bagagem prática importante e muito útil, já que os conceitos de código G e automação dos processos de usinagem são muito presentes na indústria e mercado de trabalho atual. Uma dificuldade apresentada quanto a confecção do código foi a estratégia inicial adotada de utilizar as funções D, G41 e G42 de compensação de raio. Não conseguindo fazer com que elas funcionassem de maneira correta, a estratégia adotada foi a de produzir um sketch em software CAD para descobrir de maneira rápida e eficiente os pontos alvos para o centro da fresa utilizando circunferências de diâmetro de 10mm, restrições geométricas para definir a posição correta e a função evaluate para descobrir a coordenada em relação ao furo do parafuso inferior esquerdo, adotado como zero da peça.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<https://www.youtube.com/watch?v=6uqrzGWuoAY&t=61s>

[https://www.youtube.com/watch?v=ywmBzpPv\\_S0](https://www.youtube.com/watch?v=ywmBzpPv_S0)

<https://www.scribd.com/doc/79212452/Tabela-de-Velocidade-de-Corte-Em-Metals>

Slides no edisciplinas