TOPOGRAFIA
Mestrado Integrado em Engenharia Civil
2.º Semestre 2020/2021 – 1.ª Época
8 de junho de 2021, 11h30m - Duração: 2h30m
Sem consulta
Material admitido só na parte II: calculadora

## PARTE I – Componente teórica

**T1:** Suponha que integra a equipa que desenvolve o estudo relativo à nova ponte sobre o Tejo, na definição da localização dos pilares que sustentarão o tabuleiro. Para tal dispõe de uma carta geológica na escala 1/50000 (SHGDTLX) e da representação da zona estuarina do Tejo na escala 1/25000 (EN=10m; SGHDTLXmil).

a) (1,0 v.) Identifique de que modo poderia compatibilizar a informação de modo a poder identificar a geologia para cada pilar da futura ponte.
b) (1.0 v.) Para facilitar a visualização da morfologia do leito do rio seria adequado produzir uma carta hipsométrica. Identifique os principais passos da construção da carta.
c) (1,0 v.) De acordo com o tipo de deformação introduzida pela projeção, indique justificando que tipo de projeção cartográfica seria mais adequado na construção da carta hipsométrica.

**T2:** (4 × 0,5 v.) De acordo com as características dos diferentes métodos de aquisição de informação espacial, indique, justificando sucintamente, uma situação real em que a combinação dos parâmetros (custo, tempo de realização, exigência posicional) justificasse a escolha de:

a) Nivelamento geométrico;
b) Nivelamento trigonométrico;
c) Irradiação;
d) Implantação.

**T3**: Os métodos de posicionamento por satélite, muito adequados à determinação de coordenadas de pontos dispersos, necessitam ainda assim de alguns cuidados sempre que se pretende obter coordenadas com elevada qualidade posicional.

a) (2,0 v.) Indique um dos procedimentos habituais que permite assegurar a elevada qualidade posicional, recorrendo a este modo de posicionamento e indique uma situação real em que tal se justificasse.
b) (1,0 v.) Identifique alguns parâmetros que, em meio urbano, podem condicionar a qualidade da determinação das coordenadas.

## PARTE II – Componente prática

**P1**. Pretende-se lotear um terreno urbano e para tal foi contratada uma equipa de topografia que, com recurso a uma estação total, efetuou as seguintes leituras:

$A_{RE1}$ = 363,3836 gon; $Z_{E1}$ = 97,9719 gon; $c_{E1}$ =1122,312 m

Sabe-se que as coordenadas topográficas, no sistema PTTM06-ETRS89, do ponto estação (E) e do ponto referência (R) são respetivamente E≡(28345,81m; 79224,59m; 14,68m) e R≡(28081,54m; 78927,25m). Considere a altura da estação igual a 1,52m e a altura do bastão igual a 2,15m.

a) (1,0 v.) Represente esquematicamente os pontos R.E e 1 de acordo com o Norte Cartográfico

b) (1,0 v.) Calcule o azimute cartográfico entre o ponto estação e o ponto referência.

R: A ER=246,2556 gon

c) (1,0 v.) Determine as coordenadas cartográficas do ponto 1.

R: (M,P)= 28176,53m; 78115,12m

c) (1,0 v.) Determine a que escala convencional poderá representar o polígono formado por R, E e 1 numa folha com dimensões de 19cm × 21cm.

R:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 264,27 | 0,19 | "--> | 1390,894737 | "1/2000 |
| 1109,47 | 0,21 | "--> | 5283,198096 | **"1/10000** |

d) (1,5 v.) Determine o impacto, no cálculo do declive entre a estação e o ponto 1, da consideração da curvatura da Terra.

R: H1 49,816 não considerando a curvatura da Terra

ou

H1 49,903 m considerando a curvatura da Terra

desnível entre E e 1 35,136 não considerando a curvatura da Terra

ou

desnível entre E e 1 35,223 m considerando a curvatura da Terra

declive E 1 3,1307% não considerando a curvatura da Terra

ou

declive E 1 3,1384% considerando a curvatura da Terra

"--> diferença declives 0,007747% impacto no cálculo do declive

e) (0,5 v.) Considerando a escala 1/200 (e.g.=1mm), quais as curvas de nível que representaria sobre o segmento de reta que une os pontos E e 1?

**P2**. Considere os pontos A e B definidos pelas coordenadas geodésicas elipsoidais, considerando o elipsoide de GRS80, A≡(39º 30'N; 9º0'W) e B≡(39º 30'N; 10º0'W).

a) (2,0 v.) Calcule a distancia entre os dois pontos sobre o elipsoide.

| | | |
|---|---|---|
| S = RP* delta lon | 86013,41905 | metros |
| | | |
| RP=RN cos (lat) | 4928205,893 | m |

| | | |
|---|---|---|
| e2 | 0,00669438 | |
| RN | 6386792,23 | m |
| GRS80 | | |
| a | 6378137,0 | m |
| b | 6356752,3 | m |

b) (2,0 v.) Tomando como ponto central o ponto de coordenadas (38º 30'N; 8º0'W) determine a distância cartográfica entre os pontos A e B, considerando a projeção geométrica esférica de Mercator com raio igual a 6374 km .

| | graus | rad | metros | metros |
|---|---|---|---|---|
| | Delta lambda | Delta lambda | M | P |
| A | -1 | -0,017453293 | -111247,2865 | 4790438,259 |
| B | -2 | -0,034906585 | -222494,573 | 4790438,259 |

dist. cartogr. A B = 111247,2865 m

(111,247 km)

b) (1,0 v.) Sabendo que o módulo da deformação linear da projeção de Mercator é definido por $\Delta M^2/(2R^2)$, calcule a distância AB corrigida da deformação da projeção.

| | |
|---|---|
| Delta M | 111247,286m |
| | |
| Mod def | 0,000152309 |
| | |
| corrigida | 111264,230 |

d) (1,0 v.) Compare os resultados das alíneas b) e c) e teça considerações sobre a diferença encontrada.

**FORMULÁRIO**

Quadrado da primeira excentricidade $e^2 = \dfrac{a^2 - b^2}{a^2}$

Raio de curvatura do paralelo $R_P = R_N \cos\phi$

Raio de curvatura do meridiano $R_M = \dfrac{a(1-e^2)}{(\sqrt{1-e^2 sen^2\phi})^3}$

Raio de curvatura da secção normal principal $R_N = \dfrac{a}{\sqrt{1-e^2 sen^2\phi}}$

Nivelamento trigonométrico
E – estação
V - alvo
*K* = 0,12
R = 6374000m

$$H_V = H_E + S_{EV}\cos Z_{EV} + S_{EV}^2 sen^2 Z_{EV}\frac{1-\kappa}{2R} + a_E - a_V$$

Coeficiente de refração vertical

$$\kappa = 1 + \frac{2R(\cos Z_{EV} + \cos Z_{VE})}{S_{EV}(sen^2 Z_{EV} + sen^2 Z_{VE})})$$

Relações planimétricas fundamentais

$$M_k = M_i + c_{jik}(M_{ij}\cos A_{jik} + P_{ij}\, sen\, A_{jik}) \quad P_k = P_i + c_{jik}(-M_{ij}\, sen A_{jik} + P_{ij}\cos A_{jik})$$

$$c_{jik} = c_{ik}/c_{ij} \qquad A_{ik} = \arctan(\frac{M_k - M_i}{P_k - P_i}) + 200n\,gon \quad (n \in \{0,1,2\})$$

Reduções às distâncias

$$d_{EV} = \sqrt{S_{EV}^2 - H_{EV}^2} \qquad s_{EV} = \frac{d_{EV}}{\sqrt{(1+H_E/R)(1+H_V/R)}}$$

$$c_{EV} = s_{EV}(1+\frac{M_E^2 + M_V^2}{4R^2})$$

Projeção de Mercator

$$M = R\,\Delta\lambda$$

$$P = R\,Ln\left(\tan\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$$

Elipsoide de Hayford: a = 6 378 388,000 m; b = 6 356 911,946 m

Elipsoide GRS80: a = 6 378 137,000 m; b = 6 356 752,314 m