



**INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, I.P.**  
**CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA**

Formação: Técnico de Produção Aeronáutico – Qualidade e Controlo Industrial

UFCD 10034 – Medição por coordenadas MMC - Introdução

Formador: Cipriano Balsa

# RELATÓRIO

Medição de uma peça de metal por coordenadas

Formandos: Eszter Szabó, Lilian Tenório e Rui Nunes

Ano letivo: 2019/2020



UNÃO EUROPEIA  
Fundo Social Europeu





## Índice

Enquadramento .....	3
Objetivos .....	3
Metodologia.....	3
Equipamentos .....	3
Procedimento.....	4
1. Sistema de referência .....	4
2. Definição das medidas a verificar.....	4
3. Planeamento do programa.....	5
4. Fixação da peça.....	6
5. Acomodação ambiental.....	6
6. Verificar a planeza .....	6
7. Elaboração do programa do equipamento MMC .....	6
Resultados.....	7
Condições ambientais .....	7
Medidas realizadas.....	7
Planeza.....	7
Elementos da peça.....	7
Conclusões .....	10
ANEXO A.....	11
ANEXO B.....	12
ANEXO C.....	13
ANEXO D.....	15
ANEXO E .....	16
ANEXO F .....	17



## Enquadramento

O presente relatório surge no âmbito da UFCD 10034 – Medição por coordenadas MMC-Introdução, através do qual nos foi atribuído uma peça, com o respetivo desenho técnico (ver anexo A), para verificar a conformidade de alguns componentes, utilizando sempre a equipamento de medição MMC.

Para tal, foi nos dada total liberdade quanto ao planeamento e organização do ensaio de medição, onde foi delineada toda uma estratégia, a qual será descrita no decorrer deste relatório.

## Objetivos

O trabalho tem o seguinte objetivo:

- Efetuar a medição de elementos simples através do equipamento MMC e verificar a respetiva conformidade.

## Metodologia

### Equipamentos

No decorrer dos trabalhos de medição foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Paquímetro (resolução de 0,02 mm)
- Máquina de medição MMC
- Medidor de alturas
- Apalpador de folgas

Para fixar a peça foi necessário fazer um gabarito à medida. Para executar essa tarefa foi utilizado o seguinte equipamento:

- Guilhotina
- Martelo
- Lima



**INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, I.P.**  
**CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA**

- Engenho de furar
- Broca de 6,8 mm
- Placa de aço
- Torno

## Procedimento

Para realização do ensaio de medição foi executado o seguinte procedimento:

1. Definir sistemas de referência de coordenadas com base no desenho técnico (ver ponto
2. Definição das medidas a verificar
3. Planeamento do programa
4. Fixação da peça
5. Acomodação ambiental
6. Verificação da planeza
7. Elaboração do programa da máquina MMC
8. Verificação do programa

Em seguida, consta uma explicação mais detalhada do que se pretende em cada um dos pontos deste procedimento.

### 1. Sistema de referência

Para definição do sistema de referência foram tidos em conta alguns critérios tais como:

1. Definição do ponto de origem:
  - a. Localização no plano de cota mais elevada – Isto devido ao facilitar da ponteira para qualquer outro ponto sem ter nenhum obstáculo;
  - b. Centro de um furo sem rosca – para poder ser definido com grande precisão.
2. Definição da direção dos eixos:
  - a. Paralelos as arestas exteriores da peça.

### 2. Definição das medidas a verificar

Os diferentes elementos medidos podem ser vistos no anexo B, juntamente com o anexo C onde se encontra descrito o elemento que se pretende medir.





Neste ponto, convém também referir a ausência de indicação de uma tolerância geral no desenho técnico, pelo que foi convencionada depois na elaboração do programa com o seguinte valor:  $\pm 0,1$ .

### 3. Planeamento do programa

A estratégia utilizada na medição da peça foi sempre a de fazer o menor deslocamento possível da ponteira, ou seja, as escolhas para o posicionamento final da ponteira após a medição de um elemento era sempre a de ficar o mais próxima possível do elemento seguinte. No anexo C pode ser verificado todo o planeamento elaborado antes da medição.

Para os elementos P8, P9, P10 e P11, cujo objetivo é o de medir o raio dos arcos que se encontram imediatamente acima do veio central da peça, foi necessário efetuar alguns cálculos para se determinar os ângulos segundo os quais a ponteira se poderia deslocar. Considerando o ponto P9, podemos retirar o seguinte esquema do desenho técnico:

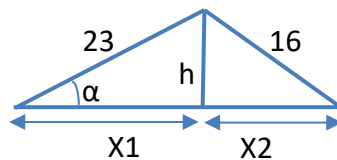


Figura 1 - Esquema para o cálculo do ângulo do arco do ponto P9

Com o auxílio do teorema de Pitágoras e sabendo que a soma de  $x_1$  com  $x_2$  é de 35 é possível escrever um sistema de três equações a três incógnitas e obter os valores das mesmas e assim calcular o ângulo  $\alpha$ :

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 35 \\ x_1^2 + h^2 = 23^2 \\ x_2^2 + h^2 = 16^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = 21,4 \\ x_2 = 13,6 \\ h = 8,42 \end{cases}$$

Em seguida através da tangente de  $\alpha$ , obtemos o valor do mesmo, que é de  $21,47^\circ$ .



#### 4. Fixação da peça

De modo a se poder realizar as medições corretamente, a correta fixação da peça é um requisito mandatório. Nesse sentido, e devido à complexa geometria da peça, foi necessário construir duas pinças em formato Z à medida. Para isso foi realizado o seguinte procedimento para cada uma das pinças:

1. Cortar uma tira de metal com a guilhotina
2. Quinar a tira de metal em forma de Z, prendendo a peça no torno e dobrar com o auxílio do martelo
3. Furar a peça de metal na furadeira
4. Limar a peça de modo a remover limalhas e aperfeiçoar o encaixe na peça

No anexo D, é possível ver o esquema e o resultado final.

#### 5. Acomodação ambiental

Para acomodação ambiental deixamos a peça em repouso no laboratório durante 3 dias.

#### 6. Verificar a planeza

Na verificação da planeza foram definidos 4 pontos (ver anexo E) no plano de cota mais elevada, e com o auxílio do medidor de alturas, foram retiradas as respetivas cotas. O critério de planeza era de 0.03 mm.

#### 7. Elaboração do programa no equipamento MMC

Para a elaboração do programa foi utilizado o software MCosmos 2.



## Resultados

### Condições ambientais

No momento do ensaio, as condições ambientais eram as seguintes:

Condições ambientais	
Temperatura	20°C
Humidade	-

*Tabela 1 – Registo das condições ambientais do laboratório de metrologia.*

### Medidas realizadas

#### Planeza

Na verificação da planeza foram obtidas as seguintes medidas (ver anexo para verificar a localização de cada ponto):

Ponto	Cota (mm)
X1 (usado como referência)	0.000
X2	-0,0143
X3	-0,0001
X4	-0,0066

*Tabela 2 - Medidas de verificação da planeza.*

### Elementos da peça

Após a elaboração do programa de medição, obtiveram-se os seguintes resultados:



		Position number	Elm. name	Tolerance name	Actual	Deviation	Lower tol.	Upper tol.	Nominal	Out of tol.
1			P1	Diameter	20.000	0.000	0.000	0.021	20.000	
2			P2	Diameter	12.019	0.019	0.000	0.018	12.000	0.001
3			P3	Diameter	8.626	0.126	-0.100	0.100	8.500	0.026
4			P4	Diameter	8.622	0.122	-0.100	0.100	8.500	0.022
5			P5	Diameter	8.598	0.098	-0.100	0.100	8.500	
6			P6	Diameter	8.651	0.151	-0.100	0.100	8.500	0.051
7			P7	Diameter	32.048	0.048	-0.100	0.100	32.000	
8			P8	Diameter	45.880	-0.120	-0.100	0.100	46.000	-0.020
9			P9	Diameter	46.019	0.019	-0.100	0.100	46.000	
10			P10	Diameter	45.832	-0.168	-0.100	0.100	46.000	-0.068
11			P11	Diameter	45.999	-0.001	-0.100	0.100	46.000	

Tabela 3 - Resultados obtidos através da execução do programa da máquina MMC (semáforo verde – conforme; semáforo vermelho – não conforme)

Relativamente aos elementos P13 e P14, que representam retas, apenas se pode apresentar as coordenadas e inferir sobre estas.

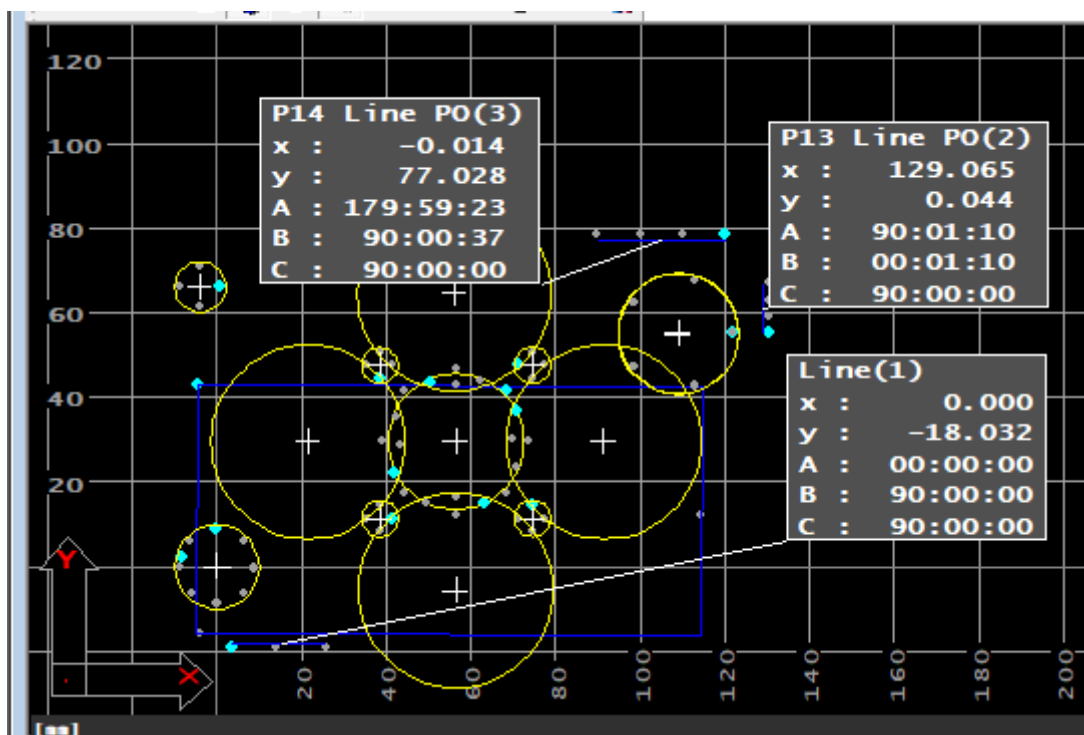


Figura 2- Coordenadas dos pontos P13 e P14





Através dos elementos P12 e Line(1) apresentados na imagem anterior é possível calcular a largura da peça, utilizando os valores de Y de ambos os pontos. Sendo assim obtemos um valor de 95.06mm.

Já para o comprimento, não é possível fazer o mesmo tipo de raciocínio, uma vez que não se mediu a aresta oposta o ponto P13.

Por último, falta somente referir a medida do diâmetro do elemento P12, que conforme se pode observar na figura abaixo tem o valor de 28,465mm.

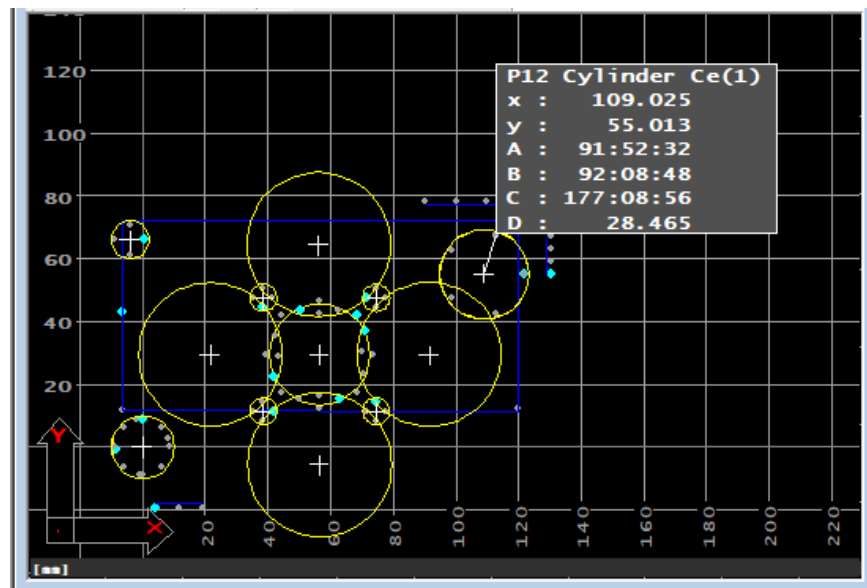


Figura 3 - Resultado da medição do furo do ponto P12



## Conclusões

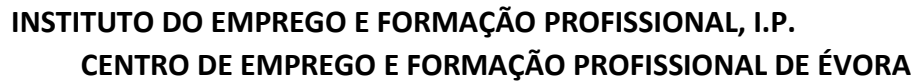
Como se pode observar nos valores da Tabela 2, relativos à planeza, todos eles se encontram dentro da tolerância definida, pelo que não foi necessário realizar qualquer procedimento de retificação do plano.

Analisando a Tabela 3 pode-se verificar que os elementos P2, P3, P4, P6, P8 e P10, não se encontram segundo a especificação. Na última coluna da mesma tabela é possível ver o quanto se encontram fora da tolerância.

Em relação ao comprimento e largura da peça, pode-se afirmar que a largura se encontra, também ela, não conforme. Quanto ao comprimento, como já foi referido na seção dos resultados, não foi possível obter o valor por falta da aresta oposta ao elemento P13. Esta falha revela um pequeno erro no planeamento de medição da peça. Numa segunda versão do programa de medição, este elemento em falta deve ser acrescentado.

Por último, baseado nos resultados da medição do elemento P12, pode-se concluir que também este se encontra não conforme.

Como conclusão final, e após os vários elementos não conformes referidos anteriormente, a peça não pode passar, sendo recomendado uma revisão no processo produtivo da mesma de modo a corrigir as falhas.



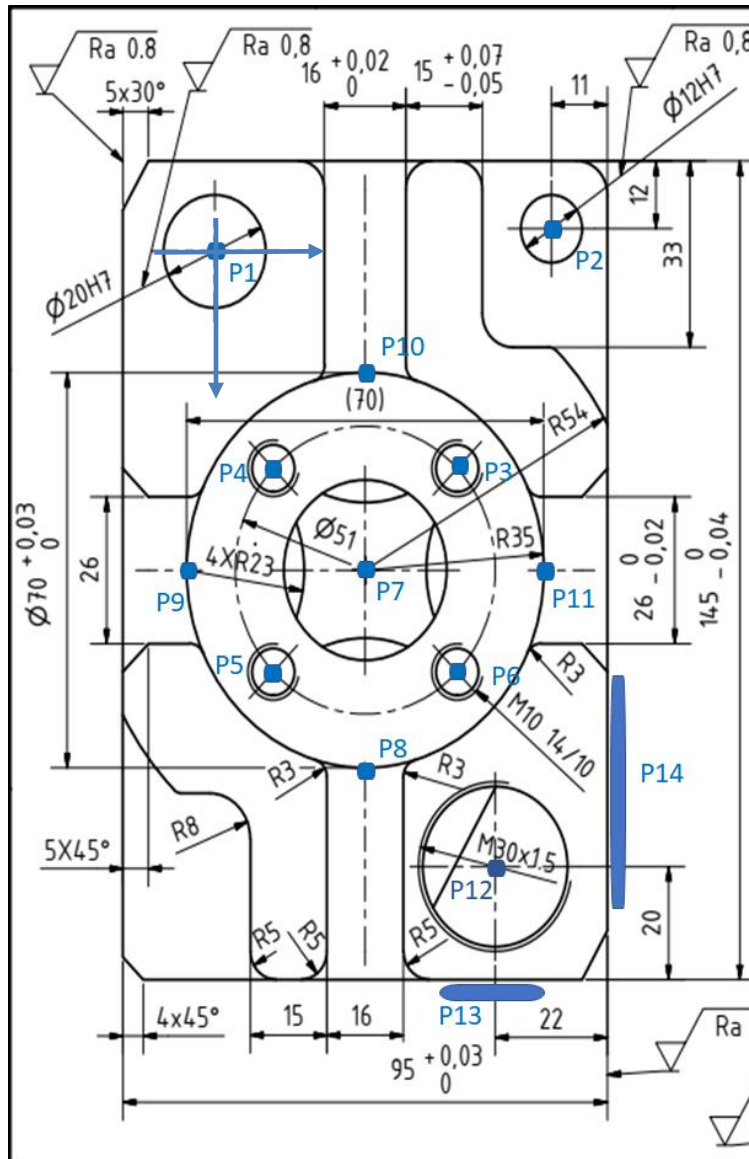
Neste anexo, é apresentado o desenho técnico da peça:





## ANEXO B

Na figura abaixo encontra-se a localização dos diferentes elementos usados nas medições:

























INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, I.P.  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

ANEXO C

Abaixo encontra-se o planeamento realizado antes de iniciar a elaboração do programa:

ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P1	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	0,000	Início	90°	
	Y	0,000	Fim	90°	
	Z	-3,000	Pontos/Dist.	8	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	20	+0,021 0	Ra 0,8		
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P2	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	-4,000	Início	0°	
	Y	66,000	Fim	0°	
	Z	-11,000	Pontos/Dist.	8	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	12	+0,028 0	Ra 0,8		
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P3	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		d	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	38,47	Início	270°	
	Y	47,530	Fim	270°	
	Z	-20,000	Pontos/Dist.	4	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	10				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P4	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		d	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	38,470	Início	0°	
	Y	11,470	Fim	0°	
	Z	-20,000	Pontos/Dist.	4	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	10				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P5	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	74,530	Início	90°	
	Y	11,470	Fim	90°	
	Z	-20	Pontos/Dist.	4	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	10				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P6	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	74,530	Início	180°	
	Y	47,530	Fim	180°	
	Z	-20	Pontos/Dist.	4	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	10				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P7	diâmetro			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	56,500	Início	45°	
	Y	29,500	Fim	315°	
	Z	-15,000	Pontos/Dist.	4	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	32				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P8	RAIO			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	91,500	Início	160°	
	Y	29,500	Fim	196°	
	Z	-6,500	Pontos/Dist.	3	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	23				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P9	raio			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	56,500	Início	72°	
	Y	-5,500	Fim	108°	
	Z	-6,500	Pontos/Dist.	3	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	23				
ELEMENTO	GEOMETRIA			TIPO	
P10	raio			INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		-	HORÁRIO		+ ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	21,500	Início	340°	
	Y	29,500	Fim	16°	
	Z	-6,500	Pontos/Dist.	3	
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico	
	23				



INSTITUTO DO EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL, I.P.  
CENTRO DE EMPREGO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DE ÉVORA

ELEMENTO	GEOMETRIA		TIPO	
P11	raio		INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		HORÁRIO		ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	56,500	Início	254°
	Y	64,500	Fim	286°
	Z	-6,500	Pontos/Dist.	3
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico
	23			
ELEMENTO	GEOMETRIA		TIPO	
P13	linha		INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		HORÁRIO		ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	132,000	Início	
	Y	55,000	Fim	
	Z	-3,000	Pontos/Dist.	25,00
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico
	95	<sup>+0,03</sup> <sub>0</sub>		

ELEMENTO	GEOMETRIA		TIPO	
P12	diâmetro		INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		HORÁRIO		ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	109,000	Início	0°
	Y	55,000	Fim	0°
	Z	-3,000	Pontos/Dist.	4
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico
	30			
ELEMENTO	GEOMETRIA		TIPO	
P14	linha		INTERIOR	EXTERIOR
SENTIDO MEDIÇÃO		HORÁRIO		ANTI-HORÁRIO
COORDENADAS	X	120,000	Início	
	Y	80,000	Fim	
	Z	-3,000	Pontos/Dist.	30
COTA DEFINIÇÃO	Cota	Tol. Dimens.	Acab. Superf.	Tol. Geométrico
	145	<sup>0</sup> <sub>-0,04</sub>	Ra 0,8	



## ANEXO D

Neste anexo encontra-se o esquema e o resultado final da construção dos fixadores da peça.

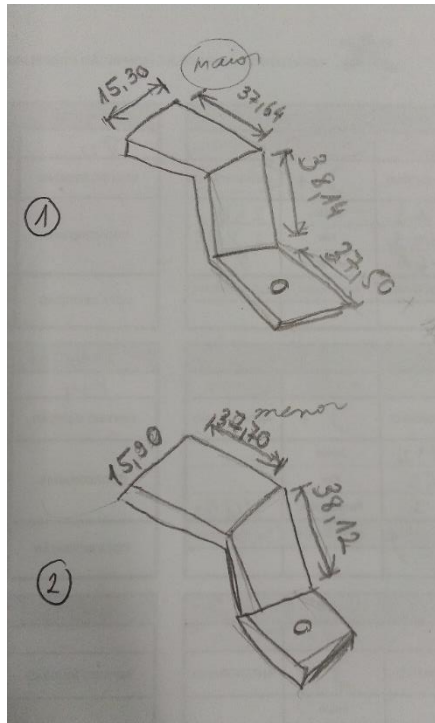


Figura 5 - Esquema dos fixadores



Figura 4 - Peças fixadoras finais

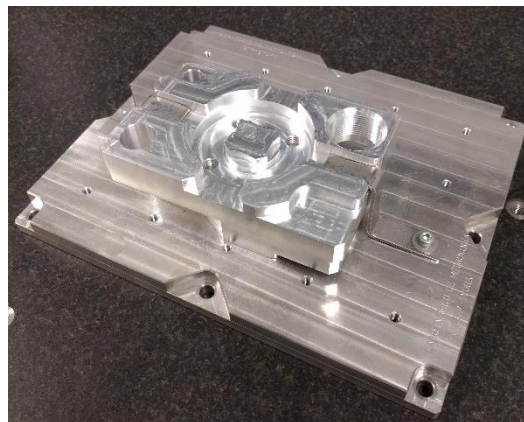
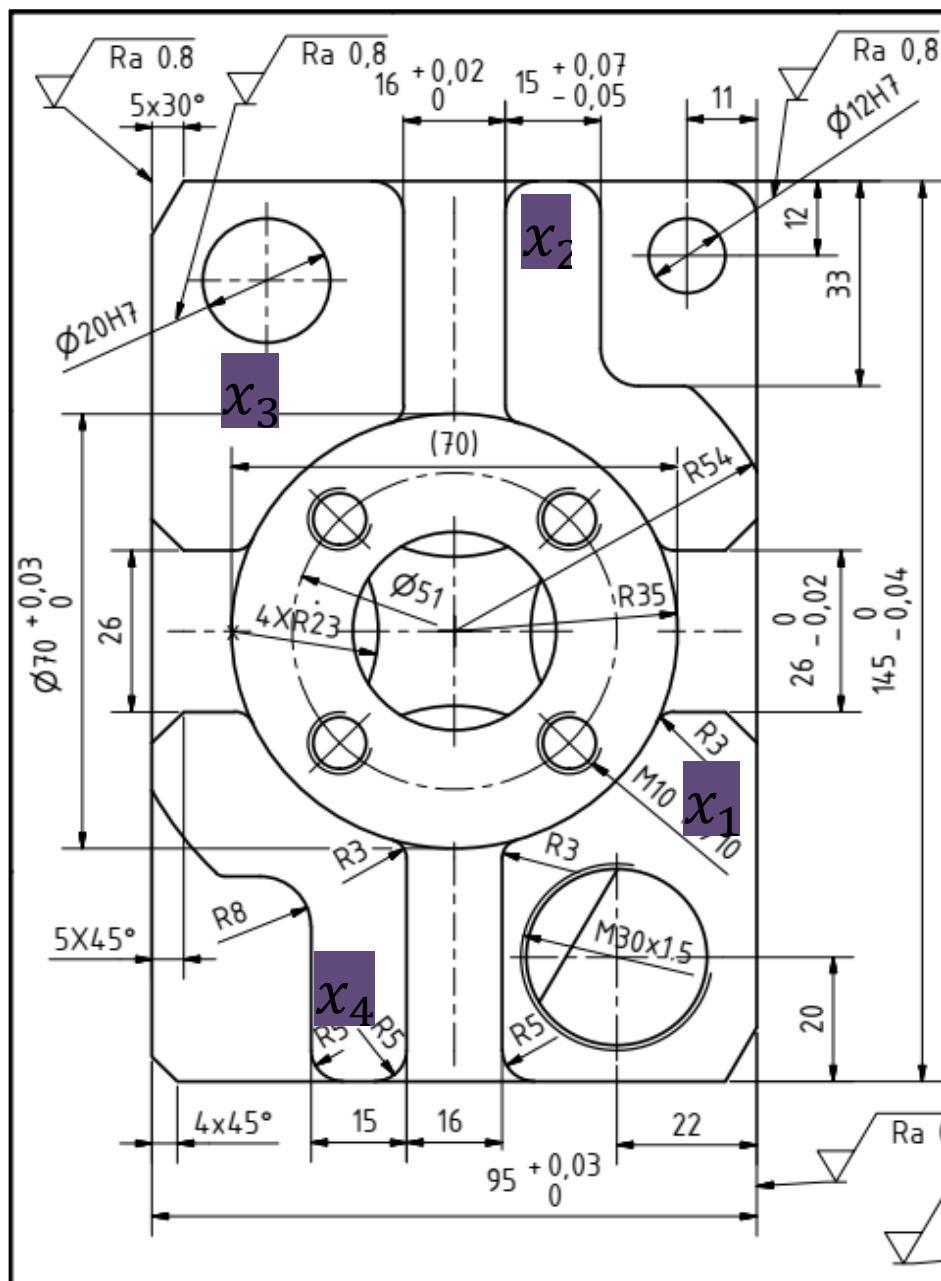


Figura 6 - Montagem final da peça no gabarito



## ANEXO E

Neste anexo encontra-se a localização dos pontos usados na verificação da planeza na peça:







## ANEXO F

Na figura abaixo pode-se encontrar os elementos medidos, com a respetiva indicação de conformidade (verde) ou não conformidade (vermelho).

