



TOPOGRAFIA II

1 – ALTIMETRIA: CONCEITUAÇÃO E DEFINIÇÕES

Altimetria



- ✚ A altimetria ou hipsometria é a parte da topografia que trata dos instrumentos e métodos para a representação do relevo.
- ✚ O estudo do relevo de um terreno consiste na determinação das alturas de seus pontos característicos e definidores da altimetria, relacionados com uma superfície de nível que se toma como elemento de comparação.

Superfície de Nível

- Definimos como superfície de nível ou superfície equipotencial à superfície tal que o trabalho (T) realizado pela força de gravidade (F) é nulo.
- $T = F d \cos\theta$
- d = direção do deslocamento;
- θ = ângulo entre a força e o deslocamento;
- Em outras palavras é uma superfície na qual um móvel deslizando sobre a mesma, não tem movimento alterado pela força da gravidade.
- A superfície de um corpo d'água não perturbada é um exemplo prático da materialização da superfície de nível.

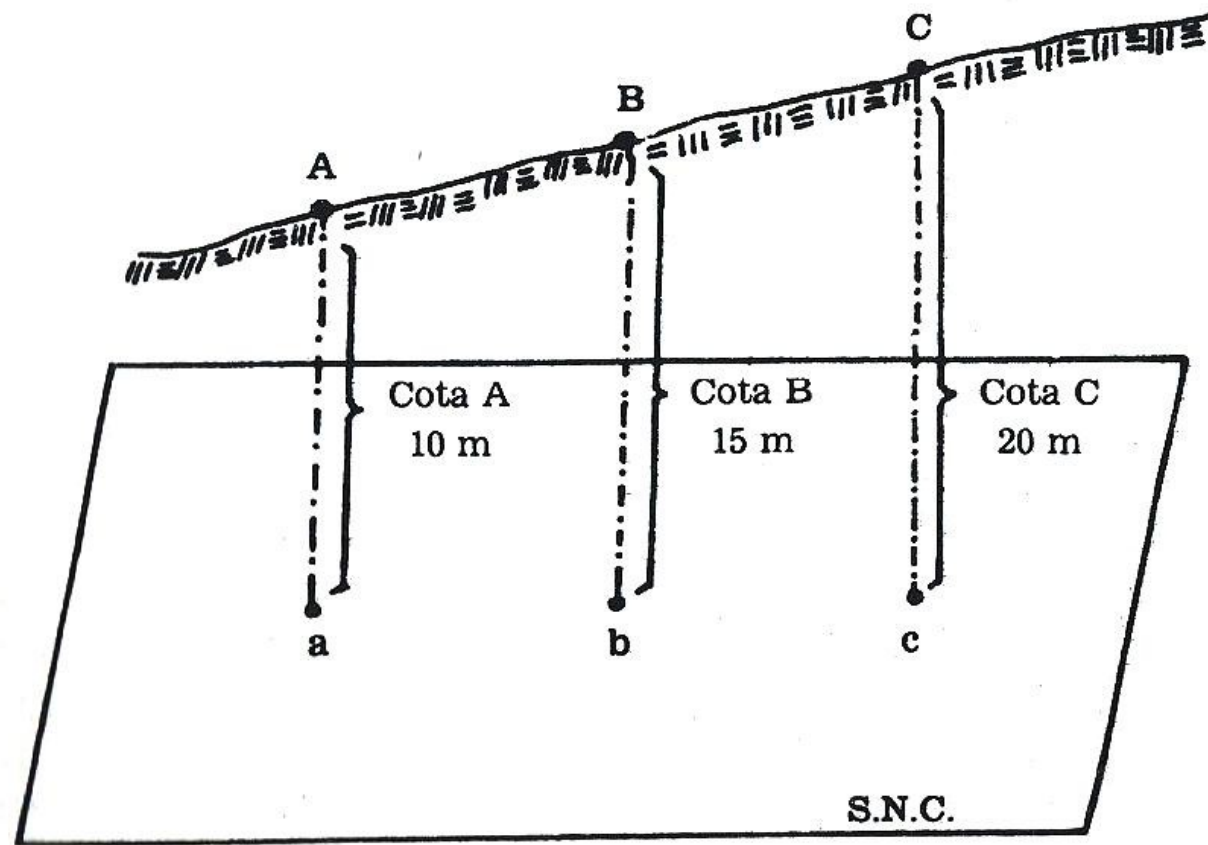
Altura e Superfície de Nível de Comparação (SNC)

- + Chama-se altura de um ponto em altimetria o comprimento da perpendicular baixada deste ponto sobre um plano horizontal qualquer tomado como Superfície de Nível de Comparação (SNC).
- + A determinação da altura de um ponto corresponde, portanto, à medição de uma distância realizada em direção vertical.

Cota e Superfície de Nível Arbitrária

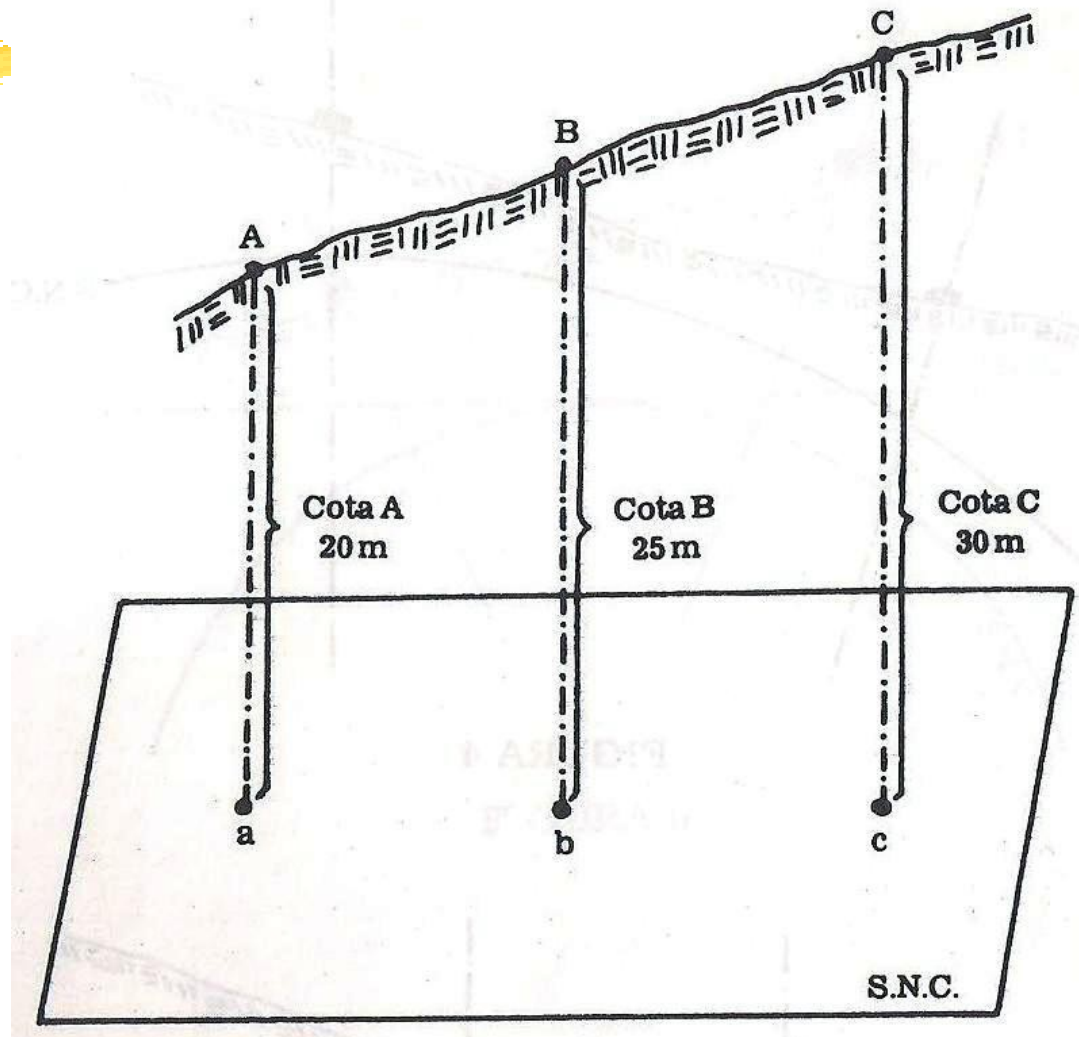
- ✚ Quando a SNC é determinada arbitrariamente as alturas dos diferentes pontos relacionados a ela recebem a denominação de **cotas** ou **alturas relativas**. A superfície de nível assim determinada é chamada de Superfície de Nível Arbitrária.
- ✚ Os mesmos pontos no terreno terão **cotas** diferentes para diferentes Superfícies de Nível Arbitrárias (Figuras 1 e 2).

Superfície de Nível Arbitrária



✚ Figura 1 – Superfície de nível arbitrária A: cotas.

Superfície de Nível Arbitrária

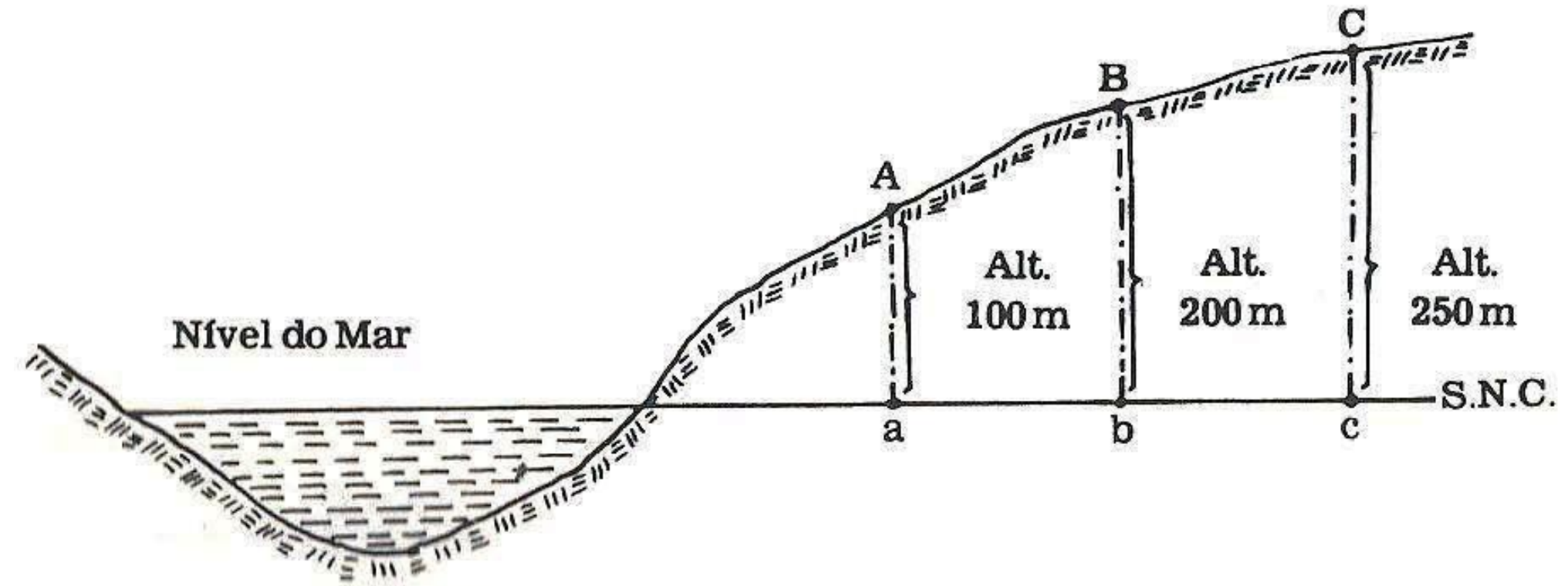


✚ Figura 2 – Superfície de nível arbitrária B: cotas.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ Quando se toma como SNC a correspondente à superfície do nível médio dos mares (N.M.M.), suposta prolongada por baixo dos continentes, as alturas dos diferentes pontos característicos estudados recebem a denominação de **altitudes ortométricas** ou **alturas absolutas** ou **cotas absolutas** ou simplesmente **altitudes** (Figura 3).

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)



✚ Figura 3 – Superfície de nível verdadeira: altitudes.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ Sabe-se que, por efeito das atrações combinadas da lua e do sol, que as águas do mar sobem e baixam periodicamente, produzindo o fenômeno das marés, objeto de contínuos estudos que interessam de modo particular à navegação e à Hidrologia (Figuras 4 e 5).

Marés

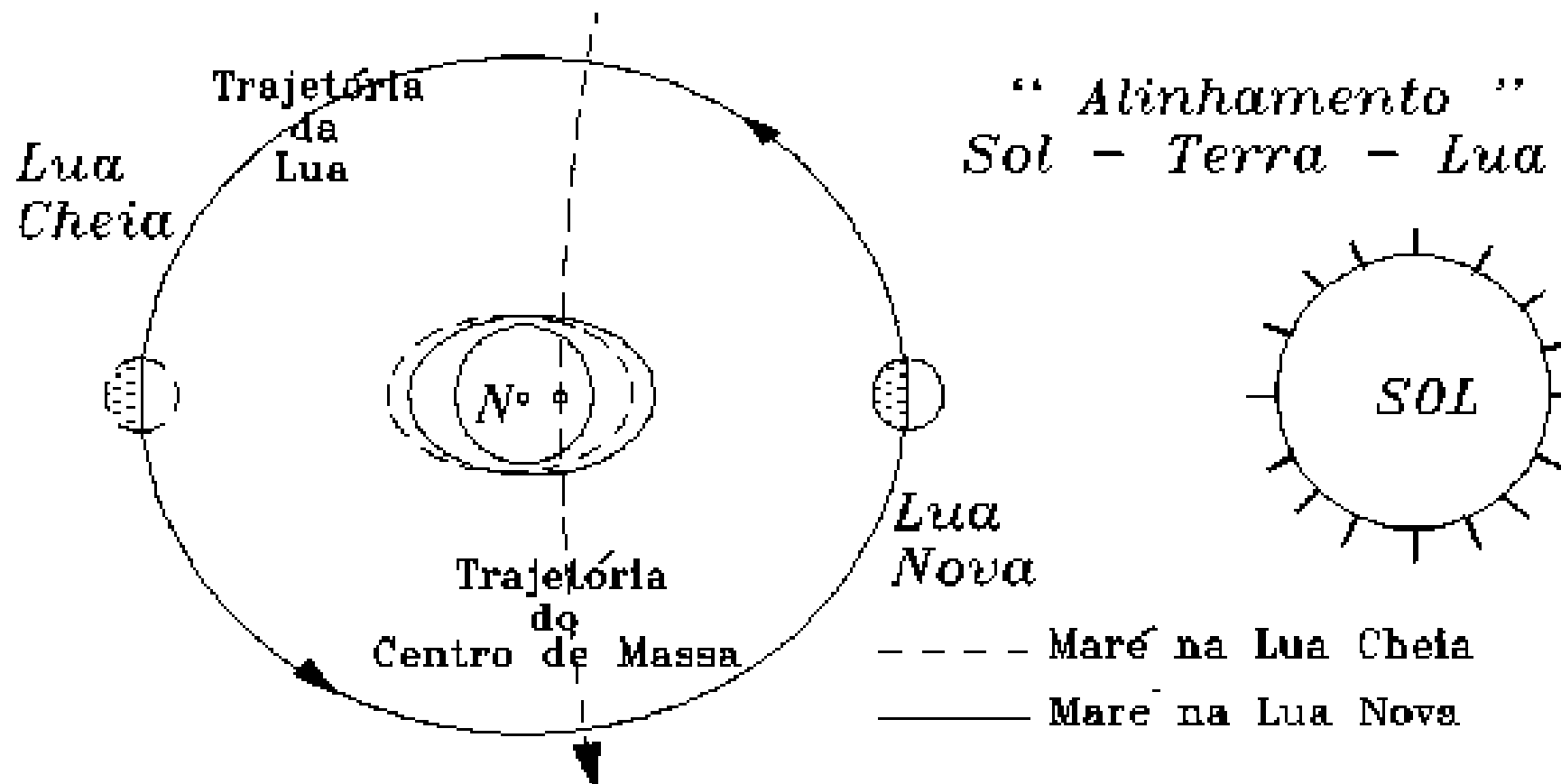
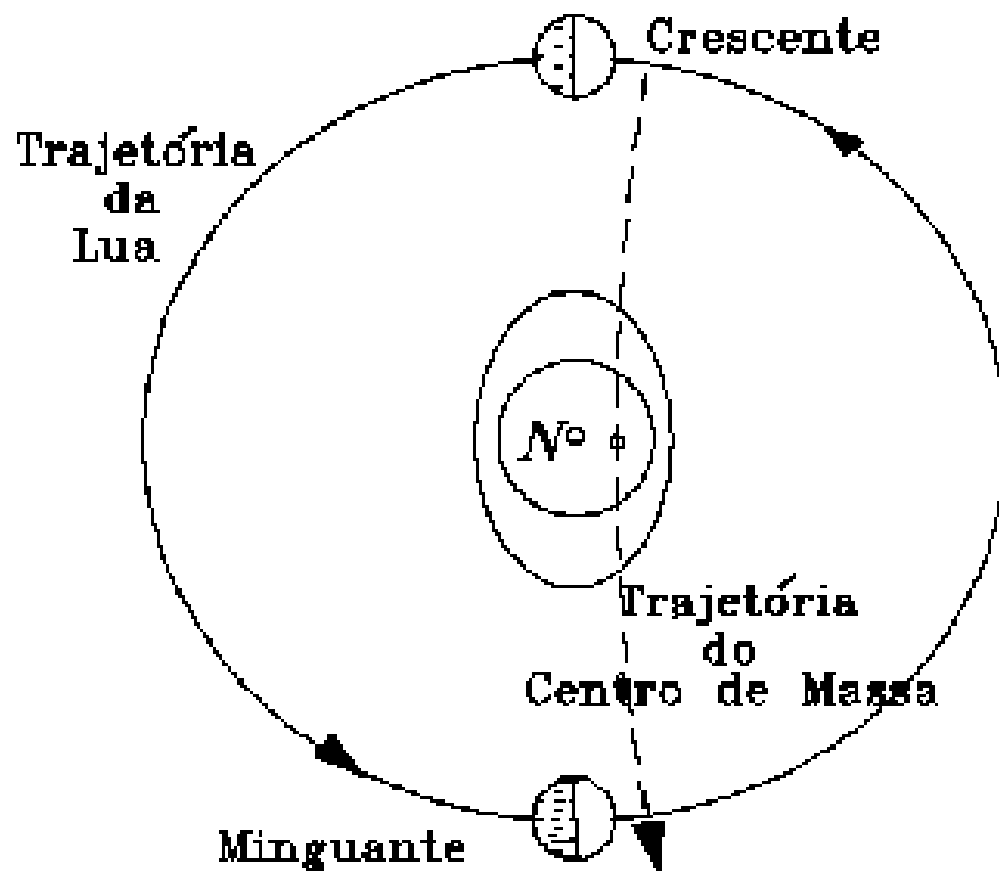
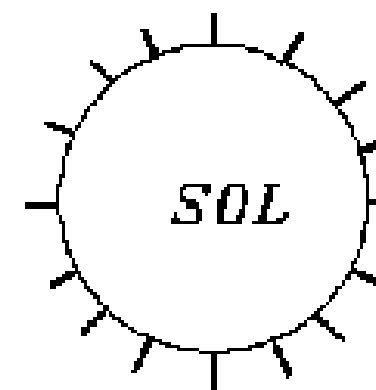


Figura 4 – Efeito do Sol sobre as marés quando do “alinhamento” Sol-Terra-Lua.

Marés



Quadratura
Sol - Terra - Lua

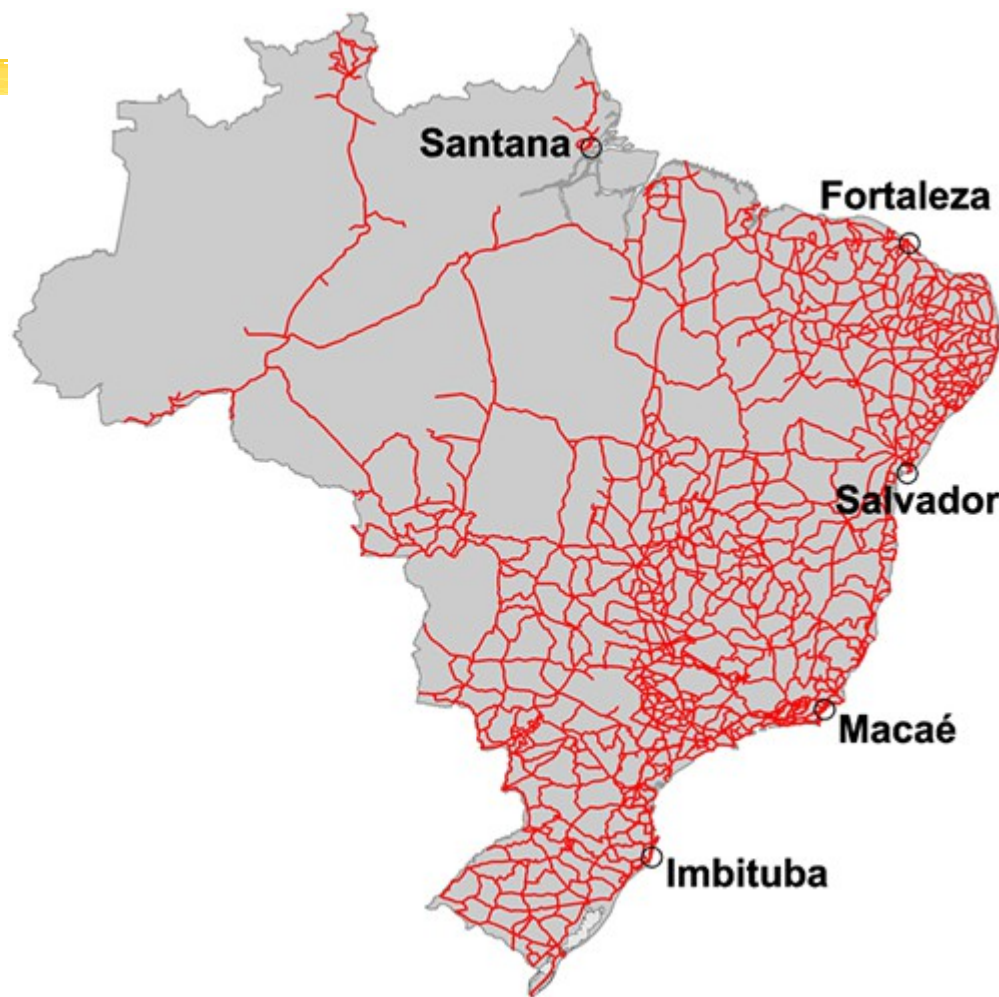


✚ Figura 5 – Efeito do Sol sobre as marés quando a Lua encontra-se em “Quadratura” com relação ao Astro-Rei.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ Uma das ações desenvolvidas pelo **IBGE** é o estabelecimento de um conjunto homogêneo de marcos geodésicos com altitudes de alta precisão em todo o **Brasil**.
- ✚ Esse conjunto de marcos geodésicos é formalmente denominado **Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP)** do **Sistema Geodésico Brasileiro (SGB)** (Figura 6).

RAAP - SGB



 **Figura 6 – Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).**

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ A Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG) foi concebida em 1996 pelo então Departamento de Geodésia do IBGE – hoje Coordenação de Geodésia, CGED – com a finalidade de determinar e acompanhar a evolução temporal e espacial dos *data* altimétricos do SGB.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- + Cinco estações já se encontram em operação:
- + **Macaé** (RJ), com observações convencionais desde novembro de 1994 e digitais desde julho de 2001;
- + **Imbituba** (SC), desde junho de 1998 e agosto de 2001;

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- + **Salvador** (BA), desde dezembro de 2002 e outubro de 2004;
- + **Santana** (AP), cujos sensores convencional e digital foram ambos instalados em outubro de 2005; e
- + **Fortaleza** (CE), com observações digitais desde abril de 2008.
- + Outra estação maregráfica ainda será estabelecida na Região Norte, no porto de **Belém**.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ O conjunto de estações da **RMPG** permitirá que o nível médio do mar seja determinado ao longo de toda a costa brasileira e correlacionado com as observações pretéritas.
- ✚ Além disso, a rede proporcionará a vinculação entre esses resultados e todos os demais referenciais altimétricos, notadamente aqueles utilizados na **Cartografia Náutica** e nas operações portuárias, trazendo grandes benefícios aos usuários da **RAAP** em regiões costeiras.

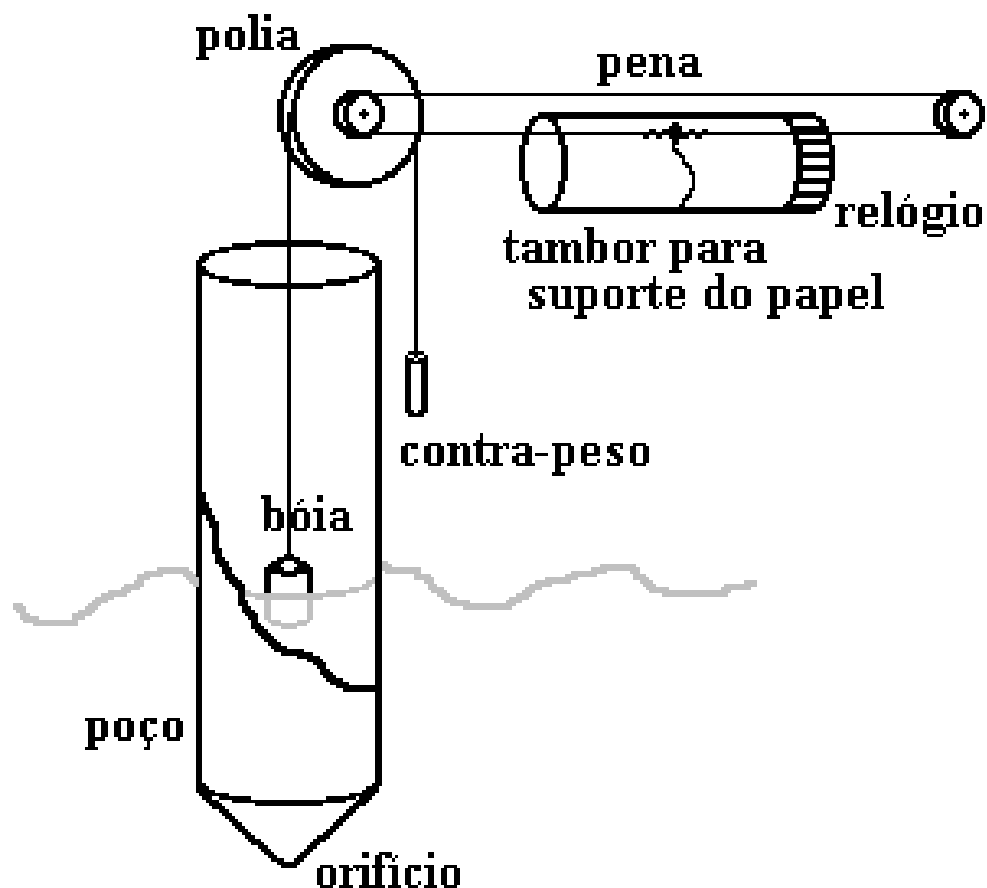
Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ O nível médio dos mares (N.M.M.) é determinado por observações assinaladas por um **marégrafo**, em um grande período de anos, com o fim de anular os efeitos de todas as causas perturbadoras do equilíbrio das águas.
- ✚ As Figuras de 7 a 10 apresentam os componentes de uma estação da **RMPG**.



✚ Figura 7 – Régua de maré.

Sensor Maregráfico Mecânico



✚ Figura 8 – Esquema de um sensor maregráfico mecânico.



✚ **Figura 9 – Sensor mareográfico mecânico utilizado pela RMPG.**



 **Figura 10 – Sensor maregráfico eletrônico operado por radar em Salvador/Bahia.**

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ A SNC coincidente com o N.M.M., que, convencionalmente, possui o valor da **altitude** igual a **zero**, e é utilizada para representar a forma ideal da Terra recebe o nome de **Geoide** ou **Superfície de Nível Verdadeira (SNV)**.
- ✚ Esta superfície de nível assim idealizada corresponde à forma da Terra, supondo-a isenta de suas elevações e depressões.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ O **geoide** é uma superfície de nível que possui todos os seus pontos coincidentes com a **linha normal** à direção da **gravidade**, ou seja, à **vertical do lugar** (que pode ser materializada pelo fio de prumo).
- ✚ Ele é uma superfície **ondulada** e não possui uma forma matemática ou geométrica conhecida.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ A **ondulação geoidal** se deve, principalmente, às **forças de atração** (gravidade) e à **força centrífuga** (rotação da Terra).
- ✚ Ademais, os diferentes materiais que compõem a superfície terrestre possuem diferentes densidades, fazendo com que a **força gravitacional** atue com maior ou menor intensidade em locais diferentes da Terra (Figura 11).

Modelando a Terra

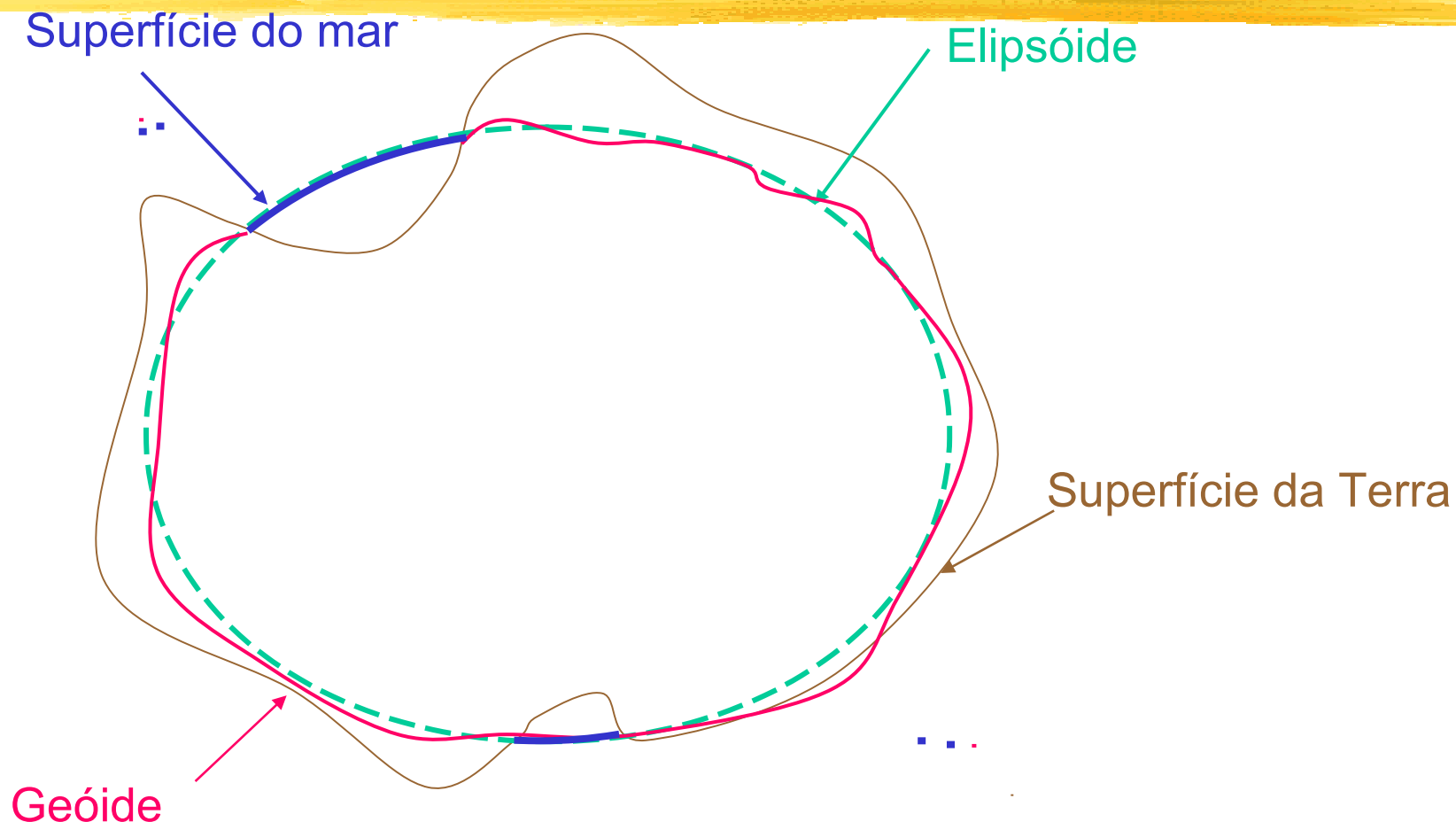
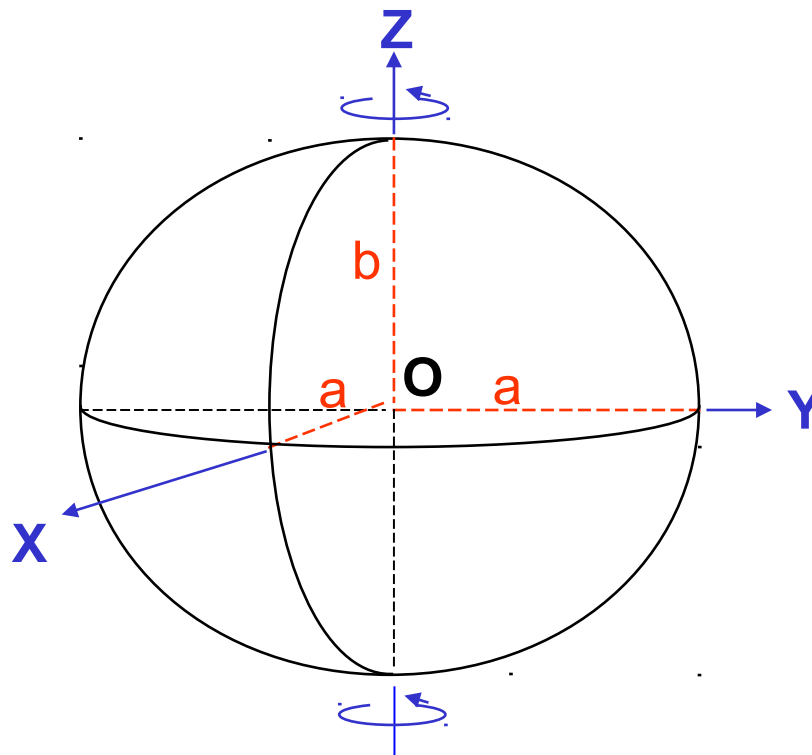


Figura 11 – Superfícies usadas em Agrimensura e Cartografia.

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ Por simplificação, pode-se considerar o **Geoide** muito semelhante a um **elipsoide de rotação** ou **revolução**, uma espécie de esfera achatada nos polos (Figura 12).

Elipsoide de Revolução



Eixo de rotação

Figura 12 – Elipsoide de Revolução

Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ O sistema de referência geodésico para o Sistema Geodésico Brasileiro (**SGB**) é o **Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas** em sua realização no ano de 2000 (**SIRGAS2000**).

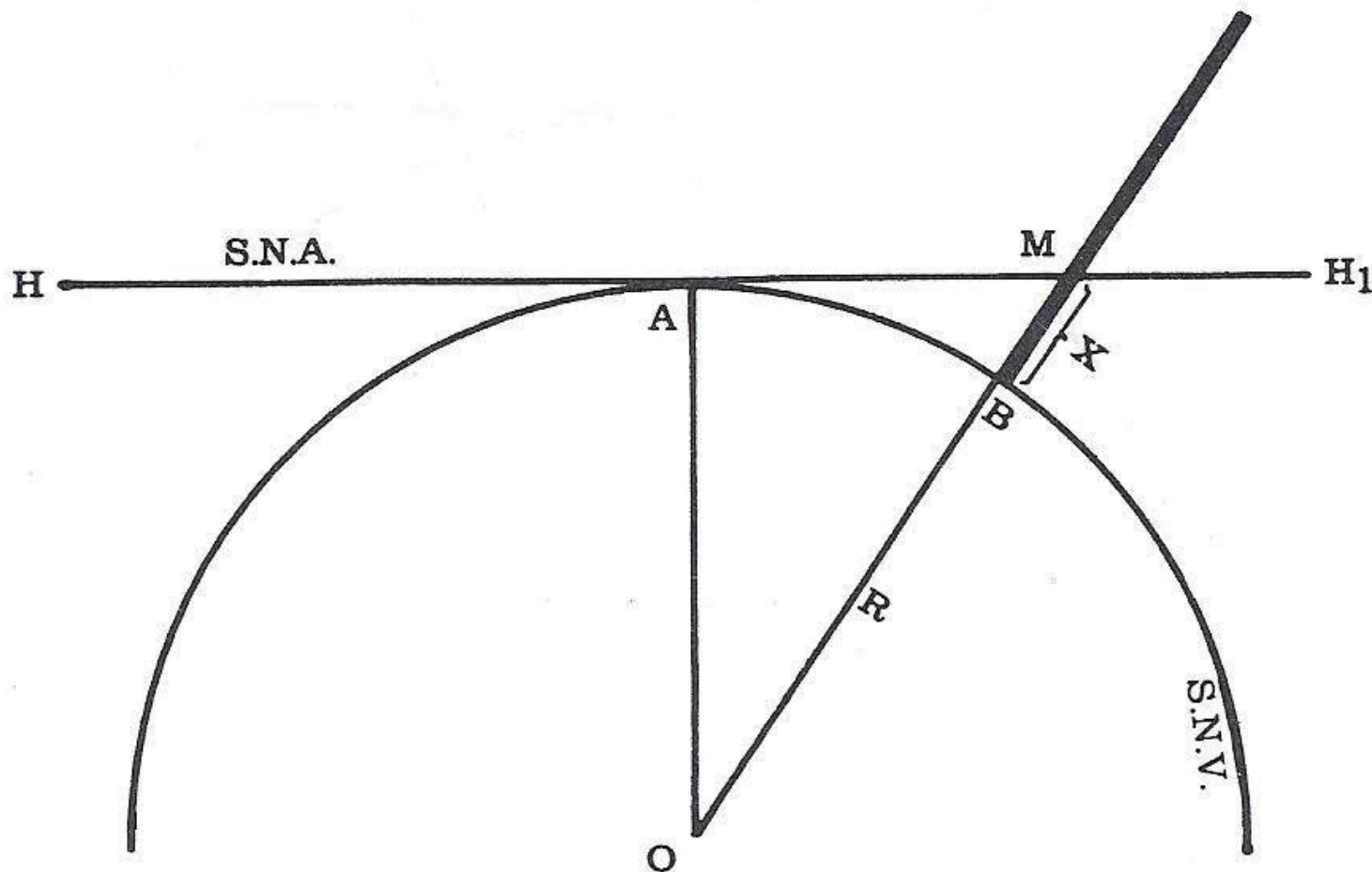
Altitudes e Superfície de Nível Verdadeira (SNV)

- ✚ O **elipsoide de revolução** adotado pelo **SIRGAS2000** para **modelar** a figura geométrica para a Terra é o Elipsoide do Sistema de Referência Geodésico de 1980 (*Geodetic Reference System 1980* – **GRS80**).
- ✚ Este elipsoide possui os seguintes parâmetros:
 - ✚ Semieixo maior (a) = 6.378.137 m
 - ✚ Semieixo menor (b) = 6.356.752,314 m
 - ✚ Achatamento (f) = 1/298,257222101
- ✚ **Nota**: o achatamento também é simbolizado pela letra grega “ α ”.

Erro de nível aparente

- ✚ **Erro de nível aparente** ou **erro de esfericidade** é o erro que se comete devido a utilização da superfície de nível aparente no lugar da verdadeira (Figura 13).

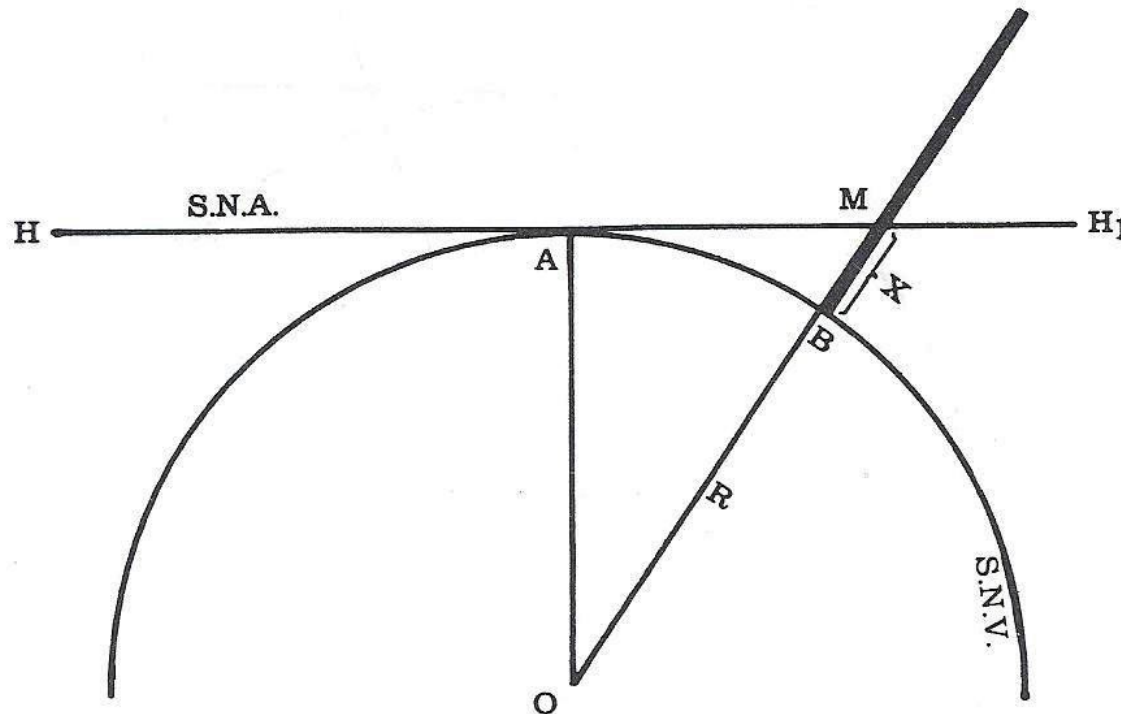
Erro de nível aparente



✚ Figura 13 – Erro de nível aparente

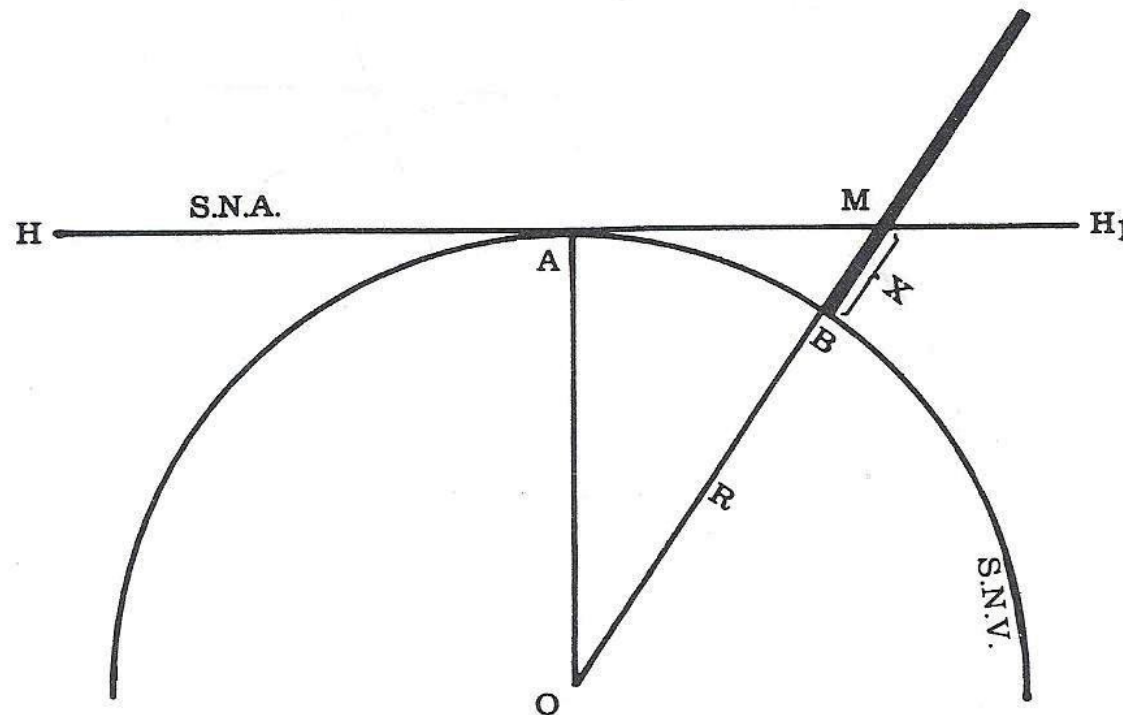
Erro de nível aparente

- Na Figura 13, a SNV (Geoide) é “**representada**” pelo arco de círculo que passa pelos pontos A e B,



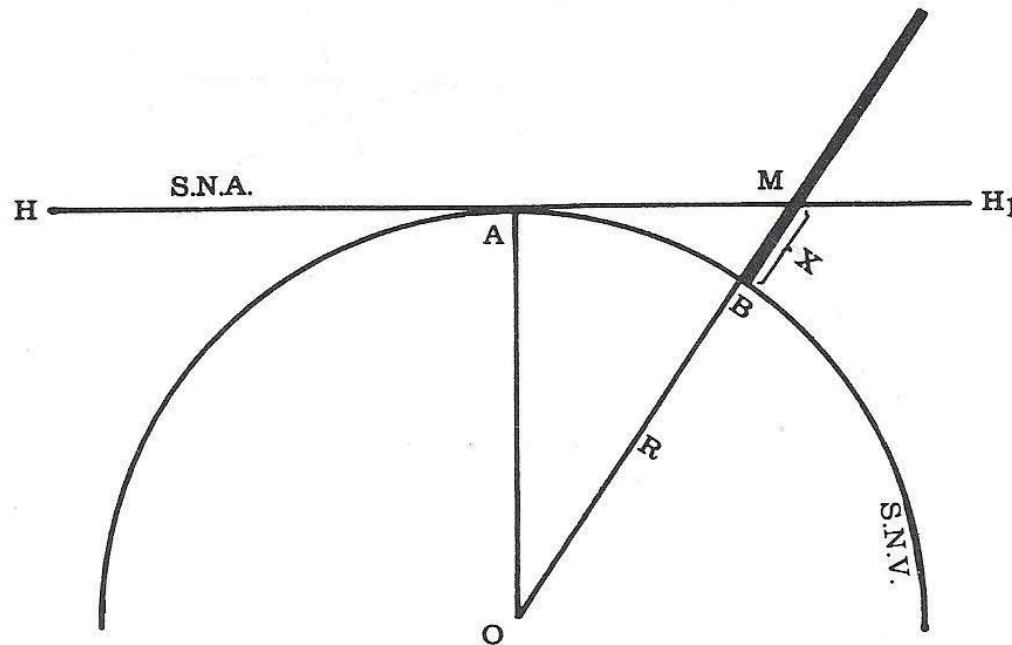
Erro de nível aparente

- sendo obtida por um corte de superfície ideal da Terra em um plano vertical.



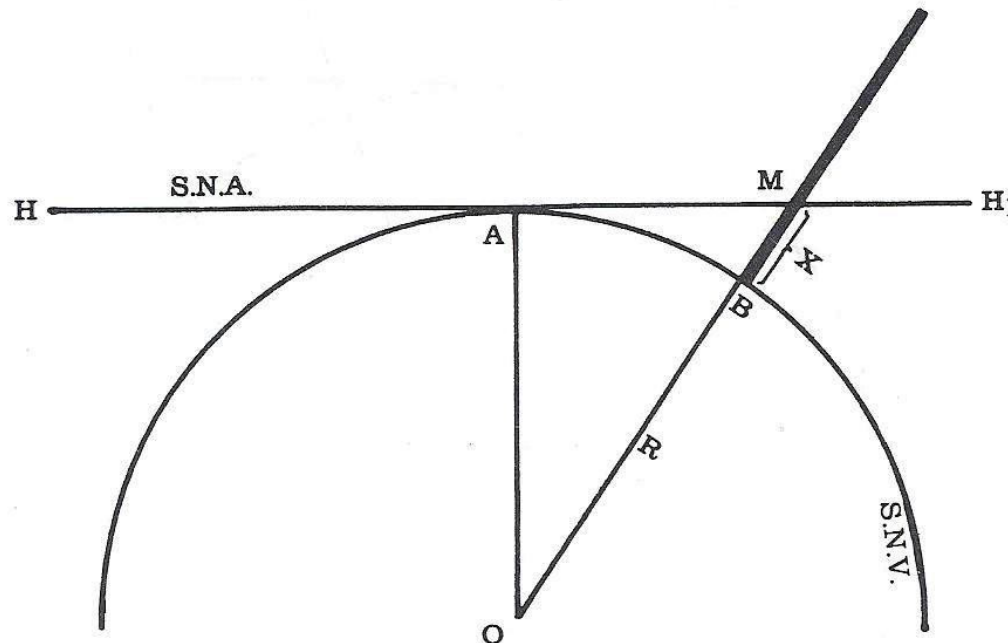
Erro de nível aparente

- ✚ O **Geoide** aqui é simplificado e assumido como sendo uma superfície esférica.



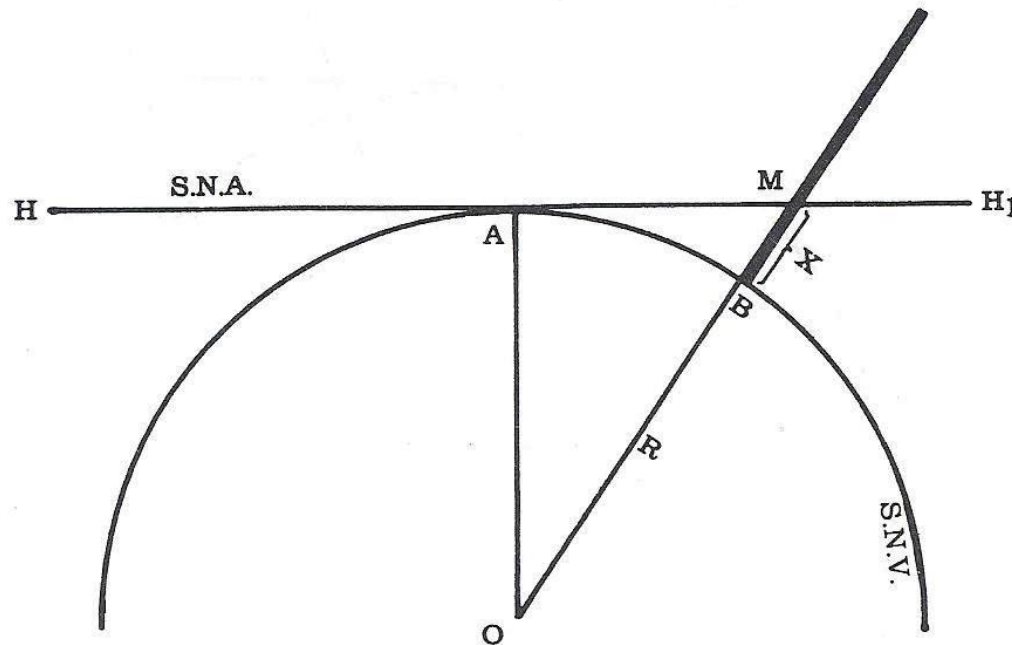
Erro de nível aparente

- ✚ Estando os pontos A e B situados sobre uma mesma superfície de nível, suas altitudes são iguais a zero, não existindo, portanto, diferença de nível entre eles.



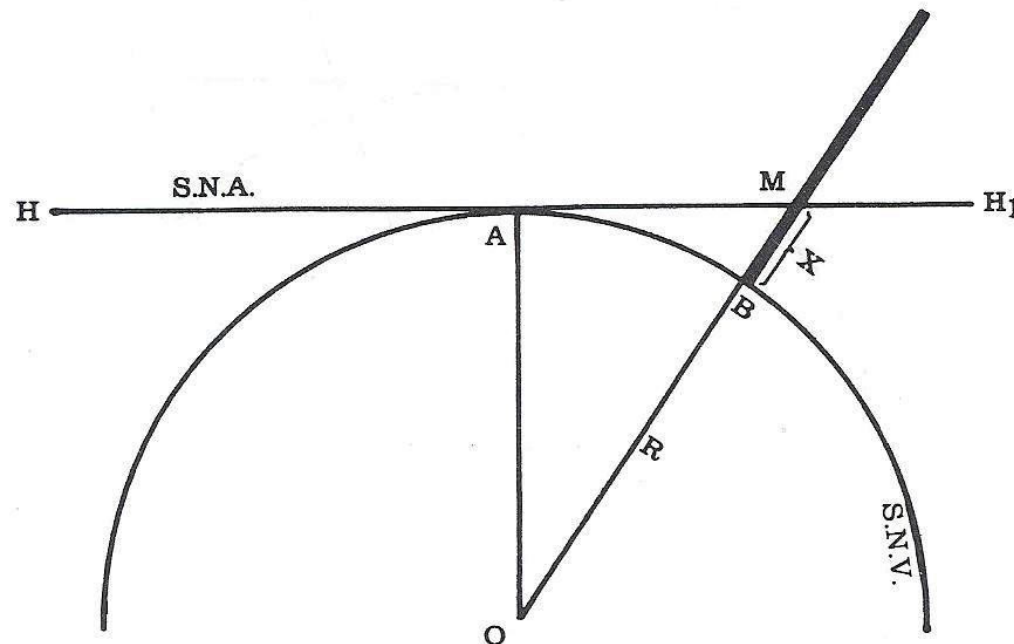
Erro de nível aparente

- ✚ Porém, supondo que a altitude de B não é conhecida, e querendo determiná-la,



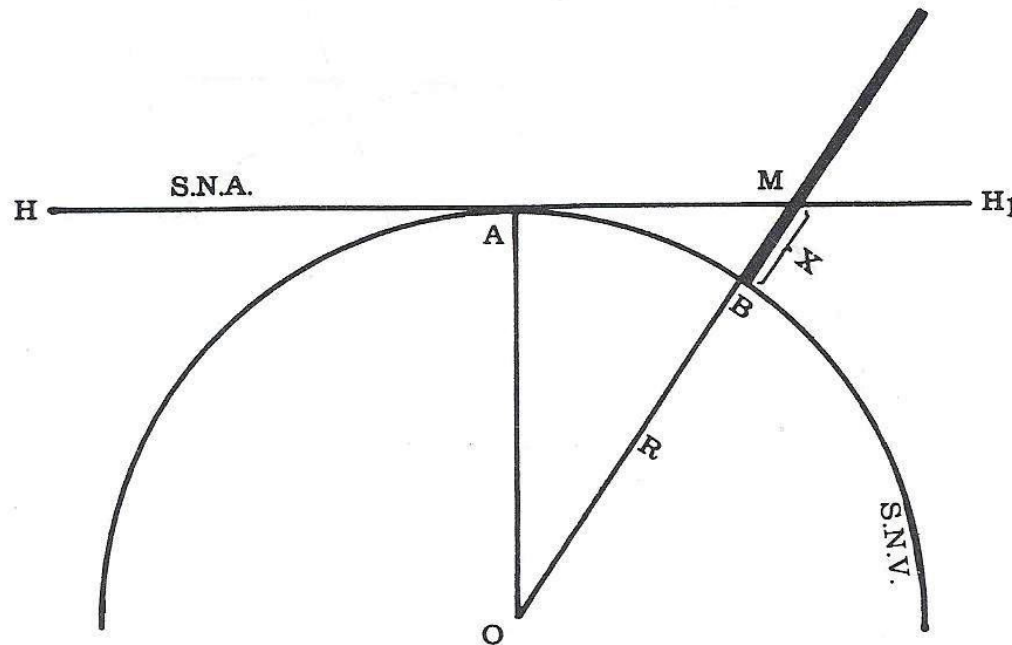
Erro de nível aparente

- deve-se colocar em B uma mira em posição vertical e em A um instrumento adequado que, devidamente nivelado,



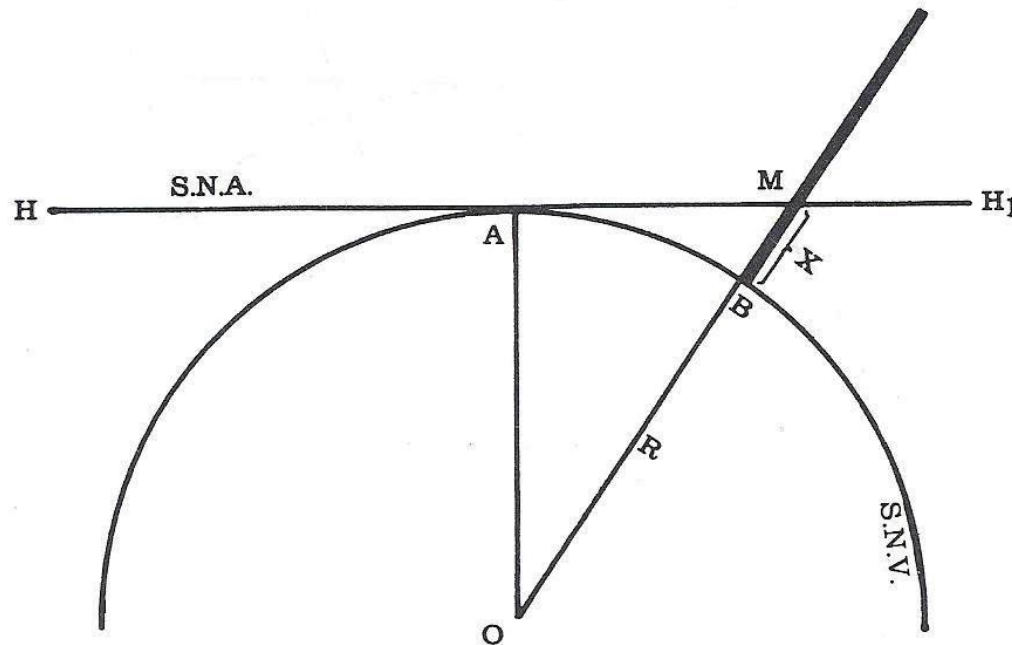
Erro de nível aparente

- dará a horizontal HH1, correspondente à SNA que irá interceptar a mira em um ponto M, e não em B,



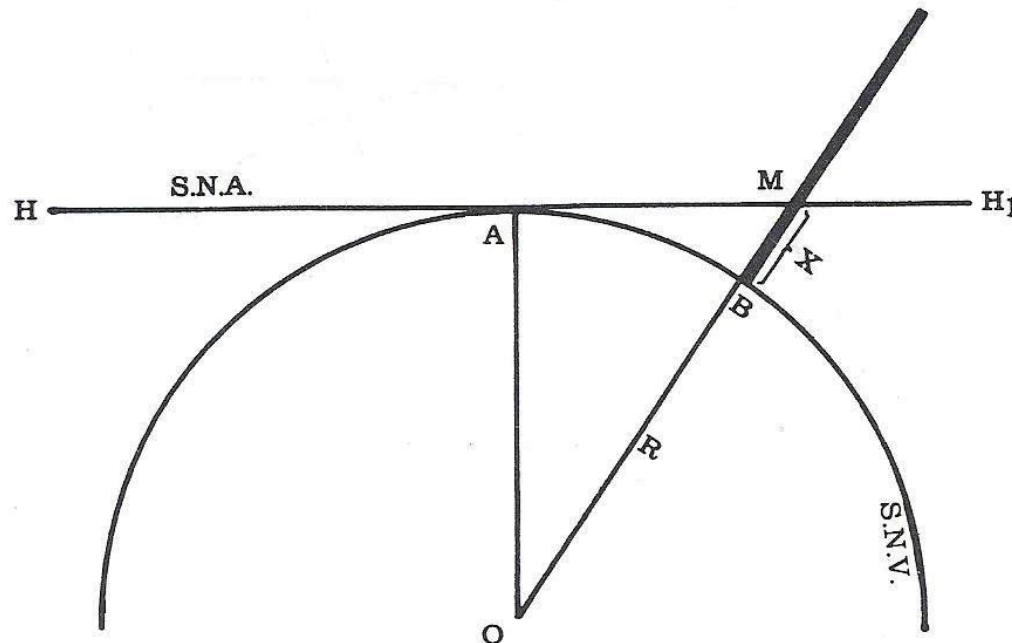
Erro de nível aparente

- pois o arco AB não pode ser determinado pelos aparelhos de topografia.



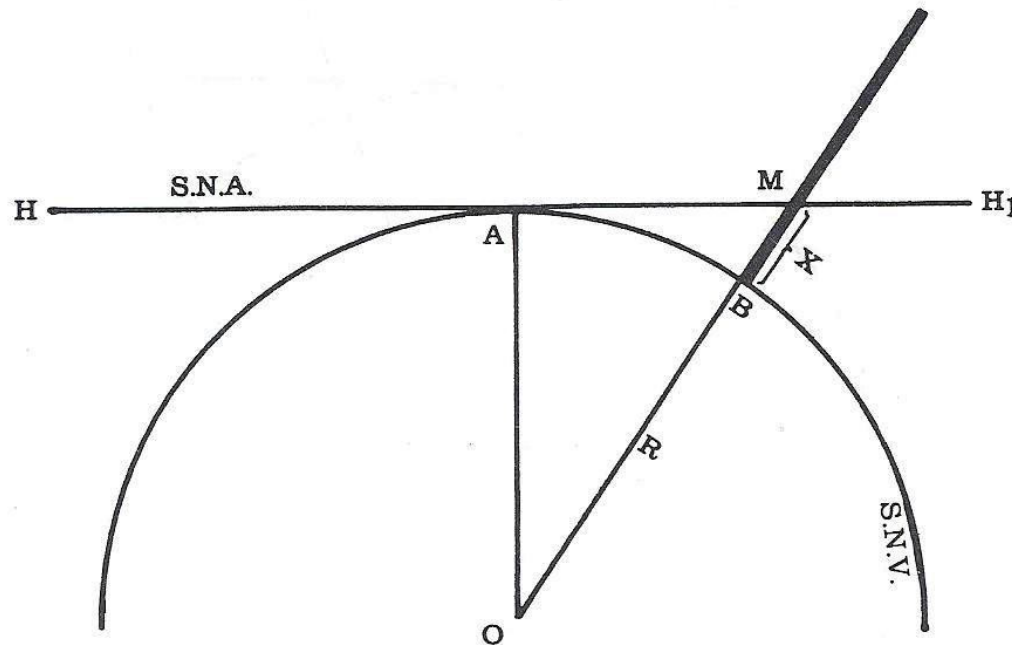
Erro de nível aparente

- Esta é a razão por que, na prática das operações altimétricas, substitui-se a SNV, representada pelo arco AB, por outra formada pelo plano horizontal correspondente ao plano de visada dos níveis,



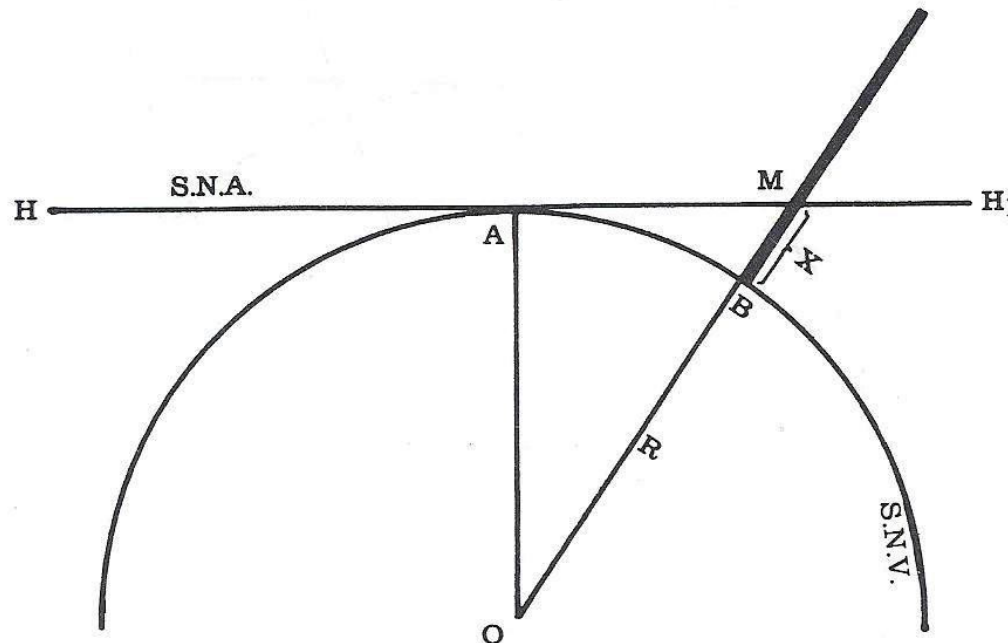
Erro de nível aparente

- cuja interseção como o plano vertical da Figura 13 dá o traço HH_1 .



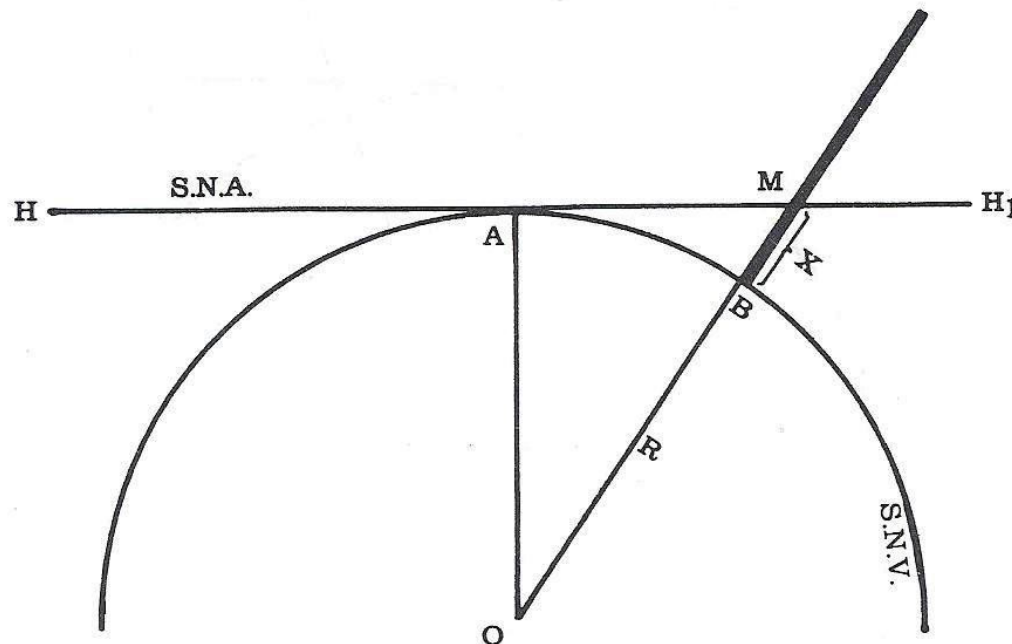
Erro de nível aparente

- Assim, visando de A a mira colocada no ponto B, vê-se este ponto mais baixo do que o ponto A, de uma quantidade $X = BM$.



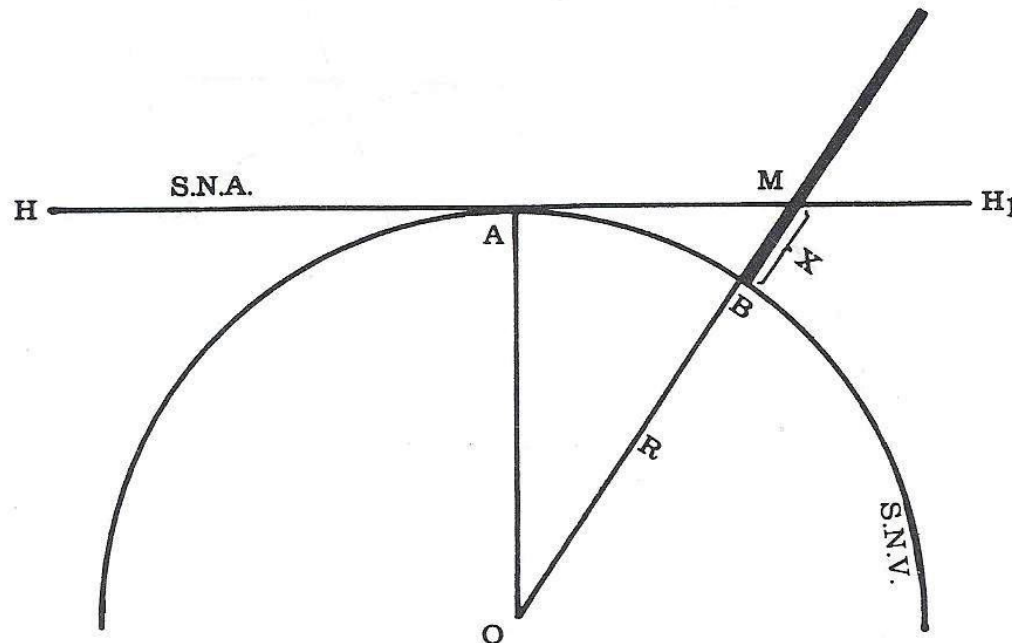
Erro de nível aparente

- Este é o erro que se comete por causa da curvatura da SNV e por sua necessária substituição pela SNA.



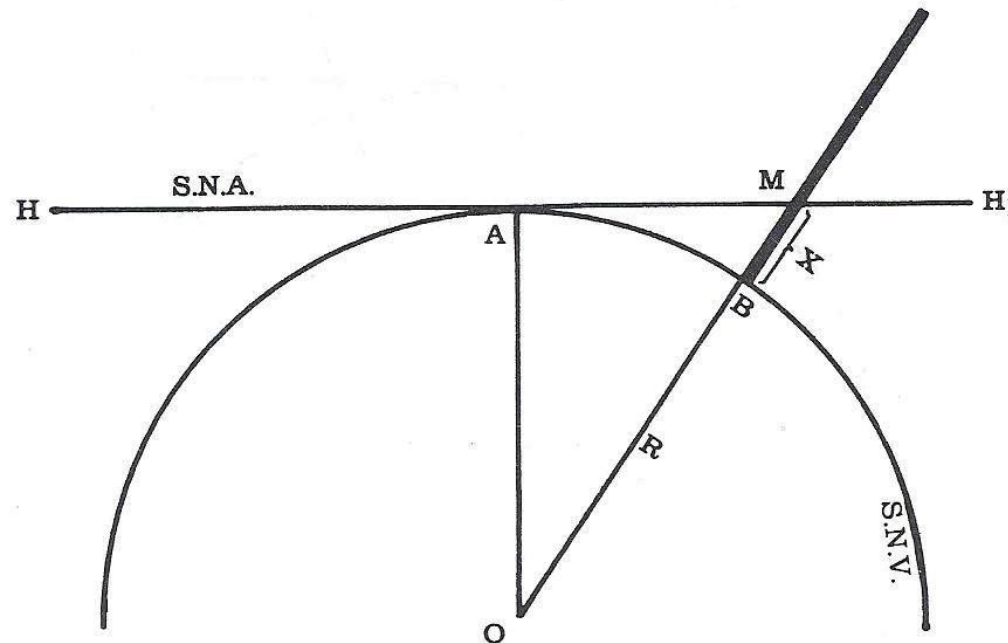
Erro de nível aparente

- ✚ Lembrando que em poucos quilômetros, pode-se supor o comprimento do arco AB igual à sua projeção horizontal AM.



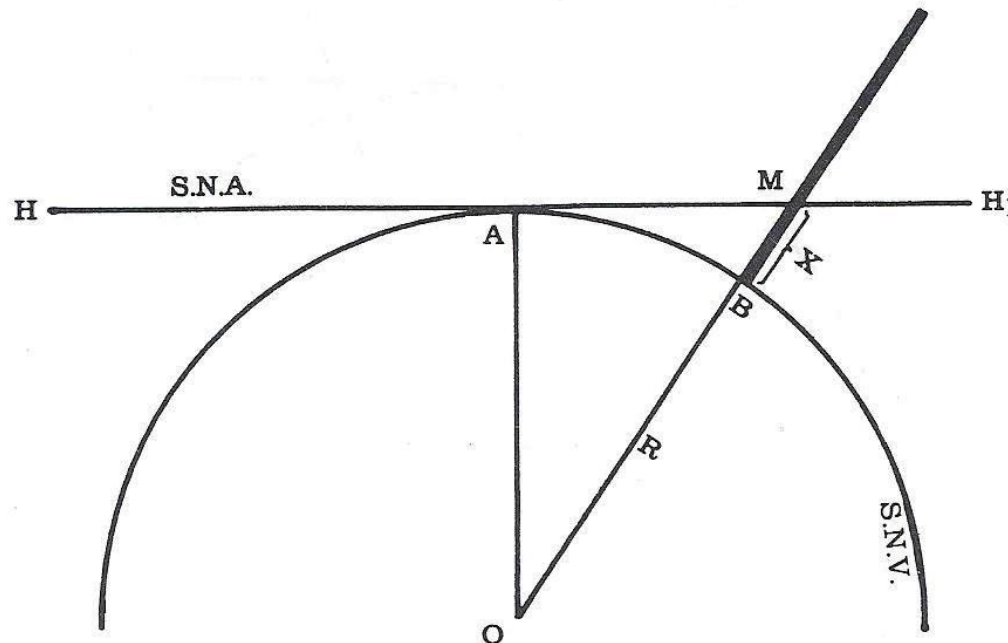
Erro de nível aparente

- ✚ Pode-se determinar o valor de X , resolvendo-se o triângulo retângulo AOM , como segue:
- ✚ $X = MB$ = erro de nível aparente devido à curvatura da SNV



Erro de nível aparente

- + $AM = \text{dist\~ancia} = D$
- + $OA = OB = R = \text{raio da Terra}$
- + $AM^2 = (MB + BO)^2 - OA^2$

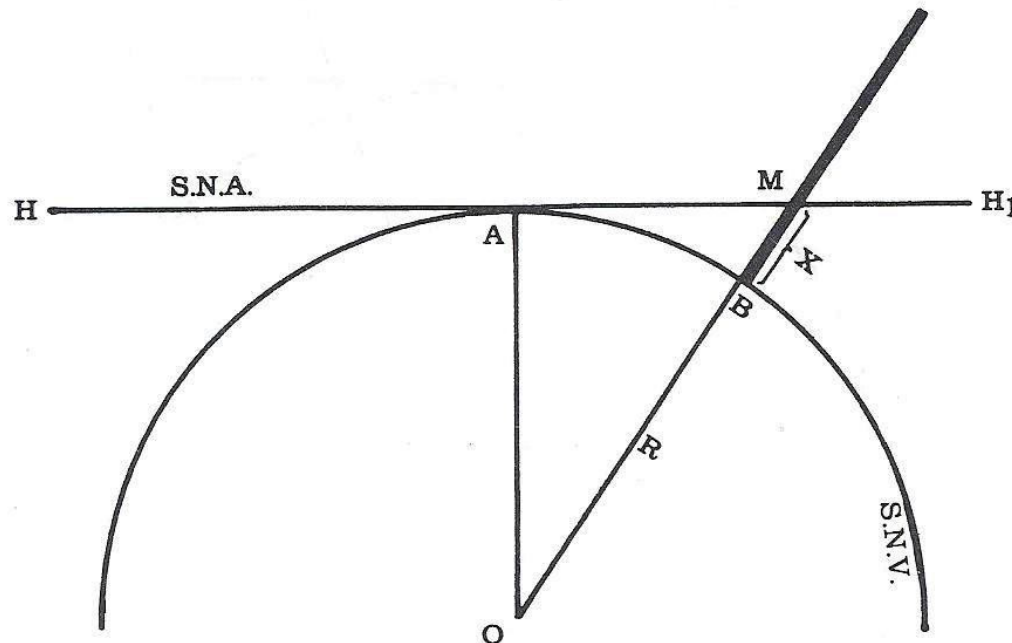


Erro de nível aparente

✚ Substituindo os valores na equação teremos:

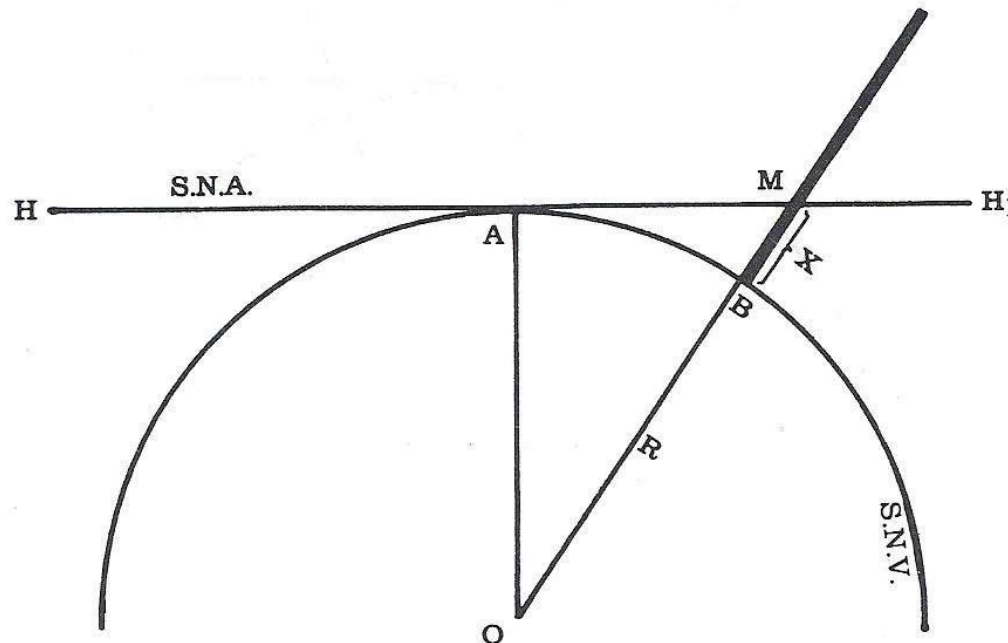
✚ $D^2 = (X + R)^2 - R^2 \rightarrow D^2 = X^2 + 2RX + R^2 - R^2$

✚ $D^2 = X(X + 2R) \rightarrow X = D^2 / (2R + X)$



Erro de nível aparente

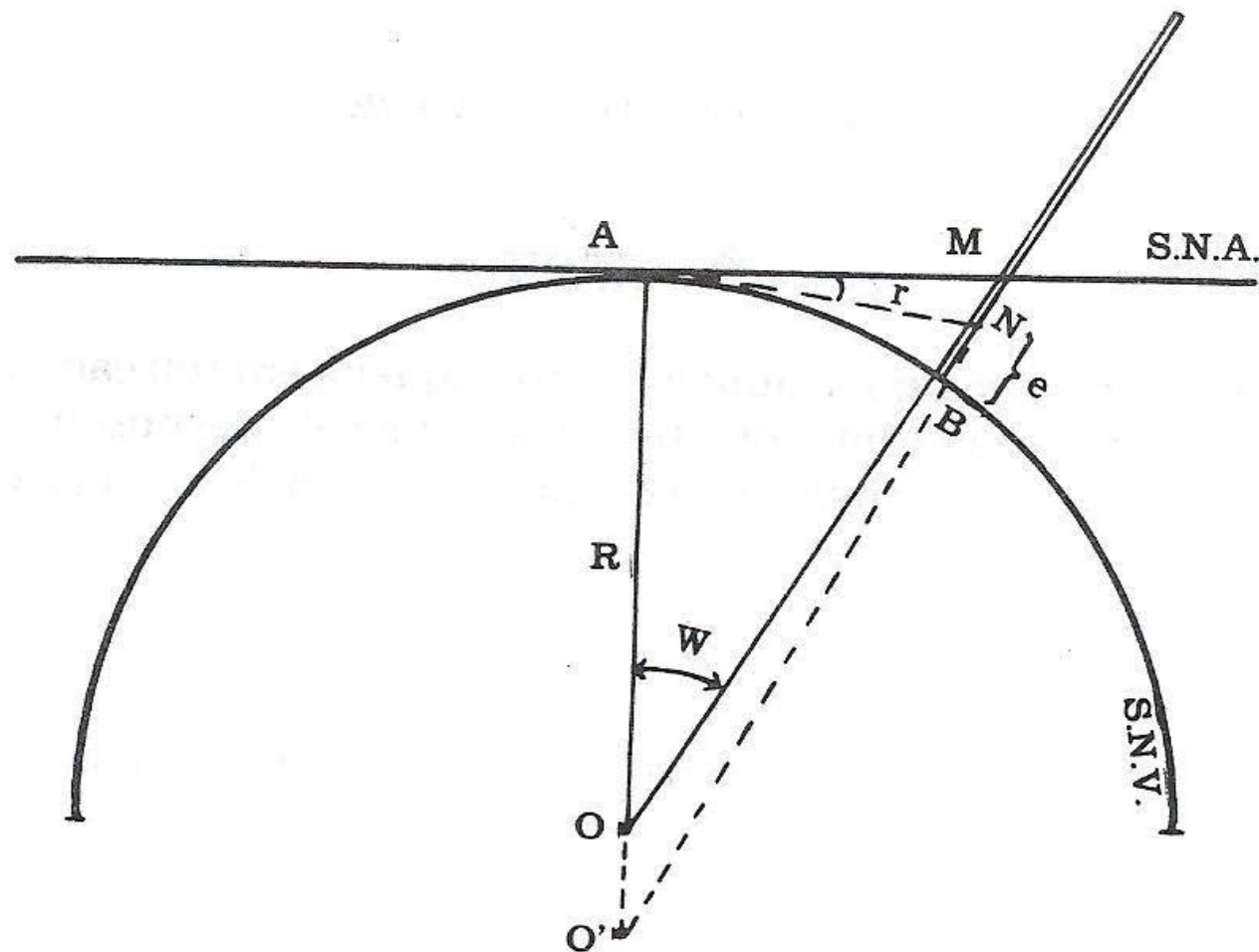
- Como o valor de X é muito pequeno em relação a $2R$, ele pode ser suprimido na equação que ficará:
- $X = D^2 / 2R$



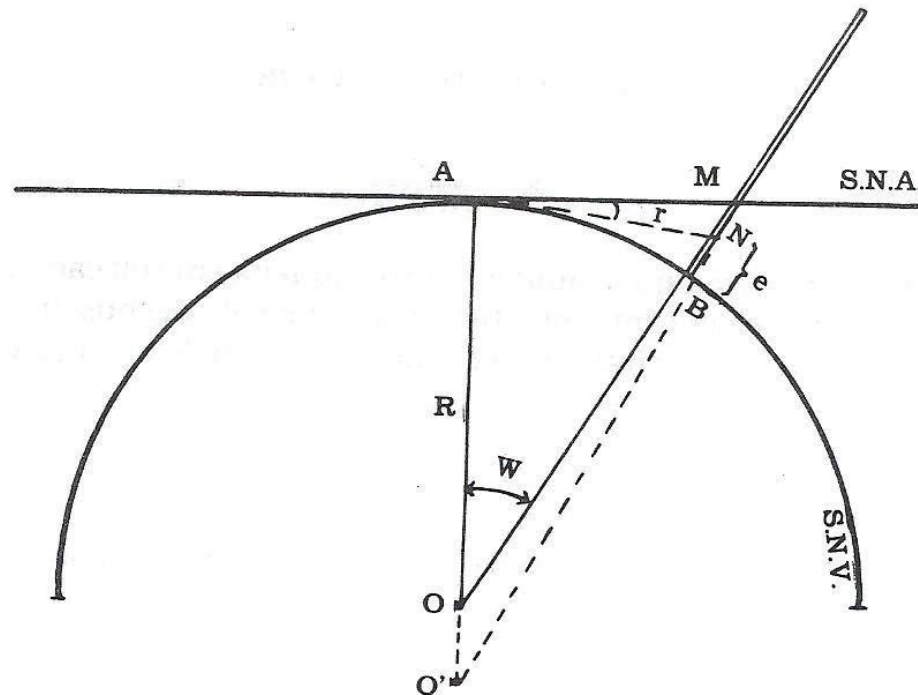
Erro de nível aparente

- ✚ Na prática das operações altimétricas, o erro devido à curvatura da SNV é diminuído em função do efeito da refração atmosférica que desvia o raio luminoso ao atravessar diversas camadas atmosféricas de densidades diferentes (Figura 14).

Erro de nível aparente

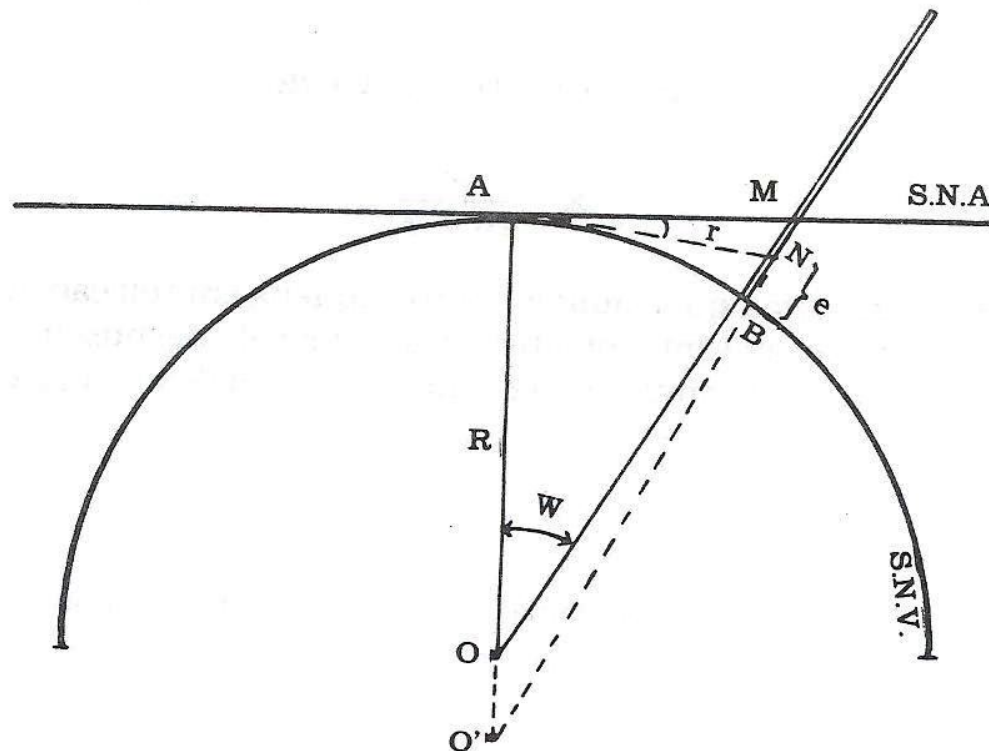


✚ Figura 14 – Geometria do erro de refração



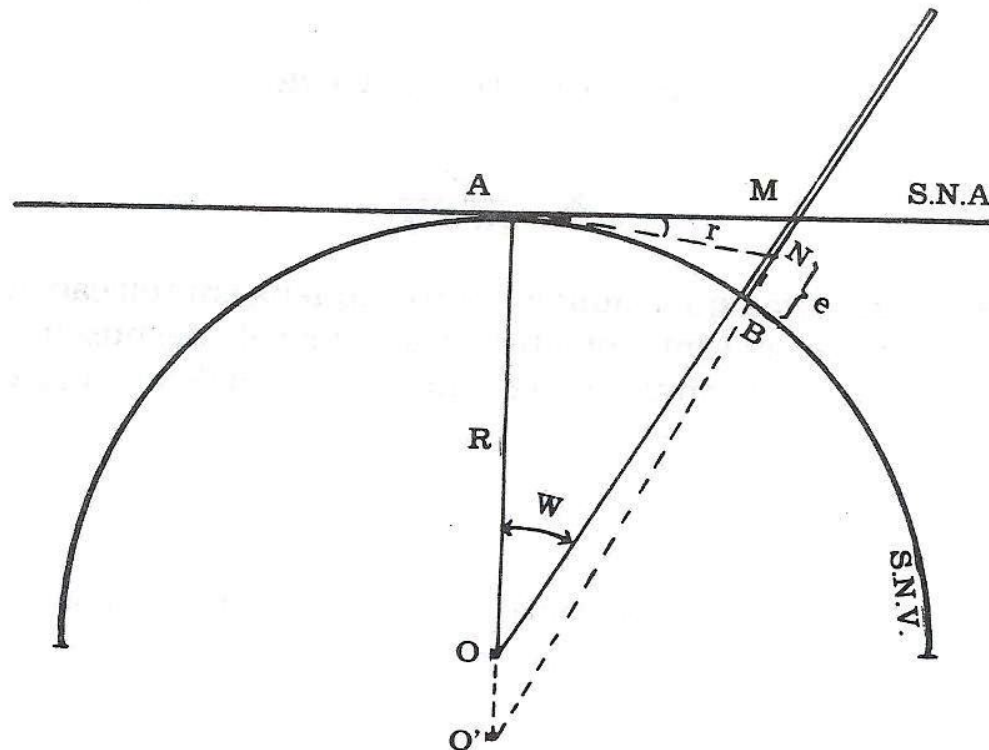
Erro de nível aparente

- provocando uma trajetória em alinhamento curvo situado sobre o plano vertical visual, cuja concavidade é voltada para a superfície da terra.



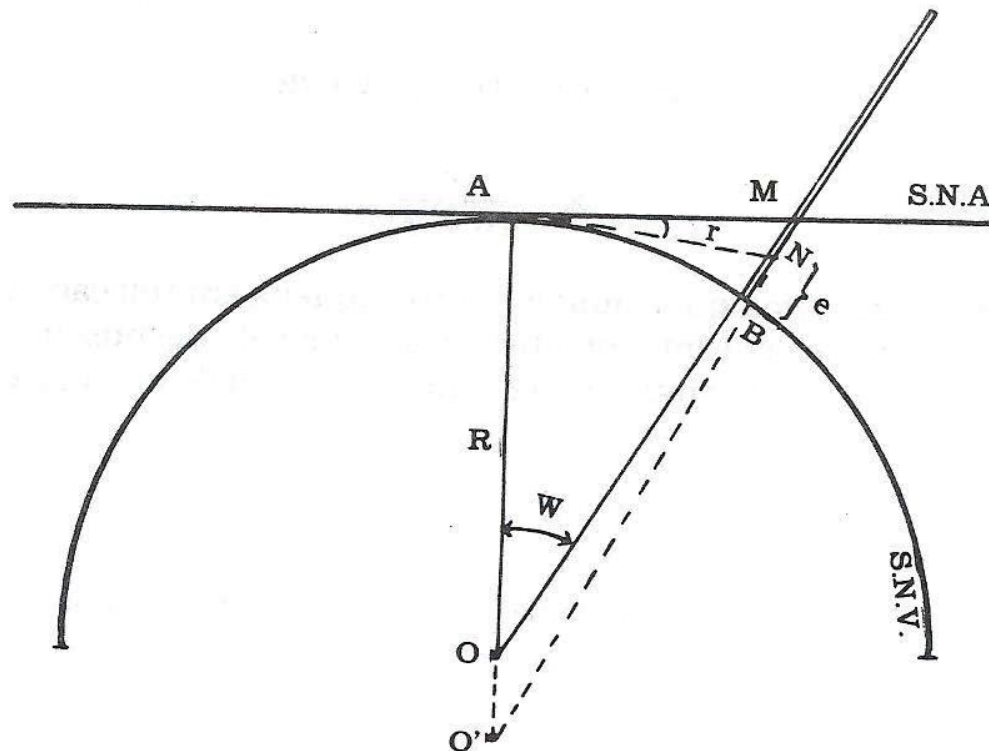
Erro de nível aparente

- ✚ Em função disto, o raio visual irá interceptar a mira colocada em B, no ponto N,
- ✚ abaixo, portanto, do ponto M,



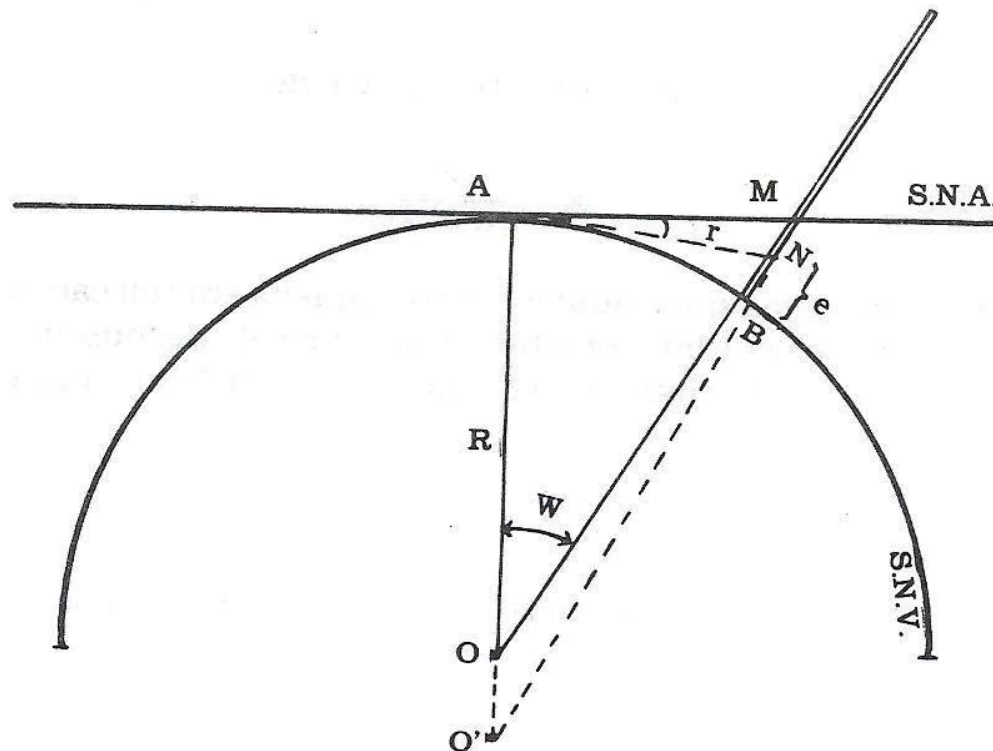
Erro de nível aparente

- ✚ originando desta forma um **erro MN**,
- ✚ denominado **erro de refração**, de acordo com o que se vê na Figura 14.



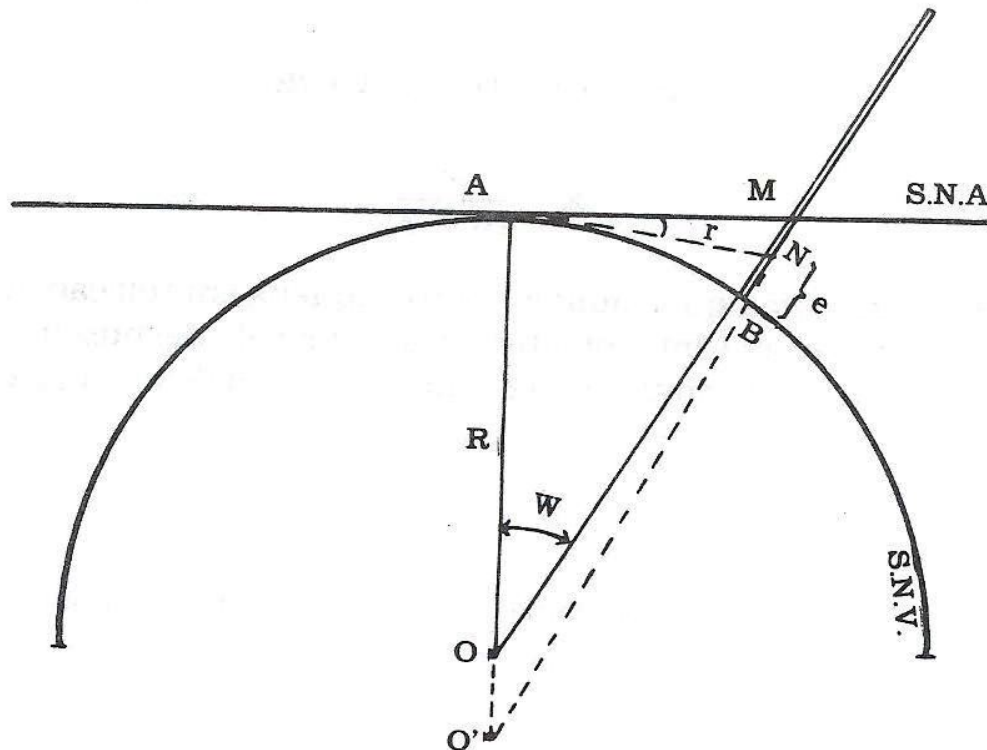
Erro de nível aparente

- Na Figura 14, a linha AN representa a curva da trajetória do raio visual,



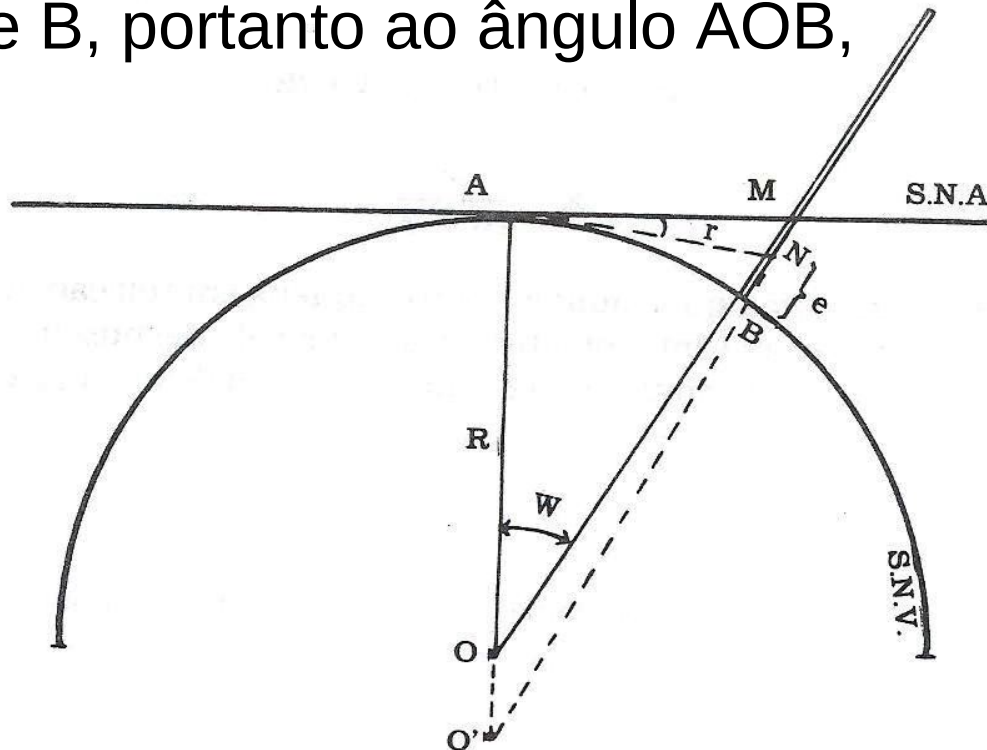
Erro de nível aparente

- e tem sido demonstrado que, não variando as condições atmosféricas, seu centro O' permanece constante, qualquer que seja a distância AB.



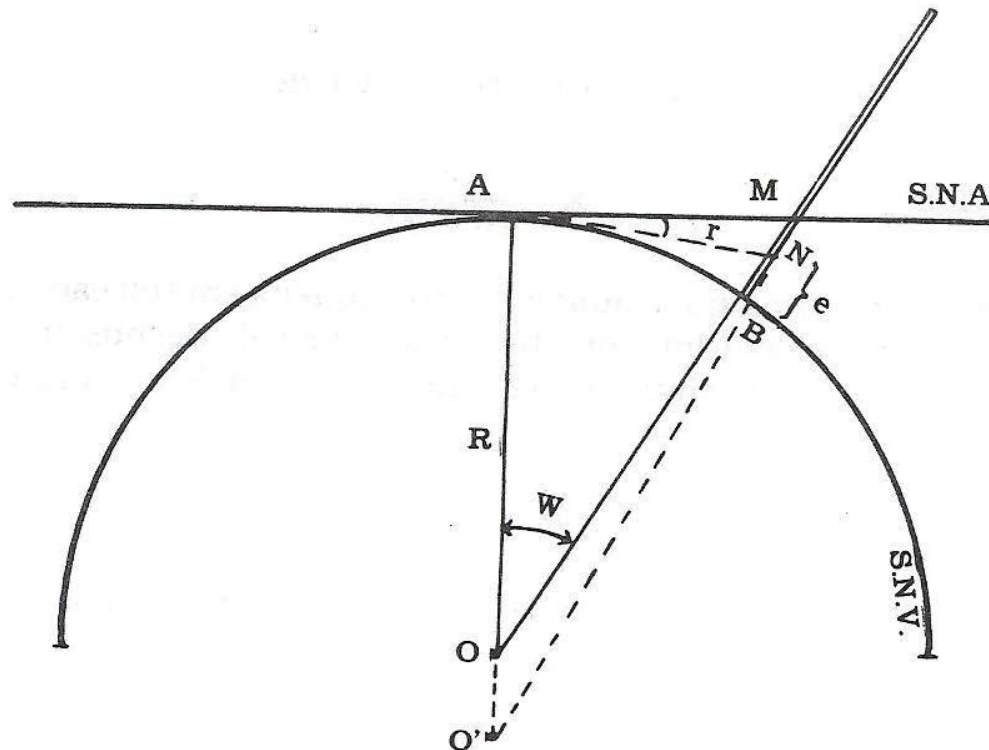
Erro de nível aparente

- ✚ O ângulo MAN é denominado ângulo de refração, que se supõe, como demonstrou Biot, proporcional ao ângulo central de afastamento entre as verticais que passam pelos pontos A e B, portanto ao ângulo AOB, //



Erro de nível aparente

- pois que, mantendo-se fixo o centro O' , a relação entre os raios da Terra e os da refração atmosférica será constante.

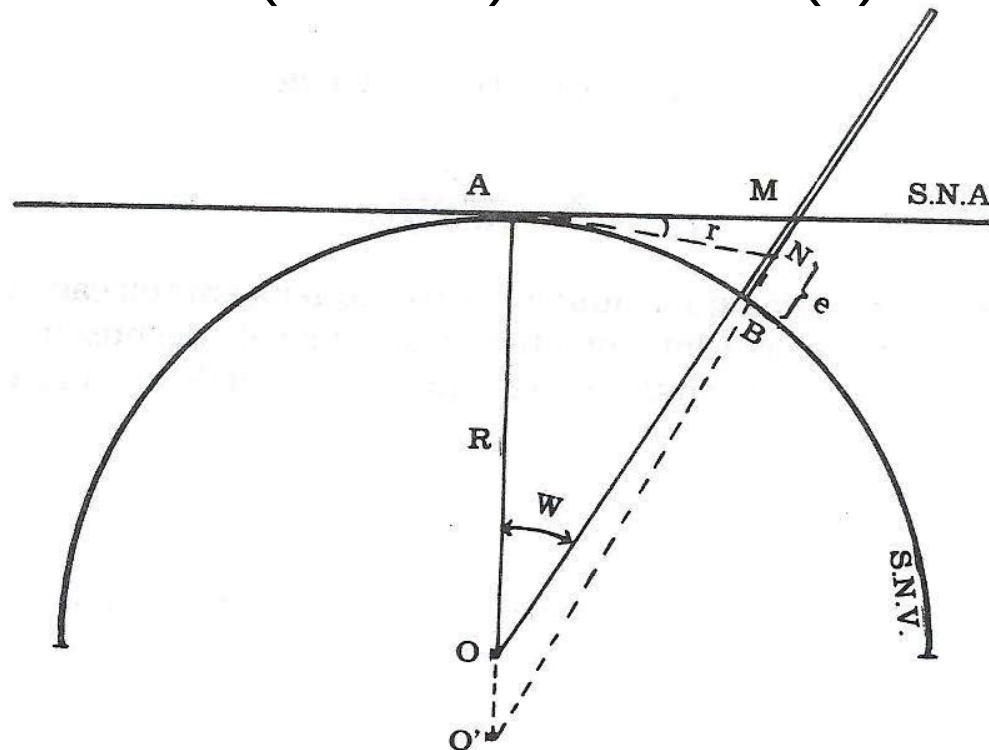


Erro de nível aparente

Assim, da Figura 14, pode-se deduzir:

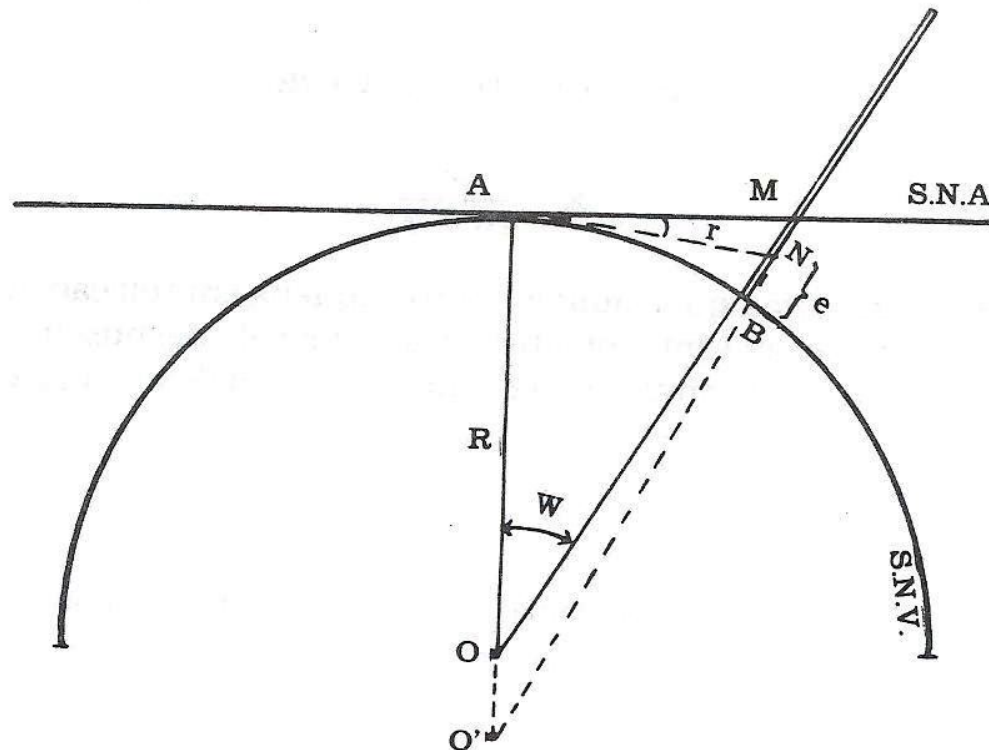
r = ângulo de refração

$$e = X - MN \rightarrow e = (D^2 / 2R) - MN \quad (1)$$



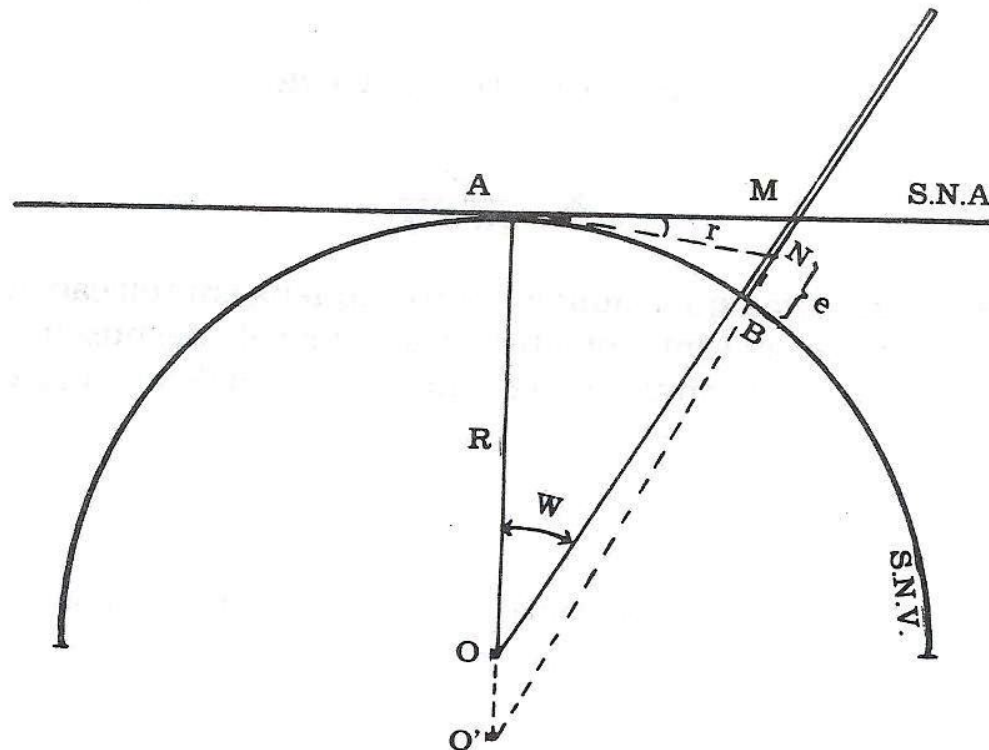
Erro de nível aparente

- Segundo experiencias de Gauss, o ângulo de refração pode ser expresso pela equação:
- $r = KW \quad (2)$



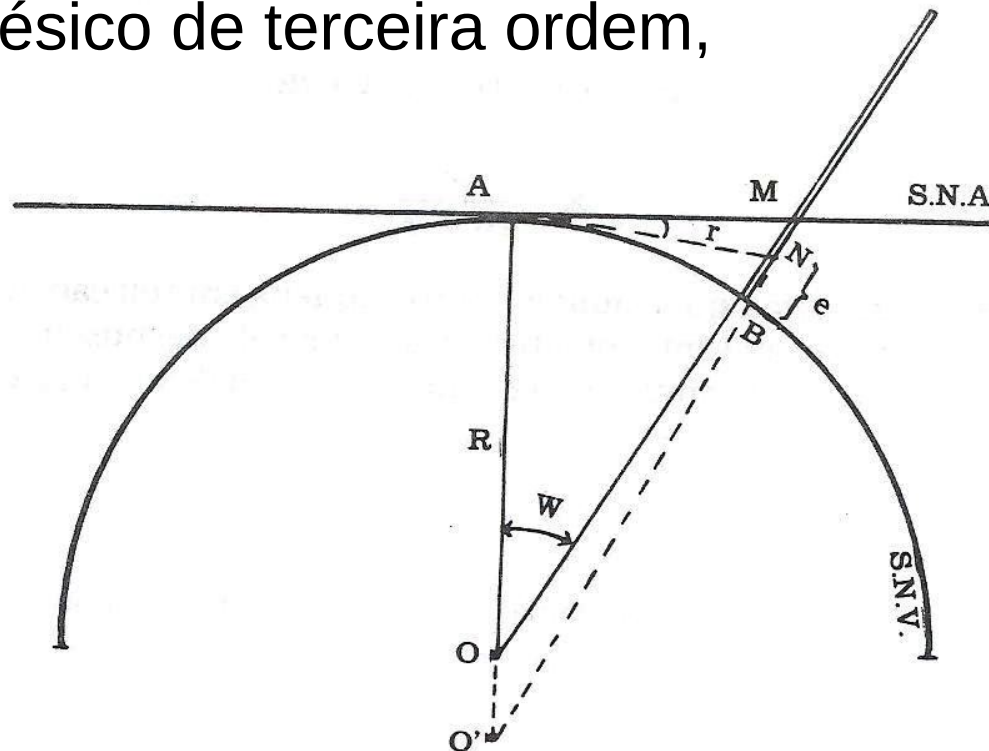
Erro de nível aparente

- onde K é o coeficiente de refração com valor médio de 0,079
- e W o ângulo central AOB .



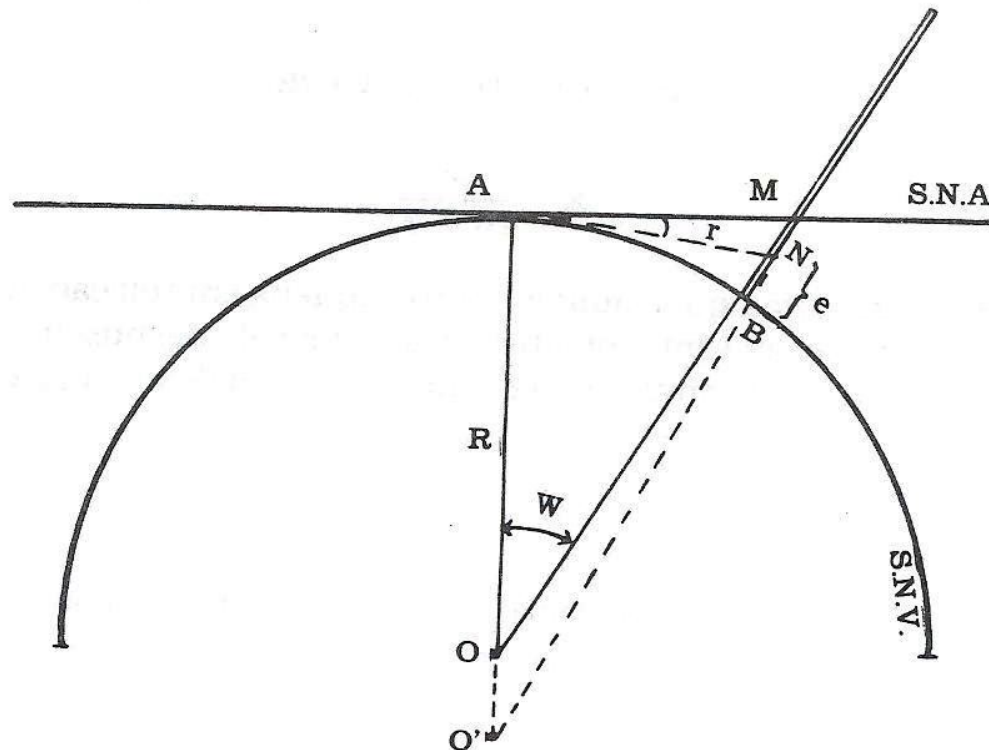
Erro de nível aparente

- Considerando que os valores AM , AN e AB são insignificantes em relação ao raio terrestre, uma vez que as operações topográficas se processam dentro do limite do lado geodésico de terceira ordem,



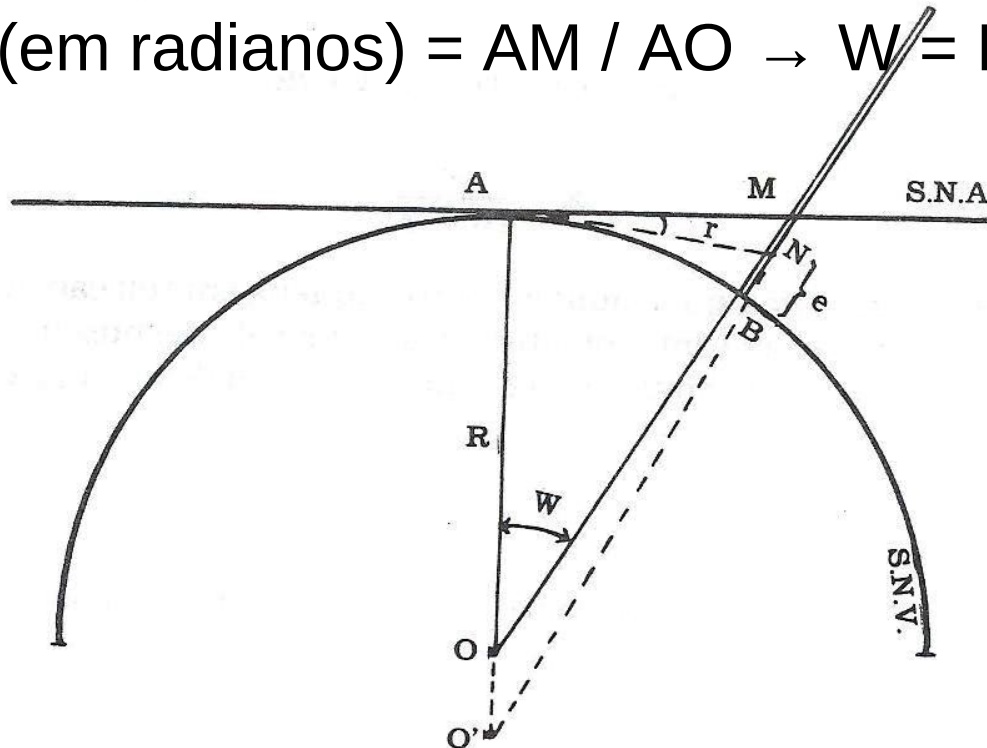
Erro de nível aparente

- são levantamentos geodésicos para fins topográficos, com estações afastadas entre 5 a 10 km,



Erro de nível aparente

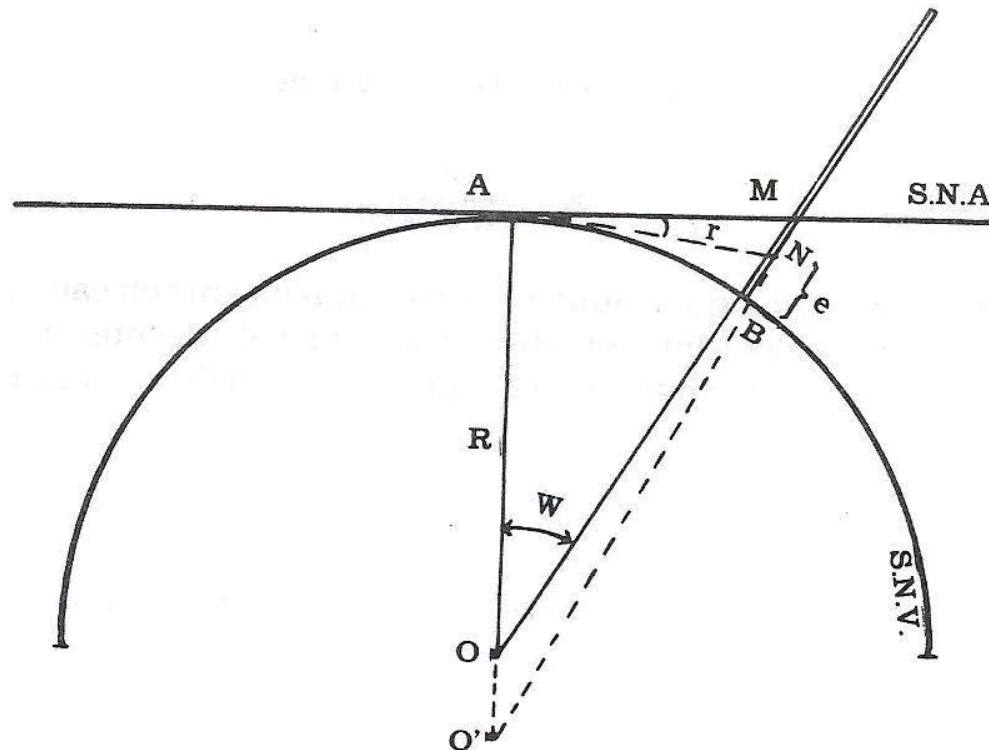
- podem-se tornar como iguais os valores da tangente e do arco da Figura 14, logo:
- $\text{tg } r = r \text{ (em radianos)} = \text{MN} / \text{AM} \rightarrow r = \text{MN} / D \quad (3)$
- $\text{tg } W = W \text{ (em radianos)} = \text{AM} / \text{AO} \rightarrow \cancel{W} = D / R \quad (4)$



Erro de nível aparente

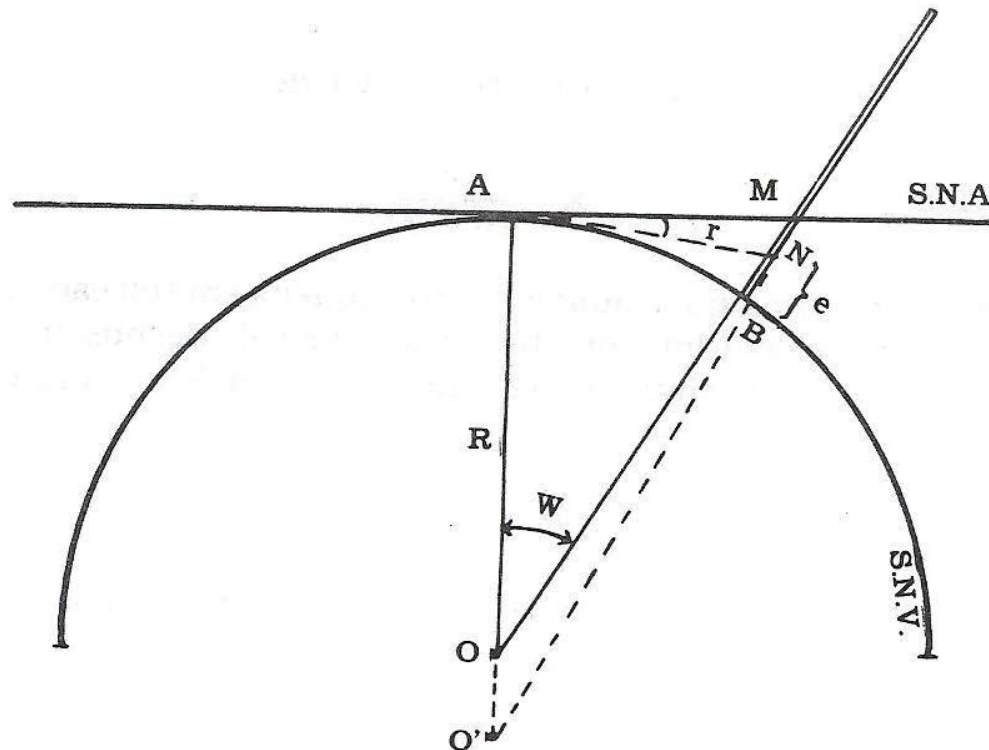
✚ Substituindo (3) e (4) em (2):

✚ $MN / D = K (D / R) \rightarrow MN = 0,079 (D^2 / R) \quad (5)$



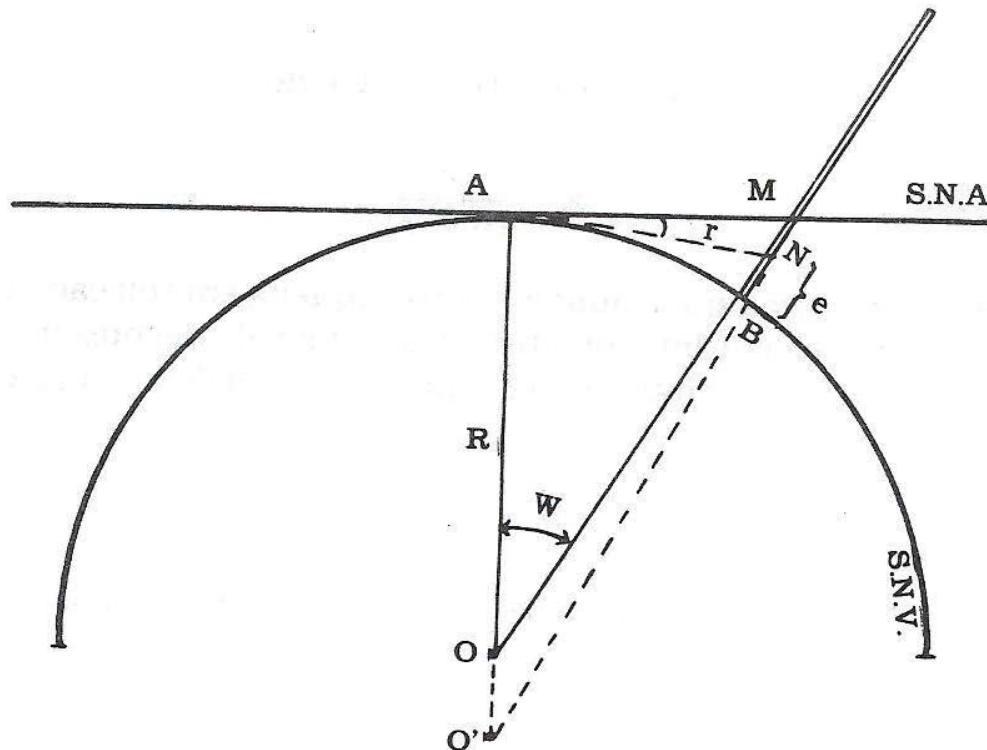
Erro de nível aparente

- Substituindo (5) em (1):
- $e = (D^2 / 2R) - 0,079 (D^2 / R) \rightarrow e = 0,421D^2 / R$



Erro de nível aparente

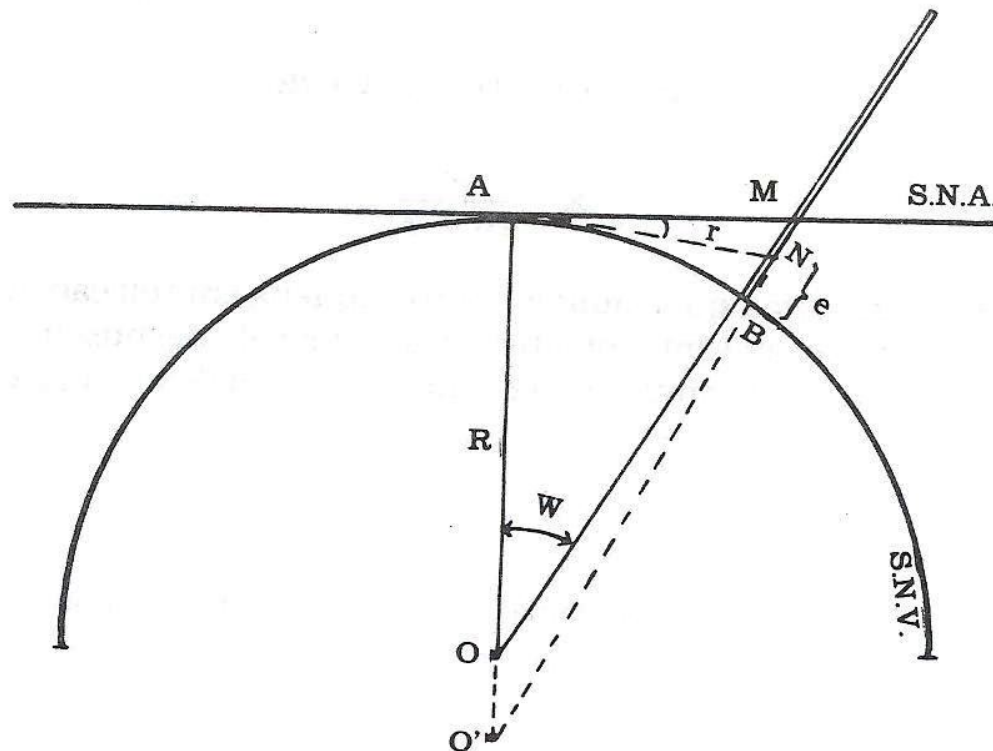
- ✚ O raio médio do elipsoide GRS-80 do SGB, pode ser calculado pela equação:
- ✚ $R = (a+b)/2$



Erro de nível aparente

✚ Então,

✚ $R = 6.367.444,657 \text{ m}$



Erro de nível aparente

- ✚ Considerando o raio médio para a Terra calculado anteriormente, o quadro a seguir apresenta valores para o erro de nível aparente em função da distância entre os pontos visados:

Distância (m)	Erro de nível aparente (mm)
10	0,007
40	0,106
60	0,238
80	0,423
100	0,661
120	0,952
300	5,951
500	16,529
1.000	66,118

Erro de nível aparente

- ✚ A NBR 13.133 indica as seguintes equações aproximadas para o cálculo das **deformações máximas** inerentes à desconsideração da curvatura terrestre e à refração atmosférica:
 - ✚ $\Delta h \text{ (mm)} = + 78,5 D^2 \text{ (km)}$
 - ✚ $\Delta h' \text{ (mm)} = + 67 D^2 \text{ (km)}$

Erro de nível aparente

- ✚ Onde,
- ✚ Δh = deformação altimétrica devida à curvatura da Terra, em mm.
- ✚ $\Delta h'$ = deformação altimétrica devida ao efeito conjunto da curvatura da Terra e da refração atmosférica, em mm.
- ✚ D = distância considerada no terreno, em km.

Erro de nível aparente

- ✚ Distâncias de visadas de nivelamento raramente são maiores que algumas dezenas de metros.
- ✚ Na maioria dos instrumentos modernos a ótica limita as visadas à distâncias de 100 m ou menos.
- ✚ Além destas distâncias, as graduações na mira são difíceis de distinguir, acarretando um erro de leitura maior do que o erro de nível aparente.
- ✚ Na topografia prática não se corrige o erro de nível aparente quando as visadas são de até 120 m, pois o erro é inferior a 1 mm.

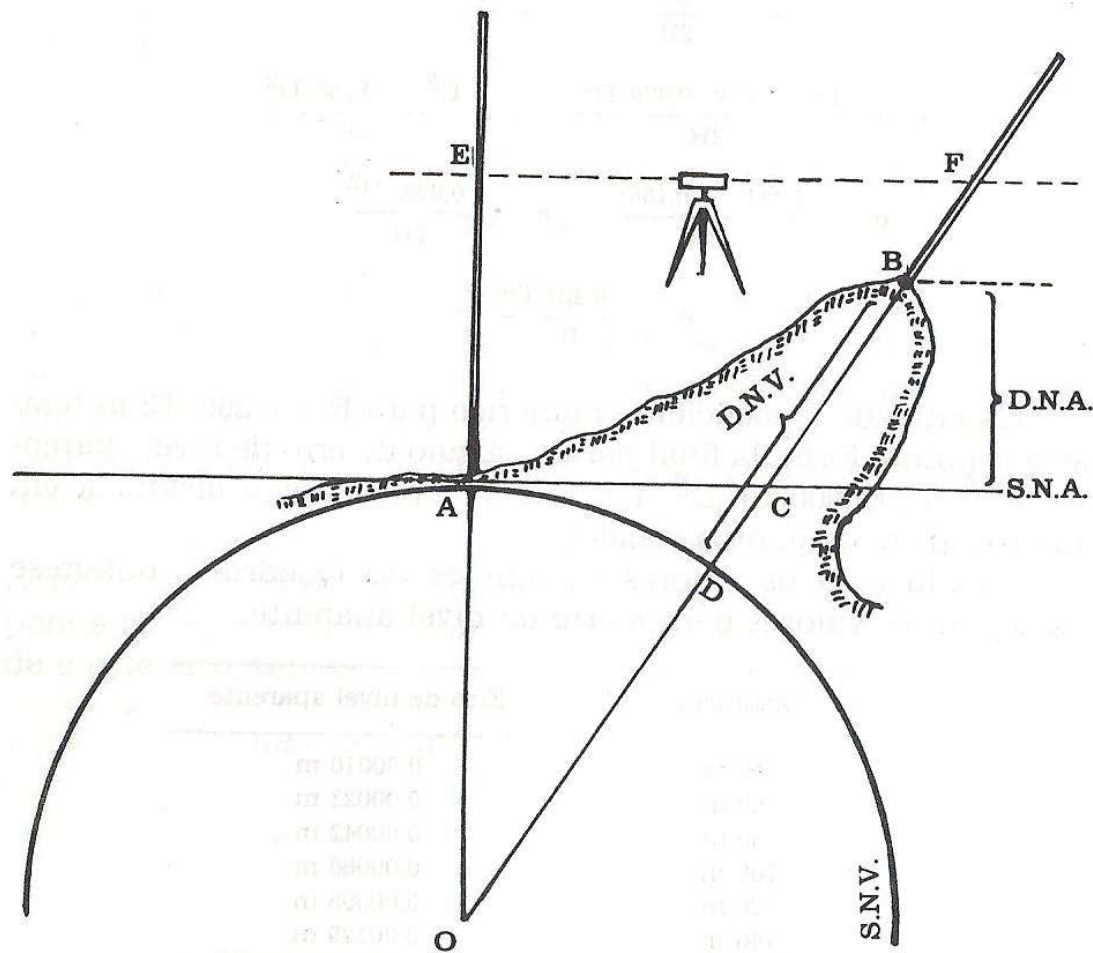
Erro de nível aparente

- ✚ Neste caso são considerados sem efeito os erros devido à curvatura da Terra e à refração atmosférica, exceto para levantamento bem precisos.
- ✚ Entretanto, os erros devido ao uso de instrumentos não retificados (causando inclinação da linha de visada da luneta) podem ser muito significativos, mesmo em distâncias de até 120 m.

Diferença de nível verdadeira

- ✚ Para visadas superiores a 120 m, e de acordo com a precisão do trabalho, deve-se calcular o erro de nível aparente e assim obter a diferença de nível verdadeira.
- ✚ A diferença de nível verdadeira será determinada somando-se o erro de nível aparente à diferença de nível aparente, uma vez que se trata de uma correção **sempre aditiva**, como se vê na Figura 15,

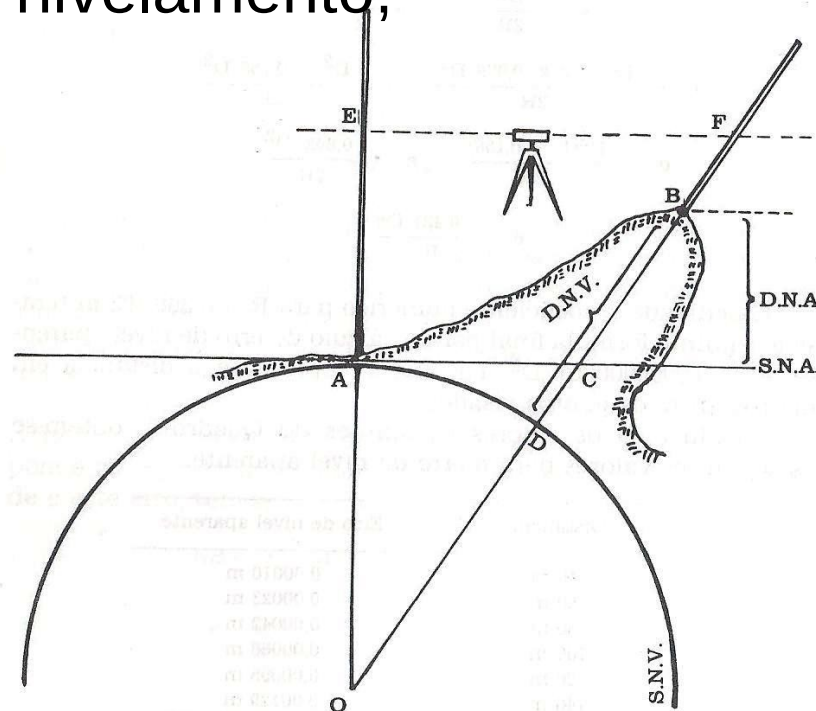
Diferença de nível verdadeira



✚ Figura 15 – Diferença de nível verdadeira

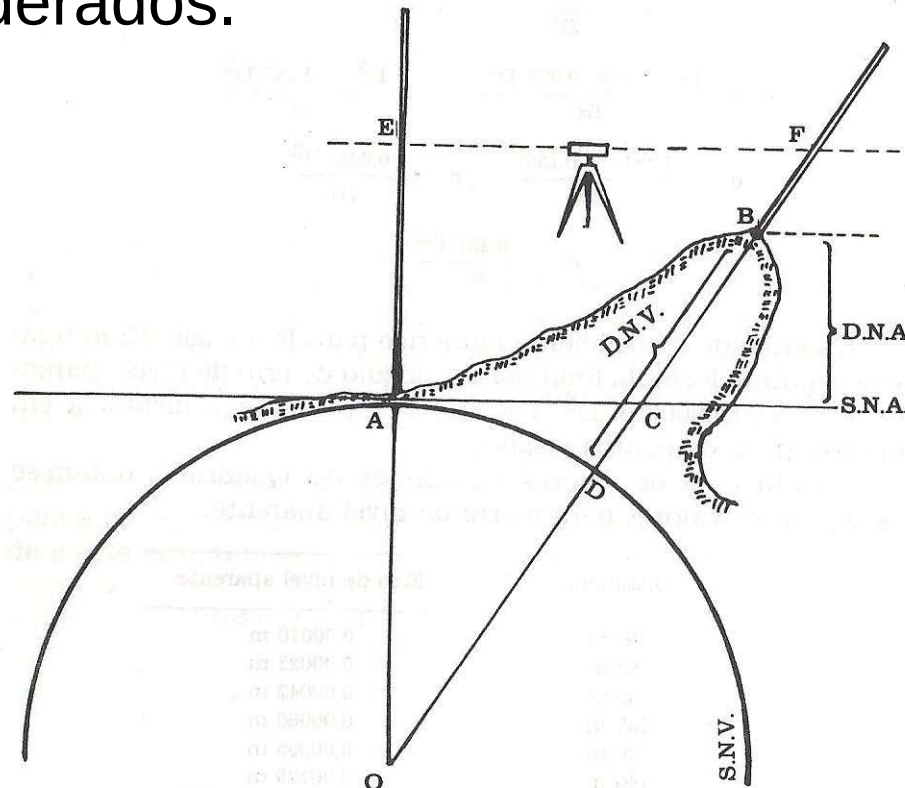
Diferença de nível verdadeira

- BC representa a diferença de nível aparente entre os pontos A e B, obtida pela diferença de leituras feitas na mira colocada, respectivamente, em A e B, pelo instrumento de nivelamento;



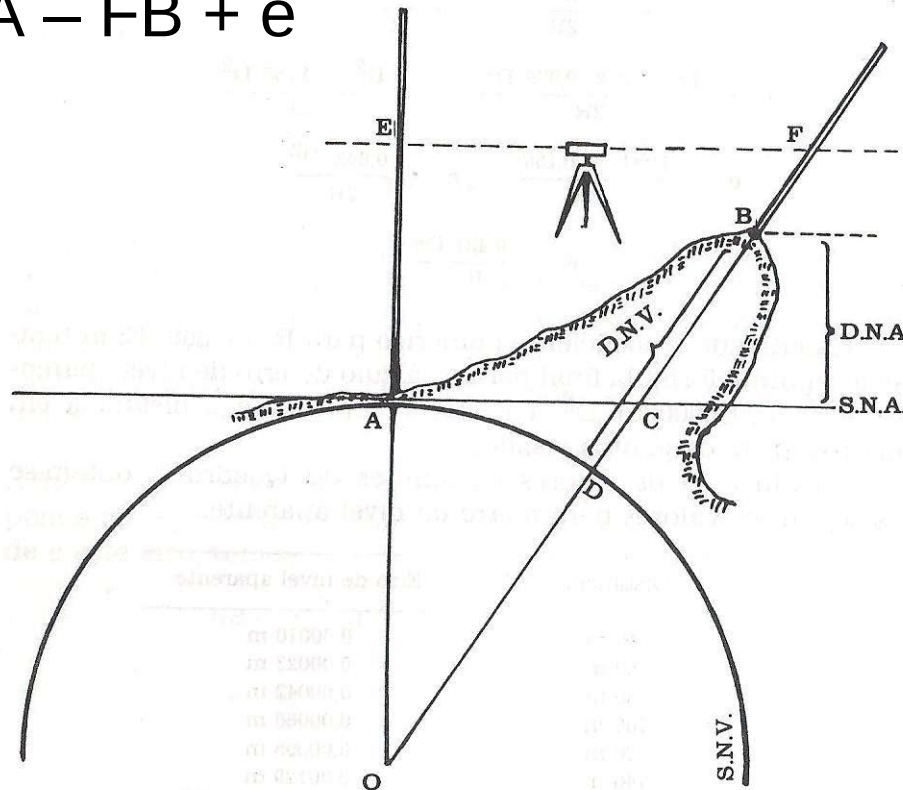
Diferença de nível verdadeira

- + CD corresponde ao erro de nível aparente;
- + BD representa a diferença de nível verdadeira entre os pontos considerados.



Diferença de nível verdadeira

- ✚ Tem-se $BD = BC + CD \rightarrow dnv = dna + e$.
- ✚ Como $dna (AB) = EA - FB$,
- ✚ $dnv (AB) = EA - FB + e$

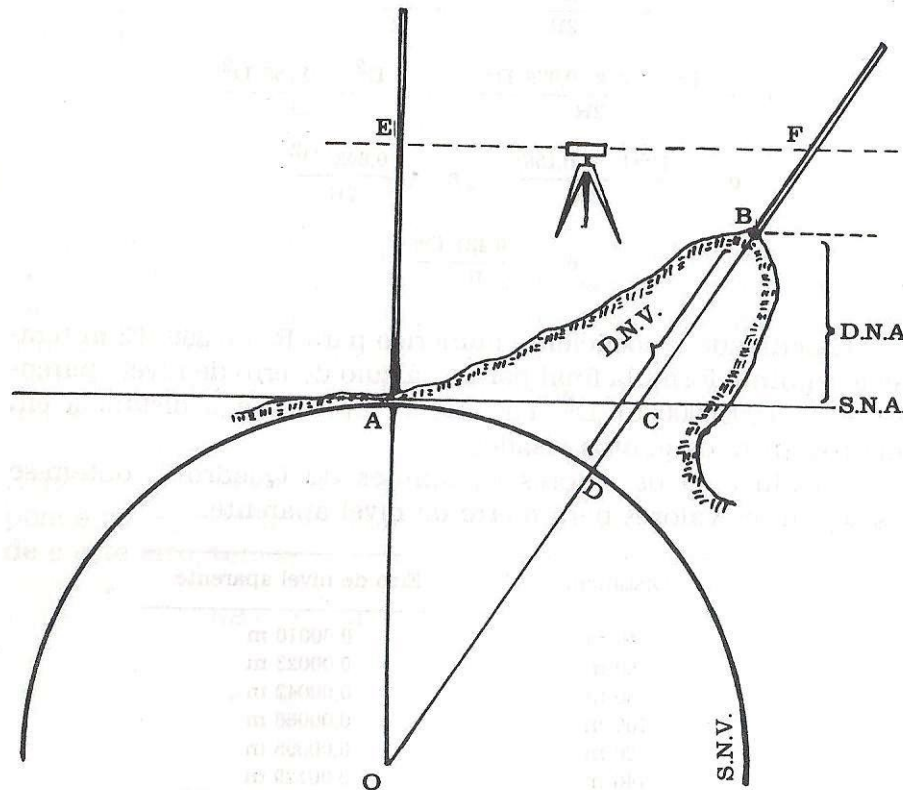


Diferença de nível verdadeira

✚ **Exemplo:** Considerando que a leitura em

✚ $EA = 2,845$ m;

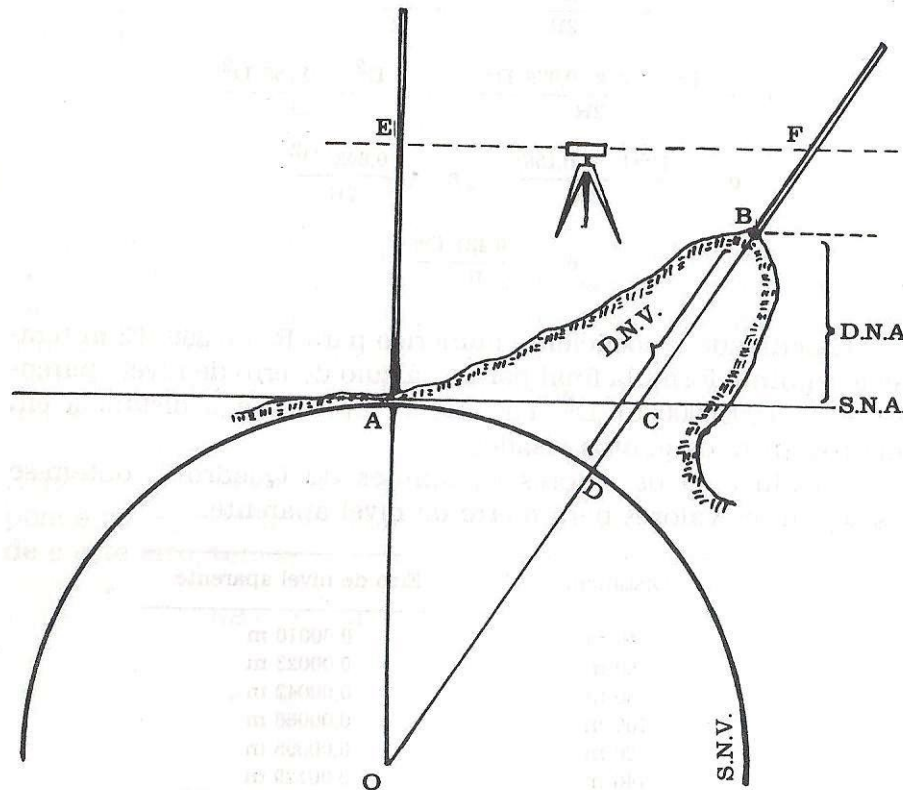
✚ $FB = 0,575$ m



Diferença de nível verdadeira

• e a distância entre os dois pontos, de 300 m, tem-se

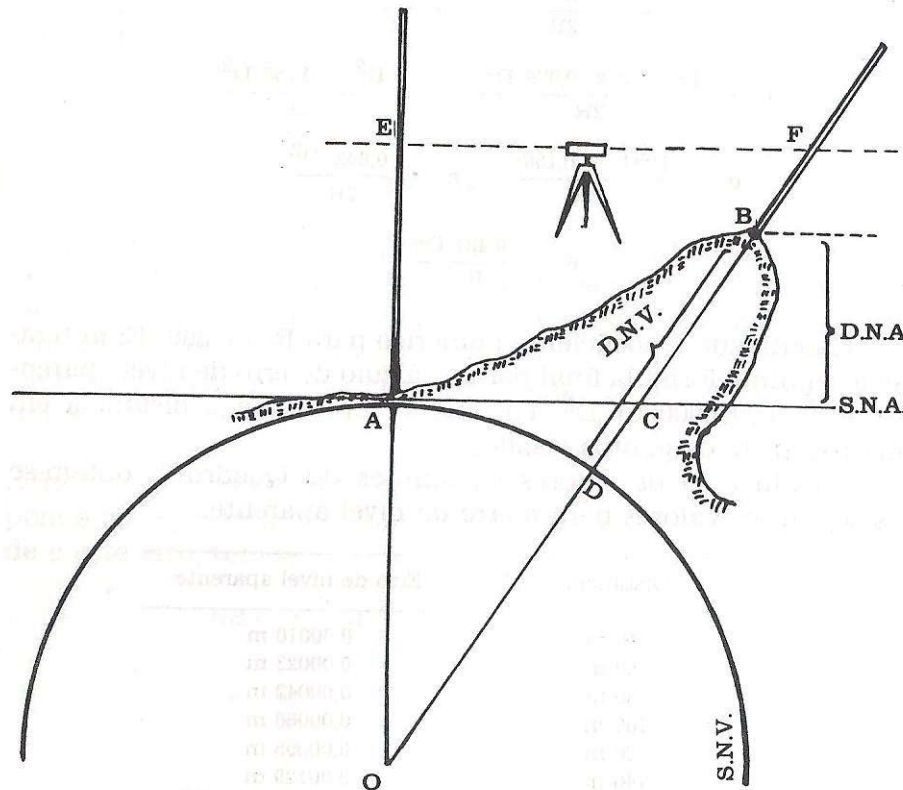
• $e = 0,005951 \text{ m}$



Diferença de nível verdadeira

✚ dna (AB) = 2,845 – 0,575 = 2,270 m

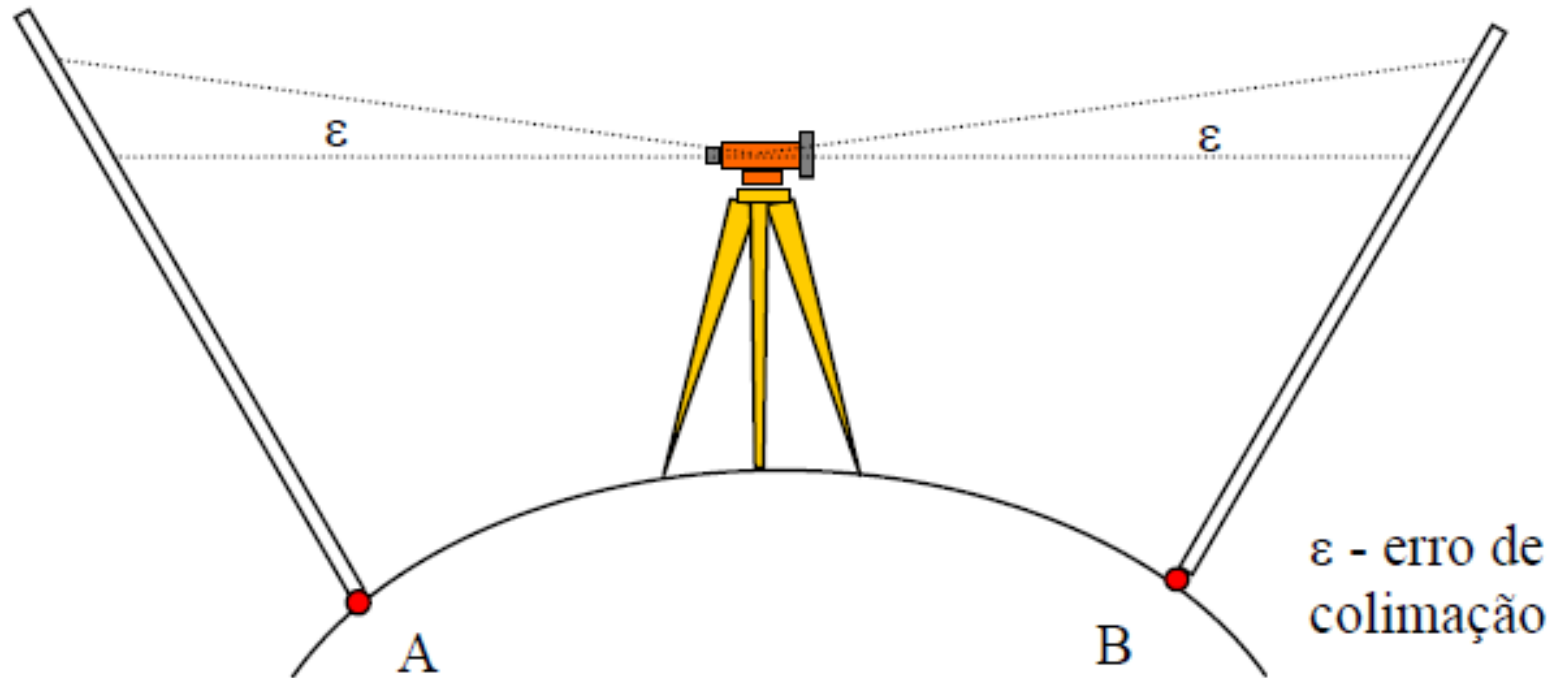
✚ dnv (AB) = dna (AB) + e = 2,276 m



Eliminação do erro de nível aparente

- ✚ O erro de nível aparente pode ser eliminado instalando-se um instrumento a igual distância de dois pontos topográficos (Figura 16).

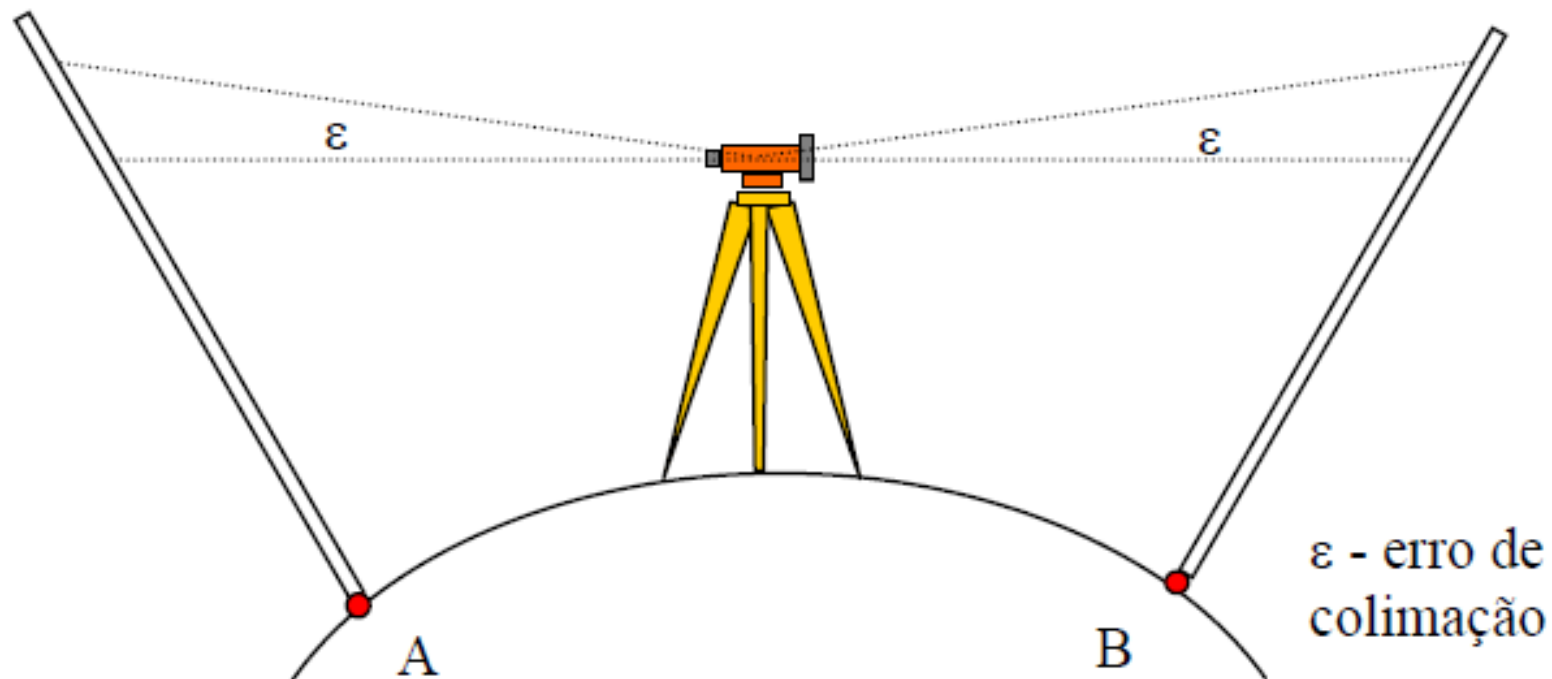
Eliminação do erro de nível aparente



✚ Figura 16 – Eliminação do erro de nível aparente. Fonte: Veiga et al., 2007

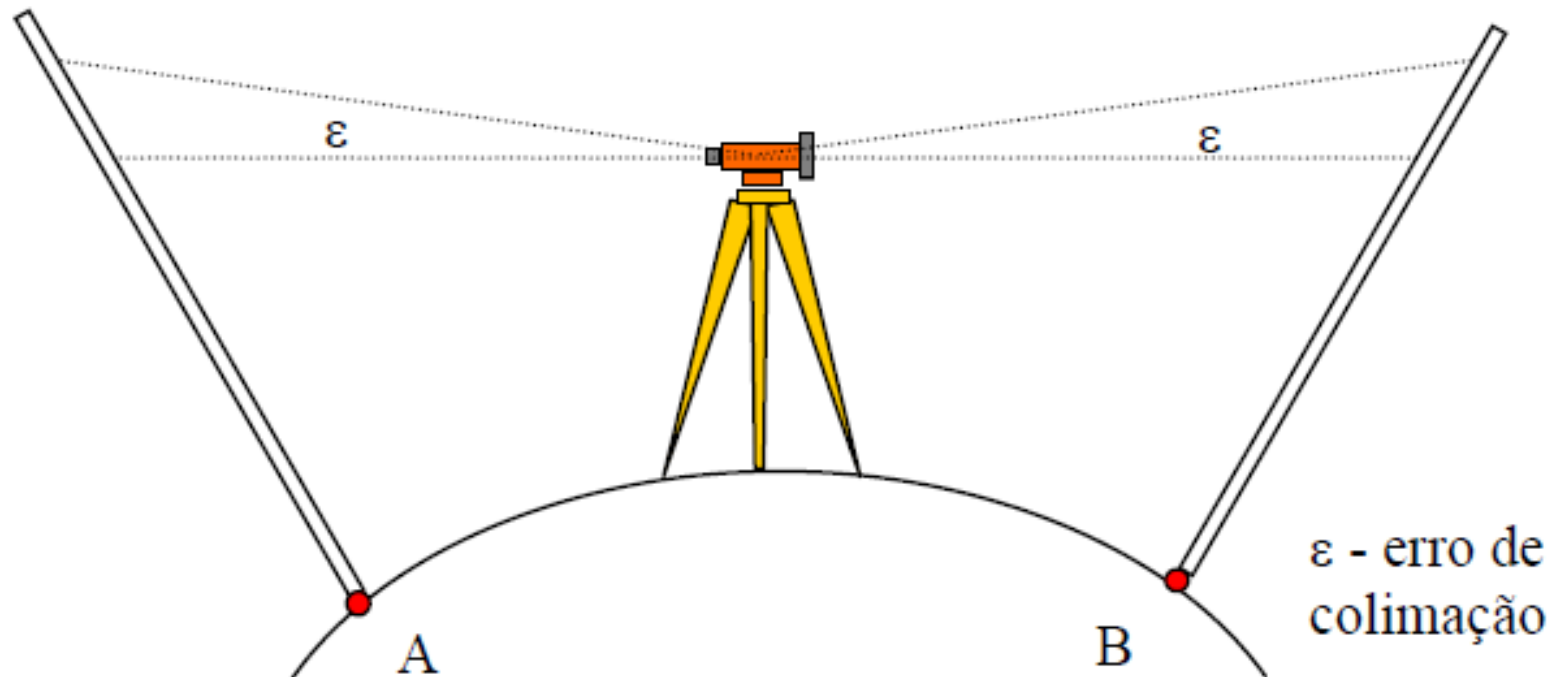
Eliminação do erro de nível aparente

- Se a distância da visada de ré for exatamente igual à distância da visada de vante para cada instalação do instrumento,



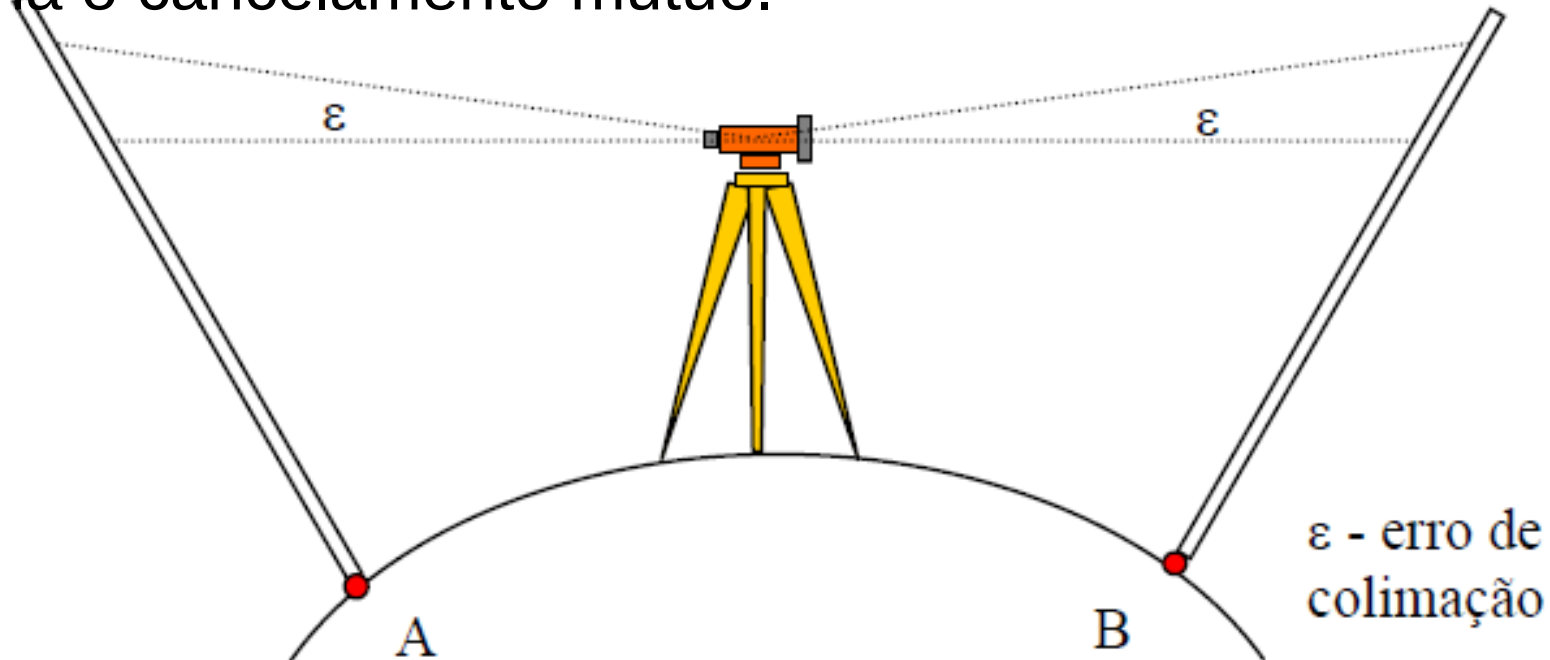
Eliminação do erro de nível aparente

- ✚ pode-se ver que os erros causados pela refração atmosférica e curvatura da Terra teoricamente se cancelam.



Eliminação do erro de nível aparente

- ✚ Cada leitura seria aumentada da mesma quantidade, e desde que o mesmo erro fosse adicionado com a visada de ré e subtraído com a visada de vante, o resultado final seria o cancelamento mútuo.



Clinometria e Declividade

- # A clinometria trata dos meios para a determinação das declividades.
- # Suponha dois pontos, A e B sobre o terreno (Figura 17).

Clinometria e Declividade

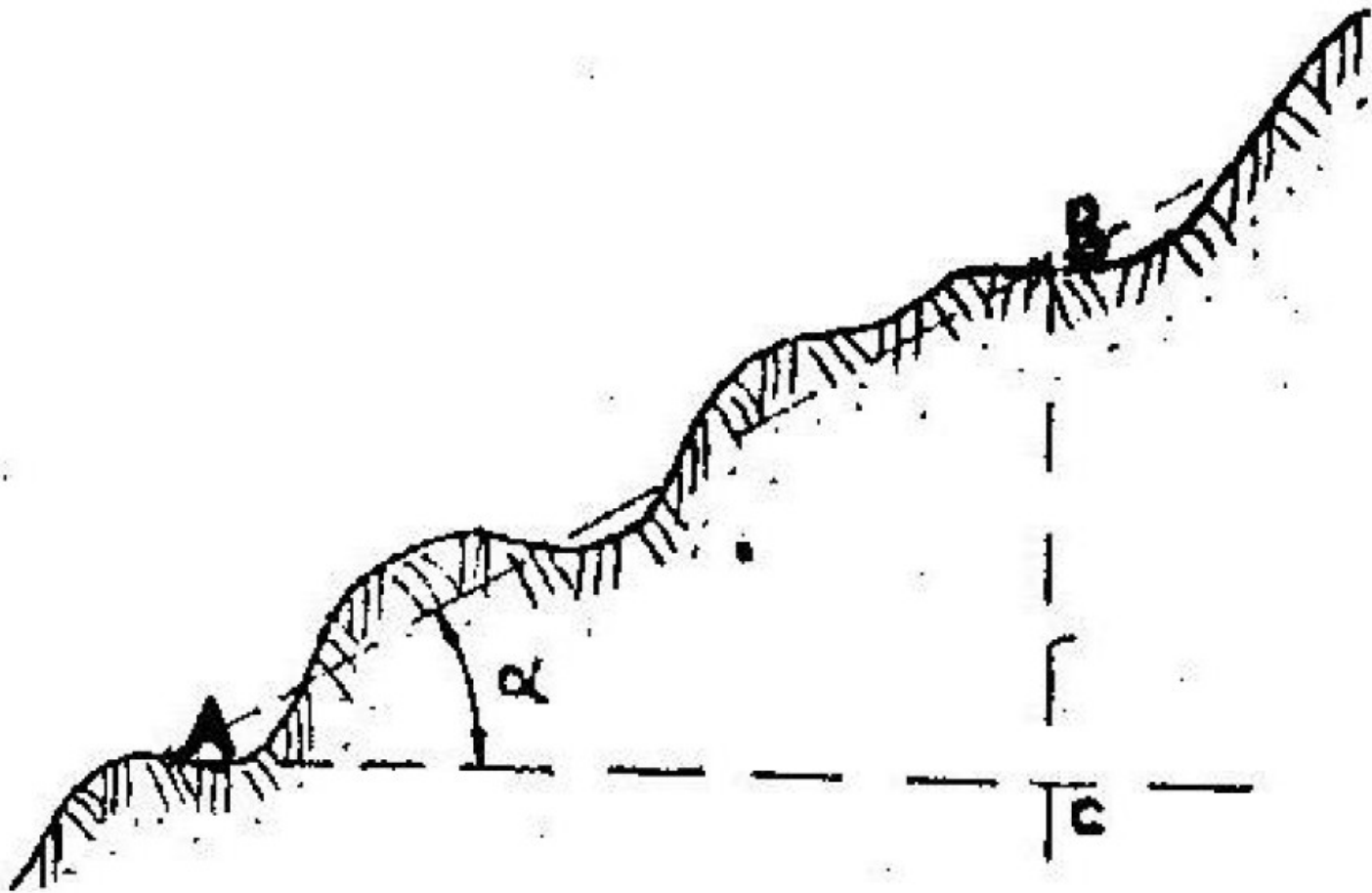
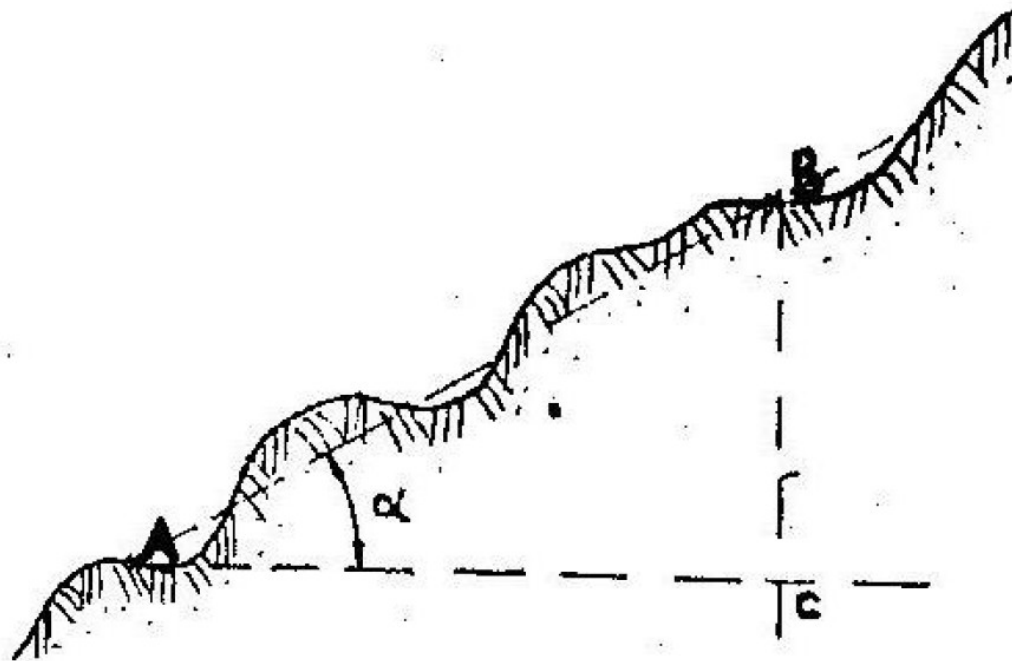


Figura 17 – Declividade

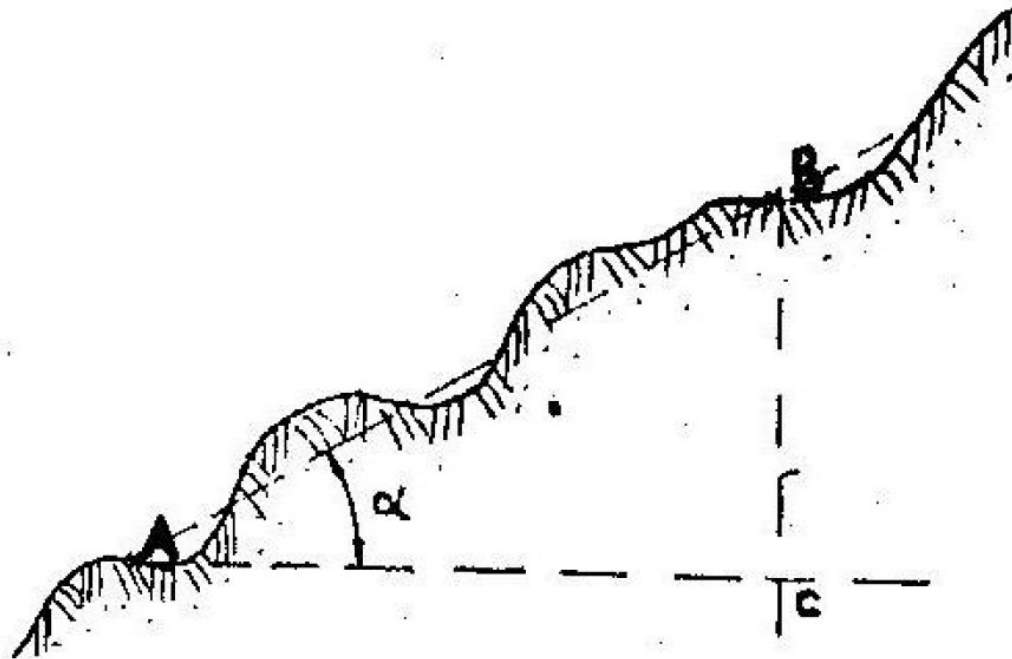
Clinometria e Declividade

- Chama-se de declividade (d) entre os pontos A e B a inclinação da reta AB em relação à horizontal.



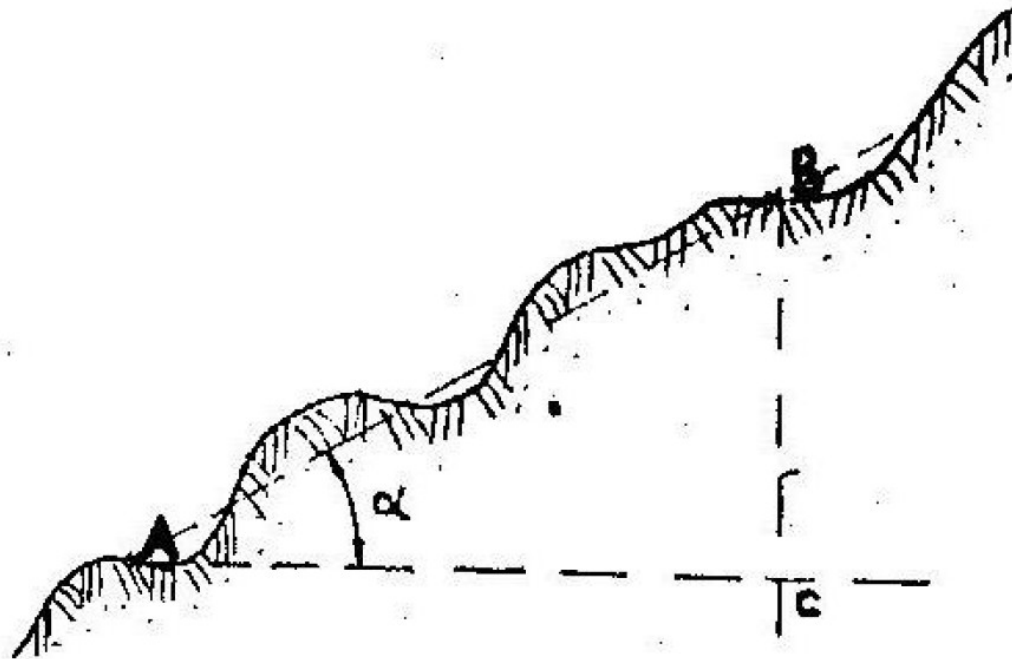
Clinometria e Declividade

- ✚ Esta inclinação pode ser expressa de vários modos:
- ✚ a) Pelo ângulo que a reta faz com a horizontal.
- ✚ Assim, a declividade entre A e B é expressa pelo ângulo α (Figura 17).



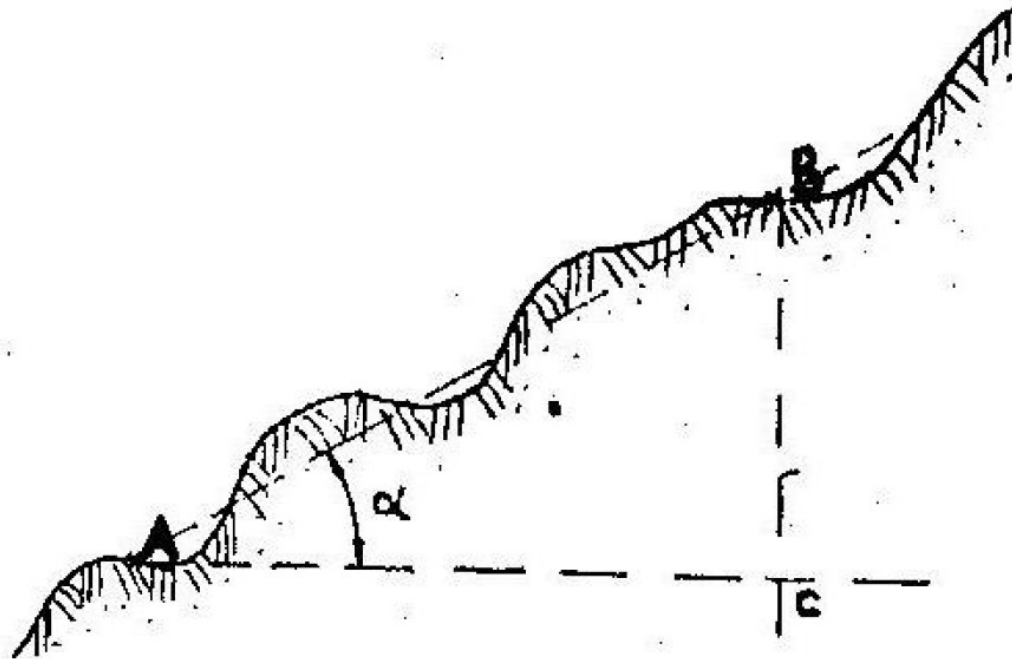
Clinometria e Declividade

- ✚ b) Pela tangente do ângulo que a reta faz com a horizontal.
- ✚ Assim, a declividade entre A e B será:
- ✚ $\text{tg } \alpha = \text{BC}/\text{AC}$



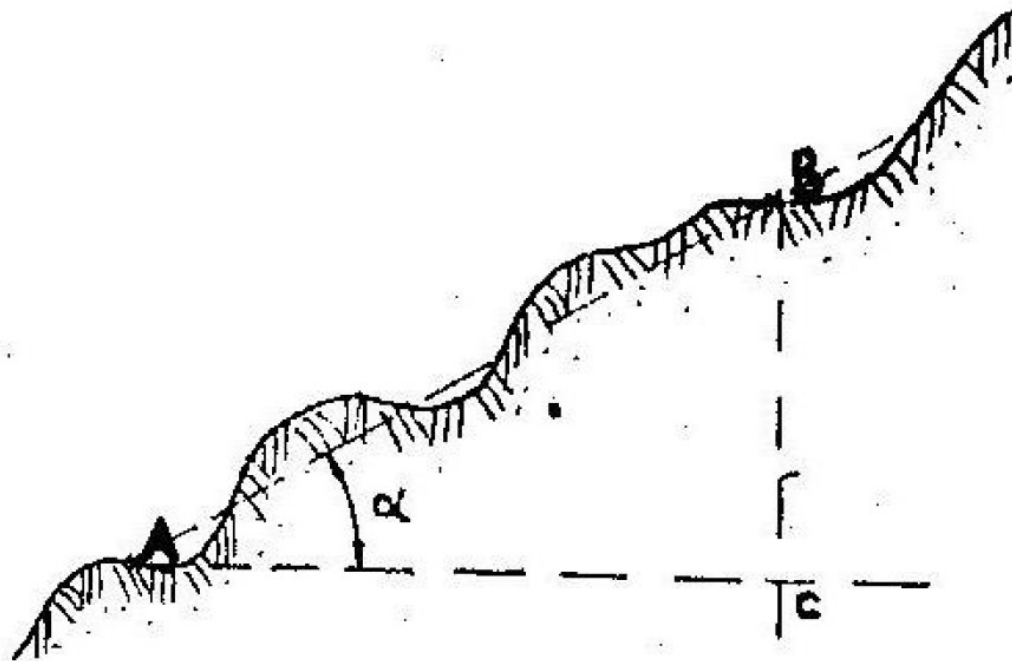
Clinometria e Declividade

- Neste caso, a declividade expressa a relação ou o quociente entre a distância vertical (dn) e a distância horizontal (dh).



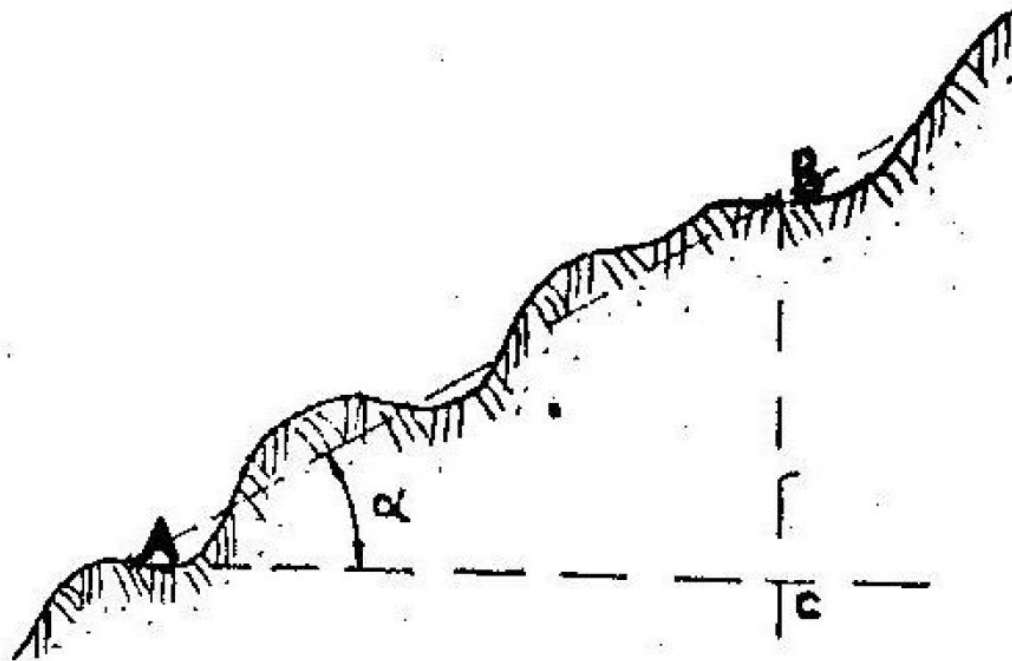
Clinometria e Declividade

- + $d = dn/dh = m/m = \text{sem unidade na resposta (adimensional)}$.
- + Como a tangente varia de 0 a ∞ , também a declividade pode variar de 0 a ∞ .



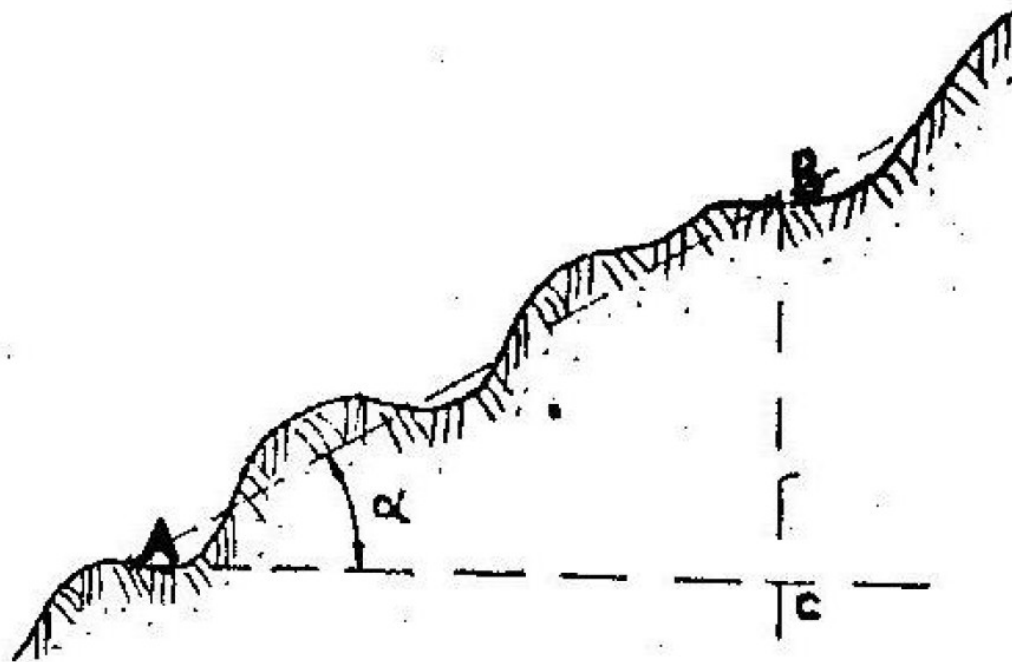
Clinometria e Declividade

- # c) Em porcentagem (ou percentagem)
- # Multiplicando-se a o valor da declividade expressa pela tangente, por 100, o valor da declividade resultará expresso em porcentagem.



Clinometria e Declividade

- Equivale a uma unidade de **dn** para cada 100 unidades de **dh**.
- A equação fica:
- $d_{\%} = (dn/dh) \times 100\%$



Clinometria e Declividade

+ Exemplo:

+ Para $d_n = 10 \text{ m}$ e $d_h = 200 \text{ m}$,

+ $d_{\%} = (10/200) \times 100\% =$

+ $(1.000/200)\% =$

+ 5%

+ Significa que haverá uma d_n de 5 m para cada 100 m de d_h .

Clinometria e Declividade

- ✚ A declividade em porcentagem pode ser calculada a partir de outras unidades como cm, dm, mm etc.

- ✚ **Exemplo:**

- ✚ $dn = 2 \text{ cm}; dh = 100 \text{ cm},$

- ✚ $D_{\%} = (2/100) \times 100\% =$

- ✚ $(200/100)\% =$

- ✚ 2%

- ✚ Significa que haverá uma dn de 2 cm para cada 100 cm de dh.

Aclive e Declive

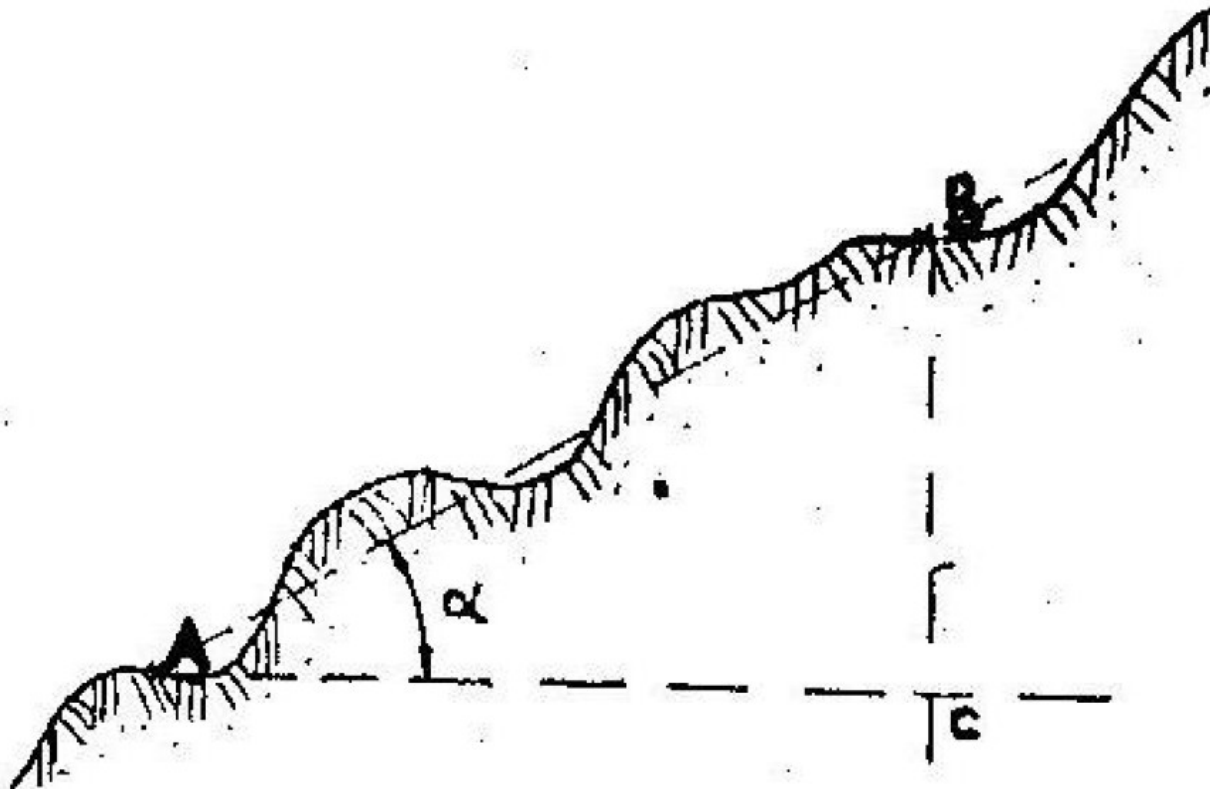
- # A declividade no sentido ascendente é chamada de aclive ou simplesmente de rampa e no sentido descendente é chamada de declive.
- # O **Glossário de Termos Ferroviários** do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) define:
 - # CONTRA RAMPA: Trecho em declive que sucede imediatamente a outro em aclive.
 - # GRADIENTE: Expressão da inclinação dada em percentual.
 - # GREIDE: Posição, em perfil, do eixo da estrada. Também denomina-se gradiente ou grade.

Aclive e Declive

- ✚ RAMPA: Trecho da via férrea que não é em nível.
- ✚ RAMPA ASCENDENTE: Aquela de gradiente positivo.
- ✚ RAMPA DESCENDENTE: Aquela de gradiente negativo.
- ✚ Evidentemente, o aclive o e declive dependem do sentido da declividade considerada.

Aclive e Declive

- Assim, na Figura 17, a declividade de A para B será um aclive (gradiente positivo) e de B para A um declive (gradiente negativo).



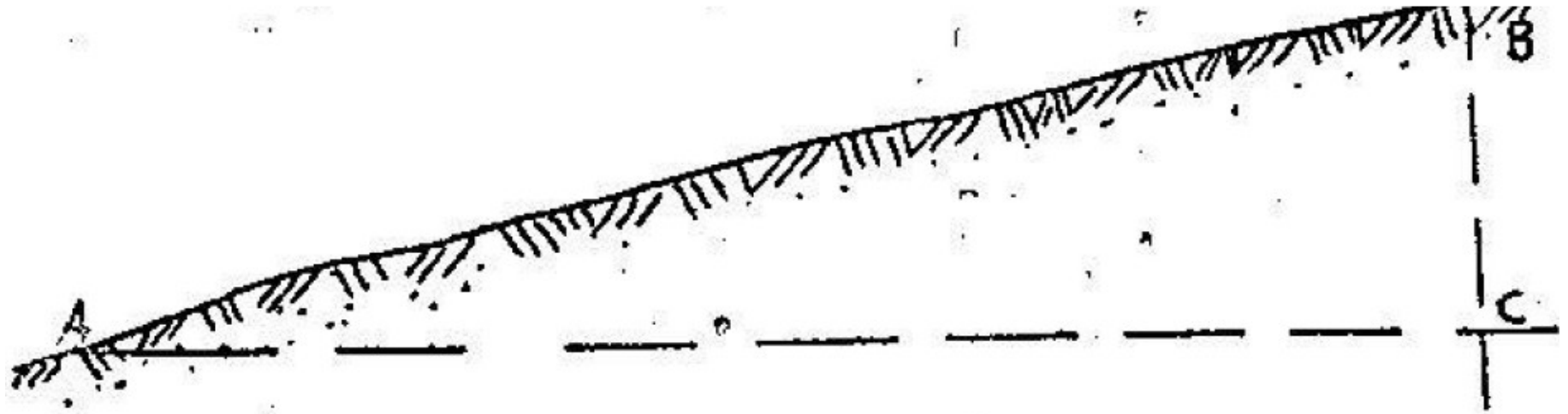
Aclive e Declive

- ✚ É possível, conhecendo-se a declividade entre 2 pontos e sua distância horizontal, determinar a diferença de nível.
- ✚ Com efeito, da expressão da declividade pela tangente obtém-se:
 - ✚ $BC = AC \times \operatorname{tg} \alpha$
- ✚ **Exemplo:** A declividade entre dois pontos é de 2,5%, a distância horizontal entre eles é de 2 km. Qual é a diferença de nível?
- ✚ (Resposta: 50 m).

Aclive e Declive

- ✚ **Nota:** É importante observar que quando se determina a declividade entre 2 pontos no terreno, subtemde-se que a inclinação do terreno entre os mesmos seja aproximadamente constante, conforme a Figura 18.

Active e Declive



✚ Figura 18 – Declividade constante

Aclive e Declive

- ✚ Se a inclinação entre os 2 pontos A e B não for constante, a reta que os une não pode ser confundida com o terreno.
- ✚ Neste caso, para se determinar a declividade entre os 2 pontos devem-se estabelecer pontos intermediários I, II etc. que determinem retas que caracterizem fielmente o terreno.
- ✚ Assim, devem ser determinadas as várias declividades sucessivas entre A e I, entre I e II etc. (Figura 19).

Active e Declive

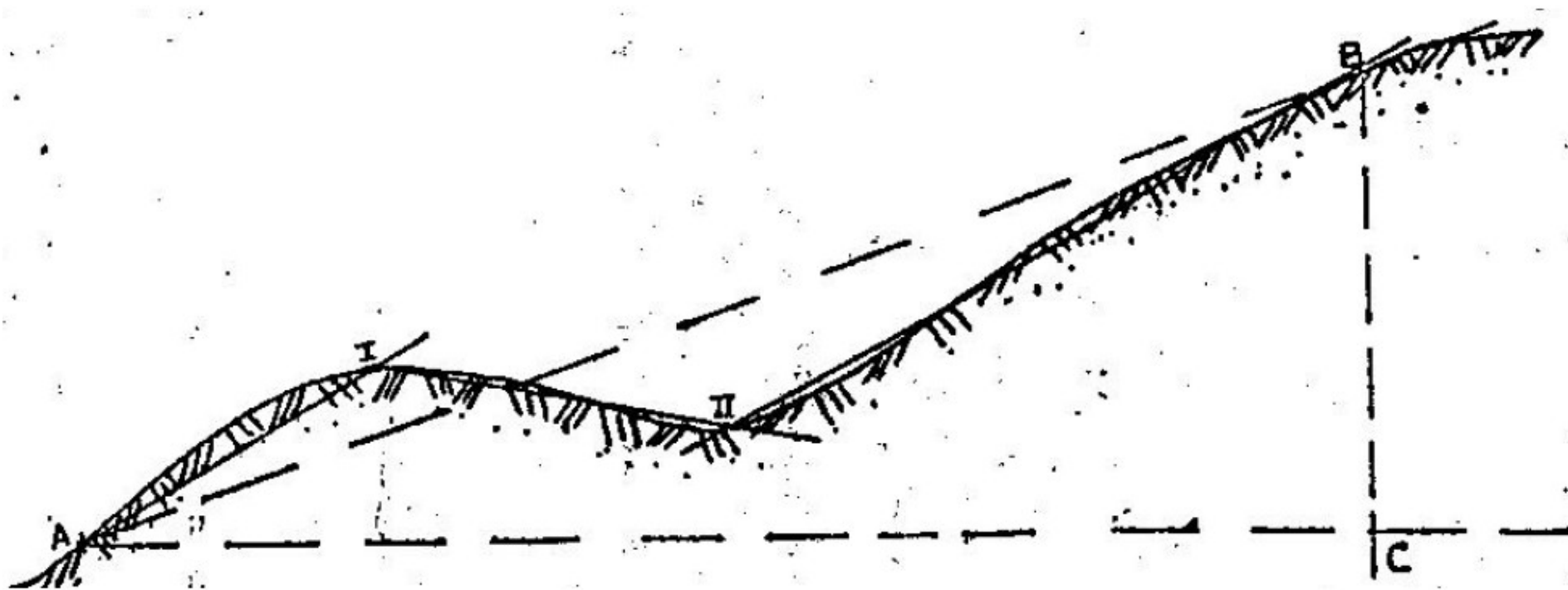


Figura 19 – Declividade variável