



Instituto de Emprego e Formação Profissional, IP
Centro de Formação Profissional de Évora



Mandrilamento e Furação CNC

5841 – Maquinação

Formador:

João Raimundo

Nota: 17

Formandos:

Miguel Campino

Nuno Alves

Rui Dias



Índice

Introdução	2
Desenho Técnico	4
Programa de Maquinação	5
Máquinas utilizadas no Processo	7
Ferramentas utilizadas no Processo	9
Procedimentos de Maquinação do Torno CNC HAAS ST-20	13
Procedimentos Após a Maquinação	16
Resultados Finais	17
Conclusões	18



Introdução

O presente relatório tem como principal objectivo a descrever todo o processo de fabricação de uma peça em alumínio (porca de fixação) no torno CNC, produzida nas horas de formação do módulo de Maquinação – Mandrilamento e Furação CNC.

O processo de fabricação de uma peça no torno CNC tem várias fases, todas elas importantes e indispensáveis para a realização do projecto.

- 1ª Fase – Desenho Técnico – é necessário ter acesso, ou criar, o desenho técnico da peça em questão. Neste caso, o desenho técnico da peça (porca de fixação) foi facultado pelo formador;
- 2ª Fase – Programa de Maquinação – ter também acesso, ou criar, o programa que permitirá a maquinação da peça no torno CNC. Foi necessário criar este programa através do programa *Mastercam X5* e exportar o código essencial para que se possa proceder à maquinação no torno CNC;
- 3ª Fase – Procedimentos a realizar antes da maquinação – são necessárias realizar diversas operações junto ou no torno CNC de modo a que se possa começar a maquinação propriamente dita;
- 4ª Fase – Procedimentos a realizar durante e após a maquinação – da mesma forma, é também necessário efectuar diversas operações durante e depois da maquinação, para que o processo de maquinação seja feito da forma mais correcta;
- 5ª Fase – Relatório de Maquinação – a ultima fase do processo de fabricação duma peça é a realização do presente relatório, onde possa ficar descrito todos os detalhes da referida maquinação.



Para além de descrever todos os passos efectuados na maquinação da peça, este relatório também pretende ajudar na compreensão dos mais diversos aspectos de fabricação da peça: como interpretar o desenho técnico, como interpretar a linguagem do programa utilizado na maquinação, quais os instrumentos ou ferramentas utilizadas durante todo o processo, quais as precauções ou medidas de segurança tomadas e também procedimentos de manutenção no final da utilização do torno CNC.

No final deste relatório apresenta-se o resultado da maquinação, com fotografias das peças concluídas, tendo sido fabricadas 6 porcas de fixação para o projecto.



Desenho Técnico

Neste projecto o desenho técnico foi disponibilizado pelo formador, de modo a que o grupo pudesse realizar o programa de maquinação e em seguida a fabricação da peça. As figuras 1, 2, 3 e 4 representam a peça que será programada e maquinada, enquanto o desenho técnico completo será colocado em anexo (Anexo 1).

VIEW1 (3 : 1)

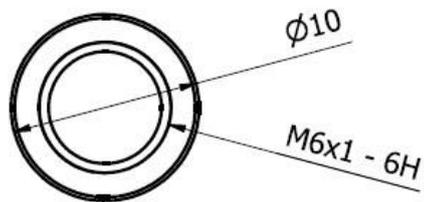


Figura 1 – 1ª Vista da Porca de Fixação

VIEW2 (3 : 1)

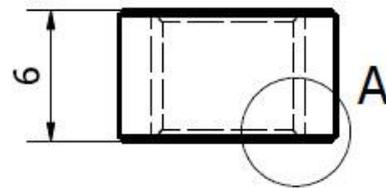


Figura 2 – 2ª Vista da Porca de Fixação

VIEW3 (3 : 1)



Figura 3 – 3ª Vista da Porca de Fixação

A (10 : 1)

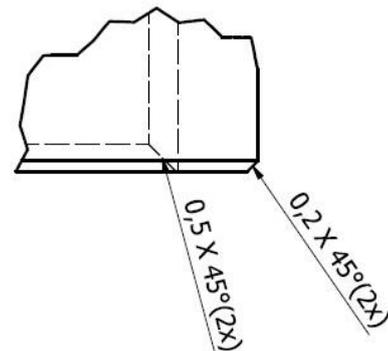


Figura 4 – Corte Parcial na Porca de Fixação



Programa de Maquinação

O programa de maquinação que foi criado através do *software Mastercam X5* resultou nas seguintes linhas de código:

O00099 G21	(ACABAMENTO) G00 T101 M08 G97 S2000 M03 G42 G00 G54 Z2. G00 X0. G50 S2000 G96 S345 G01 Z0. F0.1 X8. G03 X9.131 Z-0.234 R0.8 G01 X9.531 Z-0.434 G03 X10. Z-1. R0.8 G01 Z-10. G40 X12.828 Z-8.586 M09 G28 U0. W0. M05 M01	(ESCAREAR) G00 T707 M08 G97 S2000 M03 G00 G54 Z5. G00 X0. Z2. G01 Z-3.25 F0.07 G04 P1. G00 Z5. M09 G28 U0. W0. M05 M01
(FACEJAR) G00 T101 M08 G97 S2000 M03 G00 G54 X24. Z0. G50 S2000 G96 S345 G99 G01 X-1.6 F0.1 G00 Z2.	(PONTEAR) G00 T303 M08 G97 S3000 M03 G00 G54 Z5. G00 X0. Z2. G01 Z-2. F0.15 G04 P1. G00 Z5. M09 G28 U0. W0. M05 M01	(ROSCAR) G00 T909 M08 G97 S600 G00 G54 Z5. G00 X0. Z2. G84 Z-8. F1. R5. G00 Z5. M09 G28 U0. W0. M05 M01
(DESBASTE) G42 X18.08 Z4.7 G01 Z2.7 F0.2 Z-9.8 X20. G40 X22.828 Z-8.386 G00 G42 Z4.7 X16.16 G01 Z2.7 Z-9.8 X18.48 G40 X21.308 Z-8.386 G00 G42 Z4.7 X14.24 G01 Z2.7 Z-9.8 X16.56 G40 X19.388 Z-8.386 G00 G42 Z4.7 X12.32 G01 Z2.7 Z-9.8 X14.64 G40 X17.468 Z-8.386 G00 G42 Z4.7 X10.4 G01 Z2.7 Z-9.8 X12.72 G40 X15.548 Z-8.386 M09 G28 U0. W0. M05 M01	(FURAR 5 DIAM) G00 T505 M08 G97 S2000 M03 G00 G54 Z5. G00 X0. G83 Z-10. R2. Q5. F0.12 M09 G28 U0. W0. M05 M01	(SANGRAR / CHANFRAR) G00 T1111 M08 G97 S1000 M03 G42 G00 G54 X14. Z-9.15 G50 S1000 G96 S100 G01 X7.2 F0.1 G00 X14. X16.828 Z-7.419 G01 X12.828 X9.483 Z-9.091 G03 X9.2 Z-9.15 R0.2 G01 X-0.4 G40 X3.6 G00 X14. M09 G28 U0. W0. M05 M00



Foram adicionadas ao programa algumas linhas de código que utilizam uma das ferramentas para servir de batente. Deste modo não será necessário medir o comprimento do material bruto cada vez que se começar a maquinar uma nova peça. Esse código foi colocado no final do programa, sendo corrido sempre que se terminava uma peça e se pretendia começar uma nova.

```
T101  
G54  
G00 Z5.  
G00 X11.  
G00 Z0.5  
M00  
G28  
M30
```

Para uma melhor compreensão e entendimento sobre o que o programa efectivamente faz e processa, coloca-se em anexo (Anexo 2) uma descrição de cada linha do código.

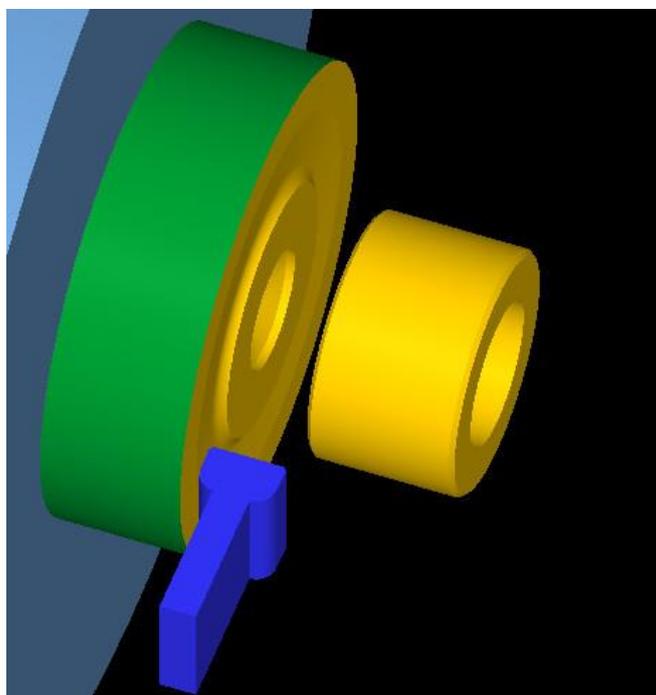


Figura 5 – Imagem da simulação feita no Mastercam X5



Máquinas utilizadas no Processo

No processo de fabricação da porca de fixação foram utilizadas apenas duas máquinas, o torno CNC (figura 5), Torno CNC HAAS ST-20, utilizado para a maquinação da peça, e a serra eléctrica (figura 6), utilizada para o corte do material em bruto.

Torno CNC HAAS ST-20



Figura 6 – Torno CNC HAAS ST-20



Serra Eléctrica



Figura 7 – Serra Eléctrica



Figura 8 – Material bruto serrado e utilizado



Ferramentas utilizadas no Processo

No processo de produção da peça foram utilizadas diversas ferramentas assim como instrumentos necessários para a fabricação da mesma. Ao longo de todos os procedimentos foi necessário utilizar ferramentas que ajudaram a colocar suportes no torno CNC (chaves de diversos tipos) ou instrumentos de medição (paquímetro). Essas ferramentas estão acessíveis ao operador num carro de ferramentas que se encontra junto do torno CNC (figura 8).



Figura 9 – Carro de ferramentas de auxílio ao torno CNC.



Figura 10 – Chaves sextavadas



Figura 11 – Chave para aperto de suportes.



Figura 12 – Paquímetro



É efectuada uma lista de ferramentas a usar no torno CNC, com as suas características de modo a uma utilização adequada, para além da lista que será apresentada de seguida, foi também colocada um documento junto do torno com as ferramentas e posição no torno a utilizar na maquinação, de modo a auxiliar o operador na preparação de todo o processo (Anexo 3).

Pos	Ferramenta	Ciclo	Parâmetros	Fotografia
1	Ferro Exterior de Desbaste (raio de pastilha de 0,8 mm)	Ciclo de Facejamento	$V_c = 345 \text{ m/min}$ $f_n = 0,2 \text{ mm/rot}$ Vel. Rot. Max = 2000 rot/min	 Figura 13 – Ferro exterior no suporte
		Ciclo de Desbaste	$V_c = 345 \text{ m/min}$ $f_n = 0,3 \text{ mm/rot}$ Vel. Rot. Max = 2000 rot/min	
		Ciclo de Acabamento	$V_c = 345 \text{ m/min}$ $f_n = 0,1 \text{ mm/rot}$ Vel. Rot. Max = 2000 rot/min	
3	Broca de Ponto (diâmetro de 3,15 mm)	Ciclo de Pontear	$n = 3000 \text{ rot/min}$ $f_n = 0,15 \text{ mm/rot}$ Vel. Rot. Max = 3000 rot/min	 Figura 14 – Broca de ponto 3,15

5	Broca (diâmetro de 5 mm)	Ciclo de Furação Pica-Pau	$n = 2000 \text{ rot/min}$ $f_n = 0,12 \text{ mm/rot}$ <i>Vel. Rot. Max</i> $= 2000 \text{ rot/min}$	 <p>Figura 15 – Broca de 5 mm de diâmetro</p>
7	Escareador (diâmetro de 12 mm)	Ciclo de Furação Directa	$n = 2000 \text{ rot/min}$ $f_n = 0,07 \text{ mm/rot}$ <i>Vel. Rot. Max</i> $= 2000 \text{ rot/min}$	 <p>Figura 16 – Escareador de 12 mm de diâmetro</p>
9	Macho (M6, diâmetro de 6 mm)	Ciclo de Rosca Rígida	$n = 600 \text{ rot/min}$ <i>Passo</i> = 1 mm	 <p>Figura 17 – Macho M6</p>
11	Ferro Exterior de Sangrar	Sangramento e Chanfre da Peça	$V_c = 100 \text{ m/min}$ $f_n = 0,1 \text{ mm/rot}$ <i>Vel. Rot. Max</i> $= 1000 \text{ rot/min}$	 <p>Figura 18 – Ferro de sangrar no suporte</p>

Tabela 1 – Lista de ferramentas usadas no torno CNC.

$V_c \rightarrow$ Velocidade de corte; $f_n \rightarrow$ Avanço por rotação; $n \rightarrow$ Velocidade do fuso;



Para a colocação das ferramentas acima descritas no torno CNC são necessários dois tipos de suporte, um de pinças para as brocas ou escareador e outro para os ferros exteriores de desbaste e de sangrar (figura 18 e 19).

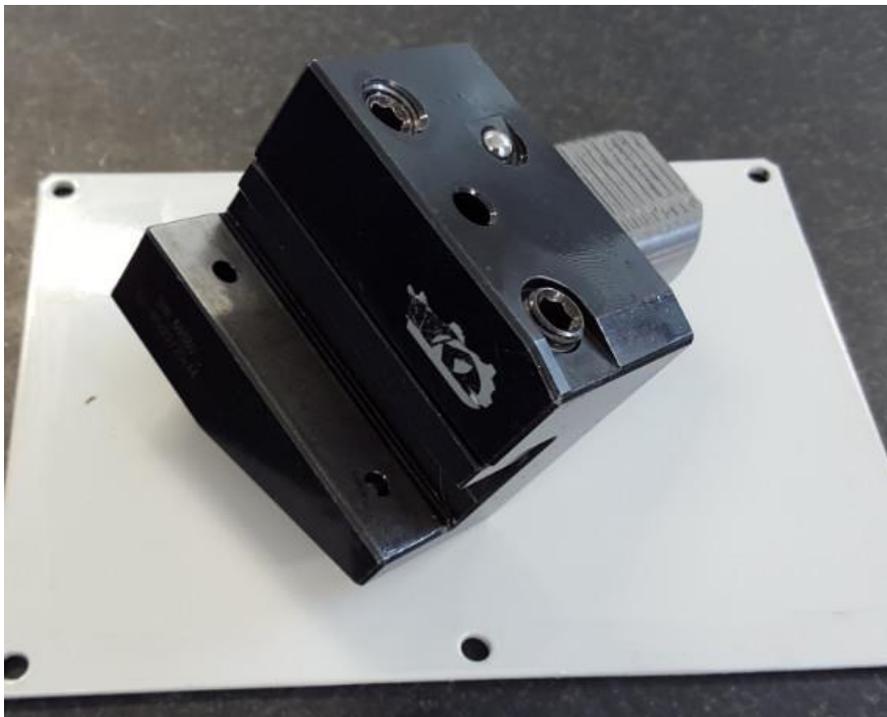


Figura 19 – Suporte para ferros exteriores

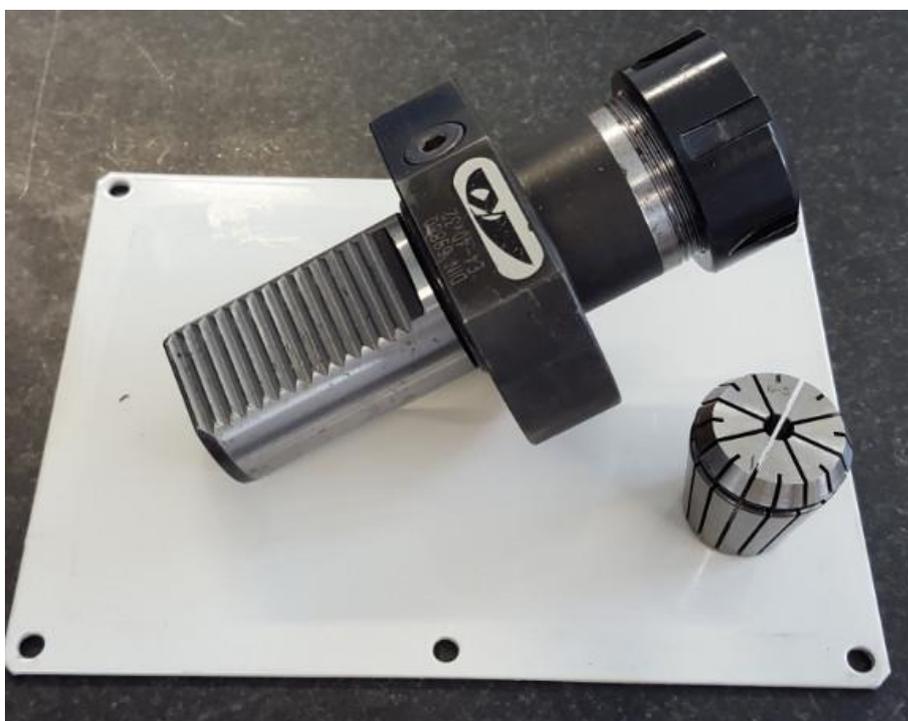


Figura 20 – Suporte de pinças.



Procedimentos de Maquinação do Torno CNC HAAS ST-20

Para se assegurar a correcta utilização do torno CNC é necessário realizar um conjunto de procedimentos normalizados (Anexo 4). A primeira preocupação que se deve ter é com a segurança, ou seja, é necessário verificar se os operadores do torno têm calçado adequado, óculos de protecção e, em alguns casos, luvas de protecção.

Antes de se iniciar a maquinação é preciso efectuar as seguintes operações:

- Verificar a pressão do ar comprimido (85 *Psi* ~6 *Bar*);
- Ligar o disjuntor, no quadro eléctrico do torno;
- Ligar a máquina – Tecla **POWER ON** (botão verde);
- Desencravar o botão de **EMERGENCY STOP**;
- Eliminar os alarmes, pressionar **RESET** as vezes que forem necessárias;
- Fazer zeros da máquina, pressionar **POWER UP/RESTART (ZEROS DO TORNO)**;
- Caso a máquina esteja desligada durante dois ou mais dias, correr o programa de aquecimento (**O02020**);

Após a realização dos procedimentos de preparação da máquina, é necessário preparar as ferramentas para a maquinação. Seleccionar, registar e colocar todas as ferramentas que estão na lista e confirmar que estão aptas e bem fixas na torreta.

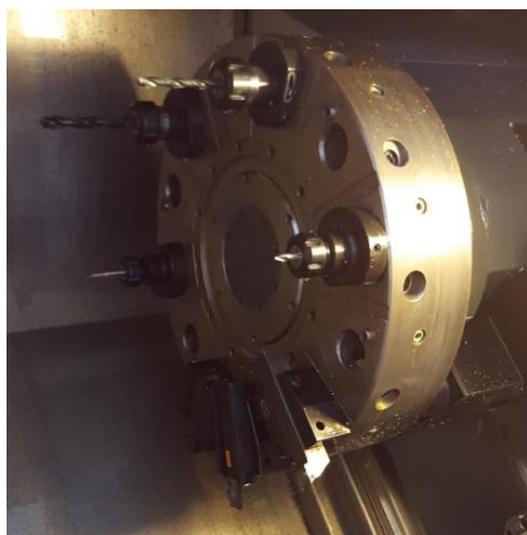


Figura 21 – Torreta com as ferramentas fixadas



Depois de colocadas todas as ferramentas na torreta, é necessário medir as mesmas, para tal utilizamos a sonda que o torno CNC tem. Ao clicar no botão **MDI DNC**, digitar o número da ferramenta que pretendemos medir (por exemplo **T1**) e carregar no botão **TURRET FWD** ou **TURRET REV**. Este procedimento levará a torreta a rodar no sentido horário ou anti-horário, respectivamente, e colocar a ferramenta que escolhemos pronta para ser medida. É necessário contudo colocar a ponta da ferramenta alinhada com a sonda, sendo esse alinhamento feito através da tecla **HAND JOG**, seleccionando o avanço através das teclas ao seu lado, podendo ser avanços de centésimas (**0.01**), milésimas (**0.001**) ou décimas de milésimas de milímetro (**0.0001**). Necessitando-se também de premir o eixo onde se pretende mover a ferramenta, e utilizar o **HANDLE JOG** depois. Na figura seguinte (figura 21), é possível identificar todas as teclas necessárias à medição das peças.



Figura 22 – Teclado e Handle Jog do torno CNC HAAS ST-20

Usando a sonda e colocando as ferramentas no angulo correcto para a medição é possível ajustar o **OFFSET** de cada uma delas e deixar os parâmetros das ferramentas ajustados.

Em seguida ajustou-se os mordentes à medida desejada e colocou-se o material bruto na bucha pronto para ser maquinado. A operação seguinte será a de fazer os zeros do bloco em bruto (**ZEROS DA PEÇA**) e fecha-se a porta de segurança, deixando a máquina pronta a maquinar.



Antes de começar a maquinação propriamente dita, simula-se o programa no torno CNC de modo a verificar se existe algum problema ou alguma alteração que se deva fazer. Para realizar essa simulação selecciona-se o programa indo à **LIST PROG** e procurar o número do programa (**O00099**), estando o mesmo seleccionado e activo clica-se em **EDIT**, **MEM** e **SETNG GRAPH** (duas vezes) e depois em **CYCLE START**.

Numa primeira maquinação, e mesmo depois de ter feito a simulação, colocam-se os movimentos rápidos do torno a 5% da sua velocidade, sendo possível efectuar essa alteração premindo a tecla **5% RAPID**, para além dessa alteração na velocidade de avanços rápidos, coloca-se a opção **SINGLE BLOCK** para que o programa seja corrido linha-a-linha, sendo assim possível controlar melhor cada movimento e passo da máquina. O programa é corrido de forma lenta e controlada através do botão **CYCLE START**.

Tendo em conta que no projecto foi necessário fazer 6 peças iguais, foi criado um pequeno código no final do programa (já referido anteriormente) que serviu de batente para não ser necessário estar constantemente a medir o material em bruto. Do mesmo modo, para acelerar o processo, depois de verificada a não existência de erros no programa (após a primeira peça feita) foi mudada a velocidade dos movimentos rápidos do torno CNC para **100% RAPID** e desligada a opção **SINGLE BLOCK**, o que significa que o programa corria até ao seu final sem paragens com apenas um clicar no **CYCLE START**.

No final de cada peça maquinada foi necessário dar um acabamento na face da peça que foi sangrada, escareando-se o furo da peça de forma manual utilizando o escareador manual (figura 22).



Figura 23 – Escareador manual



Procedimentos Após a Maquinação

As operações finais de limpeza do torno CNC são essenciais em todo este processo, e como a finalização da maquinação calhou no final da semana, foi necessário também, antes de desligar o torno CNC, realizar algumas operações de manutenção semanal preventiva (Anexo 5). As operações de manutenção foram as seguintes:

- Lubrificação da bucha com massa;
- Verificar o nível da mistura de refrigeração;
- Verificar o estado da mistura, sendo que deve haver 5% de óleo na mistura;
- Verificar o nível de óleo lubrificante;
- Verificar o nível no cartucho de massa;
- Verificar o nível de óleo usado;
- Verificar o filtro de limalhas;
- Lubrificação interna da máquina com óleo em spray.

No fim da limpeza e manutenção do torno, encavar o botão de emergência (**EMERGENCY STOP**), desligar o torno (**POWER OFF**, botão vermelho) e desligar o disjuntor no quadro eléctrico do torno.



Resultados Finais

Os resultados obtidos pela maquinação das várias peças iguais foram satisfatórios, ficando as medidas dentro dos parâmetros exigidos e não havendo falhas a assinalar ao longo da produção das mesmas.



Figura 24, 25, 26 e 27 – Peças finais da maquinação



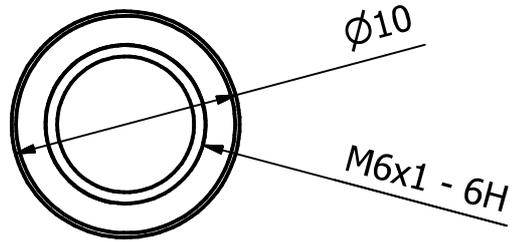
Conclusões

Os principais objectivos deste trabalho prendiam-se por uma primeira abordagem a todo o processo de maquinação CNC, passando pelas fases de desenho técnico, programação em Mastercam, maquinação em torno CNC e também na manutenção da máquina. De um modo geral, todos os procedimentos foram assimilados de forma satisfatória, desde os conhecimentos adquiridos na programação da maquinação, à manutenção da máquina, passando pela maquinação da peça.

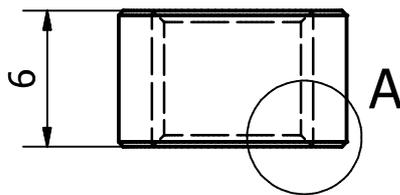
Tendo como principal meio de avaliação dos conhecimentos adquiridos, é possível constatar que a maquinação da peça correu da melhor forma, não havendo nenhum problema a registar. Cumpriram-se todos os requisitos em termos de dimensões e qualidade nas peças produzidas e o tempo necessário para realizar cada peça também foi satisfatório.

ANEXO 1

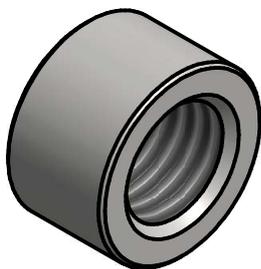
VIEW1 (3 : 1)



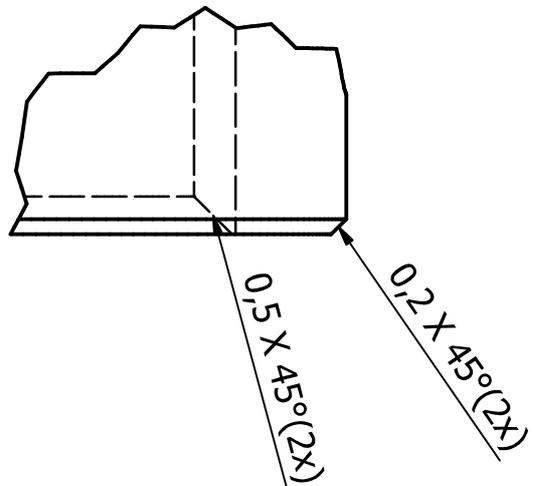
VIEW2 (3 : 1)



VIEW3 (3 : 1)



A (10 : 1)



Tolerância Geral $\pm 0.1\text{mm}$

Desenhado por João Raimundo	Aprovado por João Raimundo	Quantidade: 6	Material Steel	Data 29/02/2016	Tamanho Folha A4
<p>Centro de Emprego e Formação Profissional de Évora</p>			<p>Porca Fixação</p>		<p>Escala 3/1</p>
			<p>Folha 1 / 1</p>		

ANEXO 2

Código	Descrição
O00099	NOME E INÍCIO DO PROGRAMA
G21	COMANDO DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA MÉTRICO
(FACEJAR)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T101	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 1
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE
G97 S2000 M03	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE,SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 2000 ROT/MIN E INICIAR ROTAÇÃO DA BUCHA NO SENTIDO HORÁRIO
G00 G54 X24. Z0.	PLANO DE TRABALHO, MOVIMENTO RÁPIDO PARA X24 e Z0
G50 S2000	LIMITA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO A 2000 ROT/MIN
G96 S345	VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE A 345 M/MIN
G99 G01 X-1.6 F0.1	MOVIMENTO DE CORTE COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X-1.6
G00 Z2.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z2
(DESBASTE)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G42 X18.08	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, MOVIMENTO RÁPIDO PARA X18.08
Z4.7	MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z4.7
G01 Z2.7 F0.2	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z2.7
Z-9.8	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z-9.8
X20.	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X20
G40 X22.828 Z-8.386	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X22.828 E Z-8.386
G00 G42 Z4.7	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z4.7
X16.16	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X16.16
G01 Z2.7	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z2.7
Z-9.8	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z-9.8
X18.48	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X18.48
G40 X21.308 Z-8.386	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X21.308 E Z-8.386
G00 G42 Z4.7	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z4.7
X14.24	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X14.24
G01 Z2.7	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z2.7
Z-9.8	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z-9.8
X16.56	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X16.56
G40 X19.388 Z-8.386	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE

	ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X19.388 E Z-8.386
G00 G42 Z4.7	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z4.7
X12.32	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X12.32
G01 Z2.7	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z2.7
Z-9.8	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z-9.8
X14.64	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X14.64
G40 X17.468 Z-8.386	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X17.468 E Z-8.386
G00 G42 Z4.7	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z4.7
X10.4	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X10.4
G01 Z2.7	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z2.7
Z-9.8	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA Z-9.8
X12.72	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X12.72
G40 X15.548 Z-8.386	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X15.548 E Z-8.386
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M01	PARAGEM OPCIONAL
(ACABAMENTO)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T101	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 1
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE
G97 S2000 M03	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE, SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 2000 ROT/MIN E INICIAR ROTAÇÃO DA BUCHA NO SENTIDO HORÁRIO
G42 G00 G54 Z2.	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, PLANO DE TRABALHO E MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z2
G00 X0.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X0
G50 S2000	LIMITA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO A 2000 ROT/MIN
G96 S345	VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE A 345 M/MIN
G01 Z0. F0.1	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA Z0
X8.	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X8
G03 X9.131 Z-0.234 R0.8	MOVIMENTO DE CORTE CIRCULAR DE SENTIDO ANTI-HORÁRIO COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X9.131 E Z-0.234 COM RAI0 0.8
G01 X9.531 Z-0.434	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X9.531 E Z-0.434
G03 X10. Z-1. R0.8	MOVIMENTO DE CORTE CIRCULAR DE SENTIDO ANTI-HORÁRIO COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X10 E Z-1 COM RAI0 0.8
G01 Z-10.	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA Z-10

G40 X12.828 Z-8.586	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.2MM/ROT PARA X12.828 E Z-8.586
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M01	PARAGEM OPCIONAL
(PONTEAR)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T303	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 3
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE
G97 S3000 M03	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE,SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 3000 ROT/MIN E INICIAR ROTAÇÃO DA BUCHA NO SENTIDO HORÁRIO
G00 G54 Z5.	PLANO DE TRABALHO, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z5
G00 X0.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X0
Z2.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z2
G01 Z-2. F0.15	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.15MM/ROT PARA Z-2
G04 P1.	TEMPORIZAÇÃO DE 1 SEGUNDO
G00 Z5.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z5
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M01	PARAGEM OPCIONAL
(FURAR 5 DIAM)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T505	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 5
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE
G97 S2000 M03	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE,SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 2000 ROT/MIN E INICIAR ROTAÇÃO DA BUCHA NO SENTIDO HORÁRIO
G00 G54 Z5.	PLANO DE TRABALHO, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z5
G00 X0.	MOVIMENTO RÁPIDO X0
G83 Z-10. R2. Q5. F0.12	CICLO DE FURAÇÃO EM PICA-PAU COM PROFUNDIDADE TOTAL ATÉ Z-10, PLANO DE REFERÊNCIA EM Z2, INCREMENTO DE 5 E AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.12MM/ROT
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M01	PARAGEM OPCIONAL
(ESCAREAR)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T707	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 7
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE

G97 S2000 M03	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE,SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 2000 ROT/MIN E INICIAR ROTAÇÃO DA BUCHA NO SENTIDO HORÁRIO
G00 G54 Z5.	PLANO DE TRABALHO, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z5
G00 X0.	MOVIMENTO RÁPIDO X0
Z2.	MOVIMENTO RÁPIDO Z2
G01 Z-3.25 F0.07	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.07MM/ROT PARA Z-3.25
G04 P1.	TEMPORIZAÇÃO DE 1 SEGUNDO
G00 Z5.	MOVIMENTO RÁPIDO Z5
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M01	PARAGEM OPCIONAL
(ROSCAR)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T909	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 9
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE
G97 S600	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE,SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 600 ROT/MIN
G00 G54 Z5.	PLANO DE TRABALHO, MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z5
G00 X0.	MOVIMENTO RÁPIDO X0
Z2.	MOVIMENTO RÁPIDO Z2
G84 Z-8. F1. R5.	CICLO DE ROSCAGEM RÍGIDA COM PROFUNDIDADE TOTAL ATÉ Z-8, PLANO DE REFERÊNCIA EM Z5, E PASSO DE 1MM
G00 Z5.	MOVIMENTO RÁPIDO Z5
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M01	PARAGEM OPCIONAL
(SANGRAR/CHANFRAR)	COMENTÁRIO INFORMATIVO
G00 T1111	MOVIMENTO RÁPIDO E ESCOLHA DA FERRAMENTA 11
M08	LIGAR O ÓLEO DE CORTE
G97 S1000 M03	CANCELAMENTO DA VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE,SELECÇÃO DA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DE 1000 ROT/MIN E INICIAR ROTAÇÃO DA BUCHA NO SENTIDO HORÁRIO
G42 G00 G54 X14. Z-9.15	COMPENSAÇÃO DO RAI0 DA FERRAMENTA À DIREITA, PLANO DE TRABALHO E MOVIMENTO RÁPIDO PARA X14 E Z-9.15
G50 S1000	LIMITA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO A 1000 ROT/MIN
G96 S100	VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE A 100 M/MIN
G01 X7.2 F0.1	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X7.2

G00 X14.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X14
X16.828	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X16.828
Z-7.419	MOVIMENTO RÁPIDO PARA Z-7.419
G01 X12.828	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X12.828
X9.483 Z-9.091	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X9.483 E Z-9.091
G03 X9.2 Z-9.15 R0.2	MOVIMENTO DE CORTE CIRCULAR DE SENTIDO ANTI-HORÁRIO COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X9.2 E Z-9.15 COM RAI0 0.2
G01 X-0.4	MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X-0.4
G40 X3.6	CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO E MOVIMENTO DE CORTE LINEAR COM AVANÇO DE ROTAÇÃO 0.1MM/ROT PARA X3.6
G00 X14.	MOVIMENTO RÁPIDO PARA X14
M09	DESLIGAR O ÓLEO DE CORTE
G28 U0. W0. M05	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA E PARAGEM DA BUCHA
M00	PARAGEM DO PROGRAMA
CÓDIGO QUE SERVIA DE BATENTE PARA NÃO SER NECESSÁRIO MEDIR O BRUTO A MAQUINAR SEMPRE QUE SE TERMINAVA UMA PEÇA	
T101	ESCOLHA DA FERRAMENTA 1
G54	PLANO DE TRABALHO
G00 Z5.	MOVIMENTO RÁPIDO Z5
G00 X11.	MOVIMENTO RÁPIDO X11
G00 Z0.5	MOVIMENTO RÁPIDO Z0.5
M00	PARAGEM DO PROGRAMA
G28	RETORNO AO ZERO DA MÁQUINA
M30	FIM DO PROGRAMA

ANEXO 3



Lista de Ferramentas Torno HAAS ST-20

Área: Oficina de maquinação CNC

Edição:
1

Página:
1/1

Código:
RQ-CN-3

Data Elaboração:
03-02-2015

Nome do Projecto: _____

Nome da Peça: PORCA DE FIXAÇÃO

TOOL	DESCRIÇÃO	DIÂMETRO [mm] (Caso aplicável)
T1	FERRA DE DEBASTE AÇO 20,8	∅
T2		∅
T3	BROCA DE PUNTO	∅ 3,15
T4		∅
T5	BROCA	∅ 5
T6		∅
T7	ESCANADOR	∅ 12
T8		∅
T9	MACHO	∅ 6
T10		∅
T11	FERRA DE SANGRAR AÇO (3,15)	∅
T12		∅

Ferramentas adicionais

TOOL	DESCRIÇÃO	DIÂMETRO [mm] (Caso aplicável)
		∅
		∅
		∅
		∅
		∅
		∅
		∅
		∅
		∅

Elaborado por:
Grupo de qualidade 7

Aprovado por:

Data:

ANEXO 4



Check list de procedimentos de maquinação do Torno HAAS ST-20

Área: Oficina de maquinação CNC

Edição:
1

Página:
1/1

Código:
RQ-CN-2

Data Elaboração:
03-02-2015

Operação	DESCRIÇÃO (ANTES DA MAQUINAÇÃO)	CHECK
1	Verificar pressão do ar comprimido (85 Psi) ou (aprox. 6 Bar).	X
2	Ligar o disjuntor para ON , no quadro elétrico do torno.	X
3	Ligar a máquina – Tecla POWER ON (Botão verde).	X
4	Desencravar o botão de EMERGENCY STOP .	X
5	Eliminar os alarmes, pressionar RESET .	X
6	Fazer zeros, eixos do torno (ZEROS DO TORNO).	X
7	Caso a máquina se encontre desligada durante dois ou mais dias, correr o programa de aquecimento (002020).	X
8	Selecionar e registar as ferramentas a colocar na torreta (RQ-CN-3). Confirmar que as mesmas estão aptas e bem fixas.	X
9	Medir ferramentas.	X
10	Ajustar mordentes à medida desejada.	X
11	Colocar e apertar bloco em bruto na bucha para ser maquinado.	X
12	Fazer zeros do bloco em bruto (ZEROS DA PEÇA).	X
13	Fechar devidamente a porta de segurança.	X

Operação	DESCRIÇÃO (DURANTE/APÓS MAQUINAÇÃO)	CHECK
1	Simular o programa.	X
2	Maquinar a peça.	X
3	Verificar as medidas e tolerâncias críticas.	X
4	Retirar a peça do torno.	X
5	Proceder à limpeza da peça e do torno.	X
6	Verificar o filtro de limalhas, se necessário limpá-lo.	X
7	Encravar o botão de EMERGENCY STOP .	X
8	Desligar o torno – Tecla POWER OFF (Botão vermelho).	X
9	Desligar o disjuntor para OFF , no quadro elétrico do torno.	X

Elaborado por:
Grupo de qualidade 7

Aprovado por:

Data:

ANEXO 5



Manutenção semanal Torno HAAS ST-20

Área: Oficina de maquinação CNC

Edição:
1

Página:
1/1

Código:
RQ-CN-4

Data Elaboração:
03-02-2015

Assinar e datar aquando do preenchimento da tabela

Descrição da Ação	Operação <i>(Assinalar com 'X' as operações verificadas)</i>	SEMANA (nº)																	
Bucha	Lubrificar com <u>UMA DOSE</u> massa em cada copo lubrificação (Dissulfureto de Molibdénio 20%-25%).	X	X	X															
Refrigeração	Verificar o nível da mistura (óleo CIMSTAR MB 604-02 + água) no manómetro do controlador.	X	X	X															
	Verificar o estado da mistura de refrigeração (5%) com um refratómetro.	X	X	X															
Lubrificação	Verificar o nível do óleo (MOBIL VACTRA N2), atestando se necessário.	X	X	X															
Cartucho de massa	Verificar o nível (massa MOBILUX EPO ou XMP-220), atestando se necessário.	X	X	X															
Óleo usado	Verificar o nível do óleo usado, despejar se necessário.	X	X	X															
Filtro de Limalhas	Verificar o filtro das limalhas, limpando se necessário.	X	X	X															
Lubrificação interna da máquina	Lubrificar o interior da máquina com óleo em spray (CIMGUARD 20).	X	X	X															
DATA		15/10/2016	04/03/2016	11/03/2016	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
O Operador		João Mendes	Rui Dias	Álvaro Várzea															
Observações:																			

Elaborado por:
Grupo de qualidade 7

Aprovado por:

Data: