



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
BCA156 – TOPOGRAFIA

MODELO PLANO / ORIENTAÇÃO

Prof. André Medeiros de Andrade
andre.medeiros@ufvjm.edu.br



LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO



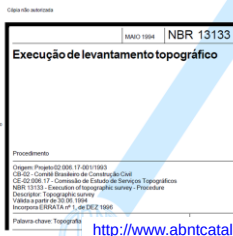
Modelo Plano

- Considera a superfície terrestre como sendo plana (simplificação utilizada para facilitar cálculos topográficos).
- Essa simplificação possui limites.
- Normas na NBR 13133 – Execução de Levantamento Topográfico:



ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

Endereço: Rua Rio de Janeiro, 130 - 1º andar
Cidade: Rio de Janeiro - RJ 20040-914
Telefone: (21) 250-2141
Fax: (21) 250-2142
E-mail: abnt@abnt.org.br
Site: www.abnt.org.br



<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4663#>



Modelo Plano

- Os limites nas dimensões do plano variam na prática entre 20 a 30 km (o máximo permitido pela NBR 13133 é 80 km).

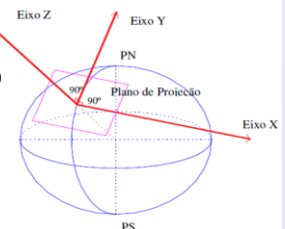
Plano Topográfico:

- Simplificação onde se desconsidera a curvatura terrestre.
- Plano tangente ao elipsoide:

❑ Eixo Z: vertical do lugar
(materializado pelo fio de prumo)

❑ Eixo Y: meridiana N-S
(magnético ou verdadeiro).

❑ Eixo X: 90° para E

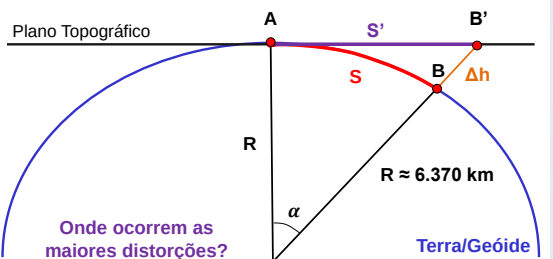


Efeito da Curvatura na Topografia

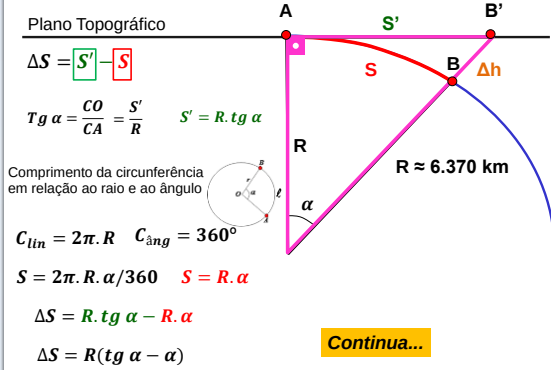


Efeito da Curvatura na Topografia

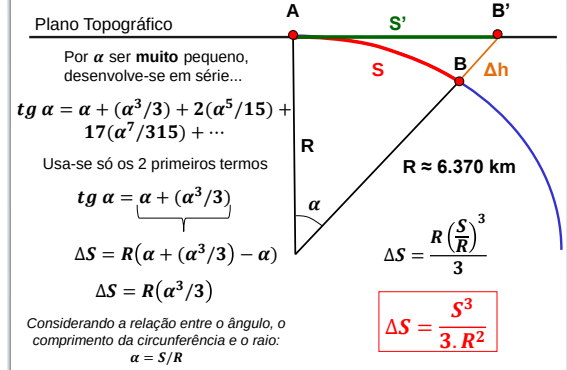
- Qual é o erro quando usa-se um plano em levantamentos topográficos?



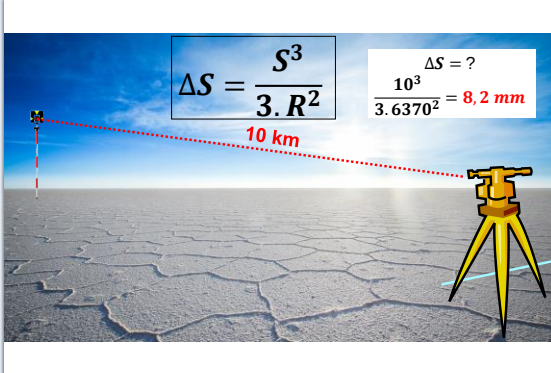
UFVJM Efeito da Curvatura na Topografia



UFVJM Efeito da Curvatura na Topografia



UFVJM Efeito da Curvatura na Topografia



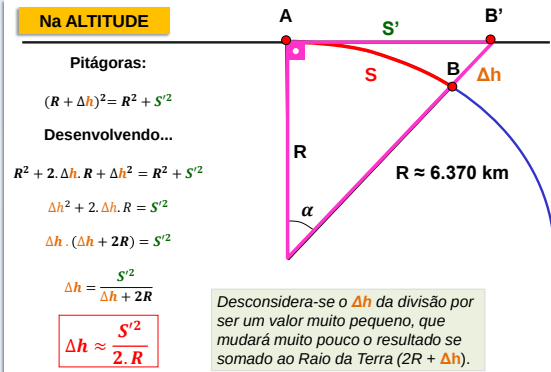
UFVJM Efeito da Curvatura na Topografia

- Considerando o raio de 6.370 km:

S (km)	ΔS (m)
1	0,000008
10	0,008
23	0,100
50	1,026
70	2,817

- Em levantamentos topográficos regulares **admite-se erros** relativos de **10 cm a cada 20 km** medidos.
- Em uma extensão de **23 km** o erro é de 10 cm (**limite máximo**).
- A partir de 23 km** os levantamentos devem ser corrigidos ou feitos por **métodos geodésicos**.

UFVJM Efeito da Curvatura na Topografia



UFVJM Efeito da Curvatura na Topografia

- Considerando o raio de 6.370 km:

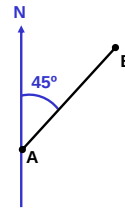
S	Δh (m)
100 m	0,0008
500 m	0,019
1 km	0,08
10 km	7,8
70 km	384,6

- Efeito da curvatura é **maior na altimetria** que na planimetria.

ORIENTAÇÃO

Alinhamento topográfico:

Segmento de reta materializado por dois pontos (possui orientação, extensão e sentido).



Orientação: 45°

Extensão: 5 metros.

Sentido: de A para B ($\overline{AB}$)

Ângulos de orientação

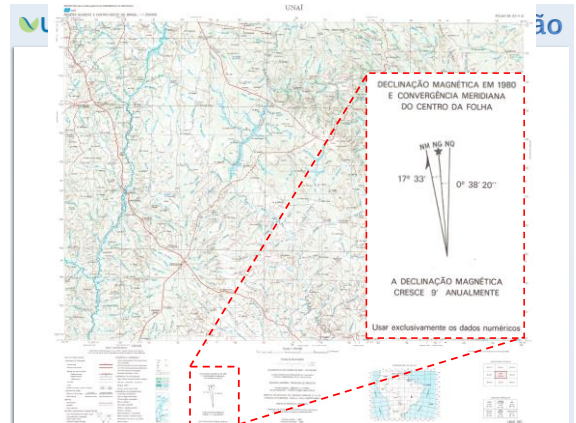
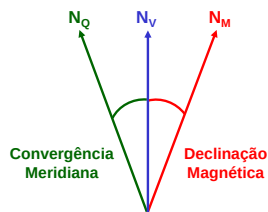
Azimute

Rumo

Ângulo interno

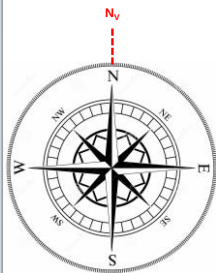
Base para orientação: direção N-S

1. Norte **Verdadeiro** (ou Geográfico)
2. Norte **Magnético**
3. Norte de **Quadrícula** (relacionado à projeção cartográfica)



a) Norte Verdadeiro (ou geográfico):

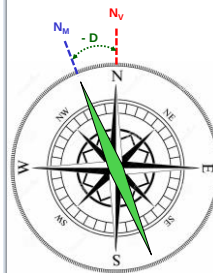
- A posição pode ser conhecida, diretamente, através de observações aos astros (Sol e estrelas).



- A Terra gira diariamente em torno de um eixo. Os pontos de encontro deste eixo com a superfície terrestre denominam-se **Pólo Norte** e **Pólo Sul** verdadeiros ou geográficos.

b) Norte Magnético:

- O planeta possui um campo magnético: devido à circulação da corrente elétrica no núcleo formado de ferro e níquel em estado líquido.

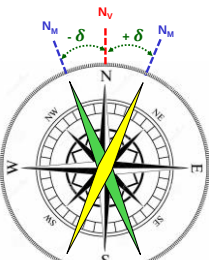


- A bússola indica a posição do **norte magnético**.
- O eixo magnético não coincide com o eixo geográfico.
- A diferença entre o **norte verdadeiro** e o **norte magnético** é a **declinação magnética**.

UFVJM Norte Magnético

➤ **Declinação Magnética (δ):**

- Contada a partir do N_V para leste (+) ou para oeste (-).
- Se houver coincidência entre o N_V e o N_M , a declinação será nula.



$\delta = \text{negativa}$ $\delta = 0$ $\delta = \text{positiva}$

UFVJM Norte Magnético

➤ **Declinação Magnética (δ):**

- Apresenta variações no **espaço** (geográfico), no **tempo** (diurna, mensal, anual e secular) além de variações **locais e acidentais**.

a) Variações Geográficas:

- Variação em diferentes regiões do δ .
- Linha Isogônica:** região geométrica que em um período, apresenta a mesma **declinação magnética**.

b) Variações Anuais:

- Variação média diária da δ .
- Linha Isopórica:** região geométrica que em um período, apresenta a mesma variação anual da **declinação magnética**.



UFVJM Norte Magnético

➤ **Declinação Magnética (δ):**

c) Variações Locais e acidentais:

- Causadas por linhas de transmissão de alta tensão, solos com alto teor de óxidos de ferro magnéticos, rochas eruptivas etc.
- Atenção** na escolha do vértice inicial de um levantamento!



UFVJM Norte Magnético

➤ **Mapa da Declinação Magnética:**

- Confeccionados, no Brasil, pelo **Observatório Nacional**.
<http://extranet.on.br/jlkm/magdec/index.html>
- Composto pelas **curvas isogônicas (declinação)** e **curvas isopóricas (variação anual)** que cobrem todo o território brasileiro (possibilita determinar a declinação magnética em qualquer local).

Declinação Magnética - ON
(IGRF)
(International Geomagnetic Reference Field)
Responsáveis:
Dr. Casimiro Pinto Neto
Dr. João Luiz Kold-Morosa

Localidade:
Latitude: Longitude: Elevação:

UFVJM Norte Magnético

<http://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#declination>

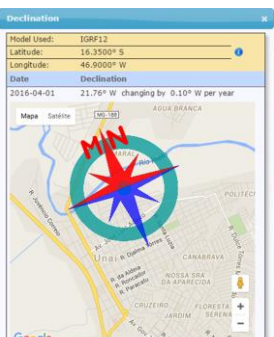
Nesse site, usar o modelo IGRF (1590-2019)

Declinação Magnética em Unai:

Data: 01/04/2016

Declinação: 21,76° W

Aumenta 0,10° (ou 6'') W por ano

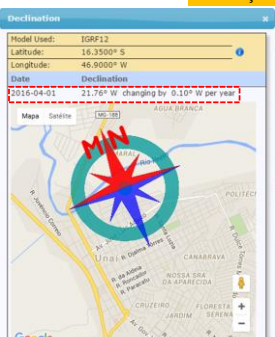


UFVJM Norte Magnético

Variação espacial

Declinação

Model Used: IGRF12
Latitude: 16.35000° S
Longitude: 46.90000° W
Date: 2016-04-01
Declination: 21.76° W changing by 0.10° W per year

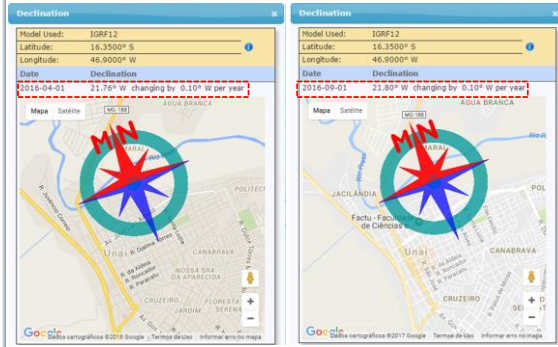


Declinação

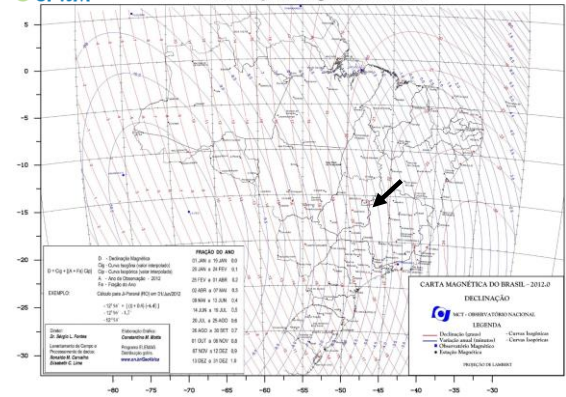
Model Used: IGRF12
Latitude: 16.35000° S
Longitude: 47.058968° W
Date: 2016-04-01
Declination: 21.69° W changing by 0.10° W per year



Variação Temporal



Declinação Magnética 2012.0



➤ **Cálculo da Declinação Magnética:**

a) Carta Magnética:

$$D = Cig + [(A + Fa) Cip]$$

D: declinação magnética local

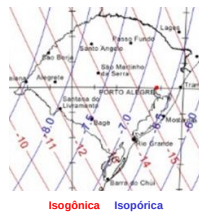
Cig: curva isogônica (valor interpolado)

A: ano da observação

Fa : fração do ano

Cip: curva isopórica (valor interpolado)

- A interpolação é feita na carta utilizando os valores das duas curvas isogônicas e isopóricas mais próximas.



➤ **Cálculo da Declinação Magnética:**

b) Carta Topográfica:

- O valor da declinação magnética de levantamentos feitos no passado deve ser reajustado para valores atuais (**reavivitação de rumos e azimutes**).



REAVIVENTAÇÃO
Calcular o valor atual

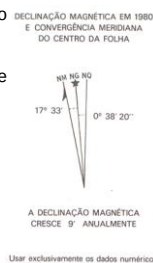
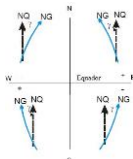
A DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
CRESCER 9' ANUALMENTE

Usar exclusivamente os dados numéricos

- Definido pelo **norte da carta** (direção norte do quadriculado de coordenadas planas no mapa).

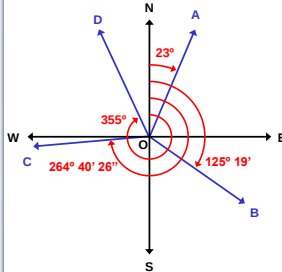
➤ **Convergência Meridiana:**

- Ângulo formado entre o norte verdadeiro e o norte de quadrícula.
 - O grid UTM não é alinhado aos meridianos e paralelos.
- O diagrama ilustra a diferença entre o Norte Verdadeiro (NV) e o Norte de Quadrícula (NQ). No topo, há uma linha horizontal rotulada 'DECLINAÇÃO MAGNÉTICA EM 1980'. Abaixo dela, uma seta vertical aponta para cima, rotulada 'E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA'. No centro, há um ponto com uma seta vertical apontando para cima rotulada 'NV' (Norte Verdadeiro) e uma seta vertical apontando para cima rotulada 'NQ' (Norte de Quadrícula). A distância entre as setas NV e NQ é indicada por uma linha horizontal com uma seta apontando para a direita, rotulada '1000'.



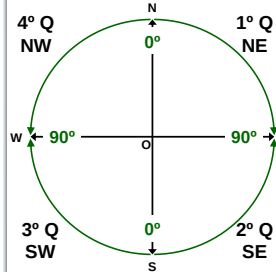
ÂNGULOS IMPORTANTES

- Azimute de uma direção é o ângulo formado entre a meridiana de origem (N_V , N_M ou N_Q) e a direção considerada.
- Medido a partir do Norte, no sentido horário e varia de 0° a 360° .

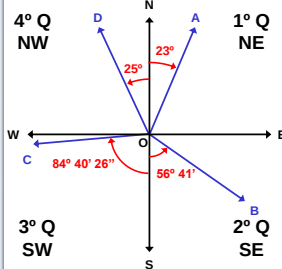


- $Az_{OA}: 23^\circ$
- $Az_{OB}: 125^\circ 19'$
- $Az_{OC}: 264^\circ 40' 26''$
- $Az_{OD}: 355^\circ$

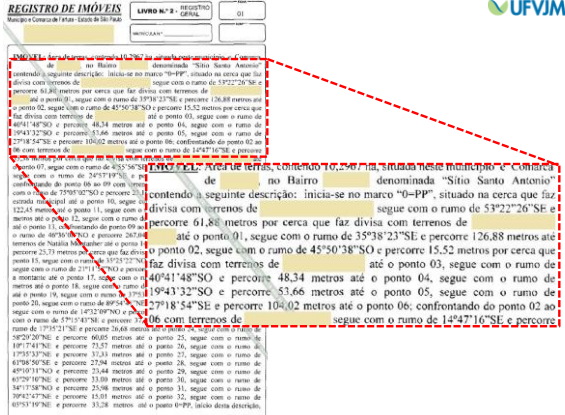
- **Rumo** é o menor ângulo formado pela meridiana do alinhamento Norte-Sul e a direção considerada.
- **Varia de 0° a 90°** e é contado do Norte ou Sul para Leste ou Oeste.
- Além do valor numérico do ângulo, **acrescenta-se** o quadrante: **NE, SE, SW ou NW**.



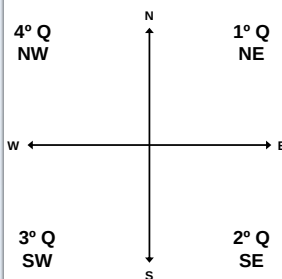
- **Rumo** é o menor ângulo formado pela meridiana do alinhamento Norte-Sul e a direção considerada.
- **Varia de 0° a 90°** e é contado do Norte ou Sul para Leste ou Oeste.
- Além do valor numérico do ângulo, **acrescenta-se** o quadrante: **NE, SE, SW ou NW**.



- R_{OA} : 23° NE
- R_{OB} : 56° 41' SE
- R_{OC} : 84° 40' 26" SW
- R_{OD} : 25° NW

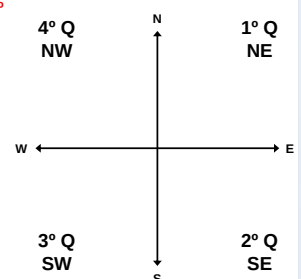


- Quadrante NE: $R = Az$
- Quadrante SE: $R = 180^\circ - Az$
- Quadrante SW: $R = Az - 180^\circ$
- Quadrante NW: $R = 360^\circ - Az$



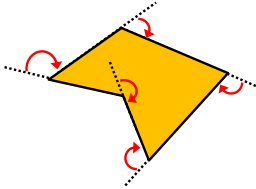
- Transforme de rumo para azimuth (ou de azimuth para rumo):

- a) $R_{AB} = 60^\circ \text{ SE}$: $Az_{AB} = 120^\circ$
 b) $R_{CD} = 45^\circ \text{ NW}$: $Az_{CD} = 315^\circ$
 c) $Az_{EF} = 300^\circ$: $R_{EF} = 60^\circ$
 d) $Az_{GH} = 215^\circ$: $R_{GH} = 35^\circ$



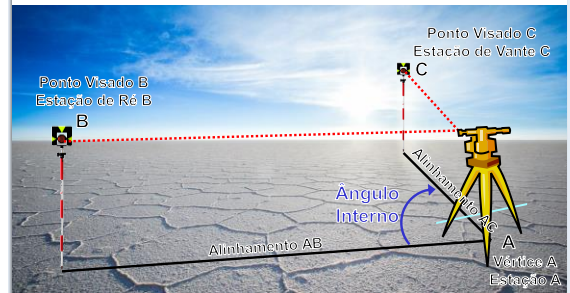
Ângulo de Deflexão

- Ângulo que o **prolongamento do alinhamento anterior** faz com o **alinhamento seguinte**.
- **Deflexão Direita**: sentido horário.
- **Deflexão Esquerda**: sentido anti-horário.

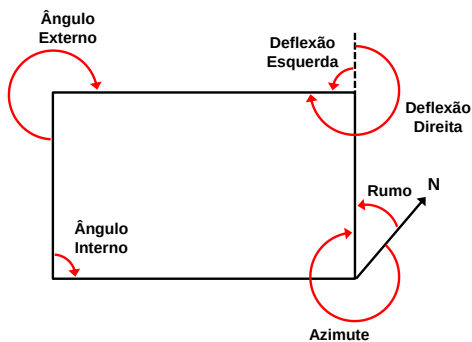


Ângulo Interno

- É o ângulo formado por **dois alinhamentos adjacentes**.
- Medido internamente no sentido horário.



Ângulos Importantes



ALINHAMENTO / CAMINHAMENTO

Alinhamento

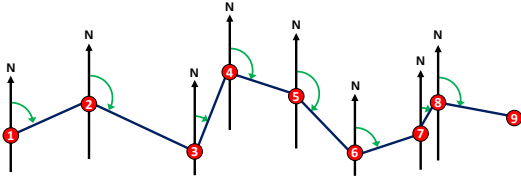
- **Como definir o azimute de um alinhamento:**
 - A agulha da bússola se orienta pelo Norte Magnético.
 - Para saber o Norte Verdadeiro é preciso conhecer a **declinação magnética** (varia no espaço e no tempo!).
- **Determinação do Norte Verdadeiro:**
 - **Bússola**: prática e menos acurada (levantamentos expeditos).
 - **Observações astronômicas**: mais trabalhosa e mais acurada.
 - **GNSS**: muito prática e muito acurada (dependendo da técnica).
 - **Pontos conhecidos**: prático e acurado (depende da existência).

Poligonal

- Na topografia, a **poligonal** é uma sequência de retas (geralmente marca-se o começo e o final de cada reta).
- Muito usada para determinação de coordenadas de pontos e definição de pontos de apoio planimétricos.
- Levantamento da poligonal:
 - Feito por caminhamento de um itinerário definido.
 - Mede-se os **ângulos** que as linhas fazem entre si, os **comprimentos** das linhas e a orientação inicial.
- A partir desses dados e da posição do ponto inicial, é possível calcular a posição de todos os pontos que formam a poligonal.
- A poligonal pode ser aberta, fechada ou amarrada/enquadrada.

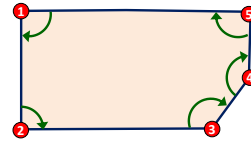
Poligonal Aberta

- Não ocorre a junção entre o ponto inicial e o ponto final (só o ponto inicial é conhecido).
- Não ocorre interação com pontos com coordenadas conhecidas.
- Os pontos 1 e 9 estão ligados pela própria poligonal.
- **Caminhamento na esquerda ou no sentido horário.**
- Não é possível determinar erros de fechamento (**ampliar os cuidados durante o levantamento**).



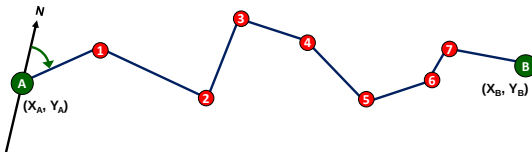
Poligonal Fechada

- Ocorre a junção entre o ponto inicial e o ponto final.
- **Vantagem:** permite verificar o erro de fechamento angular e linear e o ajustamento das coordenadas dos vértices.



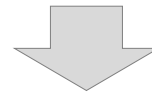
Poligonal Amarrada

- O caminhamento parte e chega em pontos de coordenadas conhecidas.
- Esse método também **permite verificar o erro** de fechamento angular e linear.



Cerne da Topografia: definição de posições

Através de medidas



Distâncias (lineares) e Ângulos

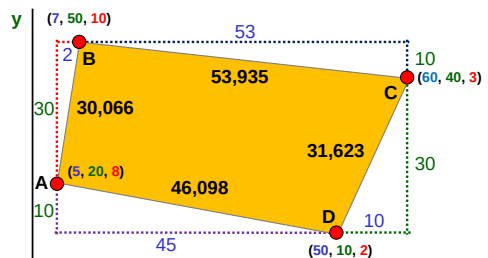
Exercício

1. Considerando um terreno com os vértices posicionados nas coordenadas cartesianas indicadas calcule:

- as distâncias horizontais dos lados do terreno;
- o perímetro do terreno;
- a diferença de nível dos vértices do terreno (mínima e máxima).

2. Desenhe, em escala, um perfil planialtimétrico entre os vértices A e D.

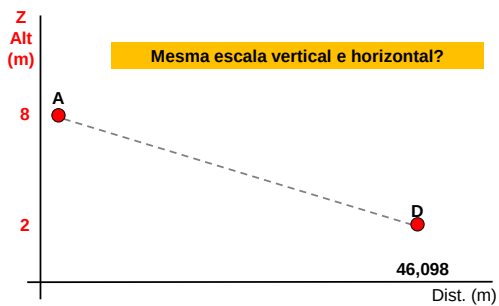
Exercício



Perímetro = 161,722 m

Desnível mín. = D-C = 1 m
Desnível máx. = B-D = 8 m

2. Desenhe, em escala, um perfil planialtimétrico entre os vértices A e D.



Obrigado

andre.medeiros@ufvjm.edu.br