

## **7 – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO**

## 7 – NIVELAMENTO GEOMÉTRICO

A partir dos dados mostrados nas planilhas anexas, pede-se determinar as cotas ajustadas dos pontos da poligonal levantada no campo, pelo processo de nivelamento geométrico.

### 7.1 Exercício

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
RN			1,445			100,000		
1				2,103				
1			1,628					
2				1,975				
2			2,051					
3				1,378				
3			1,057					
4				1,082				
a					1,053			
b					2,314			
4			2,045					
5				1,030				
5			0,345					
RN				1,009				
SOMAS								
NOME DO OPERADOR:						DATA:		

7.2 Exercício

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
RN			1,731					735,232
1				2,421				
A					2,132			
B					2,345			
C					1,389			
D					2,314			
1			1,891					
2				3,456				732,979
E					0,780			
SOMAS								
NOME DO OPERADOR:							DATA:	

### 7.3 Exercício

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
P1			1,417			10,000		
A					2,317			
B				2,716				
B			1,062					
C				1,447				
C			2,613					
D					0,738			
E				0,441				
E			0,881					
P1				1,361				
SOMAS								
NOME DO OPERADOR:						DATA:		

7.4 Exercício

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
A			2,432			310,456		
0				2,184				
0			1,925					
I				1,043				
I			1,988					
II				0,986				
II			1,621					
B				0,435				313,782
NOME DO OPERADOR:						DATA:		

**7.5 Exercício**

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
1			2,345			725,423		
2				1,241				
2			1,342					
3				0,785				
3			2,108					
4				1,005				
4			1,053					
5				1,976				
5			1,038					
6				2,534				
6			1,482					
1				1,821				
SOMAS								
NOME DO OPERADOR:						DATA:		

## 7.6 Exercício

NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
RNI	3272	24,2	3,152			682,457		
	3030							
A	1135	24,0		1,014				
	0895							
A	1780	26,4	1,648					
	1516							
B	1714	26,4		1,642				
	1510							
B	1747	20,6	1,643					
	1541							
C	1755	20,6		1,652				
	1549							
1	2548	90,6			2,145			
	1642							
C	1793	28,2	1,652					
	1511							
D	1794	28,6		1,651				
	1508							
D	1979	26,8	1,845					
	1711							
RN2	3585	26,4		3,453				682,980
	3321							
SOMAS		252,2	9,940	9,412				
NOME DO OPERADOR:						DATA:		

Erro de fechamento = 5 mm

$$\text{Erro tolerável} = 10\sqrt{s} = 10\sqrt{0,2522} = 5,2 \text{ mm}$$

### 7.7 Exercício

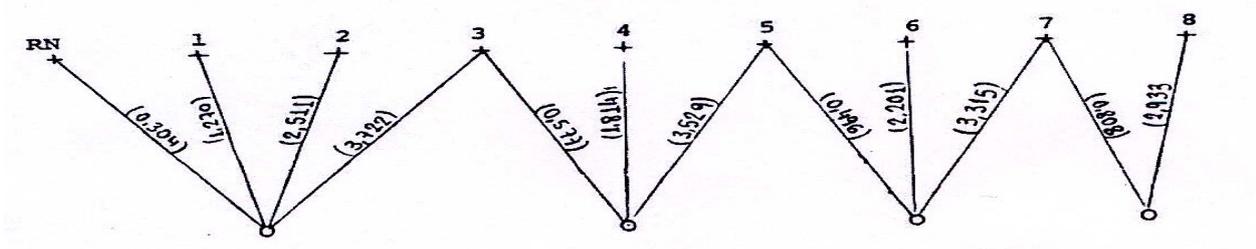
NIVELAMENTO GEOMÉTRICO								
Ponto Visad	Estadia A/B (mm)	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
			Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
RNI	3022	40,6	2,819			528,234		
	2616							
1	2444	40,1		2,244				
	2043							
1	2316	39,2	2,120					
	1924							
2	2366	38,9		2,172				
	1977							
2	2635	43,4	2,418					
	2201							
R	2878	43,6		2,660				
	2442							
R	2458	42,5	2,246					
	2033							
3	2353	41,7		2,144				
	1936							
A	2427	90,4			1,975			
	1523							
B	2278	85,6			1,850			
	1422							
3	4069	39,6	3,871					
	3673							
4	3096	38,9		2,901				
	2707							
4	1019	41,2	0,813					
	0607							
RNI	2376	40,8		2,172				
	1968							
SOMAS		666,50	14,287	14,293				
NOME DO OPERADOR:						DATA:		

Erro de fechamento = 6 mm

Erro tolerável =  $10\sqrt{s} = 10\sqrt{0,6665} = 8,2 \text{ mm}$

### 7.8 Exercício

Preencher a caderneta de campo de nivelamento geométrico e calcular as cotas dos pontos levantados:



Cota de RN : 312,437

0: posição do nível

+ : posições da mira (estacas visadas)

(0,304) etc...: leituras da mira

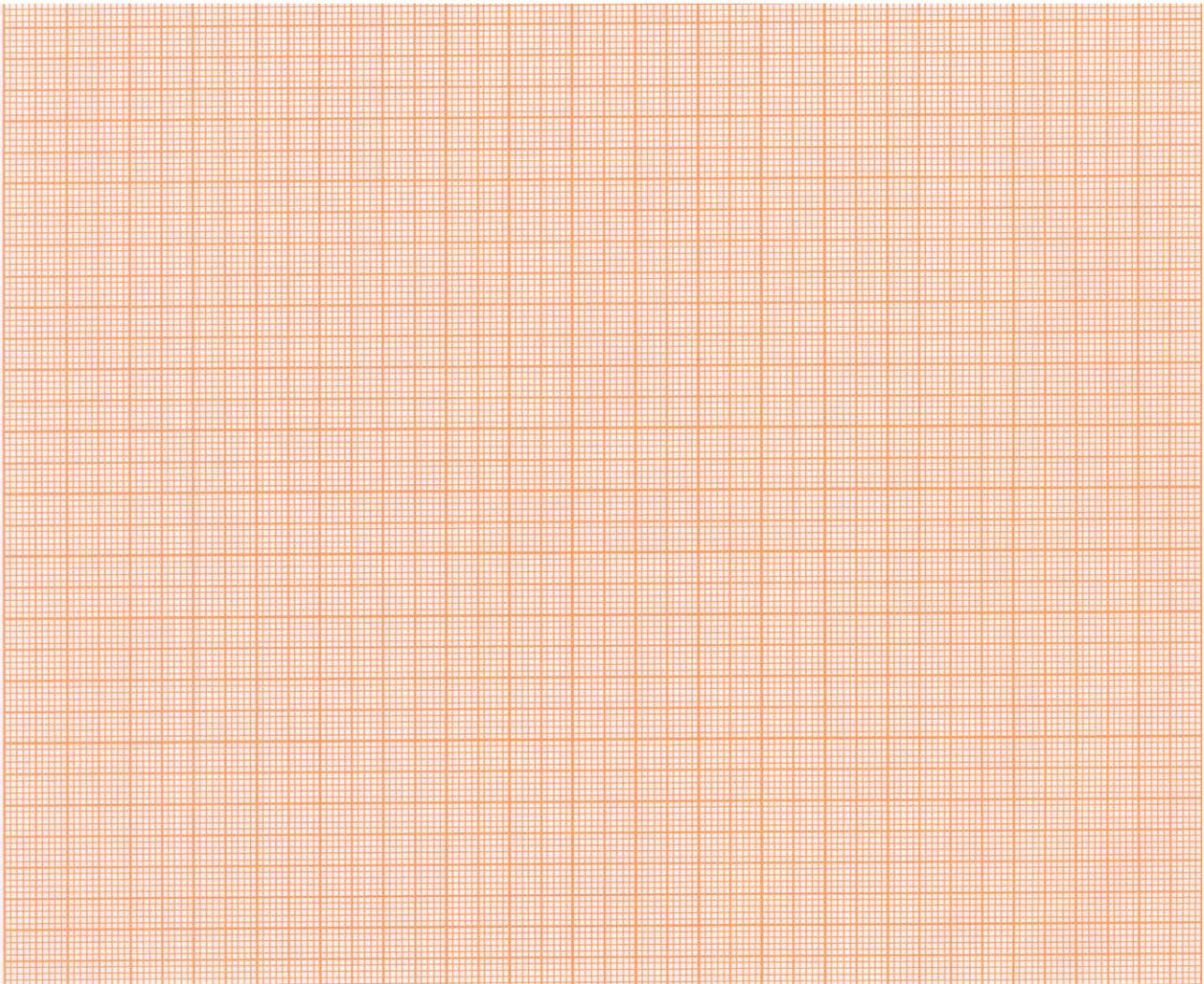
NIVELAMENTO GEOMÉTRICO									
Ponto Visado	Estadia (mm)	A/B	Distância (m)	mira		Detalhes	Cotas		
				Ré	Vante		provisória	ajustes	corretas
RN				0,304			312,437		
1						1,270			
2						2,511			
3						3,722			
3				0,577					
4						1,814			
5						3,529			
5				0,496					
6						2,201			
7						3,315			
7				0,808					
8						2,933			

## **8 – AVALIAÇÃO DE ÁREAS E VOLUMES**

### 8.1 Exercício

Calcular a área do polígono de 5 lados, cujas coordenadas estão indicadas abaixo, através dos processos analíticos (fórmula de Gauss e de redução – equivalência geométrica).

PONTOS	COORDENADAS	
	N	E
A	22	3
B	22	7
C	24	9
D	27	5
E	25	2



## 8.2 Exercício

Pede-se calcular a área da poligonal fechada sendo fornecidas as coordenadas de seus vértices:

A)

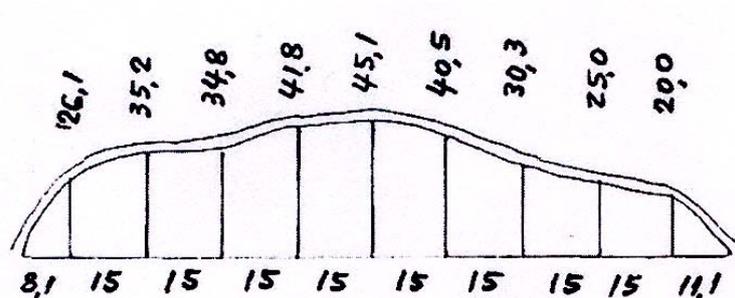
PONTO	N	E
A	189,981	35,049
B	100,000	100,000
C	178,754	168,139
D	146,635	305,498
E	254,366	130,252

B)

PONTO	N	E
A	400,000	100,000
B	650,73	413,61
C	702,96	792,14
D	334,77	784,54
E	88,69	260,27

## 8.3 Exercício

Pede-se determinar a área extrapoligonal da figura abaixo pelos processos de Bezout, Poncelet e Simpson



#### 8.4. Exercício

Pede-se calcular a coordenada Norte do vértice 1 da poligonal 0, 1, 2, 3, 4, cuja área vale  $18.000\text{m}^2$ . As demais coordenadas são:

$N_0 = 100,00$	$N_1 = ?$	$N_2 = 150,00$	$N_3 = 60,00$	$N_4 = 30,00$
$E_0 = 100,00$	$E_1 = 150,00$	$E_2 = 280,00$	$E_3 = 280,00$	$E_4 = 210,00$

#### 8.5. Exercício

Determinar as coordenadas (N, E) do ponto 1, com relação à origem 0, sabendo-se que o quadrilátero 1, 2, 3, 4 possui uma área total de  $6.088\text{m}^2$  e que o azimute da direção 01 é  $63^\circ 49'$ .

São fornecidas as coordenadas dos demais pontos em relação à origem.

$N_2 = 150,20$	$N_3 = 225,70$	$N_4 = 180,60$
$E_2 = 100,10$	$E_3 = 125,30$	$E_4 = 175,90$

#### 8.6. Exercício

Sendo dadas as coordenadas de dois pontos de um triângulo ABC ( $E_A = 100,00$  e  $N_A = 100,00$ ,  $E_B = 230,00$  e  $N_B = 160,00$ ), pede-se determinar as coordenadas do ponto C, sabendo-se que:

A) o azimute da direção A-C  $112^\circ 35'$

B) a área do triângulo é igual a  $504,10\text{ m}^2$

#### 8.7. Exercício

Pede-se calcular a área de aterro, perímetros para revestimento vegetal, para limpeza e desapropriação, bem como o comprimento de bueiro admitindo que a seção passa pelo talvegue que é perpendicular à via.

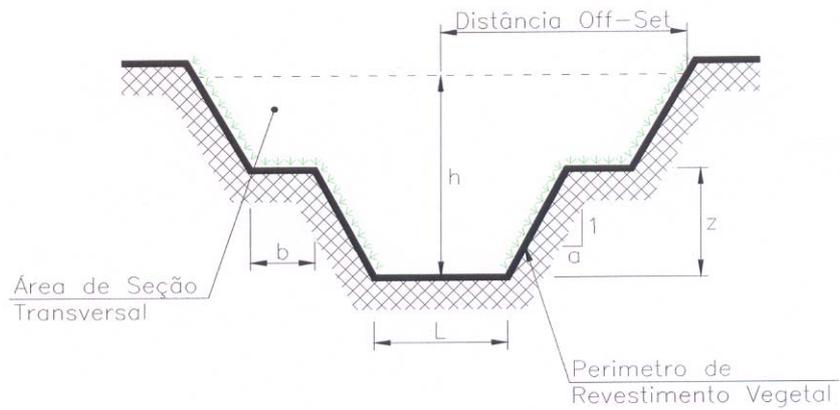
Considerar plataforma ferroviária com largura de 9 m, largura de berma de 4 m, posicionadas a cada 8 m e talude de aterro de 1,5 : 1,0 (H/V), com 13 m de altura.

#### 8.8. Exercício

Pede-se determinar a área de corte, perímetros para proteção do talude, para limpeza e desapropriação, bem como o comprimento de uma passagem superior (OAE) admitindo que a via secundária cruza perpendicularmente a rodovia.

Considerar a via principal com plataforma de 14 m, largura de bermas de 4 m, posicionadas a cada 8 m, talude de corte 1,0 : 1,0 com altura de 20 m.

## CÁLCULOS DE ÁREA DE SEÇÃO TRANSVERSAL



$$A = (L + h.a)h + bn[2h - z(1 + n)]$$

Onde:

$$n = \frac{h}{z} \text{ (inteiro menor)}$$

DISTÂNCIA DE OFF-SET (d)

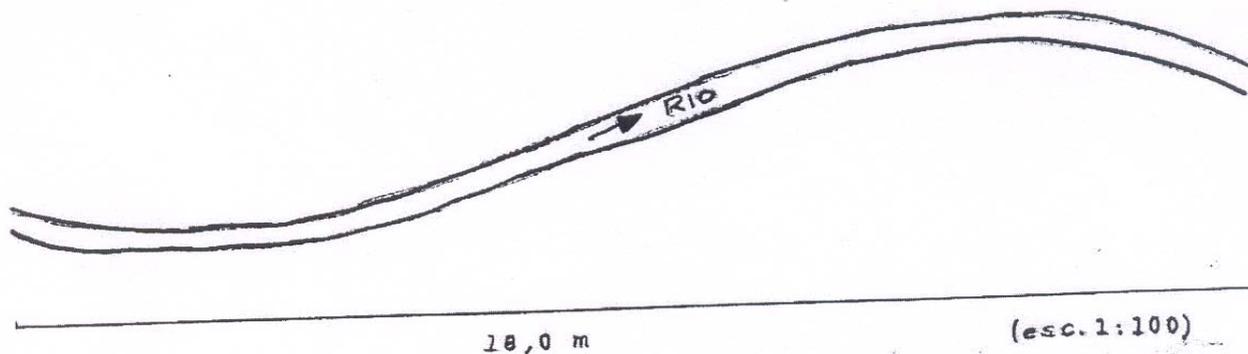
$$d = \frac{L + 2nb + a(2h)}{2}$$

PERÍMETRO DE REVESTIMENTO VEGETAL

$$R = 2.(b.n + h\sqrt{a^2 + 1})$$

### 8.9. Exercício

Calcular a área extra-polygonal representada pela figura abaixo (escala 1:100) utilizando os processos de Bezout, Poncelet e Simpson.



### 8.10. Exercício

Com um teodolito estacionado num vértice k da polygonal, levantou-se uma série de 5 pontos conforme dados do quadro abaixo:

Direção	Azimute	Distância (m)
KA	286°51'30"	34,482
KB	37°35'28"	31,892
KC	90°27'56"	38,286
KD	166°26'49"	30,916
KE	247°28'43"	32,585

Pede-se:

a) as coordenadas dos pontos A,B,C,D e E sabendo-se que as coordenadas do ponto K são  $N_k = 1990,000$  e  $E_k = 2033,000$

b) a área do polígono formado pelos novos vértices levantados

c) os rumos e distâncias dos cinco lados do polígono mencionado.

### 8.11. Exercício

Dadas as coordenadas dos pontos abaixo relacionados pede-se desenhar uma planta com curvas de nível de metro em metro. Calcular o volume de escavação considerando a cota de corte igual a 30 metros, bem como a curva de passagem para uma plataforma que resulte em volumes iguais de corte e aterro. Aproveitando os mesmos dados, pede-se calcular a área de corte da seção “C” admitindo-se cota de escavação igual a 30 metros e declividade de + 2% na plataforma a partir do ponto C1 para o ponto C5.

PONTO	COORDENADAS		COTA (m)
	N	E	
A1	160	100	36,30
A2	160	120	34,80
A3	160	140	33,50
A4	160	160	32,20
A5	160	180	30,80
B1	140	100	36,40
B2	140	120	34,90
B3	140	140	33,60
B4	140	160	32,30
B5	140	180	32,10
C1	120	100	36,60
C2	120	120	35,50
C3	120	140	34,40
C4	120	160	33,50
C5	120	180	32,90
D1	100	100	37,20
D2	100	120	36,30
D3	100	140	35,80
D4	100	160	35,10
D5	100	180	33,90

## **9 – CONCEITOS GERAIS**

## IMPLANTAÇÃO DE PLATAFORMA

**9.1.** Traçar as curvas de nível do novo relevo do terreno resultante da implantação de uma plataforma retangular de 30m x 50m, plana e horizontal, indicando ainda as zonas de corte e aterro, bem como as linhas de off-set.

São dados:

escala de planta 1:1000

coordenadas que definem a posição onde a plataforma deverá ser implantada (vértices do retângulo):

	N = 820		N = 820		N 870		N = 870
A		B		C		D	
	E = 1170		E = 1200		E 1200		E = 1170

Cota da implantação da plataforma= 565,00

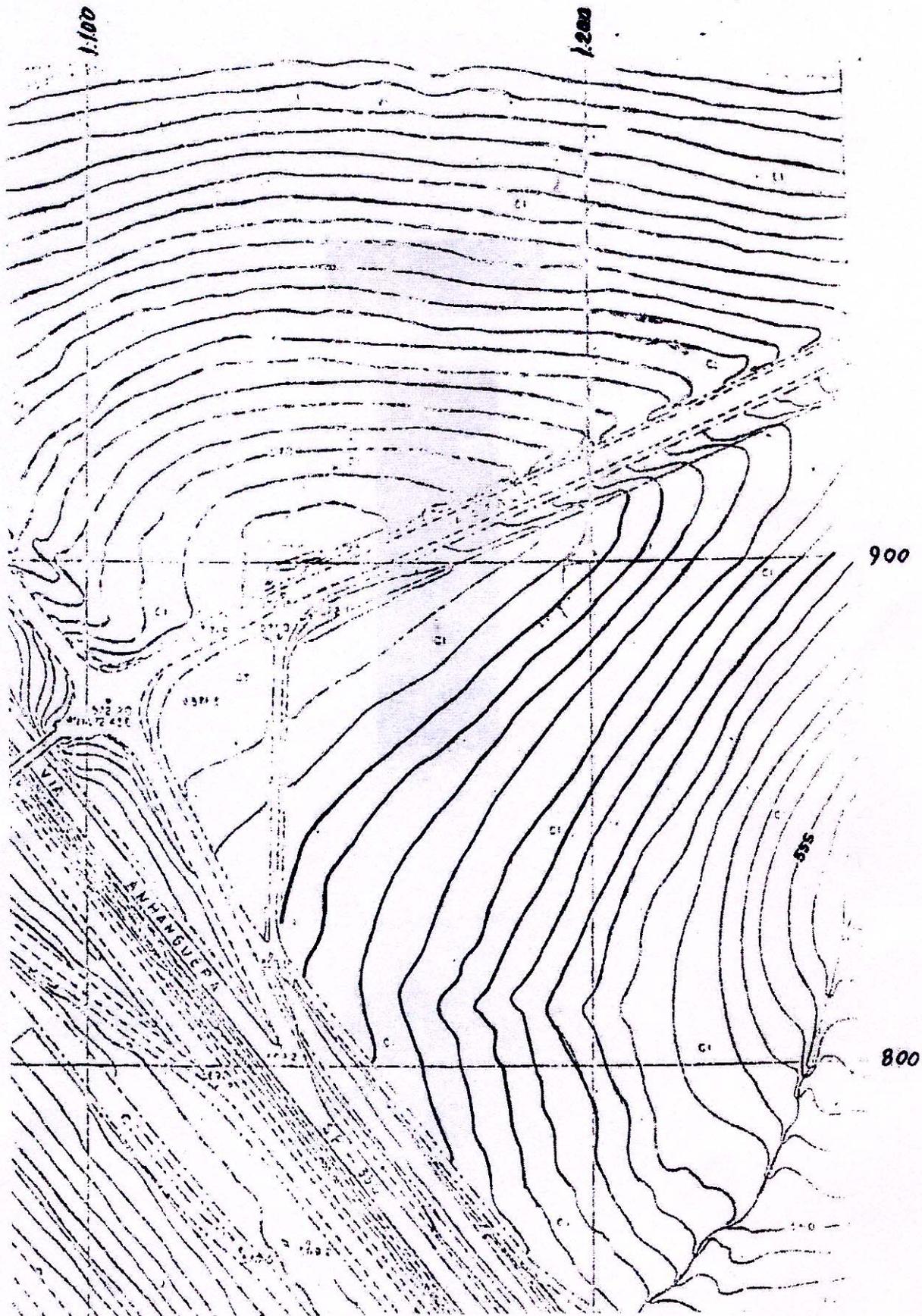
Declividade do talude de aterro = 1:3

Declividade do talude de corte = 1:2

**9.2.** Desenhar as seções transversais pelos eixos A-B e C-D da plataforma, representando o perfil original do terreno e o perfil modificado pela implantação da mesma, indicando ainda as zonas de corte e aterro, bem como as linhas de off-set.

Escalas de desenho das seções: H – 1:500 V – 1:500

9.3. Qual é a altura do aterro no ponto B da plataforma? E a altura do corte no ponto D?

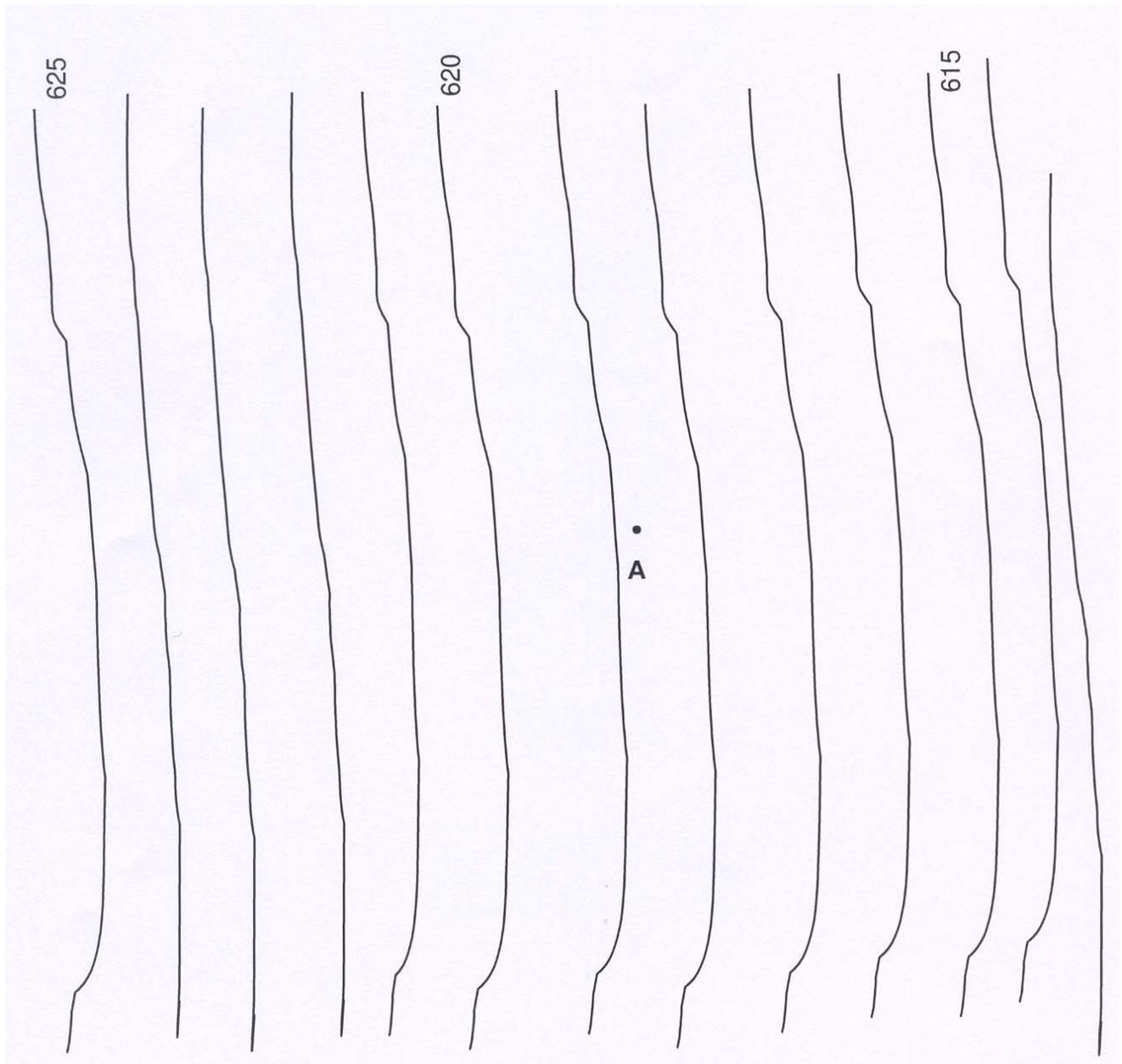


9.4. Dado o terreno abaixo, na escala 1/500, pede-se implantar uma plataforma circular (diâmetro: 30,0m), com centro no ponto A, na cota 619m.

Pede-se também:

a) indicar as zonas de corte e aterro e as linhas de off-set, supondo uma declividade de 1:2 (V:H) no corte e de 1:3 (V:H) no aterro.

b) Desenhar o perfil do terreno ao longo da linha de maior declive que passa por A, antes e depois da implantação da Plataforma.



9.5. Desenhar as curvas de nível do novo relevo do terreno resultante da implantação da plataforma plana e horizontal indicada na planta em anexo (A, B, C, D, E, F, G, H, A), representando ainda as zonas de corte e de aterro e as linhas de off-set. Determinar a altura de corte no ponto A e altura de aterro no ponto H.

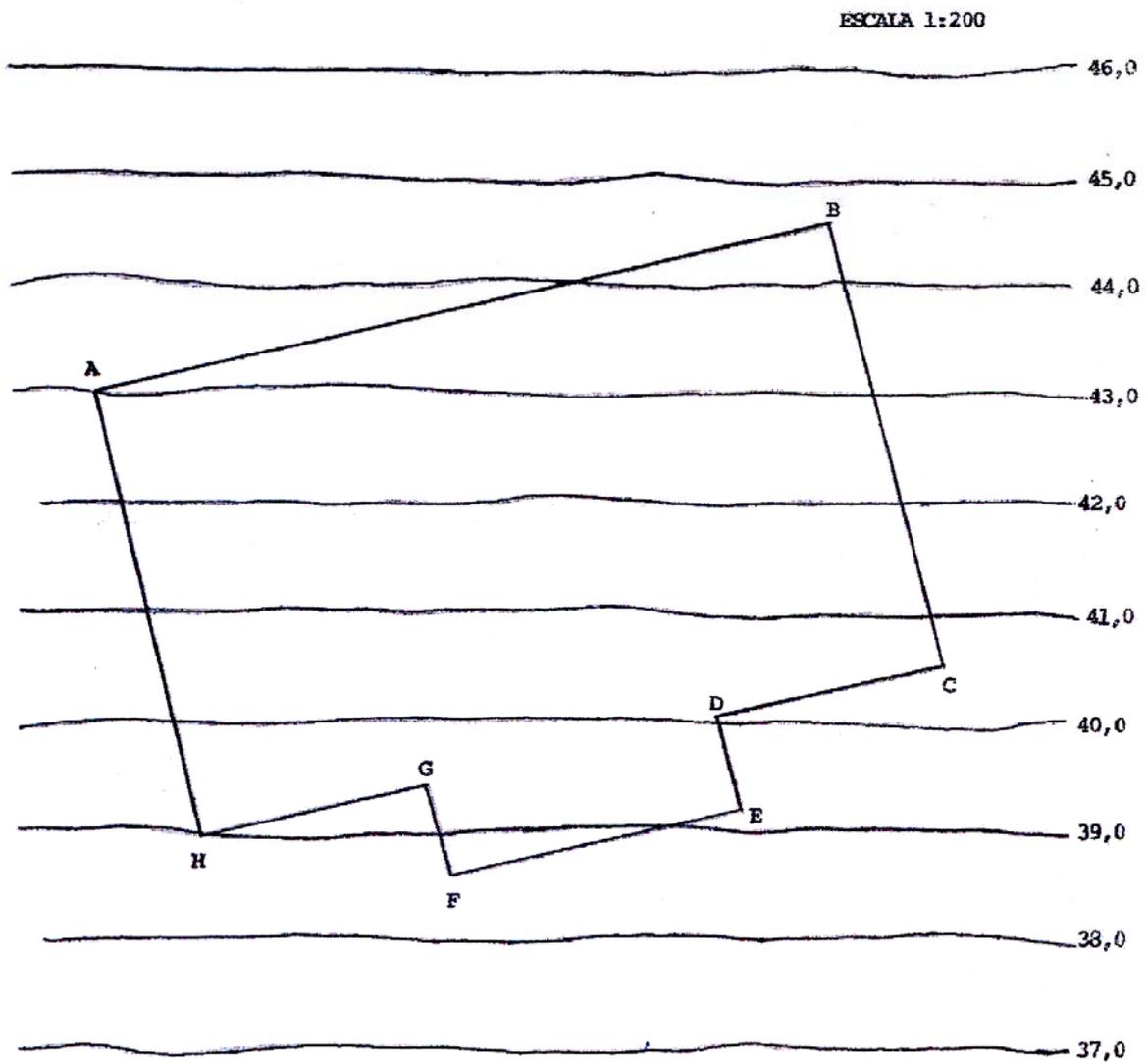
Dados:

Escala na Planta 1:200

Cota de implantação da plataforma – 41,0

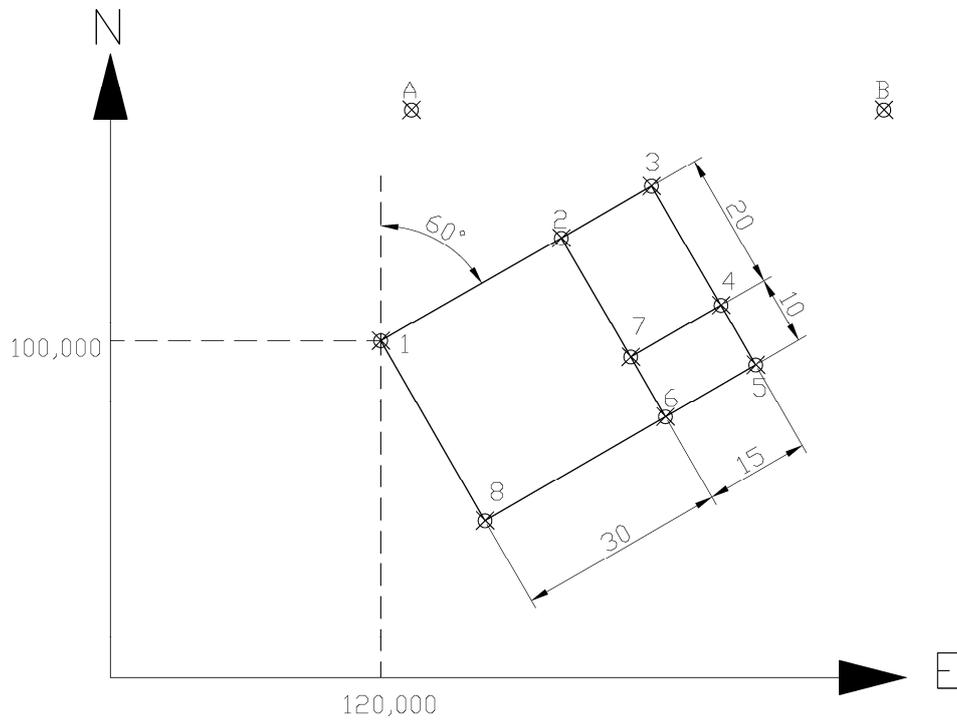
Declividade do talude de corte – 1:1

Declividade do talude de aterro – 1:1,5



## **10 – LOCAÇÃO**

**10.1** Dada uma planta com a localização dos pilares de um galpão, pede-se preparar a caderneta de locação dos pontos 1 a 8 notáveis do prédio para fins de implantação da obra.



Adotar como marco de locação o ponto A e para referência dos ângulos o ponto B, cujas coordenadas são:

PONTO	N	E
A	140,000	125,000
B	140,000	168,000
1	100,000	120,000

**10.2** Dados dois marcos  $M_1$  e  $M_2$  de coordenadas conhecidas, pede-se preparar caderneta de locação dos 4 pilares de um galpão industrial com dimensões 30 x 50m, sabendo-se que o pilar 1 tem coordenadas  $N_1 = 100,000$  e  $E_1 = 100,000$ ; e que o lado 1-2 tem orientação exatamente para o Norte.

PONTO	N	E
$M_1$	80,000	120,000
$M_2$	80,000	170,000
1	100,000	100,000

**10.3** Preparar uma caderneta de locação para implantação de um galpão industrial de 20 x 40m, sabendo-se que o menor lado 1-2 tenha azimute  $0^\circ$  e o primeiro vértice tenha coordenadas de projeto  $N_1 = 100,000$  e  $E_1 = 100,000$ . Manter o sentido horário para numeração seqüencial dos vértices.

Adotar para estação de locação o vértice A que apresenta coordenadas  $N_A = 80,000$  e  $E_A = 80,000$  e o vértice B localizado em  $N_B = 80,000$  e  $E_B = 160,000$ , como referência para a medida angular.

Repetir o mesmo exercício invertendo-se a posição de locação do aparelho, ou seja, estacionar em B e tomar como referência na medição dos ângulos o ponto A.

**10.4** Elaborar caderneta para locação de um lote de 20 x 30m definidos pelos vértices 1,2,3,4. As coordenadas da estação de locação  $E_0$ , da posição de referência  $E_1$  e do primeiro vértice 1 estão indicados no quadro abaixo. O lote tem o lado 1-2 orientado para o norte e numeração dos demais vértices no sentido horário.

PONTO	N	E
$E_0$	50,000	50,000
$E_1$	120,000	0,000
1	100,000	100,000

**10.5** Fornecer os elementos de locação (ângulo e distância) dos vértices de um quadrado (A,B,C,D), a partir da estação 1 ( $N_1 = 10,000$  e  $E_1 = 10,000$ ), sabendo-se que o vértice A possui coordenadas  $N_A = 20,000$  e  $E_A = 20,000$ , que o azimute do lado AB é  $45^\circ$  e que o lado do quadrado tem 15m (considerar apenas o sentido horário para a locação dos demais vértices do quadrado).