

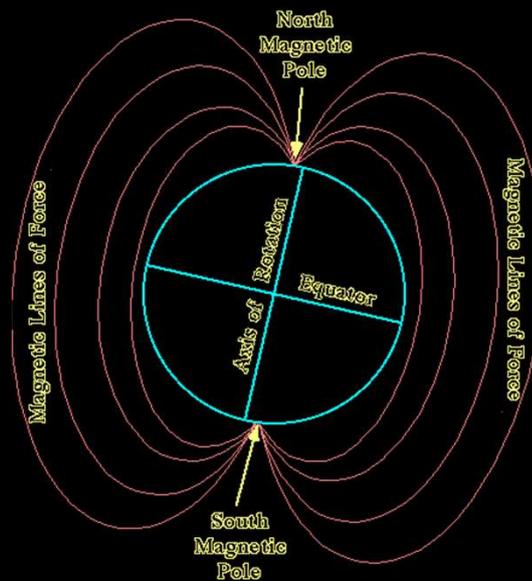
BÚSSOLA

Técnicas de mapeamento

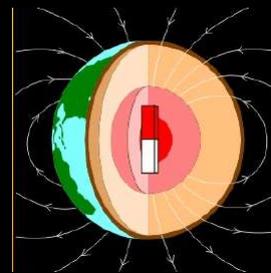
Cláudia R. Passarelli

1

A Terra funciona como um gigante dipolo magnético

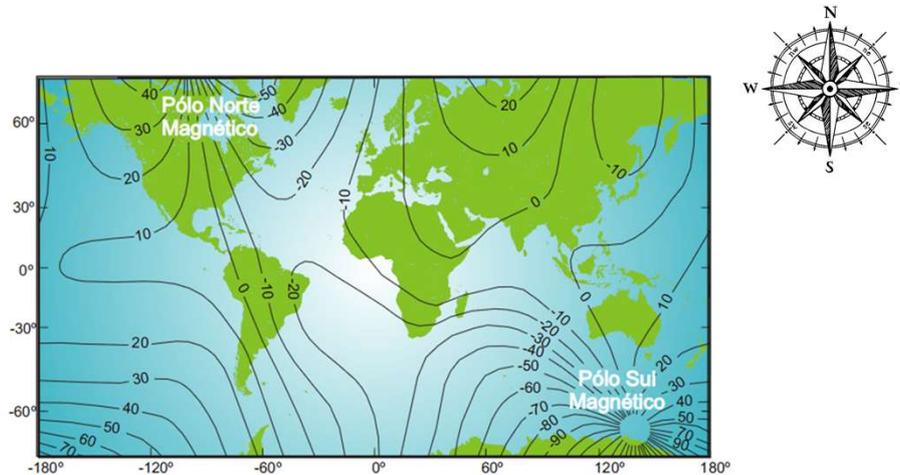


O campo magnético terrestre é equivalente ao campo de um **dipolo**, cujo eixo faz um ângulo de **11,5°** com o eixo de **rotação** da Terra e está um pouco afastado de seu centro.



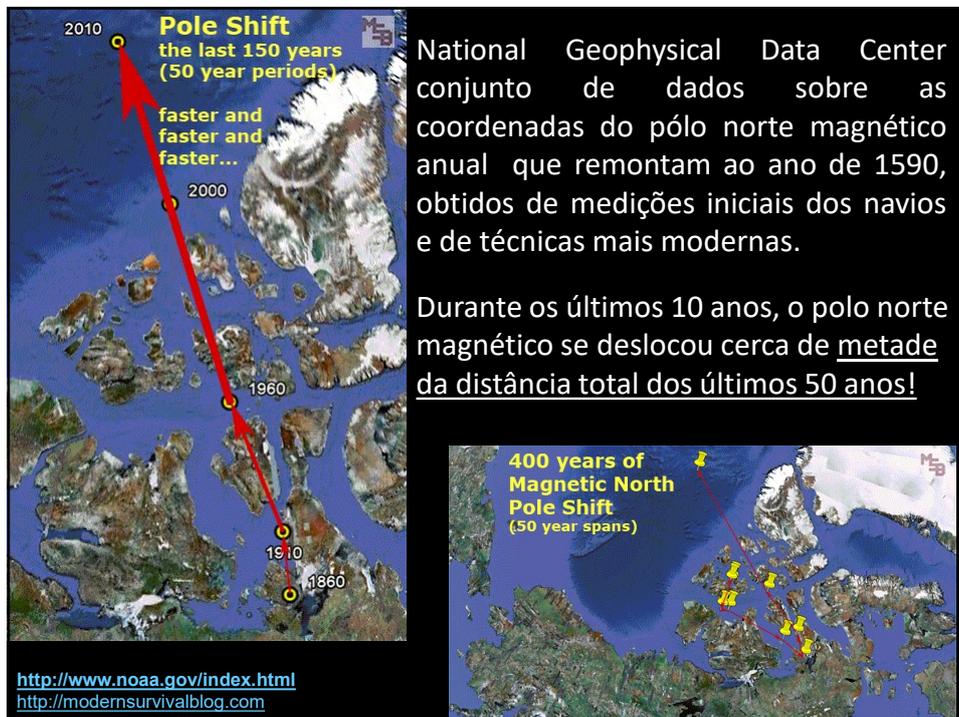
2

O campo magnético da Terra



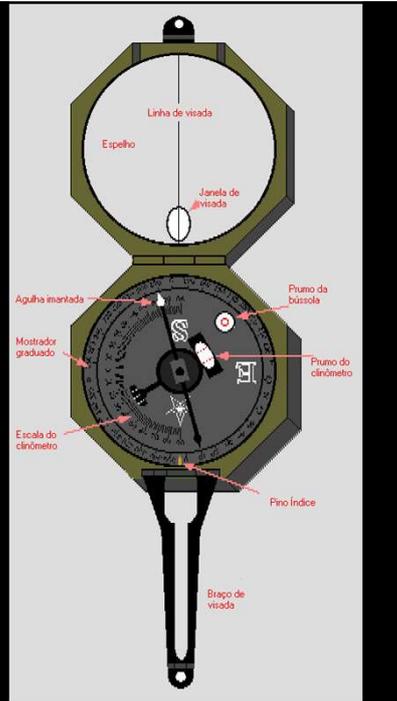
Mapa de declinação magnética indicando a posição dos pólos e a linha de declinação zero.

3



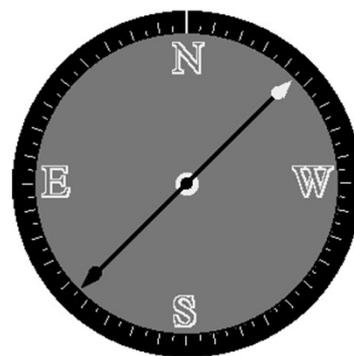
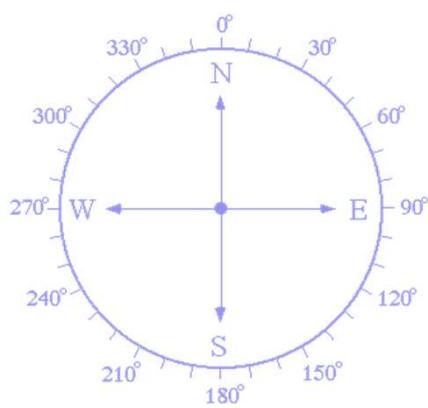
4

• A Bússola



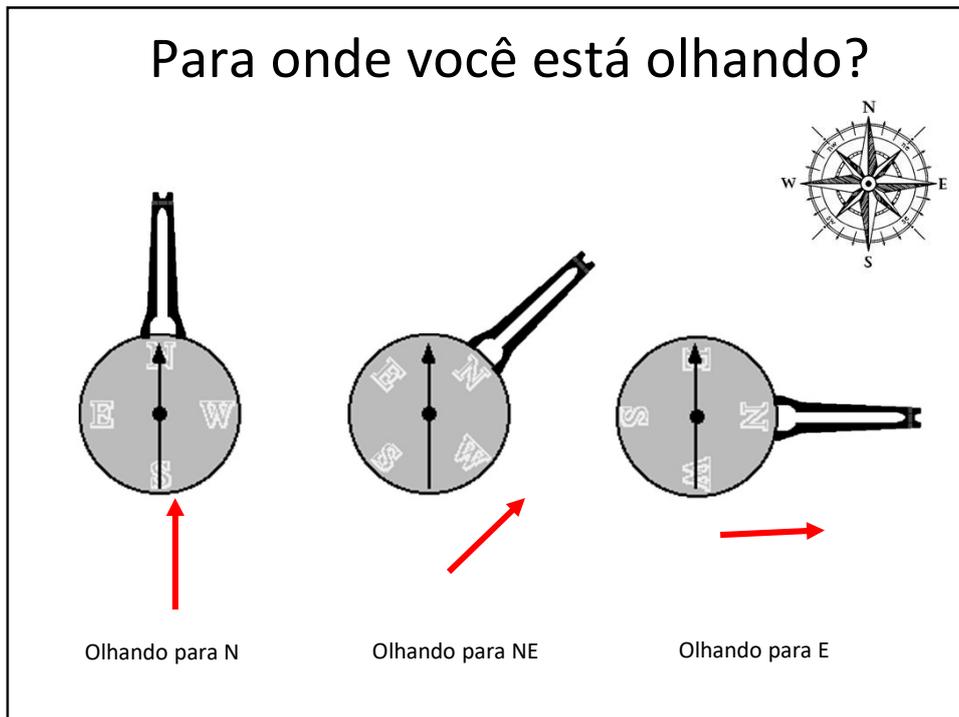
5

Mostrador da Bússola

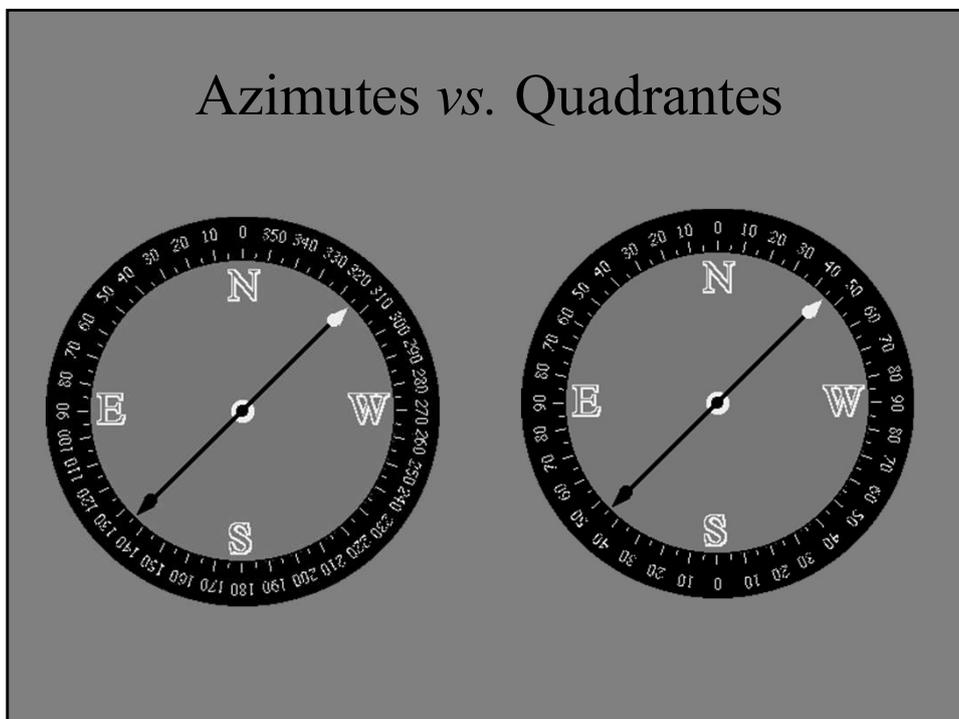


Por que o E e o W estão invertidos ?

6



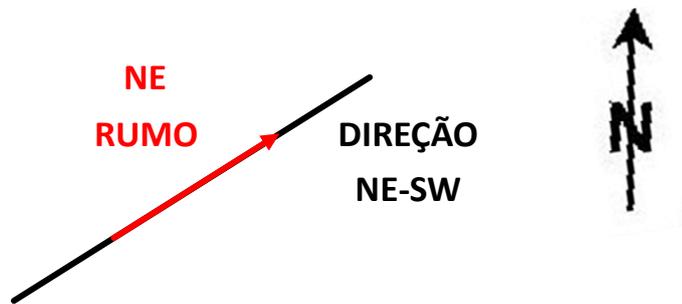
7



8

Sistema de referência

A orientação espacial das estruturas é referida ao norte geográfico e ao plano horizontal.

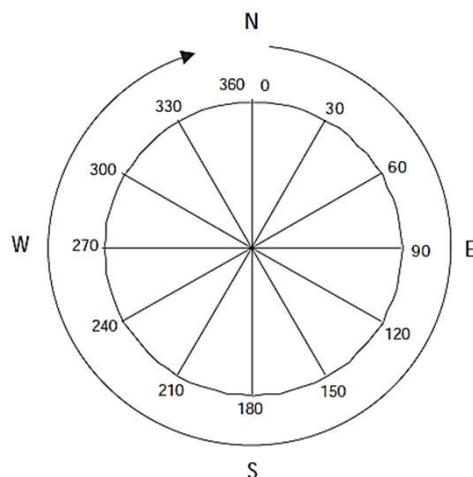


Para referir-se às **direções** e **rumos** no plano horizontal, em graus com relação ao N, **usa-se comumente 2 sistemas**:

9

Sistemas de notação de direções e rumos

1.azimutal,
originalmente
mais usado em
engenharia



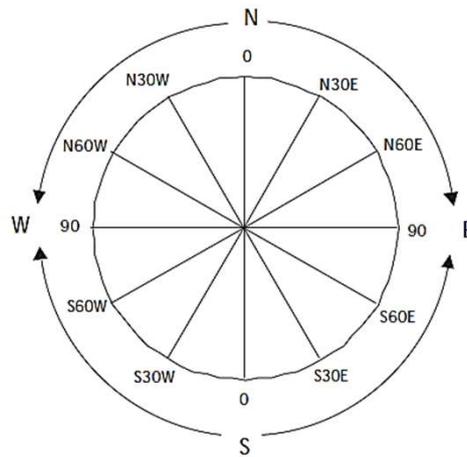
O N é a referência (0°), os rumos crescem no sentido horário, sendo o rumo leste (E) 90°, o sul (S) 180°, o oeste (W) 270° e norte (N) novamente 360°

Notações típicas são por exemplo N030, N190, N230, N320

10

Sistemas de notação de direções e rumos

2. quadrantes, de origem náutica tradicional



A partir do N, os rumos crescem no sentido horário para E, e no anti-horário para W.

A partir do S, crescem no sentido anti-horário para E, e horário para W.

Notações típicas são por exemplo N30E, S10W, S50W, N60W

11

Então....

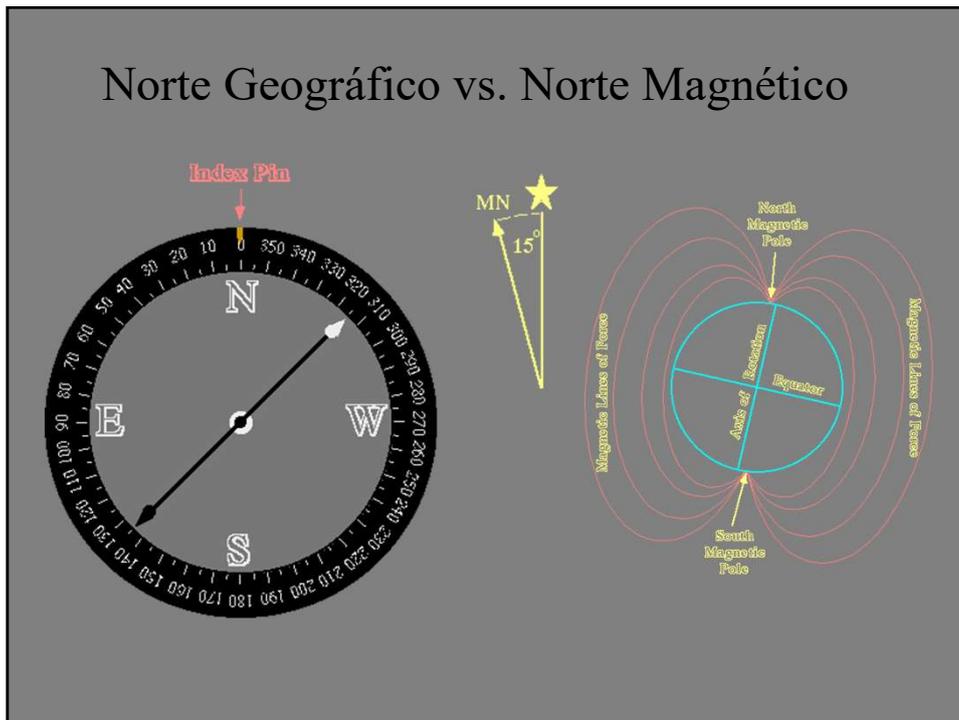
Sistema Azimutal

Sistema de Quadrantes

N030	=	N30E=S30W
N150	=	S30E=N30W
N240	=	S60W=N60E
N330	=	N30W=S30E

RUMO DIREÇÃO

12



13

Declinação Magnética da Bússola

✓ ângulo entre a direção do NM (apontado pela agulha da bússola) com relação à direção do NG.

15° East Declination

15° West Declination

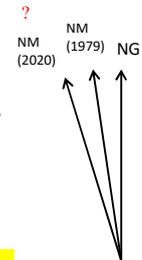
- ✓ declinação + ou leste = NM desviado do NG no sentido horário. Exemplos: 12°, 10°L e 11°E (east).
- ✓ declinação - ou oeste = NM está desviado no sentido anti-horário. Exemplos: -10°, 13°O e 8°W (west). **(NM ESTÁ A OESTE DO NG)**

$d = \text{declinação}$

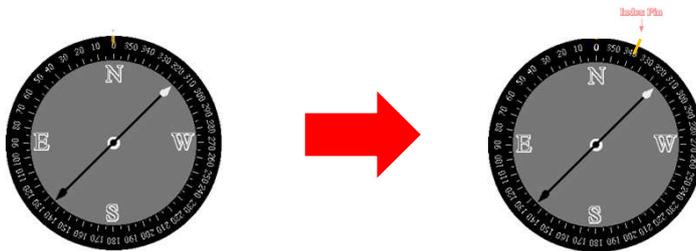
14

- Na cidade de Ipeúna em 1979 a declinação magnética era de 16° e $20'$ W.
- Variação média anual de declinação é de $9'$ ocidental.
- Qual a declinação em 2020??

- 1º. Número de anos passados: $2020 - 1979 = 41$ anos
- 2º. Anualmente $9'$ \therefore N. de minutos nos anos que se passaram = $369'$
 $1^\circ = 60'$
- 3º. Somar $369' = 6^\circ$ e $9'$ a 16° e $20'$ W



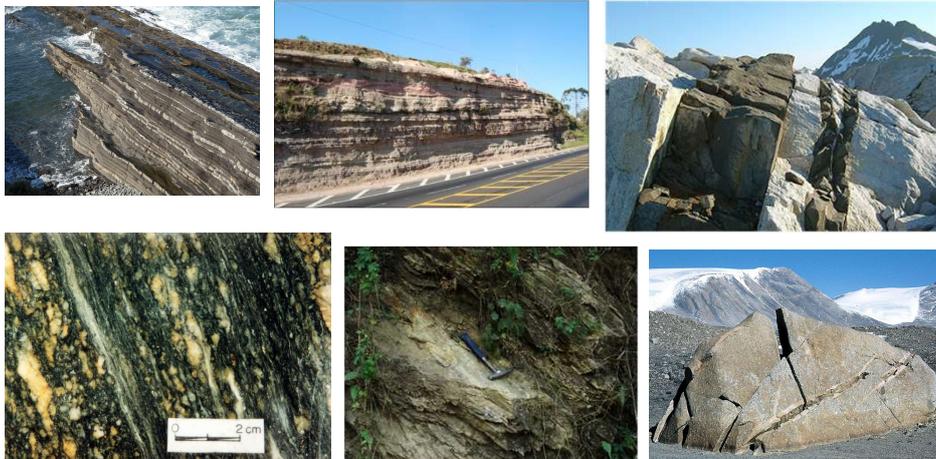
Declinação atual = $22^\circ 29'$ W \rightarrow na bússola 338°



15

Estruturas geológicas básicas: planos ou linhas

- **Planos:** acamamento, estratificação sedimentar, fraturas, foliações (xistosidade, clivagem ardósiana, clivagem de crenulação, etc.), contatos geológicos, etc.



16

Estruturas geológicas básicas: planos ou linhas

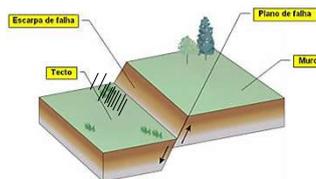
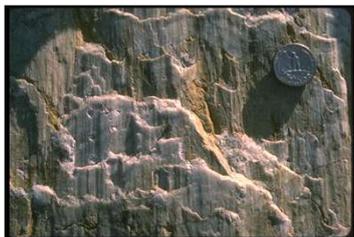
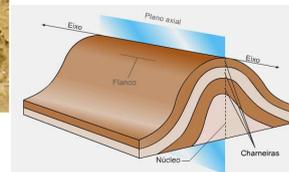
- **Linhas:** direções de corrente ou de transporte de sedimentos, lineações minerais, eixos de dobras, lineações de estiramento, estrias de atrito, etc.



17

Estruturas geológicas básicas: planos ou linhas

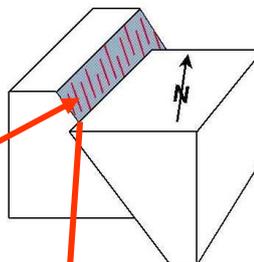
- **Linhas:** direções de corrente ou de transporte de sedimentos, lineações minerais, eixos de dobras, lineações de estiramento, estrias de atrito, etc.



18

Representação de dados estruturais

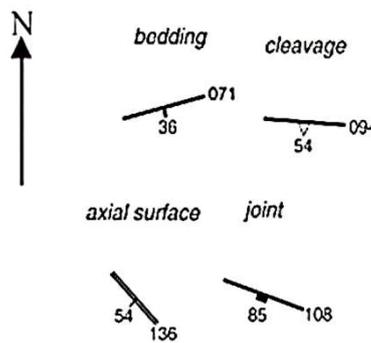
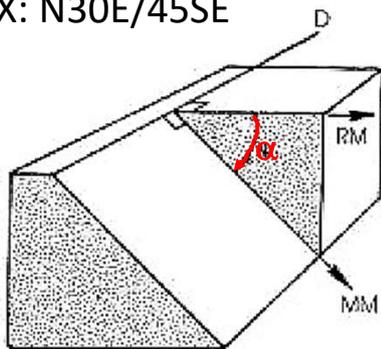
Falha normal oblíqua, com estrias sobre a superfície de falha



19

Elementos geométricos utilizados na definição da atitude de uma plano

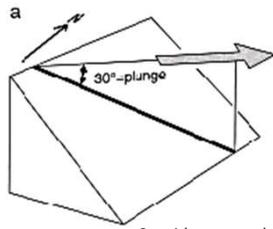
EX: N30E/45SE



D – direção do plano (\perp entre o plano horizontal e o plano);
 MM – linha de máximo mergulho (\perp a direção);
 RM – rumo do mergulho (rumo horizontal no sentido do mergulho);
 α – ângulo de mergulho.

20

Elementos geométricos utilizados na definição da atitude de uma linha



Rumo do caimento (NE)

Considerar um plano vertical contendo a linha.



Uma linha no espaço tem:

- orientação ou rumo,
- inclinação com relação ao plano horizontal (caimento ou plunge)

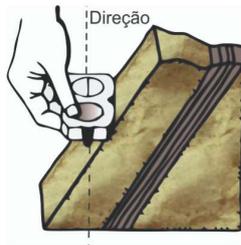
rumo do caimento;
caimento ou plunge

- **Direção da linha** = \cap entre o plano horizontal e o plano vertical que contém a linha
- **rumo de caimento** da linha = rumo no sentido do caimento ou plunge da linha.
- **Ângulo de caimento ou plunge** = ângulo medido dentro do plano vertical entre a linha e o plano horizontal.
- caimento ou plunge: varia entre 0° (linha horizontal) e 90° (linha vertical).

21

Tomada de atitude de estruturas planares com bússolas do tipo Brunton

a) Medida da direção (*strike*)



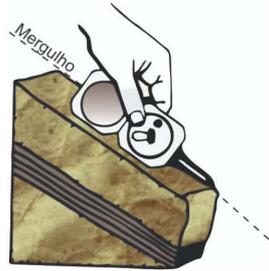
Plano horizontal que corta o plano a ser medido: encosta a aresta da bússola no plano e **nivela e bolha**



22

Tomada de atitude de estruturas planares com bússolas do tipo Brunton

b) Medida do mergulho (*dip*)



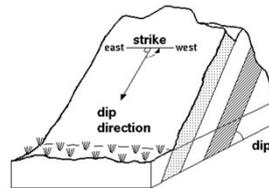
A 90°. da horizontal ou direção do plano, encosta um dos lados da bússola, e **nivela o clinômetro**



∴ ATITUDE DE UM PLANO:

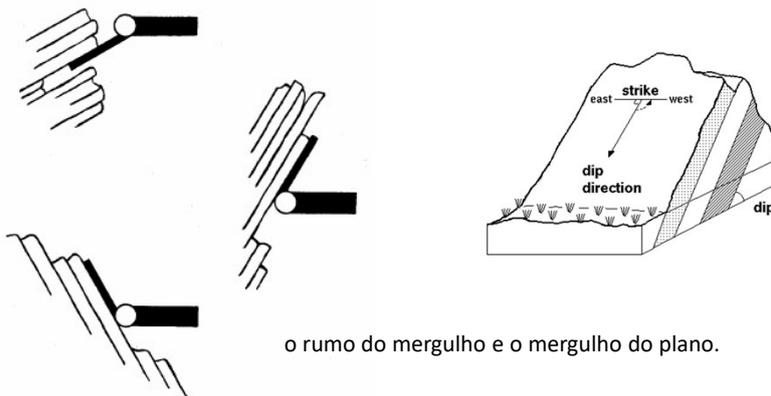
azimute da direção do plano/valor de mergulho,
e o sentido de mergulho.

Ex: N50E/30SE



23

Tomada de atitude de estruturas planares com bússolas do tipo Clar



o rumo do mergulho e o mergulho do plano.

Adotado universalmente por todos os sistemas de computação. Tem como desvantagem uma maior dificuldade na visualização da atitude medida.

24

Exemplos notação: Brunton

Sistema de Quadrantes: a direção do plano é referida em graus de N para E ou de N para W, conforme o caso, seguida do valor do mergulho e do quadrante do rumo do mergulho.

NÃO É COSTUME TOMAR A REFERÊNCIA DAS DIREÇÕES COM RELAÇÃO AO SUL

N50E/30SE
N50E/30NW
N40W/20NE
N40W/20SW

Sistema Azimutal

Como a maioria das bússolas disponíveis no mercado usa o sistema azimutal, torna-se comum a referência da atitude de estruturas planares pelo azimute da direção do plano, o valor de mergulho, e o sentido de mergulho.

N50/30SE
N50/30NW
N320/20NE
N320/20SW

25

Exemplos notação: Clar

Rumo do mergulho (CLAR)

Especifica-se o **rumo azimutal do mergulho** e o **mergulho do plano**.

140/30		N50E/30SE
320/30		N50E/30NW
050/20		N40W/20NE
230/20		N40W/20SW

adotado universalmente por todos os sistemas de computação. Tem como desvantagem uma maior dificuldade na visualização da atitude medida.

26

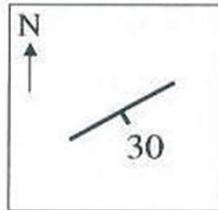
Representação de planos em mapas

CLAR

150/30

BRUNTON

N60E/30SE



27

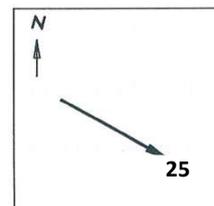
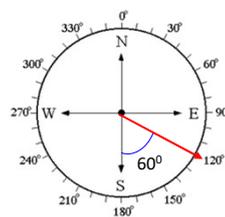
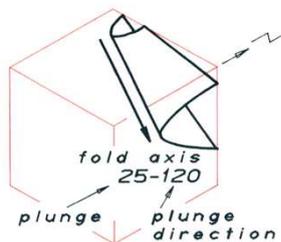
Representação de linhas em mapas

CLAR

120/25

BRUNTON

S60E/25



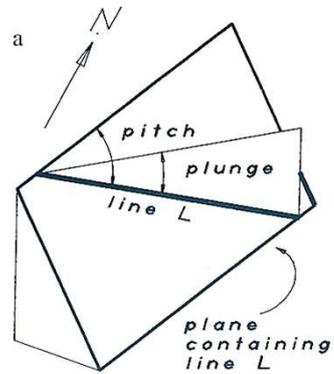
28

Representação de linhas

Rake de uma linha



Trata-se do **rake** (ou **pitch**), que é o ângulo que uma determinada linha faz com a direção do plano.
 Ex: se a linha é paralela à direção do plano então o rake é 0°



Por exemplo, em geral as falhas transcorrentes possuem **rakes** que variam de 0° a 15°

29

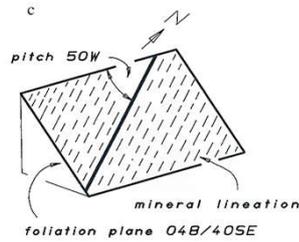
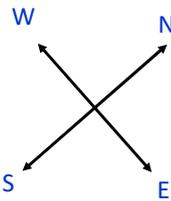
Representação de linhas



30

Representação de linhas

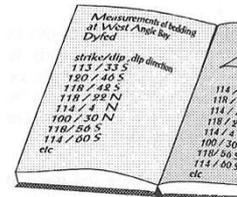
Representação de linha a partir do pitch ou rake



Lineação mineral sobre foliação
N48E/40SE, com pitch 50W

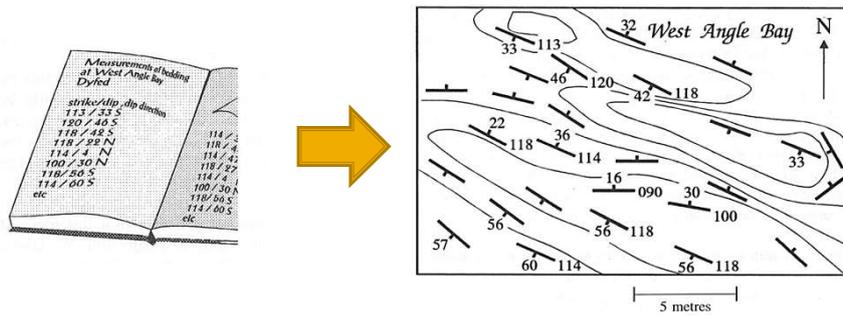
31

- Durante o mapeamento é comum coletar grande quantidade de atitudes estruturais de feições estruturais planares e lineares, principalmente em áreas afetadas por deformação polifásica.
- Muitos afloramentos revelam inúmeros elementos para medir: lineações, foliações, falhas etc.
- As medidas são anotadas na caderneta de campo, usando notações apropriadas.



32

- Depois essas medidas são lançadas na base cartográfica para permitir visualizar a variação espacial dos dados estruturais (mergulho e direção).
- Porém essa representação se limita ao plano (2D)



33