Universidade de São Paulo

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Departamento de Engenharia de Biossistemas

APONTAMENTOS DE AULA

Capítulo 5 – Goniologia

Material integrante da apostila de apoio à disciplina
LEB0340 – Topografia

Responsável: Prof. Dr. Peterson Ricardo Fiorio
Colaboradores: Dra. Érica Nakai
Isa Marchini Rolisola

Piracicaba

2019

5. GONIOLOGIA - ÂNGULOS INTERNOS, EXTERNOS E DE DEFLEXÃO

5.1 ÂNGULOS INTERNOS E EXTERNOS

O ângulo interno (Ai) ou externo (Ae) é aquele formado entre dois lados (alinhamentos) pertencentes a poligonal de base (polígono topográfico), evidentemente, interno ou externo a esse polígono (Figura 1).

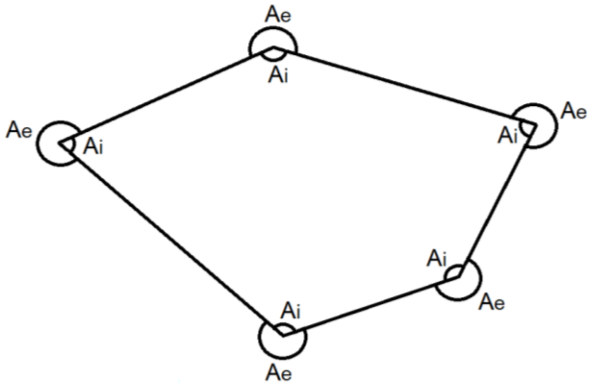

Figura 1 - Representação dos ângulos internos (Ai) e externos (Ae) de uma poligonal base.

Para se determinar os ângulos internos ou externos de uma poligonal base, torna-se necessário definir o sentido do caminhamento nos alinhamentos, sendo no sentido horário ou no sentido anti-horário.

Definindo-se o caminhamento no sentido horário, temos os ângulos externos da poligonal (Figura 2), assim a leitura do ângulo horizontal é feita com o aparelho estacionado em um dos pontos da poligonal. Exemplo: com o aparelho estacionado no ponto 1 é realizada a **visada de ré** no ponto anterior (Ponto 0) zerando o aparelho, ao **girar a luneta no sentido horário** até o ponto seguinte (Ponto 2), **visada de vante**, obtendo-se os ângulos externos dessa poligonal, assim sucessivamente até o término do levantamento.

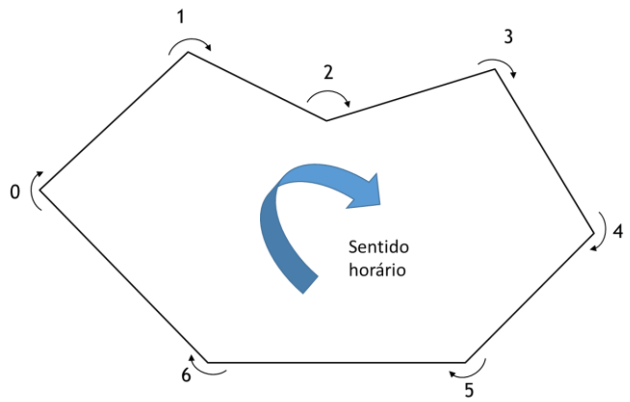

Figura 2 - Representação dos ângulos obtidos no sentido horário de leitura.

Para o caminhamento no sentido anti-horário (Figura 3), pelo mesmo procedimento de campo descrito acima com visadas de ré e de vante em pontos anteriores e posteriores obtemos agora, ao girar a luneta do aparelho no sentido horário, os ângulos internos.

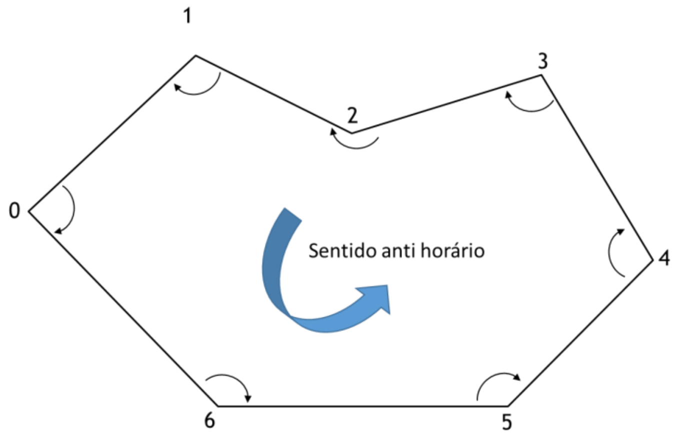

Figura 3 - Representação dos ângulos obtidos no sentido anti-horário de leitura.

Para entender o caminhamento no sentido anti-horário, observe a Figura 4. Considere que o equipamento está estacionado no ponto 1, que o ponto 0 é o ponto anterior ao ponto 1, e que o ponto 2 é o próximo ponto. Primeiro, deve-se fazer a ré no ponto 0 (ponto anterior), na chamada visada de ré. Lembrando que o aparelho será zerado em 0º.

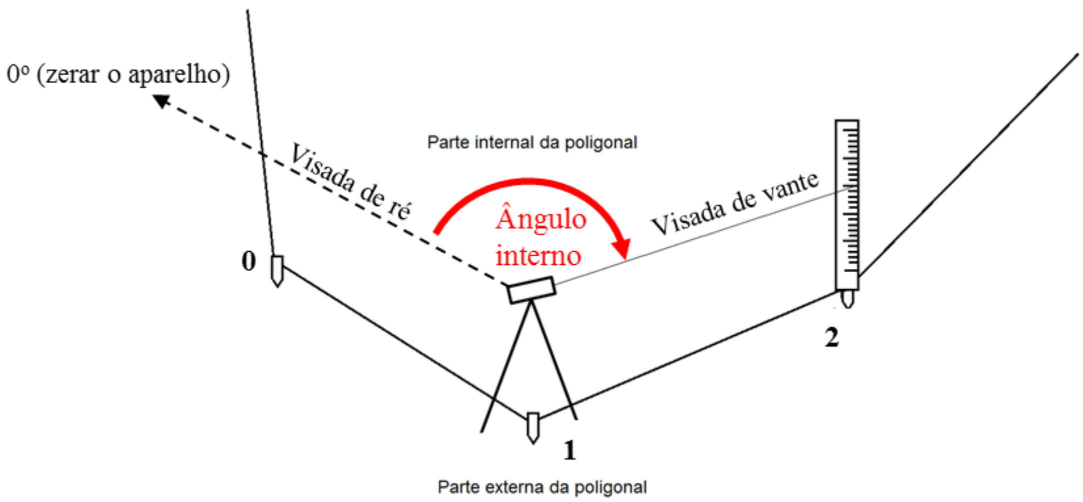

Figura 4 - Representação de uma visada de ré.

Após realizar a visada de ré, gira-se a luneta no sentido horário, como mostra a Figura 4, obtendo-se a leitura do ângulo interno dessa poligonal.

Assim, sempre no levantamento no sentido anti-horário, obtemos os ângulos internos, pois a leitura do ângulo horizontal é feita com o aparelho estacionado em um ponto da poligonal de base, zerando o aparelho (0º) no ponto anterior (visada de ré) e **girando a luneta no sentido horário** até o ponto seguinte da poligonal (visada de vante), obtendo-se os ângulos internos.

5.2 CÁLCULO DOS AZIMUTES

Sempre que obtemos no campo os ângulos internos ou externos, temos que calcular para cada um dos alinhamentos de uma poligonal os Azimutes ou rumos. Para nossa disciplina (LEB 0340), vamos trabalhar sempre com Azimutes pois o mesmo tem a vantagem de obter por cálculo o valor das coordenadas retangulares já com o devido sinal.

Para tal, utilizamos também a fórmula a seguir:

$$Az_{(n)} = Az_{(n-1)} + A.ext. + 180°$$

Onde,

$Az_{(n)}$ = Azimute no ponto;

$Az_{(n-1)}$ = Azimute do ponto anterior; e

$A._{ext.}$ = ângulo externo no ponto.

Se a soma passar de 360°, subtrai-se 360° para obter o Azimute. Se necessário, esse procedimento é feito mais de uma vez.

5.2.1 PARA O LEVANTAMENTO NO SENTIDO HORÁRIO

Para os levantamentos no sentido horário (Figura 5), temos os ângulos externos. Em vermelho, estão os Azimutes a serem obtidos para cada um dos alinhamentos (Figura 5). Lembrando que o primeiro Azimute é sempre lido em campo ($Az_{(n-1)}$).

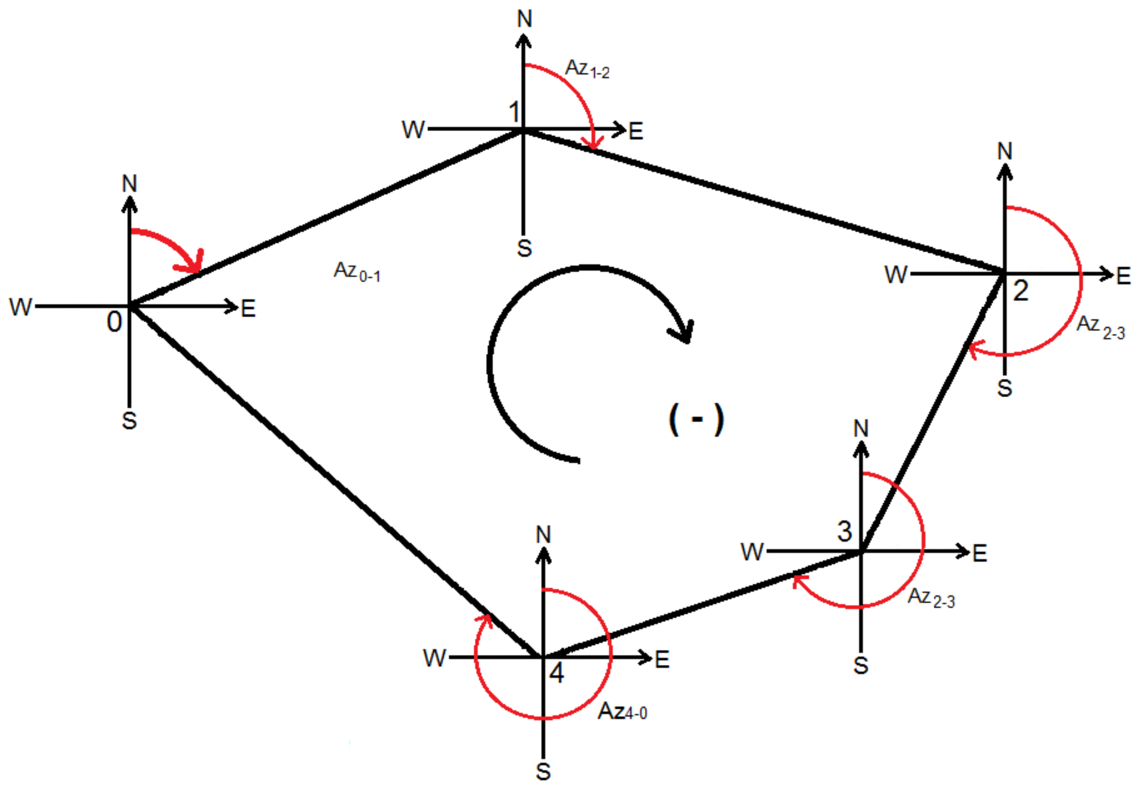

Figura 5 - Representação dos Azimutes no sentido horário

Qual o Azimute no ponto 1 na Figura 6?

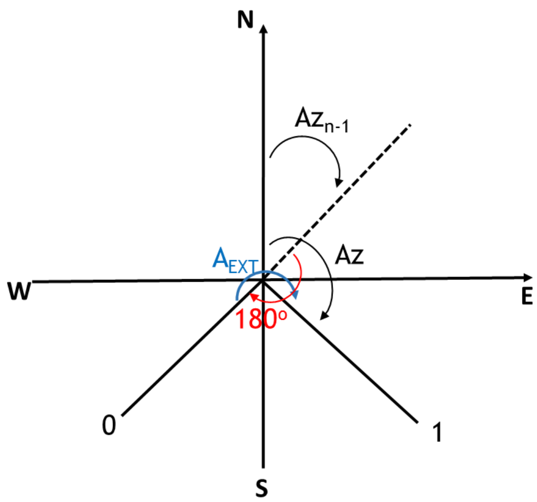

Figura 6 - Exemplo de cálculo de Azimute.

Dados:

$Az_{n-1} = 60º$

$A_{ext} = 225º$

Resolução:

$$Az_{(n)} = Az_{(n-1)} + A.ext. + 180°$$

$$Az_{(n)} = 60° + 225° + 180°$$

$$Az_n = 465°$$

Como ultrapassou 360º, deve-se subtrair esse valor:

$$Az_{(n)} = 465° - 360°$$

$$Az_{(n)} = 105°$$

5.2.2 PARA O LEVANTAMENTO NO SENTIDO ANTI-HORÁRIO

Para um levantamento no sentido anti-horário (Figura 7), temos:

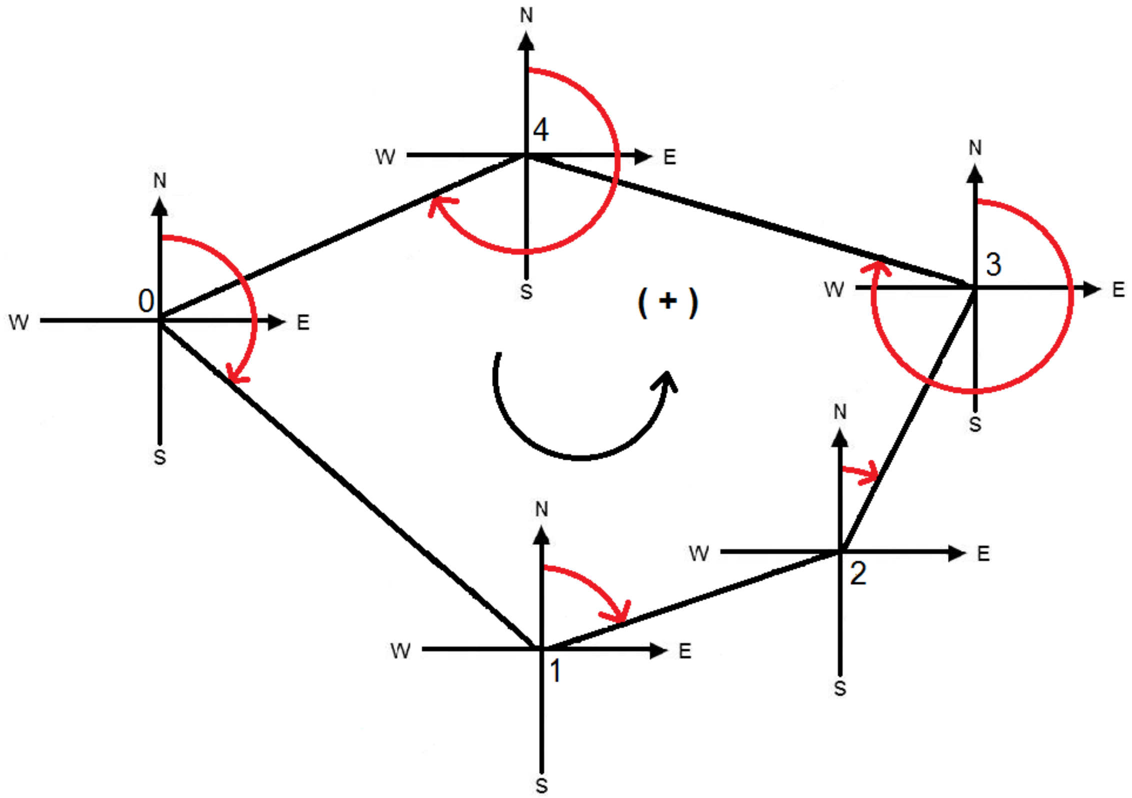

Figura 7 - Representação dos Azimutes no sentido anti-horário

Qual o azimute no ponto 1 na Figura 8?

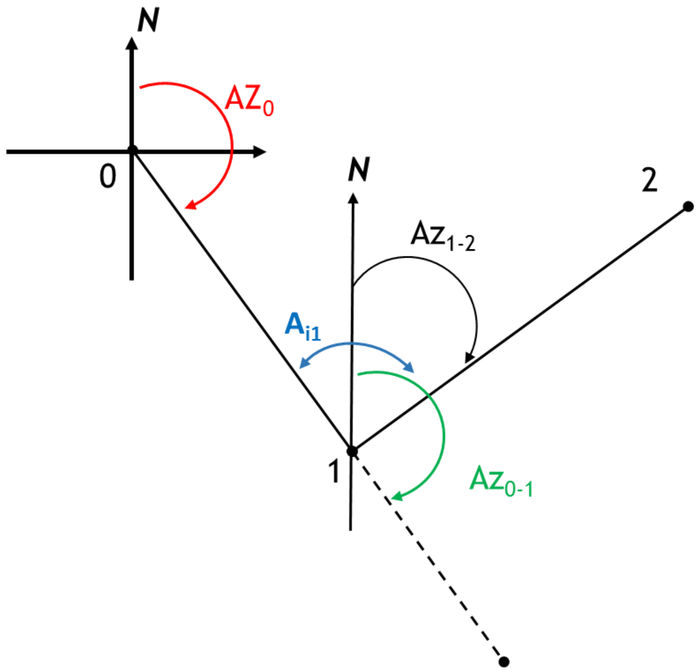

Figura 8 - Exemplo de cálculo de Azimute

Dados:

$Az_{(0\text{-}1)}$ = 120º

$Ai_{(1)}$ = 135º

Resolução:

$$Az_{(n)} = Az_{(n-1)} + A.ext. + 180°$$

$$Az_{(n)} = 120° + 135° + 180°$$

$$Az_{(n)} = 435°$$

Como ultrapassou 360º, deve-se subtrair esse valor:

$$Az_{(n)} = 435° - 360°$$

$$Az_{(n)} = 75°$$

5.2 DEFLEXÃO

O ângulo de deflexão de um alinhamento é o ângulo que este faz com o prolongamento do alinhamento anterior, contado a esquerda (deflexão a esquerda DE), como se observa na Figura 9, ou a direita (deflexão a direita DD), como se observa na Figura 12, do prolongamento, variando de 0º a 180º.

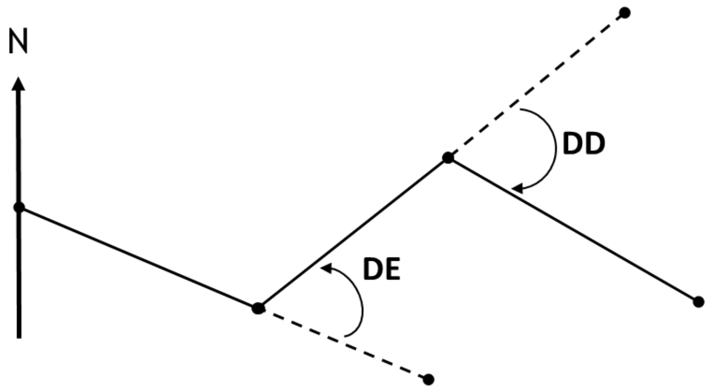

Figura 9 – Representação da deflexão à esquerda e deflexão à direita.

Uma das vantagens da deflexão é a determinação do Azimute de um alinhamento, conhecendo-se o Azimute do alinhamento anterior (Figura 10 e 11), temos que:

$$Az_{(n)} = Az_{(n-1)} + DD$$

Onde:

$Az_{(n)}$ = Azimute do ponto;

$Az_{(n-1)}$ = Azimute do ponto anterior; e

DD = Deflexão a direita.

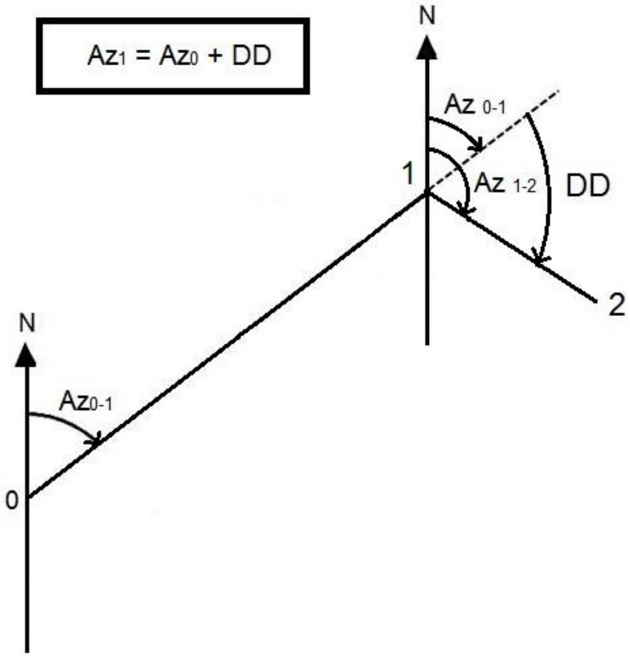

Figura 10 - Representação da deflexão à direita

ou

$$Az_{(n)} = Az_{(n-1)} - DE$$

Onde:

$Az_{(n)}$ = Azimute do ponto;

$Az_{(n-1)}$ = Azimute do ponto anterior; e

DE = Deflexão a esquerda.

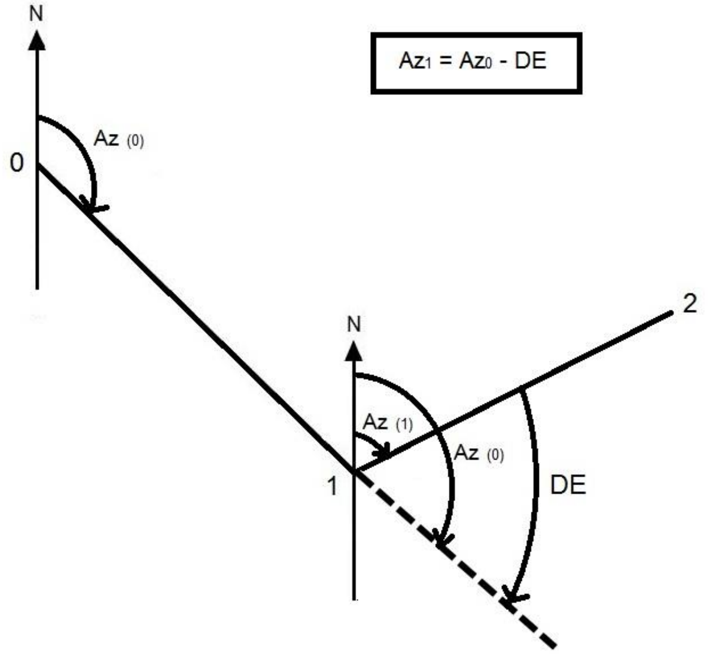

Figura 11 - Representação da deflexão à esquerda

5.3 ÂNGULOS VERTICAIS

O **ângulo vertical** é o ângulo que uma direção (alinhamento inclinado) forma no plano vertical com o plano horizontal (linha do horizonte, plano topográfico) (Figura 12).

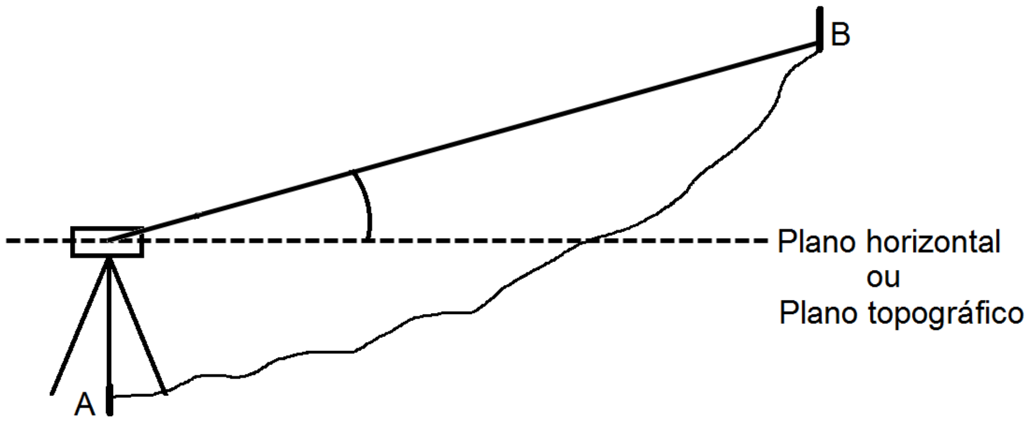

Figura 12 - Representação do ângulo vertical

O ângulo vertical pode ser:

- **Ângulo vertical (α)** varia de 0º a 90º onde 0º encontra-se no plano horizontal, tendo valores positivos para cima e negativos para baixo. Fornece a inclinação (Figura 13).

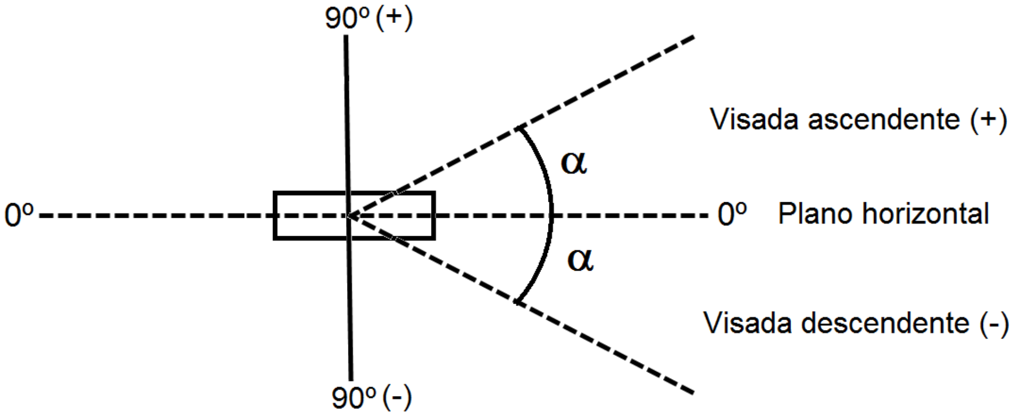

Figura 13 - Representação do ângulo vertical

- **Ângulo zenital (z)** varia de 0º a 360º, onde temos 0º no zênite até 180º ao nadir (centro da Terra) onde 90º temos o plano horizontal (Figura 14).

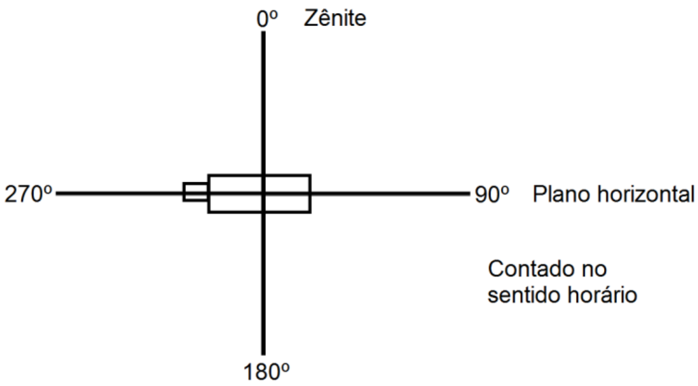

Figura 14 - Representação do ângulo zenital

- **Ângulo Nadiral** (N) varia de 0º a 360º, onde temos 0º ao nadir (centro da Terra), 90º no plano horizontal e 180º no zênite (Figura 15).

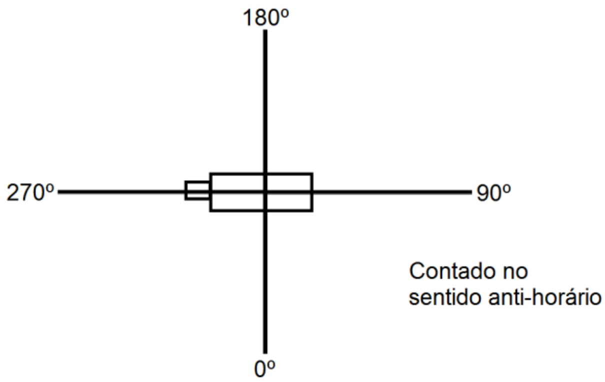

Figura 15 - Representação do ângulo nadiral

Na prática podemos necessitar da transformação entre esses ângulos. As associações entre eles podem ser observadas na Figura 16.

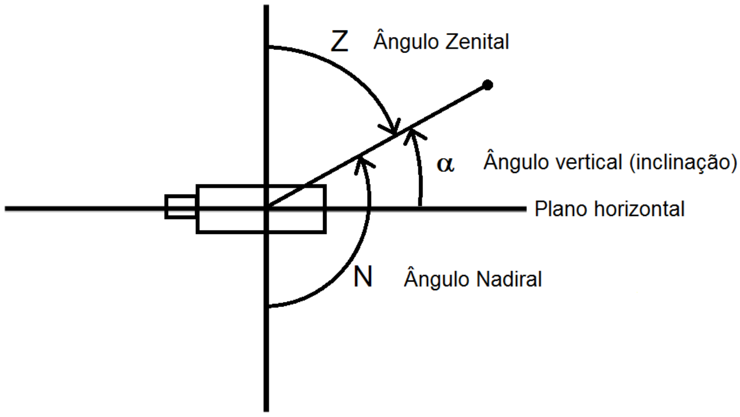

Figura 16 - Representação dos ângulos verticais.