

GEOPROCESSAMENTO e SeRe

Prof. Antônio Estanislau Sanches
Engº. Cartógrafo e Civil

Manaus, 2018

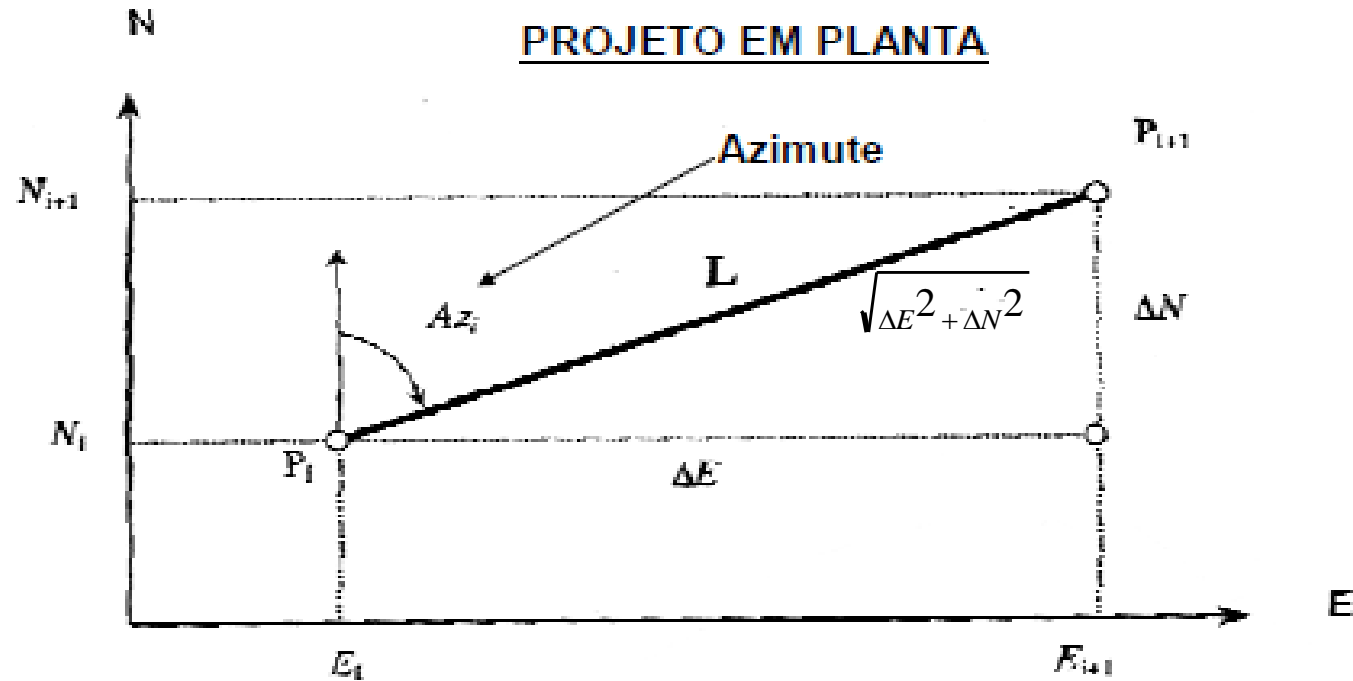
Revisão de TOPOGRAFIA

REVISÃO DE: Distâncias, Azimutes, Perímetros e Áreas

Manaus, 2018

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

CÁLCULO do AZIMUTE e DISTÂNCIA no SISTEMA UTM

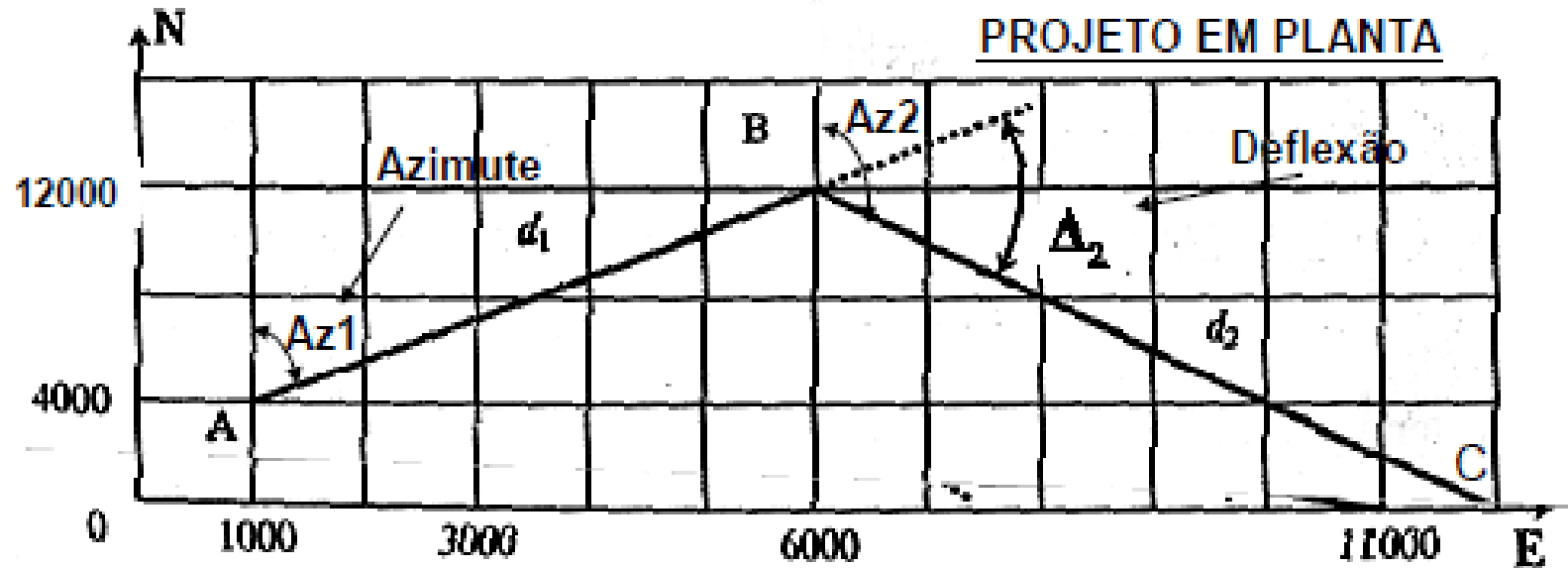


$$Az_i = \arctan\left(\frac{E_{i+1} - E_i}{N_{i+1} - N_i}\right)$$

$$\text{DISTÂNCIA: } D = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

EXEMPLO de CÁLCULO AZIMUTE e DISTÂNCIA - UTM



1 Passo: Cálculo dos azimutes

$$Az_1 = \arctan\left(\frac{E_B - E_A}{N_B - N_A}\right) = \arctan\left(\frac{6000 - 1000}{12000 - 4000}\right)$$

$$Az_1 = \arctan(0,625)$$

$$Az_1 = 32,0^\circ$$

2 Passo: Cálculo da distância

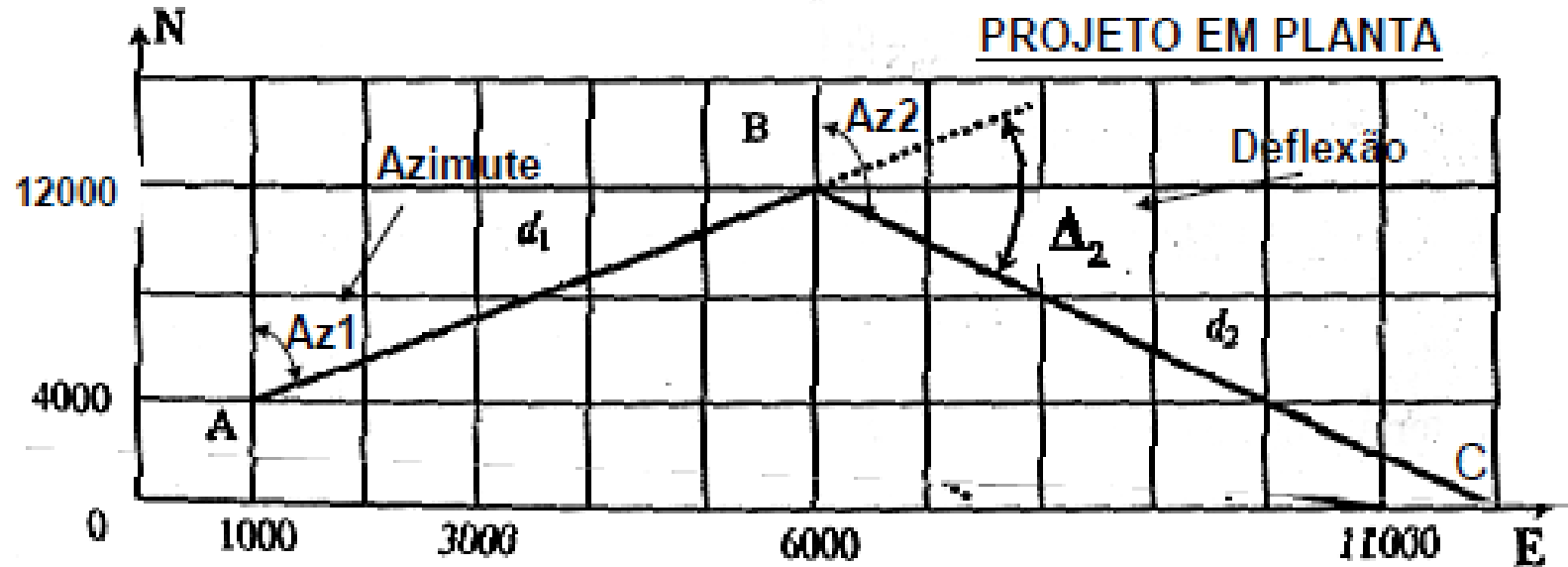
$$D = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$$

$$D = \sqrt{(5000)^2 + (8000)^2}$$

$$D = 9.433,98 \text{ m}$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

EXEMPLO de CÁLCULO AZIMUTE e DISTÂNCIA - UTM



Cálculo do Azimute

$$A_{Z_{A2}} = a \tan \left(\frac{E_c - E_B}{N_c - N_B} \right) \Rightarrow a \tan \left(\frac{1}{-2} \right) \Rightarrow -0,46365 \text{ rad}$$

$$-0,46365 \text{ rad} = -26,56505^\circ \text{ ou } 153,4349^\circ$$

$$A_{Z_{A2}} = 153^\circ 26' 05,8'' \text{ (após somar } 180^\circ \Rightarrow 2^\circ \text{ Q)}$$

Cálculo da distância BC

$$D = \sqrt{(6000)^2 + (-12000)^2}$$

$$D = 13.416 \text{ m}$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Calcule a distância pela fórmula: $D = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

ou avaliada através da medição, utilizando uma régua e a relação da escala.

$$\text{Lembrando sempre que: } \Delta E = E_B - E_A$$

Por outro lado, o azimute só por ser calculado pela fórmula:

$$Az = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta E}{\Delta N} \right)$$

pois o transferidor não fornece as medidas dos ângulos em décimos de graus ou em minutos e segundos.

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Calcule a distância e azimute entre os pontos:

- *Sede da Fazenda São Nicolau*
E = 642 575 m e N = 9 824 600 m
- *Entroncamento das estradas: BR 163 com BR 254*
E = 640 750 m e N = 9 825 125 m

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A** = Fz São Nicolau e **B** = Entroncamento:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$\Delta E =$ e $\Delta N =$ gerando: $D =$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A** = Fz São Nicolau e **B** = Entroncamento:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$\Delta E = -1.825$ e $\Delta N =$ gerando: $D =$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A** = Fz São Nicolau e **B** = Entroncamento:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$$\Delta E = -1.825 \quad \text{e} \quad \Delta N = +525 \quad \text{gerando: } D =$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A** = Fz São Nicolau e **B** = Entroncamento:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$$\Delta E = -1.825 \quad \text{e} \quad \Delta N = +525 \quad \text{gerando: } D = 1.899 \text{ m}$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A** = Fz São Nicolau e **B** = Entroncamento:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$$\Delta E = -1.825 \quad \text{e} \quad \Delta N = +525 \quad \text{gerando: } D = 1.899 \text{ m}$$

Azimute da direção AB: $Az = \arctan\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right)$

$$Az_{AB} =$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A** = Fz São Nicolau e **B** = Entroncamento:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$$\Delta E = -1.825 \quad \text{e} \quad \Delta N = +525 \quad \text{gerando: } D = 1.899 \text{ m}$$

Azimute da direção AB: $Az = \arctan\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right)$

$$Az_{AB} = -1,29069 \quad \text{ou} \quad Az_{AB} = -73,951^\circ$$

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

definindo **A = Fz São Nicolau** e **B = Entroncamento**:

Ponto	Coordenada "E"	Coordenada "N"
A (Fazenda)	642 575	9 824 600
B (Entroncamento)	640 750	9 825 125

Distância c/ uso da fórmula: $\sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$

$$\Delta E = -1.825 \quad \text{e} \quad \Delta N = +525 \quad \text{gerando: } D = 1.899 \text{ m}$$

Azimute da direção AB: $Az = \arctan\left(\frac{\Delta E}{\Delta N}\right)$

$$Az_{AB} = -1,29069 \quad \text{ou} \quad Az_{AB} = -73,951 \Rightarrow \text{Se } 4^\circ \text{ Q, } \Rightarrow \text{somar } 360^\circ$$

$$Az_{AB} = 286,049^\circ \quad \text{ou} \quad Az_{AB} = 286^\circ 02' 56''$$

Regra p/ ajustamento dos AZIMUTES nos quadrantes

1º Q ⇒ regra: **SOMAR 360º**

2º Q ⇒ regra: **SOMAR 180º**

3º Q ⇒ regra: **SOMAR 180º**

4º Q ⇒ regra: **SOMAR 360º**

OBS: para o 1º Q **não** é necessário somar 360º, porém, se faz a referência, apenas para memorização da regra.

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100					
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600					
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975			
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600					
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m		
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600					
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m	2°	164°26'18"
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600					
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m	2°	164°26'18"
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600	1 325	625			
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m	2°	164°26'18"
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600	1 325	625	1 465 m		
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m	2°	164°26'18"
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600	1 325	625	1 465 m	1°	64°44'48"
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075					
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m	2°	164°26'18"
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600	1 325	625	1 465 m	1°	64°44'48"
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075	-2 050	200			
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

AZIMUTES e DISTÂNCIAS UTM

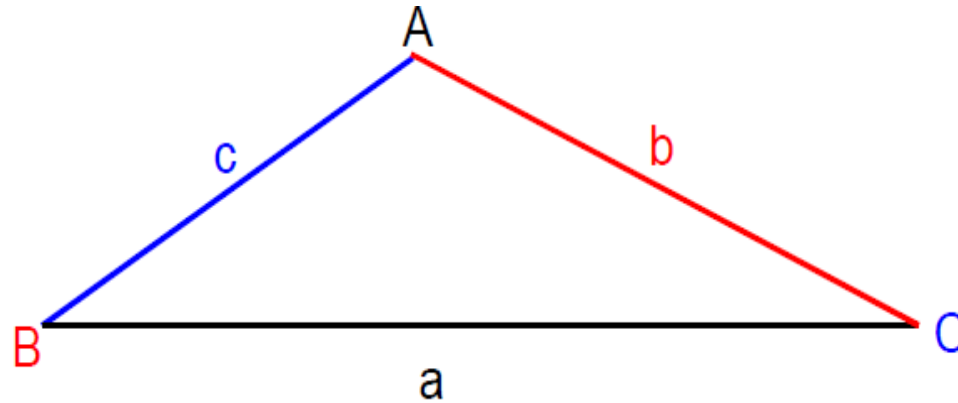
Ponto	E	N	ΔE	ΔN	Distancia	Qd	Azimute
A - Ponte	640 200	9 827 100	550	-1 975	2 050 m	2°	164°26'18"
B - Entronc	640 750	9 825 125					
A - Fz S Nic	642 575	9 824 600	1 325	625	1 465 m	1°	64°44'48"
B - Fz Ajax	643 900	9 825 225					
A - Ig Belo	644 700	9 827 075	-2 050	200	2 060 m	4°	275°34'20"
B - Ig Iça	642 650	9 827 275					

CÁLCULO DE ÁREAS

Processo de determinação de áreas pelo método:

❖ **Analítico.**

CÁLCULO DE ÁREA – processo analítico



Sendo: $p = \text{semi-perímetro}$

$$p = \frac{(a + b + c)}{2} \quad \text{teremos:}$$

$$\text{Área} = \sqrt{p(p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

CÁLCULO DE ÁREA – Exercício

Calcular a área do triângulo cujos lados são:

a = 1 899,013 m ; b = 2 050,152 m e c = 3 448,279 m

$$p = \frac{(a + b + c)}{2} \quad \text{Área} = \sqrt{p(p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

Perímetro => **2p =**

Semi-perímetro => **p =**

CÁLCULO DE ÁREA – Exercício

Calcular a área do triângulo cujos lados são:

a = 1 899,013 m ; b = 2 050,152 m e c = 3 448,279 m

$$p = \frac{(a + b + c)}{2} \quad \text{Área} = \sqrt{p(p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

Perímetro => **2p = 7 397,444 m** e Semi-perímetro => **p = 3 698,722 m**

CÁLCULO DE ÁREA – Exercício

Calcular a área do triângulo cujos lados são:

a = 1 899,013 m ; b = 2 050,152 m e c = 3 448,279 m

$$p = \frac{(a + b + c)}{2} \quad \text{Área} = \sqrt{p(p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

Perímetro => **2p = 7 397,444 m** e Semi-perímetro => **p = 3 698,722 m**

$$\sqrt{3698,722 * (3698,722 - 2050,152) * (3698,722 - 1899,013) * (3698,722 - 3448,279)}$$

CÁLCULO DE ÁREA – Exercício

Calcular a área do triângulo cujos lados são:

a = 1 899,013 m ; b = 2 050,152 m e c = 3 448,279 m

$$p = \frac{(a + b + c)}{2} \quad \text{Área} = \sqrt{p(p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

Perímetro => **2p = 7 397,444 m** e Semi-perímetro => **p = 3 698,722 m**

$$\sqrt{3698,722 * (3698,722 - 2050,152) * (3698,722 - 1899,013) * (3698,722 - 3448,279)}$$

$$\sqrt{3698,722 * 1648,570 * 1799,709 * 250,443}$$

CÁLCULO DE ÁREA – Exercício

Calcular a área do triângulo cujos lados são:

a = 1 899,013 m ; b = 2 050,152 m e c = 3 448,279 m

$$p = \frac{(a + b + c)}{2} \quad \text{Área} = \sqrt{p(p - a) * (p - b) * (p - c)}$$

Perímetro => **2p = 7 397,444 m** e Semi-perímetro => **p = 3 698,722 m**

$$\sqrt{3698,722 * (3698,722 - 2050,152) * (3698,722 - 1899,013) * (3698,722 - 3448,279)}$$

$$\sqrt{3698,722 * 1648,570 * 1799,709 * 250,443}$$

teremos: **Área = 1.657.812,5 m²** ou **Área = 165,781 ha**

CÁLCULO DE ÁREA – processo analítico

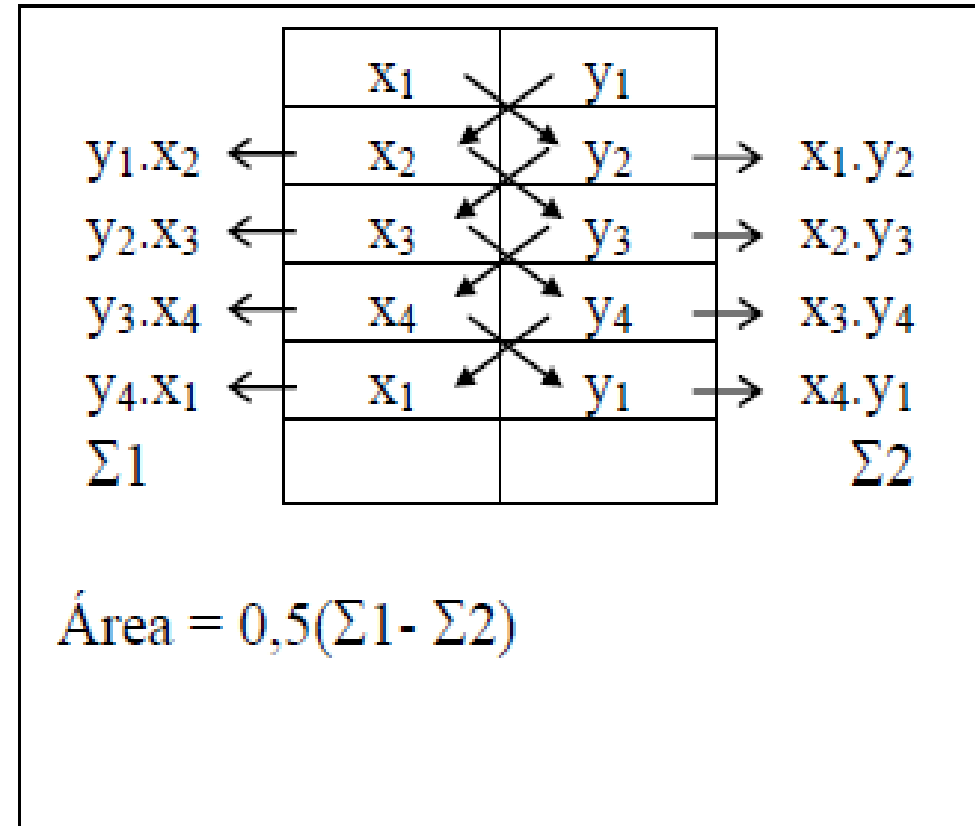
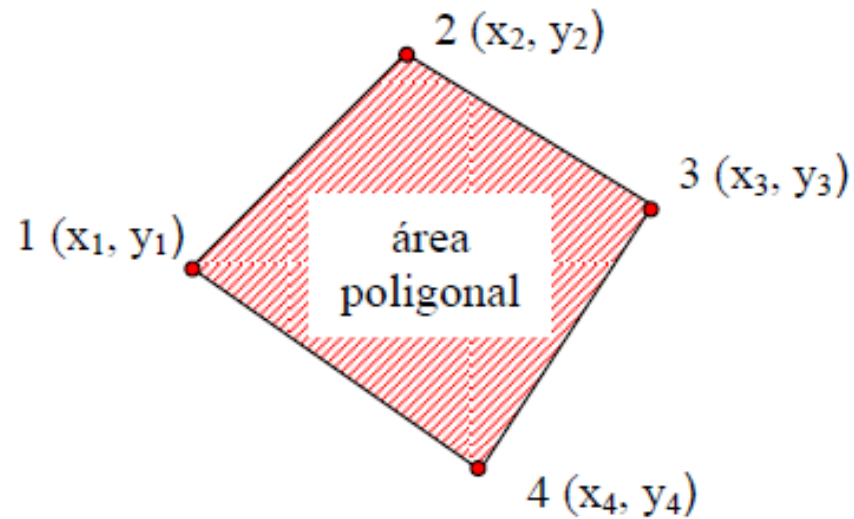
Neste método a área é avaliada utilizando fórmulas matemáticas que permitem, a partir das coordenadas dos pontos que definem a feição, realizar os cálculos desejados.

O cálculo da área de poligonais, por exemplo, pode ser realizado a partir do cálculo da área de trapézios formados pelos vértices da poligonal (*fórmula de Gauss*).

CÁLCULO DE ÁREA – processo analítico

FÓRMULA DE GAUSS

$$2A = \Sigma(y_i \cdot x_{i+1}) - \Sigma(x_i \cdot y_{i+1})$$



CÁLCULO DE ÁREA – exemplo

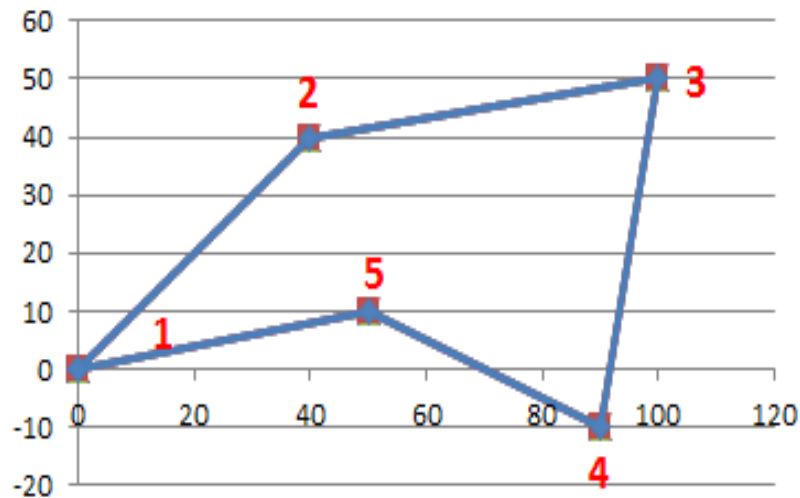
FÓRMULA DE GAUSS $2A = \sum(Y_i \cdot X_{i+1}) - \sum(X_i \cdot Y_{i+1}) =$

Dadas as coordenadas dos pontos de uma poligonal, calcular sua área:

Pt	X	Y
1	0	0
2	40	40
3	100	50
4	90	-10
5	50	10

Utilizando a FÓRMULA de GAUSS, dispondo as coordenadas no sentido horário dos vértices da figura e tendo o **CUIDADO** de repetir as coordenadas iniciais na última linha da tabela, temos:

Pt	X	Y
1	0	0
2	40	40
3	100	50
4	90	-10
5	50	10
1	0	0



$$2A = [\text{Somatório diagonal esquerda}] - [\text{Somatório diagonal direita}]$$

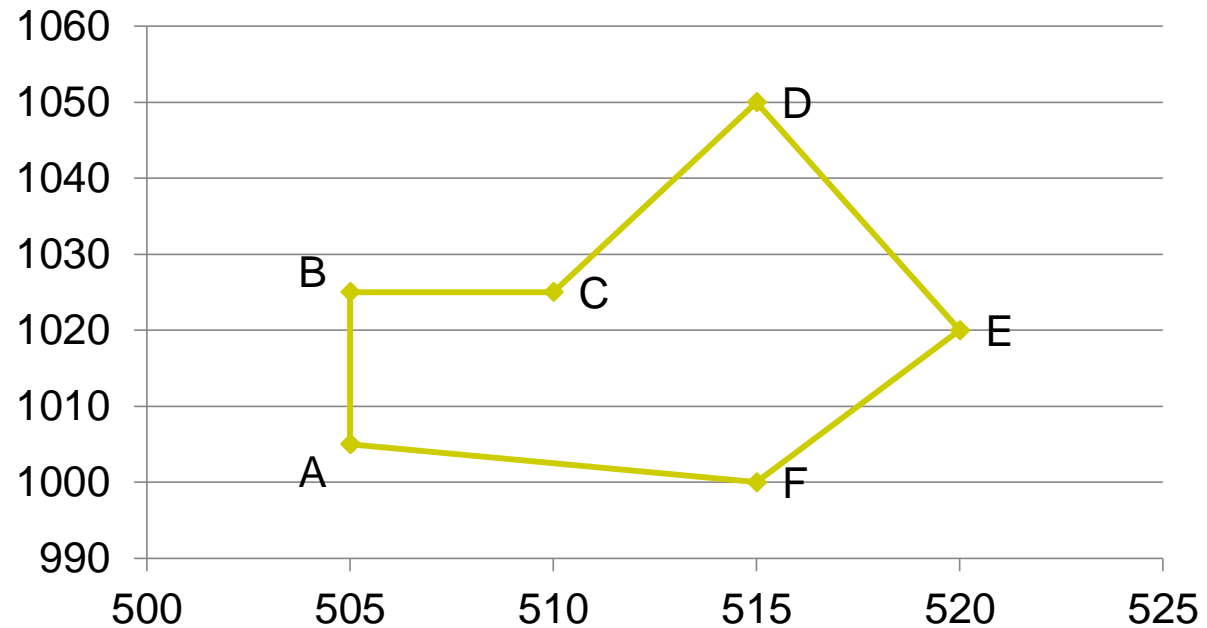
$$2A = [1.900] - [8.000] \Rightarrow 2A = 6.100$$

$$\Rightarrow A = 3.050 \text{ unidades de área}$$

CÁLCULO DE ÁREA – exercício

Dadas as coordenadas representadas na figura, calcule sua área.

X	Y
505	1005
505	1025
510	1025
515	1050
520	1020
515	1000
505	1005



OBS: Como todos os valores do eixo **X** estão acrescidos da constante = **500** e os valores do eixo **Y** estão acrescidos da constante = **1.000** ; o valor da área não será alterado se as constantes forem retiradas.

X	Y
5	5
5	25
10	25
15	50
20	20
15	0
5	5

Valor da Área:

$$A = 412,5$$

Calcule a área da figura formada pelos pontos:

Ponto	E	N
Ponte	640200	9827100
Entroncamento	640750	9825125
Fz S Nicolau	642575	9824600
Fz Ajax	643900	9825225
Ig Belo	644700	9827075
Ig Iça	642650	9827275

SUGESTÃO: Para minimizar os cálculos, retire as constantes:

640 000 e **9 820 000** respectivamente, dos eixos **E** e **N**

CÁLCULO DE ÁREA – exercício

Dadas as coordenadas abaixo, calcule sua área.

Ponto		E	N
A	Ponte	640200	9827100
B	Entronca	640750	9825125
C	São Nico	642575	9824600

CÁLCULO DE ÁREA – exercício

Dadas as coordenadas abaixo, calcule sua área.

Ponto		E	N
A	Ponte	640200	9827100
B	Entronca	640750	9825125
C	São Nico	642575	9824600
A	Ponte	640200	9827100

CÁLCULO DE ÁREA – exercício

Dadas as coordenadas abaixo, calcule sua área.

Ponto		E	N
A	Ponte	640200	9827100
B	Entronca	640750	9825125
C	São Nico	642575	9824600
A	Ponte	640200	9827100

Area =	1.657.812,500	m ²
Area =	165,781	há



F I M