

- **NOTA:** A resolução completa das perguntas inclui a justificação do raciocínio utilizado e a apresentação dos cálculos efectuados.

1. Descreva sucintamente uma *Máquina de Medição de Coordenadas* de tipo *pórtico* móvel e *mesa* fixa, referindo-se nomeadamente a:

- função
- constituintes
- funcionamento e processo de aquisição de coordenadas
- calibração do palpador
- fontes de erro e sua influência
- erros paramétricos.

2. Foram medidos, por meio de padrões adequados, os ângulos entre os eixos do referencial associado a uma *Máquina de Medição de Coordenadas*, concluindo-se que aquele não é ortogonal.

(a) Descreva um processo de associar à *CMM* um referencial ortogonal, obtido a partir do referencial inicial da Máquina, nomeadamente construindo uma *matriz de ortogonalização*.

(b) Supondo que se obtiveram os seguintes valores para os ângulos entre eixos,

$$\langle OX, OY \rangle = 89^\circ.85, \langle OX, OZ \rangle = 90^\circ.01 \text{ e } \langle OY, OZ \rangle = 90^\circ.12,$$

calcule a distância entre os pontos P_1 e P_2 cujas coordenadas medidas pela *CMM* são:

$$P_1 \equiv (10.0000, 10.0000, 0.0000)$$

e

$$P_2 \equiv (-10.0000, 20.0000, -20.0000).$$

3. Explique como é efectuada a correcção do raio do palpador para o caso da medição de uma esfera, nomeadamente referindo-se ao significado e importância do *Ponto Livre*.

4. Na construção de um *referencial-peça* foram medidas pela *CMM* as coordenadas de 3 pontos, que definem duas arestas da peça.

A aresta designada por r_1 é definida pelos pontos P_1 e P_2 de coordenadas

$$P_1 \equiv (-10.0000, -20.0000, -20.0000),$$

$$P_2 \equiv (-5.0000, -2.0000, -10.0000),$$

respectivamente.

A aresta designada por r_2 é definida pelos pontos P_2 e P_3 cujas coordenadas são

$$P_3 \equiv (-2.5000, -6.0000, -10.0000),$$

respectivamente.

(a) Construa um *referencial-peça*, de modo que:

- a sua origem seja o ponto de intersecção das arestas r_1 e r_2

- o novo plano Oyz seja o plano que contém as duas arestas r_1 e r_2
- o novo eixo Oz seja dado pela aresta r_1 .

- (b) Posteriormente foram medidas as coordenadas dos pontos P_4 , P_5 e P_6 , que definem o plano de uma das faces da peça, tendo-se obtido:

$$P_4 \equiv (-1.0000, -2.0000, -2.0000),$$

$$P_5 \equiv (-3.0000, -2.0000, 2.0000),$$

$$P_6 \equiv (-4.0000, -2.0000, -1.0000).$$

- i. Determine os parâmetros deste plano no referencial da *Máquina de Medição de Coordenadas*.
- ii. Quais são os parâmetros do plano referido no referencial associado à peça?

5. Foram medidas pela *CMM* as coordenadas de dois pontos P_1 e P_2 situados na cambota de um motor de um navio, obtendo-se

	x	y	z
P_1	-12.0000	6.0000	4.0000
P_2	20.0000	-10.0000	-14.0000

- (a) Sabendo que P_1 e P_2 definem um diâmetro de uma superfície esférica da peça, calcule os parâmetros dessa superfície.
- (b) Determine a intersecção do plano

$$r = \{5.0000, 2.0000, 1.5000, 0.8944, 0.0000, -0.4472\}$$

com a superfície esférica anterior.

- (c) Sabendo que os pontos anteriores foram medidos com um palpador de 4 mm de diâmetro e que foi obtido um ponto livre

$$CLP \equiv (8.1000, 22.5000, 4.0000),$$

efectue a respectiva correcção de raio sobre a esfera obtida, justificando a sua resposta.