

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL**  
**Área de Topografia e Geoprocessamento**

## **EXERCÍCIOS DE TOPOGRAFIA**

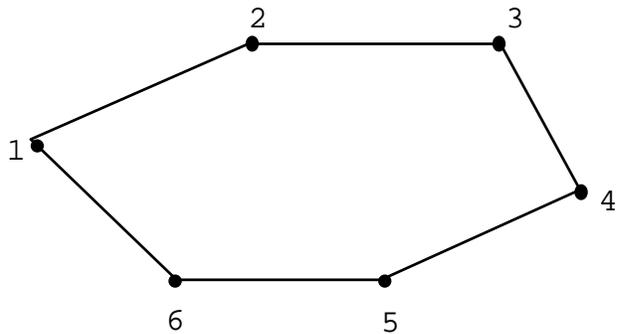
**Professores:**

**Rubens Angulo Filho**  
**Carlos Alberto Vettorazzi**  
**Valdemar Antonio Demétrio**

**Piracicaba, SP**  
**fevereiro de 2005**

1) Foram medidas com uma trena as seguintes distâncias na poligonal representada pela figura abaixo:

Alinhamento	Distância (m)
1-2	52,12
2-3	55,28
3-4	36,55
4-5	48,03
5-6	45,85
6-1	34,71
2-5	56,67
2-6	50,54
3-5	47,02



Sabendo-se que foi utilizada uma trena de comprimento nominal de 50,00m e que devido à dilatação a mesma tinha um comprimento real de 50,062m, calcular a área do polígono.

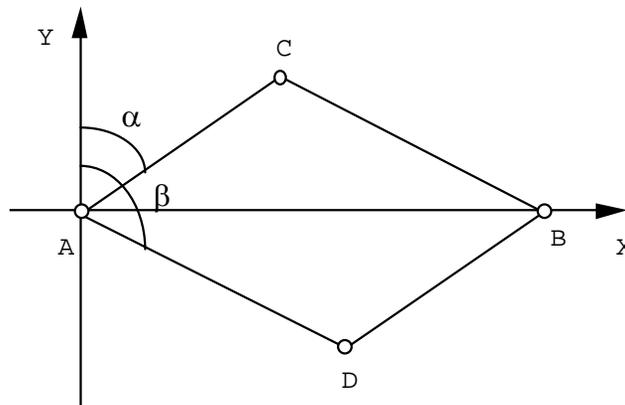
2) As distâncias abaixo foram medidas com uma trena de comprimento nominal igual a 20,0m. Posteriormente verificou-se ter a trena um comprimento real igual a 19,95m. Determine as distâncias corrigidas:

Alinhamento	Distância medida	Distância corrigida
1 - 2	38,64m	
2 - 3	81,37m	
3 - 4	126,58m	

3) A distância AB mede realmente 82,58 m ; ao ser medida com uma trena de comprimento nominal igual a 20,00 m encontramos como resultado 82,42 m. Determinar o comprimento real e o erro da trena.

4) Um terreno, em forma de paralelogramo, foi levantado conforme croqui abaixo, obtendo-se os seguintes dados:

a) A-B = 60,00m; b)  $\alpha = 60^{\circ}30'15''$  e  $\beta = 129^{\circ}25'20''$



Determinar:

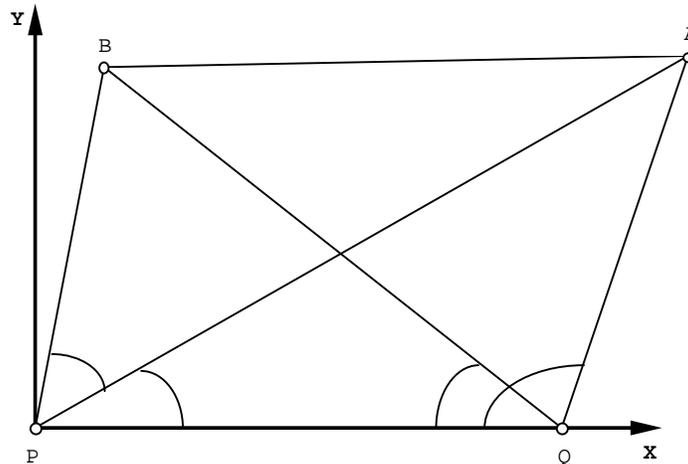
4.1) O perímetro do polígono;

4.2) As coordenadas retangulares dos vértices B, C e D, considerando-se o alinhamento A-B sobre o eixo X e o ponto A na origem, isto é,  $A(0,00; 0,00)$ ;

4.3) A área do polígono ACBD, pelo método das coordenadas (Gauss).

5) Em um levantamento topográfico, conforme o croqui apresentado abaixo, foram obtidos os seguintes valores:

- $PQ = 200,00$  m (linha de base)
- a partir do ponto P:  $BPA = 40^\circ 58'$ ;  $APQ = 38^\circ 40'$
- a partir do ponto Q:  $BQP = 29^\circ 30'$ ;  $AQP = 108^\circ 20'$



Determinar:

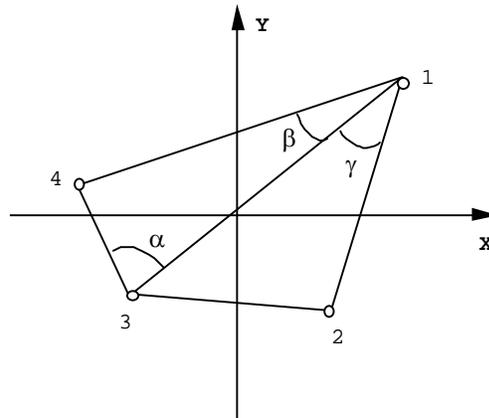
- O comprimento do alinhamento AB;
  - As coordenadas cartesianas (ou retangulares) dos vértices Q, A e B, considerando-se o alinhamento PQ sobre o eixo X e o ponto P na origem, isto é,  $P(0,00; 0,00)$ ;
  - A área do polígono ABPQ, pelo método das coordenadas (Gauss).
- 6) Dados as informações e esquema abaixo, calcular a área do polígono formado pelos vértices 1, 2, 3 e 4, pelo método do semi-perímetro (Heron).

Informações:

$$\alpha = 82^\circ 30'; \beta = 21^\circ 20'; \gamma = 42^\circ 10'$$

$$X_1 = 30,0 \text{ m}; Y_1 = 20,0 \text{ m}; X_3 = -20,0 \text{ m}; Y_3 = -14,0 \text{ m}$$

$$1-2 = 39,50 \text{ m}$$



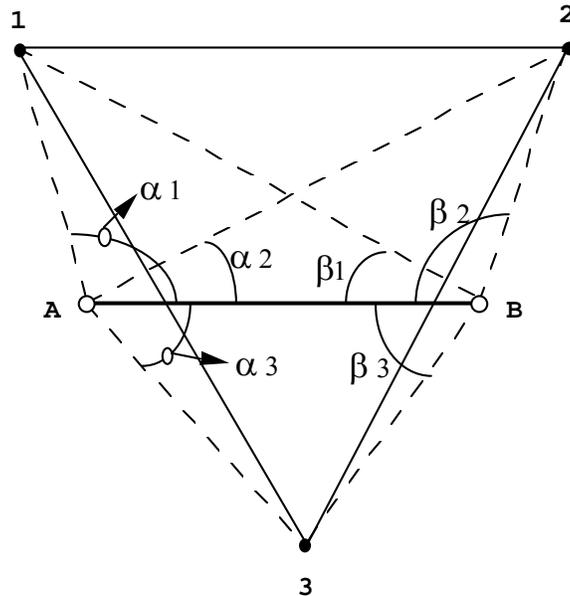
7) Com os dados abaixo calcular a área do triângulo 123 pela Fórmula de Heron:

Dados:

$$AB = 50,0 \text{ m}$$

$$\alpha_1 = 119^\circ 40'; \alpha_2 = 29^\circ 18'; \alpha_3 = 48^\circ 07'$$

$$\beta_1 = 25^\circ 30'; \beta_2 = 111^\circ 48'; \beta_3 = 53^\circ 40'$$



8) Sabendo-se que os valores abaixo relacionados são fornecidos em centímetros e que a escala de representação do desenho será **1:200** calcule:

- a) as coordenadas cartesianas dos pontos 3 e 4;  
b) a área real do polígono em **m<sup>2</sup>** pelo método de Gauss.

Alinham.	Ângulo	Dist.(cm)	X(cm)	Y(cm)
MP-1			1,800	2,800
MP-2			2,000	-1,000
MP-3	205°20'46"	2,102		
MP-4	270°00'00"	2,600		
MP-5			-1,500	1,700

9) Dada a sequência de coordenadas (MP, 1, 2, 3, 4), desenhar a planta do polígono representado pelos pontos acima na escala 1:2000, e calcular a área (m<sup>2</sup>) pelo método de Gauss.

	Coodenada X (m)	Coordenada Y (m)
MP	732,208	1088,765
1	791,834	959,995
2	1006,849	951,685
3	972,946	1187,996
4	764,193	1173,577

10) Com o teodolito estacionado na estaca 0 visaram-se sucessivamente os pontos 1 e 2 obtendo-se:

a) azimute 0-1 =  $103^{\circ}29'10''$

leitura na mira: r.s. = 3,192m; r.m. = 2,596m; r.i. = 2,000m

ângulo vertical =  $0^{\circ}19'20''$  (ascendente)

altura do instrumento = 1,730m

b) azimute 0-2 =  $230^{\circ}29'40''$

leitura na mira: r.s. = 2,304m; r.m. = 1,652m; r.i. = 1,000m

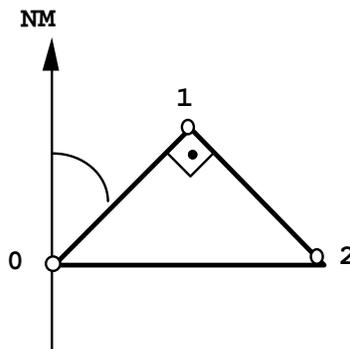
ângulo vertical =  $15^{\circ}20'00''$  (ascendente)

Calcular a distância horizontal e a diferença de nível entre as estacas 1 e 2.

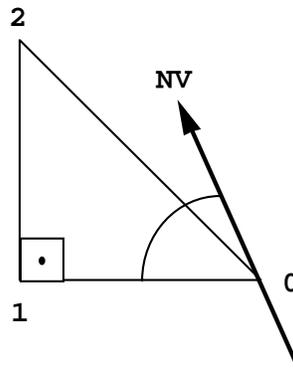
11) Ao se levantar, caminhando no sentido horário, um terreno em forma de triângulo equilátero, de vértices 0-1-2, verificou-se que o lado 0-1 tem azimute magnético de  $290^{\circ}30'45''$ . Determinar os rumos magnéticos de ré de todos os alinhamentos.

12) Em um levantamento, de uma área em forma de triângulo retângulo isósceles (vide esquema abaixo), obteve-se o azimute magnético do alinhamento 0-1 como sendo  $44^{\circ}50'25''$ . Determinar:

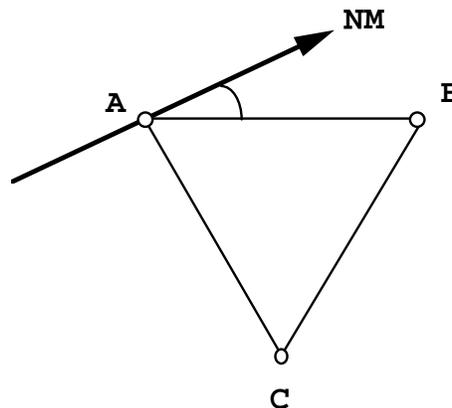
- azimutes e rumos, magnéticos e verdadeiros, de vante e de ré de todos os alinhamentos, sendo a declinação magnética do local igual a  $17^{\circ}38'10''$  W;
- sabendo-se que as coordenadas cartesianas do ponto 1 são (0,0 m; 0,0 m) e que o comprimento dos alinhamentos 0-1 e 1-2 é 120,0 m, calcular as coordenadas cartesianas de 0 e 2, com relação ao eixo magnético;
- comprimento do alinhamento 0-2.



13) Em um levantamento, de uma área em forma de triângulo retângulo isósceles (vide esquema abaixo), obteve-se o Rumo Verdadeiro de Vante do alinhamento 0-1 como sendo  $66^{\circ}15'25''$  NW. Determinar os azimutes e rumos verdadeiros e magnéticos, de vante e de ré de todos os alinhamentos, sendo a declinação magnética do local igual a  $18^{\circ}41'12''$  E.



- 14) O rumo magnético do lado A-B de um triângulo equilátero (A,B,C) vale  $23^{\circ}30'$  NE. Calcular os rumos verdadeiros dos outros dois lados, sabendo-se que a declinação magnética no local vale  $12^{\circ}20'$  W e que o caminhamento foi realizado no sentido horário. Sendo as coordenadas cartesianas do vértice B (0,0 m; 0,0 m) e o comprimento do lado A-B igual a 80,0 m, determine as coordenadas cartesianas dos outros dois vértices, com relação ao eixo N-S verdadeiro.



- 15) Uma determinada localidade situa-se, de acordo com a carta magnética de 01/01/1979, exatamente sobre a intersecção da linha isogônica  $15^{\circ}00'$  W com a linha isopórica  $00^{\circ}07'$  W. De um levantamento realizado em 01/01/1974 obtiveram-se os seguintes dados"

Alinhamento	Azimute Magnético
0 - 1	$63^{\circ}20'$
1 - 2	$140^{\circ}32'$
2 - 3	$36^{\circ}18'$
3 - 4	$358^{\circ}39'$
4 - 0	$222^{\circ}30'$

- Pede-se: a) aviventar para 01/04/1994 os azimutes do levantamento acima;  
b) determinar as deflexões e seus sentidos em cada vértice

- 16) Dada a poligonal aberta 1-2-3-4-5-6, calcular os ângulos faltantes, completando a tabela abaixo:

Alinhamento	Rumo de vante	Rumo de ré	Azimute de vante	Azimute de ré
1-2	$11^{\circ}35'20''$ SE			

2-3		90°00'00"W		
3-4			344°13'00"	
4-5				40°12'40"
5-6	00°00'00"S			

17) O rumo magnético do alinhamento 1-2 medido em 01/10/1967 foi 15°30' SW. Calcular o rumo magnético do alinhamento em 01/04/1987 e também o rumo verdadeiro, com os seguintes dados obtidos em 01/01/1970:

- a) declinação magnética local = 13° 28' E;
- b) variação anual da declinação = 00°08'.W

18) O rumo magnético do lado AB de um triângulo equilátero vale 23°30' NE. Calcular os rumos verdadeiros dos outros dois lados, caminhando-se no sentido horário, sabendo-se que a declinação magnética no local vale 12°20'W.

19) Ao se levantar um terreno em forma de triângulo equilátero, verificou-se que o lado 0 - 1 tem azimute magnético de 290°30'45". Quais os azimutes magnéticos dos demais alinhamentos? Sendo 18°20'15" W a declinação magnética local, calcular os rumos verdadeiros de ré desses alinhamentos.

20) O rumo magnético do alinhamento 0 - 1 é 10°11' SE. Se a declinação magnética do local vale 13°20' W determinar:

- a) azimute verdadeiro de 0 - 1;
- b) azimute magnético de ré 1 - 0;
- c) rumo magnético de ré 1 - 0.

21) Resolva o exercício anterior para uma declinação magnética de 13°20' E.

22) Com os dados da Caderneta de Campo abaixo, calcular:

- 1) As coordenadas totais de todos os pontos (totalizar em MP), compensando o erro angular de fechamento pelo método inversamente proporcional às distâncias e o erro linear de fechamento pelo método proporcional às coordenadas;
- 2) A área do polígono MP, 1, A, B e MP pelo método de Gauss;
- 3) O rumo e a distância do alinhamento 1-3.

Alinhamento	Leitura de mira (m)	Ângulo zenital	Distância(m)	Deflexão	Rumo
MP-1	ri = 1,000 rm = 1,400 rs = 1,801	90°10'10"			60°30'15"NE
1-2	ri = 2,000 rm = 1,400 rs = 2,952	91°15'25"		80°25'30"D	

<b>2-3</b>	ri = 1,000 rm = 1,352 rs = 1,704	88°30'20''		92°10'25''D	
<b>2-A</b>			45,000	60°30'00''E	
<b>3-MP</b>	ri = 2,000 rm = 2,530 rs = 3,060	89°15'00''		83°08'07''D	
<b>3-B</b>			26,000	35°40'20''E	
<b>MP-1</b>				104°12'58''D	

23) Com os dados abaixo calcular as distâncias horizontais (DH) e verticais (DV) dos alinhamentos, sabendo-se que a altura do aparelho (I) é 1,520 m.

<b>Alinhamento</b>	<b>Reticulos (m)</b>			<b>Ângulo Zenital</b>
<b>MP-1</b>	r.i. = 1,895	r.m. =	r.s. = 2,579	93°20'
<b>MP-2</b>	r.i. =	r.m. = 0,463	r.s. = 0,876	81°18'
<b>MP-3</b>	r.i. = 0,291	r.m. = 0,555	r.s. =	270°00'

24) Dada a caderneta de campo abaixo, de um levantamento por intersecção, calcular o perímetro do polígono de vértices 1 - 2 - 3.

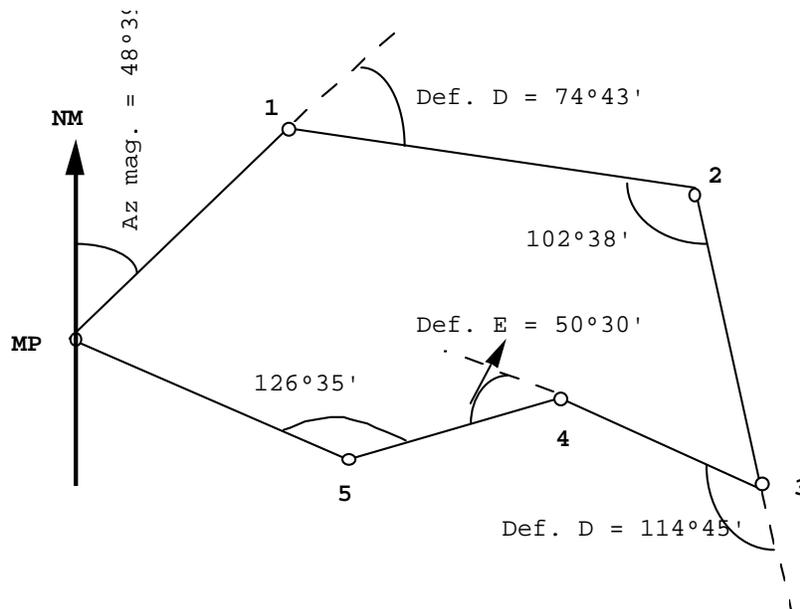
<b>Alinhamentos</b>	<b>Distância</b>	<b>Deflexão E</b>	<b>Deflexão D</b>	<b>Azimuthes</b>
<b>A - 1</b>				332°28'
<b>A - 2</b>				62°50'
<b>A - 3</b>				140°15'
<b>A - B</b>	50,00 m			92°08'
<b>B - 1</b>		154°30'		
<b>B - 2</b>		68°12'		
<b>B - 3</b>			126°20'	

25) Com os dados apresentados na caderneta de campo abaixo, referentes ao levantamento de uma poligonal (no sentido horário), calcular:

- os azimuthes de todos os alinhamentos;
- o erro angular de fechamento.

<b>Alinhamentos</b>	<b>Deflexão E</b>	<b>Deflexão D</b>	<b>Ângulos Internos</b>	<b>Azimuthes</b>
<b>MP - 1</b>				139°20'
<b>1 - 2</b>	84°30'			
<b>2 - 3</b>			43°30'	
<b>3 - 4</b>			240°20'	
<b>4 - 5</b>		142°10'		
<b>5 - MP</b>			61°50'	
<b>MP - 1</b>		107°50'		

26) De um levantamento topográfico realizado em 1º de julho de 1970 obtiveram-se os seguintes dados de acordo com a figura abaixo:



Sabe-se, ainda, que em 1º de janeiro de 1974 o local do levantamento encontrava-se na intersecção da linha isogônica  $16^{\circ}00' W$  com a linha isopórica  $0^{\circ}09' W$ . Calcular:

- azimutes verdadeiros de todos os alinhamentos;
- rumos magnéticos de vante para 1º de outubro de 1988 de todos os alinhamentos.

27) Com o teodolito estacionado em um ponto de cota 100,00m, estando o eixo da luneta a 1,650m do solo, fez-se uma visada na mira colocada num ponto de cota 99,65m. Sendo a leitura do retículo médio 3,420m e o ângulo de inclinação da luneta  $92^{\circ}35'10''$  (nadiral), determinar a distância horizontal entre os dois pontos.

28) Com o teodolito estacionado em um ponto de 320,452 m de altitude, estando o eixo da luneta a 1,500 m do solo, fez-se uma visada horizontal na mira colocada num ponto situado a 86,40 m de distância horizontal. Sendo a leitura do retículo inferior 1,320 m, calcular a altitude do segundo ponto.

29) Sendo A e B os pontos de estacionamento do aparelho num levantamento por intersecção, calcular os azimutes restantes dos alinhamentos abaixo:

Alinhamento	Deflexão E	Deflexão D	Azimute
A - 0			$302^{\circ}11'$
A - 1			$358^{\circ}17'$
A - 2			$33^{\circ}29'$
A - 3			$110^{\circ}05'$
A - 4			$177^{\circ}10'$
A - 5			$214^{\circ}38'$
A - B			$100^{\circ}00'$
B - 0	$170^{\circ}10'$		

<b>B - 1</b>	90°45'		
<b>B - 2</b>	25°20'		
<b>B-3</b>		38°12'	
<b>B-4</b>		101°40'	
<b>B-5</b>		160°00'	

30) Com os dados abaixo, calcular:

- erro linear de fechamento;
- coordenadas parciais compensadas, através do método de compensação proporcional às coordenadas;
- coordenadas totais, totalizar no ponto 4;

Alinhamento	Distância(m)	Coordenadas		Parciais (m)	
		E(+)	W(-)	N(+)	S(-)
<b>MP-1</b>	56,000	30,908		46,698	
<b>1-2</b>	47,200	43,916		17,299	
<b>2-3</b>	51,500	47,406			20,123
<b>3-4</b>	44,400		20,844		39,203
<b>4-5</b>	52,000	33,886			39,443
<b>5-MP</b>	140,000		135,334	35,841	

31) Em uma propriedade, cujos vértices demarcatórios de divisa possuem as coordenadas abaixo especificadas, será instalada uma cerca do vértice 4 ao 2.

- Qual o rumo e o comprimento (DH) de tal cerca?
- Quais os valores das duas áreas resultantes da divisão (método de Gauss)?

Alinhamento	Longitude Total (m)	Latitude Total (m)
<b>1 - 2</b>	37,00	-32,00
<b>2 - 3</b>	0,00	-78,00
<b>3 - 4</b>	-26,00	-36,00
<b>4 - 1</b>	0,00	0,00

32) Com os dados da Caderneta de Campo abaixo, calcular:

- A área do polígono pelo método de Gauss;
- O comprimento (DH) e o rumo de uma cerca que partirá do ponto 1 e atingirá o ponto 4.

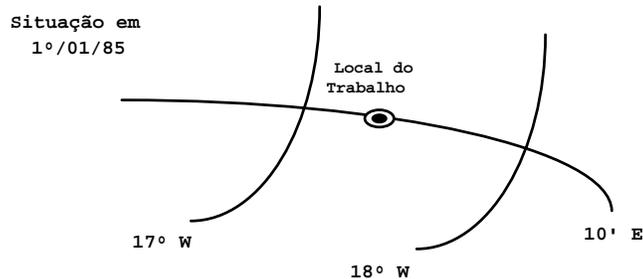
Alinhamento	Distância (m)	Deflexão Esquerda	Deflexão Direita	Azimute
MP - 1	200,50			154°45'
1 - 2	125,50	64°30'		
2 - 3	299,50		166°14'	
3 - 4	175,50		71°13'	
4 - 5	150,50		59°15'	
5 - MP	110,50		78°45'	

MP - 1			48°58'	
--------	--	--	--------	--

\***OBS.:** a) Fazer a correção do erro angular de fechamento, pelo método de compensação inversamente proporcional às distâncias; b) fazer a correção do erro linear de fechamento, pelo método de compensação proporcional às distâncias; c) totalizar no ponto 3.

33) Um levantamento topográfico foi realizado em 1º/01/85, onde obtiveram-se as seguintes anotações em caderneta de campo:

Alinhamento	Ângulo Hz (ângulo externo)	DH ou Reticulos (m)			Ângulo Zenital
		super.	médio	infer.	
MP-1	0°00'00'' Az. mag.		87,709		
1-2	285°22'16''		71,752		
1-a	335°30'53''	1,106	1,000	0,894	90°20'22''
1-b	319°09'04''	1,070	1,000	0,930	92°14'42''
1-c	297°27'53''	1,122	1,000	0,878	92°49'19''
2-3	286°17'39''		66,485		
2-d	343°27'22''	2,239	2,000	1,761	
2-e	249°25'00''	1,120	1,000	0,880	87°32'01''
2-f	268°49'12''	2,189	2,000	1,811	88°07'30''
3-MP	218°56'18''		36,391		86°26'23''
MP-1	289°24'39''				



- Calcule os azimutes magnéticos da poligonal de base para 1º/07/92;
- Desenvolva a planilha de cálculos, fazendo a compensação do erro angular inversamente proporcional às distâncias e a compensação do erro linear proporcional às coordenadas. Determine também as coordenadas totais das amarrações.

34) Um levantamento topográfico foi realizado em 1º/04/86, onde obtiveram-se as seguintes anotações em caderneta de campo:

Alinhamento	Ângulo Hz	Reticulos (m)			Ângulo Vertical
		super.	médio	inf.	
MP A	21°48'00'' Az. mag.	2,687	2,143	1,600	+3°30'30''
A-B	79°49'55''D	2,695	2,347	2,000	-2°32'00''
B-C	82°41'00''D	3,568	3,034	2,500	-3°03'30''
C-MP	96°59'50''D	2,022	1,511	1,000	+2°39'00''
MP-A	100°31'00''D				

Sabendo-se que na região a declinação magnética era de  $15^{\circ}30' W$  e que a variação anual da declinação é de  $11' W$ :

- calcule os azimutes magnéticos da poligonal de base para 1º/10/1992 e desenvolva a planilha de cálculos, fazendo a compensação do erro angular inversamente proporcional às distâncias e a compensação do erro linear proporcional às coordenadas;
- calcule a área pelo método de Gauss;
- determine o rumo e a distância do alinhamento C-A.

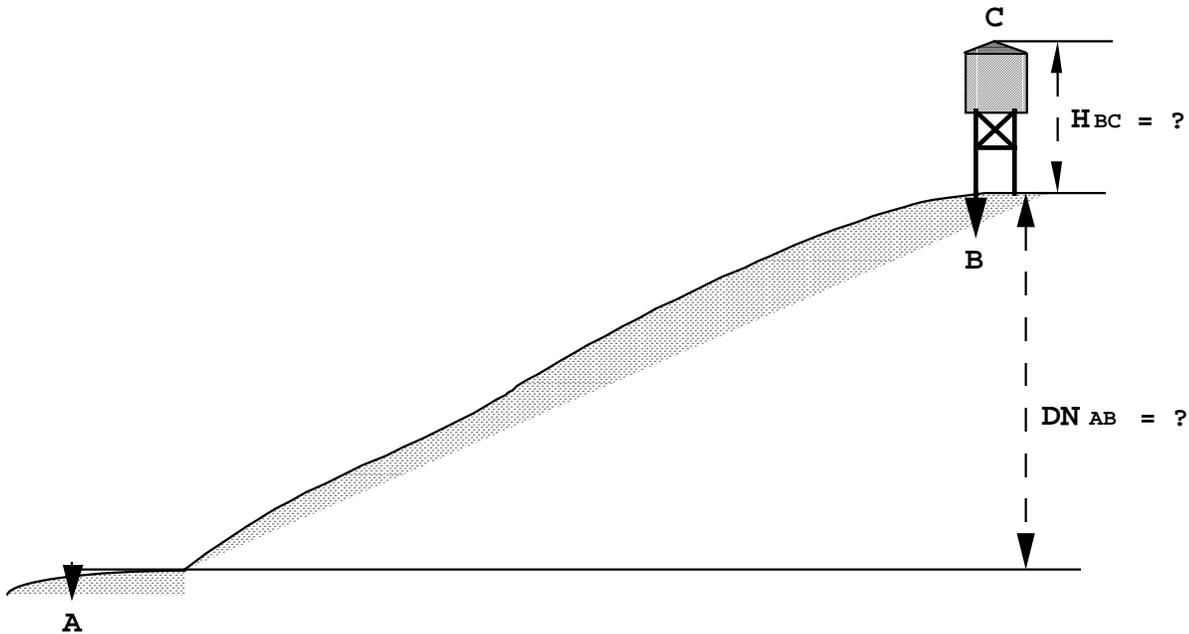
35) Com os dados da caderneta de campo abaixo desenvolver a planilha de cálculos fazendo a correção do erro angular de fechamento no alinhamento de menor distância e a correção do erro linear proporcional às coordenadas. Calcule também as coordenadas totais das amarrações e a área do polígono MP-A-2-B-3-C-D-E-MP pelo método de Gauss.

Alinhamento	Distância (m)	Ângulo Zenital	Deflexões	Azimute
MP-1	72,980			279°37'20''
1-2	42,640		91°21'20'' D	
1-A	1,380		65°33'50'' E	
2-3	30,070		101°14'40'' D	
2-B	ri=0,500 rm=0,563 rs=0,626	92°05'50''	94°34'00'' D	
3-MP	55,880		27°33'25'' D	
3-C	ri=1,000 rm=1,100 rs=1,200	92°01'20''	12°47'50'' D	
3-D	ri=1,000 rm=1,170 rs=1,340	91°04'50''	14°44'55'' D	
3-E	ri=1,000 rm=1,240 rs=1,480	90°42'55''	18°59'30'' D	
MP-1			139°50'55'' D	

36) Dadas as coordenadas totais abaixo calcular a distância e o rumo de vante de todos os alinhamentos.

Alinhamento	Longitude Total (m)	Latitude Total (m)
1 - 2	37,00	-32,00
2 - 3	0,00	-78,00
3 - 4	-26,00	-36,00
4 - 1	0,00	0,00

37) Como poderia ser determinada, através de um nivelamento trigonométrico, a diferença de nível entre "A" e "B" (DNAB) e a altura da caixa d'água (HBC), sendo que você dispõe somente de um teodolito (Zeiss Th-4) e de uma trena de 20,00m de comprimento. Aproveite a figura abaixo para seus esquemas.



38) Com os dados das cadernetas de nivelamento abaixo:

- Calcular as cotas do terreno para todas as estacas, no nivelamento e contra-nivelamento;
- Determinar o erro de fechamento altimétrico;
- Com os dados do nivelamento, calcular a declividade (em %) de um plano inclinado que passa pelos pontos "0" e "7" no terreno, considerando-se que o espaçamento entre as estacas seja igual a 20,0m (DH).

**Nivelamento:** (valores em m)

Estacas	Ré	A.I.	P.I.	P.M.	Cotas
0	2,208				100,00
1			1,912		
2			1,583		
3			1,164		
4	2,380			0,598	
5	2,794			1,107	
6	3,202			0,800	
7				0,386	

**Contra-nivelamento:** (valores em m)

Estacas	Ré	A.I.	P.I.	P.M.	Cotas
7	0,710				
6	1,222			3,526	
5	2,665			3,217	
4	1,002			3,939	
3			1,568		
2			1,987		
1			2,316		
0				2,612	



10			1,590		
10 + 15,10				0,320	

**Calcular:**

- a) as cotas vermelhas nas estacas 5 + 17,50m e 10 + 15,10m para uma rampa em aclive de 1% de declividade, que passa pelo topo da estaca 9;
- b) qual seria a declividade de uma rampa que passasse pelo topo da estaca 9, se a cota vermelha para essa rampa na estaca 10 fosse 1,00 m positiva.

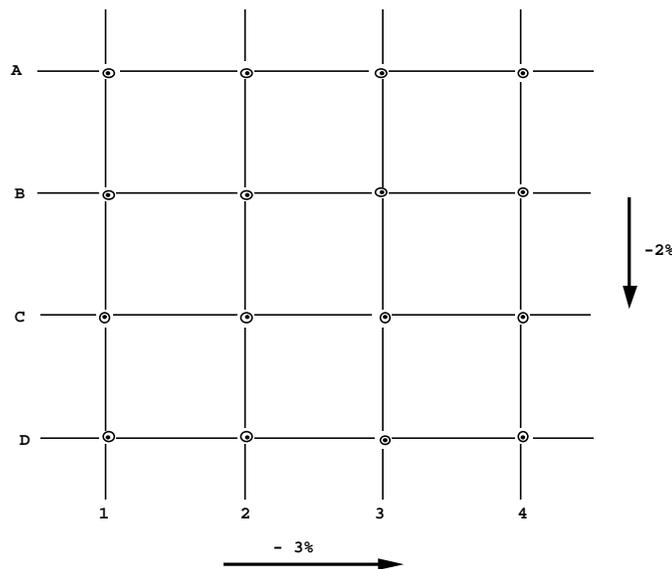
43) Um terreno foi estaqueado, conforme, esquema abaixo, para fins de trabalho de terraplenagem.

Dados:

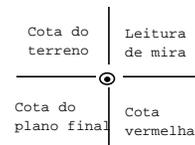
- a) Espaçamento entre estacas = 20,0 m;
- b) Declividade do terreno na direção das linhas = - 3% (declive);
- c) Declividade do terreno na direção das colunas = - 2% (declive);
- d) Cota do terreno para estaca A1 = 100,00m

Pedem-se:

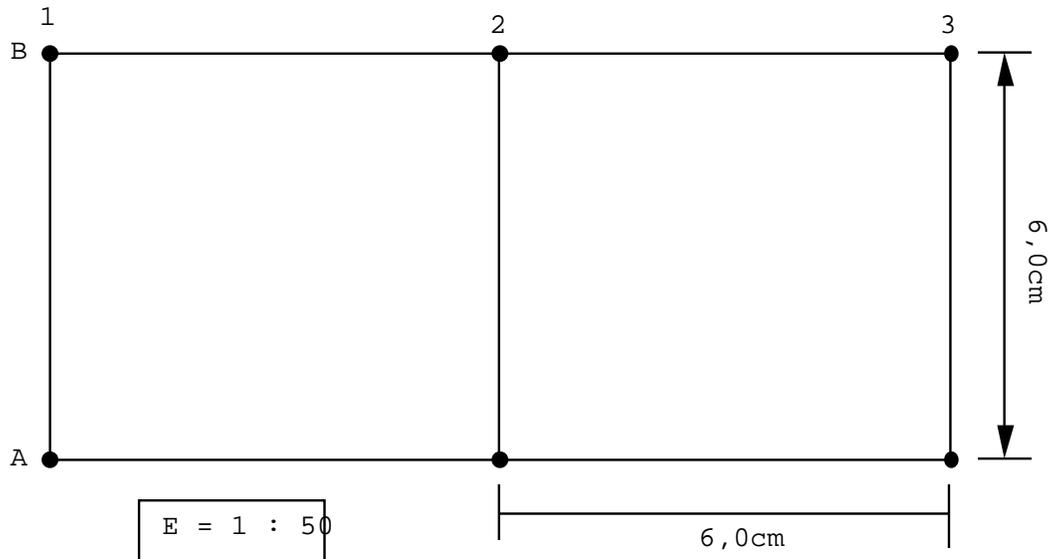
- 1º) Calcular as cotas para todas as estacas;
- 2º) Traçar as curvas de nível da área, com equidistância vertical de 1,00 m;
- 3º) Calcular a cota (**hm**) de um plano horizontal que, na terraplenagem, resulte em volumes de corte e aterro iguais;
- 4º) Traçar a linha de passagem, indicando as áreas de corte e aterro;
- 5º) Calcular a cota vermelha para todas as estacas



**Obs** .: Esquema de anotação para cada estaca



44) Com os dados e informações abaixo:



	A	B
1	102,80 m	103,26 m
2	103,18 m	104,50 m
3	104,08 m	105,42 m

- Traçar as curvas de nível do terreno, pelo processo de interpolação por cálculo,  $E.V.= 1,0$  m, utilizando a planta acima;
- Calcular os volumes de corte e aterro, em relação a um plano horizontal que resulte volumes iguais de corte e aterro, considerar talude de corte (1/1) e saia de aterro (2/3) e fazer esquemas.

45) Um terreno de 40,0 m x 40,0 m, foi estaqueado em quadrículas de 20,0 m x 20,0 m. As cotas obtidas para cada vértice estão na tabela abaixo:

ESTACAS	COTAS (m)
A1	111,7
A2	112,6
A3	113,7
B1	111,0
B2	111,8
B3	112,7
C1	110,2
C2	111,1
C3	112,0

Com os dados acima pede-se:

- desenhar o terreno na escala 1:500 e locar as curvas de nível inteiras, pelo método de interpolação por cálculo com  $E.V. = 1,0$ m;
- projetar um plano inclinado de  $\pm 2\%$  na direção e sentido de **A para C** que resultará em  $V_c = V_a$ . Fazer desenho na escala 1:500;
- calcular os volumes de corte e aterro para o plano inclinado (não considere talude de corte e saia de aterro), utilize a fórmula do tronco de pirâmide.

46) Um terreno de 60,0 m x 40,0 m, foi estaqueado em quadrículas de 20,0 m x 20,0 m. As cotas obtidas para cada vértice estão na tabela abaixo:

A1 = 104,2 m	B1 = 105,1 m	C1 = 106,1 m
A2 = 103,0 m	B2 = 104,2 m	C2 = 105,0 m
A3 = 102,8 m	B3 = 103,5 m	C3 = 104,7 m
A4 = 104,4 m	B4 = 105,1 m	C4 = 106,3 m

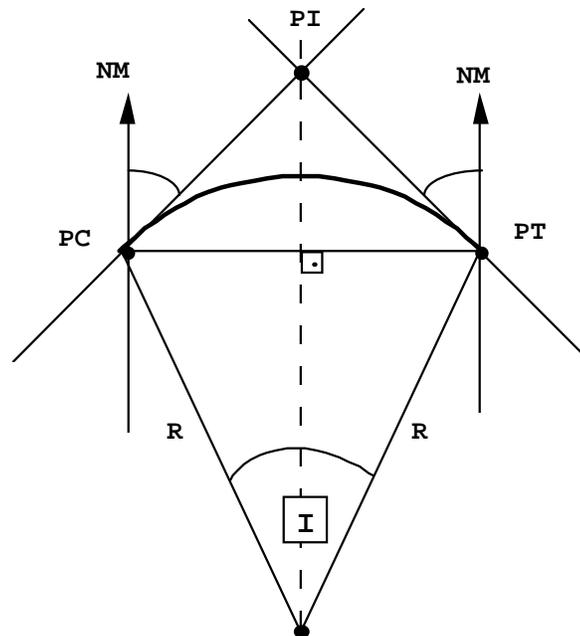
Com os dados acima pede-se:

- Desenhar o terreno na escala 1:500 e traçar as curvas de nível de cotas 103 m, 104 m e 105 m.
- Sabendo-se que a cota de hm = 104,3 m, calcular o volume de corte e de aterro (represente as seções A, B e C). Determine, também, a cota do plano horizontal que resultará uma sobra de 240 m<sup>3</sup> de terra.

47) Elaborar a caderneta de locação de uma curva circular à direita, admitindo-se o estacionamento do teodolito em **PI**.

Dados: a) estaqueamento = 20,0 m; b) número da estaca do **PI** = 79 + 14,06 m; c) raio (**R**) = 280,0 m; d) Rumos: **PC - PI** = 70°30' NE e **PT - PI** = 78°36' NW

Esquema:



48) Preparar uma caderneta de locação, para que seja locada uma curva horizontal à direita, com cordas de 20,0m. Dados:

- $I = 42^{\circ}30'$  (ângulo central)
- $R = 164,50$  m (raio da curva)
- Estaca do PC = 40 + 12,25 m (estaqueamento = 20,0m)

49) Preparar uma caderneta de locação, para que seja locada uma curva horizontal à direita, com cordas de 10,0m. Dados:

- $I = 54^{\circ}30'$  (ângulo central)
- $R = 180,0$  m (raio da curva)
- Estaca do PC = 28 + 10,50 m (estaqueamento = 20,0m)

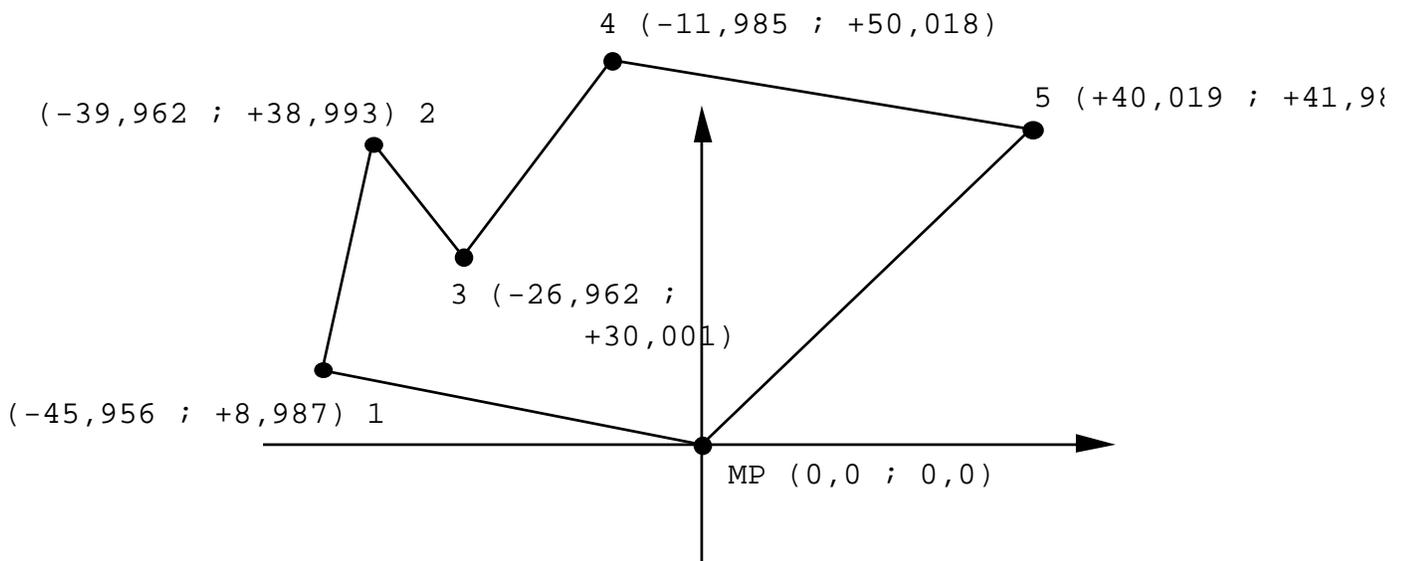
50) Num trabalho de terraplenagem determinaram-se as altitudes das estacas (quadrícula = 20,0 x 20,0m) pelo método de nivelamento geométrico. Dados (valores em m):

Estacas	Ré	A.I.	P.I.	P.M.	Cotas
RN	0,120				200,00
A1			1,860		
B1			2,500		
C1			3,300		
A2			2,200		
B2			2,400		
C2				3,100	

Com os dados acima pede-se:

- projetar um plano inclinado de + 3% na direção e sentido de A para C que resultará em  $V_c = V_a$ ;
- calcular os volumes de corte e aterro para o plano inclinado (não considere talude de corte e saia de aterro), utilize a fórmula do tronco de pirâmide.

51) Com as coordenadas totais fornecidas abaixo (valores em m), e sabendo-se que a área total é de 2537,127 m<sup>2</sup>, dividir o polígono em três (3) partes iguais, determinando as coordenadas totais finais das duas cercas divisórias. Considere o ponto MP (0,0 ; 0,0) como sendo a origem das duas cercas.



52) Sabendo-se que foi realizado um levantamento aerofotogramétrico com as seguintes especificações:

- altura de vôo = 5.250 m (acima da região fotografada);
- recobrimento longitudinal = 60% e transversal = 30%;
- formato do negativo: 23 x 23 cm;
- distância focal da câmara:  $f = 210$  mm;
- área de 50 km de comprimento por 15 km de largura.

Pergunta-se:

- 1) Qual a escala da fotografia aérea?
- 2) Qual a escala da planta a ser restituída?
- 3) Qual a área total e área útil por fotografia?
- 4) Qual o número de fotografias, necessárias, para recobrir toda a área?

**53)** Foram obtidas fotografias aéreas verticais de um avião, com uma câmara aerofotogramétrica de distância focal igual a 15,2 cm, voando a 5000,0 m de altitude. Sabendo-se que a altitude média da região fotografada é de 500,0 m, calcular a área coberta por um par de fotogramas, cujo formato é 0,23 m x 0,23 m e que possui um recobrimento longitudinal de 60%. Determine, também, a escala da carta planialtimétrica que poderá ser obtida pelo processo de restituição aerofotogramétrica.

**54)** Completar a caderneta de nivelamento apresentada a seguir e, posteriormente:

- a) locar no perfil o greide de uma rampa em aclave com 2% de declividade e que parte 3,00m acima do topo da estaca 0;
- b) calcular cotas vermelhas das estacas 1, 2, 3 e 4;
- c) determinar a cota e a numeração do ponto de passagem existente.

Estacas	Ré	A.I.	P.I.	P.M.	Cota
<b>0</b>	3,817				
<b>1</b>					101,405
<b>2</b>			1,509		102,405
<b>3</b>		107,224		0,344	
<b>4</b>			2,914		
<b>5</b>	3,804				106,129
<b>6</b>				0,902	

OBS: valores em metros.

**55)** Num trabalho de terraplenagem, transferiu-se a altitude de um marco para um ponto próximo a área trabalhada, pelo método de nivelamento trigonométrico. Posteriormente, conhecendo-se essa nova altitude, determinaram-se as altitudes das estacas que serviram à terraplenagem.

Dados:

- a) Transferência de altitude: na estação A, cuja altitude é de 111,832 m, instalou-se um distanciômetro ficando o eixo da luneta a 1,730 m de altura, em seguida visou-se o "sinal", cuja altura era de 1,420 m, em B, anotando-se o ângulo zenital  $90^{\circ}49'33,4''$  e a distância inclinada 826,730 m.
- b) Altitudes das estacas que serviram à terraplenagem: com o nível de precisão fez-se uma irradiação altimétrica obtendo-se os seguintes dados:
  - b1) visada de ré na mira colocada sobre o ponto B igual a 0,120 m;
  - b2) leituras da mira, em metros, nos vértices das quadrículas (quadrículas 10,0 m X 10,0m);

	A	B	C
<b>1</b>	1,860	2,200	1,300
<b>2</b>	2,500	2,400	2,300
<b>3</b>	3,300	3,100	3,400

4	3,800	3,900	4,000
---	-------	-------	-------

Calcular:

a) A cota do plano médio (hm) e traçar na planta, desenhada na escala 1/250, a curva de passagem; b) O volume total de corte e de aterro.

## R E S P O S T A S

- 1) A área do polígono é:  $3943,312 \text{ m}^2$
- 2) As distâncias corrigidas são:  $1-2 = 38,543 \text{ m}$ ;  $2-3 = 81,166 \text{ m}$ ;  $3-4 = 126,263 \text{ m}$
- 3) O comprimento real da trena é:  $20,039 \text{ m}$
- 4) 4.1. Perímetro:  $144,991 \text{ m}$ ; 4.3. Área:  $1206,33 \text{ m}^2$   
4.2. Coordenadas: B ( $60,00 \text{ m}$ ;  $0,00 \text{ m}$ ); C ( $35,542 \text{ m}$ ;  $20,105 \text{ m}$ ); D ( $24,457 \text{ m}$ ;  $-20,105 \text{ m}$ )
- 5) 1. Comprimento de AB =  $278,383 \text{ m}$ ; 3. Área do polígono ABPQ =  $33690,243 \text{ m}^2$   
2. Coordenadas: Q ( $20,00 \text{ m}$ ;  $0,00 \text{ m}$ ); A ( $272,167 \text{ m}$ ;  $217,787 \text{ m}$ ); B ( $18,758 \text{ m}$ ;  $102,542 \text{ m}$ )
- 6) Área do polígono 1-2-3-4 =  $1480,628 \text{ m}^2$
- 7) Área do triângulo 1-2-3 =  $2710,575 \text{ m}^2$
- 8) a. Coordenadas: 3 ( $-0,90 \text{ m}$ ;  $-1,9 \text{ m}$ ); 4 ( $-2,60 \text{ m}$ ;  $0,00 \text{ m}$ )  
b. Área do polígono =  $57,44 \text{ m}^2$
- 9) Área do polígono =  $52344,411 \text{ m}^2$
- 10) Distância Horizontal (DH) 1-2 =  $215,222 \text{ m}$ ; Diferença de Nível (DN) 1-2 =  $33,528 \text{ m}$
- 11) Os rumos magnéticos de ré são:

Alinhamento	Rumo
0-1	$69^\circ 29' 15'' \text{ SE}$
1-2	$50^\circ 30' 45'' \text{ SW}$
2-0	$09^\circ 29' 15'' \text{ NW}$

12) a. Azimutes e rumos, magnéticos e verdadeiros, de vante e de ré:

Alinhamento	Az. mag. vante	Az. mag. ré	Az. verd. vante	Az. verd. ré
0-1	$44^\circ 50' 25''$	$224^\circ 50' 25''$	$27^\circ 12' 15''$	$207^\circ 12' 15''$
1-2	$134^\circ 50' 25''$	$314^\circ 50' 25''$	$117^\circ 12' 15''$	$297^\circ 12' 15''$
2-0	$269^\circ 50' 25''$	$89^\circ 50' 25''$	$252^\circ 12' 15''$	$72^\circ 12' 15''$

Alinhamento	Rumo mag. vante	Rumo mag. ré	Rumo verd. vante	Rumo verd. ré
0-1	$44^\circ 50' 25'' \text{ NE}$	$44^\circ 50' 25'' \text{ SW}$	$27^\circ 12' 15'' \text{ NE}$	$27^\circ 12' 15'' \text{ NE}$
1-2	$45^\circ 09' 35'' \text{ SE}$	$45^\circ 09' 35'' \text{ NW}$	$62^\circ 47' 45'' \text{ SE}$	$62^\circ 47' 45'' \text{ SE}$

2-0	89°50'25" SW	89°50'25" NE	72°12'15" SW	72°12'15" SW
-----	--------------	--------------	--------------	--------------

b. Coordenadas: 0 (-84,616 m; -85,089 m); 2 (85,089 m; -84,616 m)

c. Comprimento 0-2 = 169,705 m

13) Azimutes e rumos, magnéticos e verdadeiros, de vante e de ré:

Alinhamento	Az. mag. vante	Az. mag. ré	Az. verd. vante	Az. verd. ré
0-1	275°03'23"	95°03'23"	293°44'35"	113°44'35"
1-2	05°03'23"	185°03'23"	23°44'35"	203°44'35"
2-0	140°03'23"	310°03'23"	158°44'35"	338°44'35"

Alinhamento	Rumo mag. vante	Rumo mag. ré	Rumo verd. vante	Rumo verd. ré
0-1	84°56'37" NW	84°56'37" SE	66°15'25" NW	66°15'25" SE
1-2	05°03'23" NE	05°03'23" SW	23°44'35" NE	23°44'35" SW
2-0	39°56'37" SE	39°56'37" NW	21°15'25" SE	21°15'25" NW

14) As coordenadas são: C (60,224 m; -52,660 m); A (-15,493 m; -78,485 m)

15) a. Azimutes magnéticos para 01/04/1994:

Alinhamento	Azimute
0-1	65°41'45"
1-2	142°53'45"
2-3	38°39'45"
3-4	01°00'45"
4-0	224°51'45"

b. Deflexões e seus sentidos:

Alinhamento	Deflexões
0-1	159°10' E
1-2	77°12' D
2-3	104°14' E
3-4	37°39' E
4-0	136°10' E

16) Os ângulos faltantes são:

Alinhamento	Rumo de Vante	Rumo de Ré	Azimute de Vante	Azimute de Ré
1-2		11°35'20" NW	168°24'40" SW	348°24'40"
2-3	90°00" E		90°00"	270°00"
3-4	15°47'00" NW	15°47'00" SE		164°13'00"
4-5	40°12'40" SW	40°12'40" NE	210°12'40"	
5-6		00°00' N	180°00"	90°00" E

17) Rumo magnético em 01/04/1987: 18°06" SW; Rumo verdadeiro: 29°16" SW

18) Os rumos verdadeiros são:

Alinhamento	Rumo
A-B	11°10" NE
B-C	48°50" SE
C-A	71°10" SW

19) a. Os azimutes magnéticos são:

Alinhamento	Azimute
0-1	290°30'45"
1-2	50°30'45"
2-0	170°30'45"

b. Os rumos verdadeiros de ré são:

Alinhamento	Rumo
0-1	87°49'30" SE
1-2	32°10'30" SW
2-0	27°49'30" NW

20) a. Azimute verdadeiro = 156°29'; b. Azimute magnético de ré = 344°49'; c. rumo magnético de ré = 10°11' NW.

21) a. Azimute verdadeiro = 183°09'; b. Azimute magnético de ré = 344°49'; c. rumo magnético de ré = 10°11' NW.

22) a. As coordenadas totais são:

MP (0,00 m; 0,00 m); 1 (69,679 m; 39,450 m); 2 (129,606 m; -34,413 m); 3 (73,295 m; -76,612 m); A (173,981 m; -26,940 m); B (65,495 m; -101,415 m)

b. Área do polígono = 12310,286 m<sup>2</sup>

c. Distância 1-3 = 116,118 m

23) A tabela abaixo mostra os resultados:

Alinhamento	DH	DN
MP-1	68,169 m	-4,687 m
MP-2	80,710 m	+13,407 m
MP-3	52,800 m	+0,965 m

24) O perímetro do polígono é: 237,844 m

25) a. Os azimutes estão na tabela abaixo; b. O erro angular de fechamento é: 00°10'

Alinhamento	Azimute
1-2	54°50'

2-3	191°20'
3-4	131°00'
4-5	273°10'
5-MP	31°20'
MP-1	139°10'

26) A tabela abaixo mostra os resultados:

Alinhamento	Azimute verd.	Rumo mag.
MP-1	33°10'30"	51°23'15" NE
1-2	107°53'30"	53°53'45" SE
2-3	185°15'30"	23°28'15" SW
3-4	300°00'30"	41°46'45" NW
4-5	249°30'30"	87°43'45" SW
5-MP	302°55'30"	38°51'45" NW

27) Distância Horizontal (DH) = 31,436 m

28) A altitude de B é: 320,20 m

29) A tabela abaixo mostra os resultados:

Alinhamento	Azimute
B-0	289°50'
B-1	09°15'
B-2	74°40'
B-3	138°12'
B-4	201°40'
B-5	260°00'

30) a. O erro linear de fechamento é: 2,738 ‰

b. As coordenadas totais são:

1 (-70,500 m; 42,439 m); 2 (-26,576 m; 59,645 m); 3 (20,840 m; 39,414 m); 4 (0,00 m; 0,00 m);  
5 (33,893 m; -39,655 m); MP (-101,414 m; -4,007 m)

31) a. Rumo 4-2 = 86°22'01" NE e DH 4-2 = 63,127 m; b. Área 01 = 1082 m<sup>2</sup> e Área 02 = 1375 m<sup>2</sup>

32) a. Área do polígono = 48531,899 m<sup>2</sup>; b. DH 1-4 = 271,190 m e Rumo 1-4 = 73°22'44" NW

33) a. A tabela abaixo mostra os azimutes magnéticos da poligonal de base para 01/07/1992:

Alinhamento	Azimute
MP-1	358°45" (lido)
1-2	104°07'16"
2-3	210°24'55"
3-MP	249°21'13"
MP-1	358°45'52" (calculado)

b. As coordenadas totais para todos os pontos são:

Ponto	Longitude (m)	Latitude (m)
MP	0,00	0,00
1	-1,913	87,685
2	67,692	70,179
a	7,292	68,588
b	7,858	77,313
c	19,837	76,932
3	34,043	12,841
d	20,023	68,162
e	70,390	46,357
f	59,260	33,481

34) a. As coordenadas totais são:

Ponto	Longitude (m)	Latitude (m)
A	42,265	99,551
B	109,848	84,146
C	99,650	-22,010
MP	0,00	0,00

b. A área do polígono é:  $9090,978 \text{ m}^2$ ;

c. DH C-A = 134,425 m e Rumo C-A =  $25^\circ 16' 13,56''$  NW

35) a. As coordenadas totais para todos os pontos são:

Ponto	Longitude (m)	Latitude (m)
1	-71,999	12,196
2	-63,885	54,046
A	-72,772	11,053
3	-36,065	42,674
B	-51,762	50,674
MP	0,00	0,00
C	-19,563	31,418
D	-8,908	22,236
E	0,040	11,057

b. Área do polígono =  $2296,135 \text{ m}^2$

36) Os resultados encontram-se na tabela abaixo:

Alinhamento	Distância (m)	Rumo
1-2	48,918	$49^\circ 08' 40''$ SE
2-3	59,034	$38^\circ 48' 40''$ SW
3-4	49,396	$31^\circ 45' 34''$ NW
4-1	44,407	$35^\circ 50' 15''$ NE

37) O problema pode ser resolvido por triangulação.

38) a. As cotas (m) calculadas estão na tabela abaixo:

Estacas	Nivelamento	Contra-nivelamento
0	100,00	99,998
1	100,296	100,294
2	100,625	100,623
3	101,044	101,042
4	101,610	101,608
5	102,883	102,882
6	104,877	104,877
7	107,613	107,613

b.) O erro de fechamento altimétrico é: 2,00 mm; c. a declividade do plano inclinado é: 5,495%.

39) a. A declividade do greide é: 1,223%; b. A cota do ponto de passagem é: 103,795 m; c. As cotas no terreno e na rampa para a estaca 27 são respectivamente: 103,128 m e 104,678 m.

40) A altitude do ponto A é: 172,929 m.

41) Preencher tabela no próprio exercício, não precisa resposta.

42) a. As cotas vermelhas nas estacas 5+17,50 m e 10+15,10 m são respectivamente: -0,119 m e +1,015 m; b. a declividade da rampa é: 1,00%.

43) a. As cotas das estacas são:

Cotas (m)	1	2	3	4
A	100,00	99,40	98,80	98,20
B	99,60	99,00	98,40	97,80
C	99,20	98,60	98,00	97,40
D	98,80	98,20	97,60	97,00

b. As cotas vermelhas são:

Cotas vermelhas (m)	1	2	3	4
A	-1,5	-0,9	-0,3	+0,3
B	-1,1	-0,5	+0,1	+0,7
C	-0,7	-0,1	+0,5	+1,1
D	-0,3	+0,3	+0,3	+1,5

c. Cota do hm = 98,50 m.

44) a. Resultado obtido utilizando-se a fórmula dos prismas:

1. Volume de corte =  $596,535 \text{ m}^3$  e 2. Volume de aterro =  $594,855 \text{ m}^3$

b. Resultado obtido utilizando-se a fórmula do tronco de pirâmide:

1. Volume de corte =  $453,319 \text{ m}^3$  e 2. Volume de aterro =  $524,984 \text{ m}^3$

45) Resultado obtido utilizando-se a fórmula do tronco de pirâmide:

1. Volume de corte =  $553,520 \text{ m}^3$  e 2. Volume de aterro =  $556,453 \text{ m}^3$

46) a. Resultado obtido utilizando-se a fórmula dos prismas:

1. Volume de corte =  $822,849 \text{ m}^3$  e 2. Volume de aterro =  $820,845 \text{ m}^3$

b. Cota do novo hm = 104,20 m.

47) a. Estaca do PC = 75+16,682 m; b. Estaca do PT = 83+7,688 m ; c.  $\text{dm} = 0^\circ 06' 08,41''$

48) a. Estaca do PT = 46+14,27 m ; b.  $\text{dm} = 0^\circ 10' 27,33''$

49) a. Estaca do PT = 37+1,72 m ; b.  $\text{dm} = 0^\circ 09' 33''$

50) Resultado obtido utilizando-se a fórmula do tronco de pirâmide:

1. Volume de corte =  $236,995 \text{ m}^3$  e 2. Volume de aterro =  $238,772 \text{ m}^3$

51) As coordenadas são: A (-25,251 m; 32,071 m) e B (5,876 m; 47,393 m).

52) 1. Escala da fotografia = 1/25000; 2. Escala da planta = 1/15625; 3. Área útil = 925,75 ha; 4. Total de fotografias = 96.

53) a. Escala da fotografia = 1/29605; b. Escala da planta = 1/21911; c. Área coberta por um par de fotografias = 6490,95 ha

54) a. As cotas vermelha (CV) são: CV1 = +1,995 m; CV2 = +1,492 m; CV3 = +0,727 m; CV4 = +0,290 m; b. A cota e a numeração do ponto de passagem são respectivamente: 104,682 m e 4+4,4087 m.

55) a. A cota de hm é: 97,505 m; b. Volume de corte =  $163,069 \text{ m}^3$  e 2. Volume de aterro =  $163,070 \text{ m}^3$