

**PTR 5003**

# **PLANO TOPOGRÁFICO LOCAL**

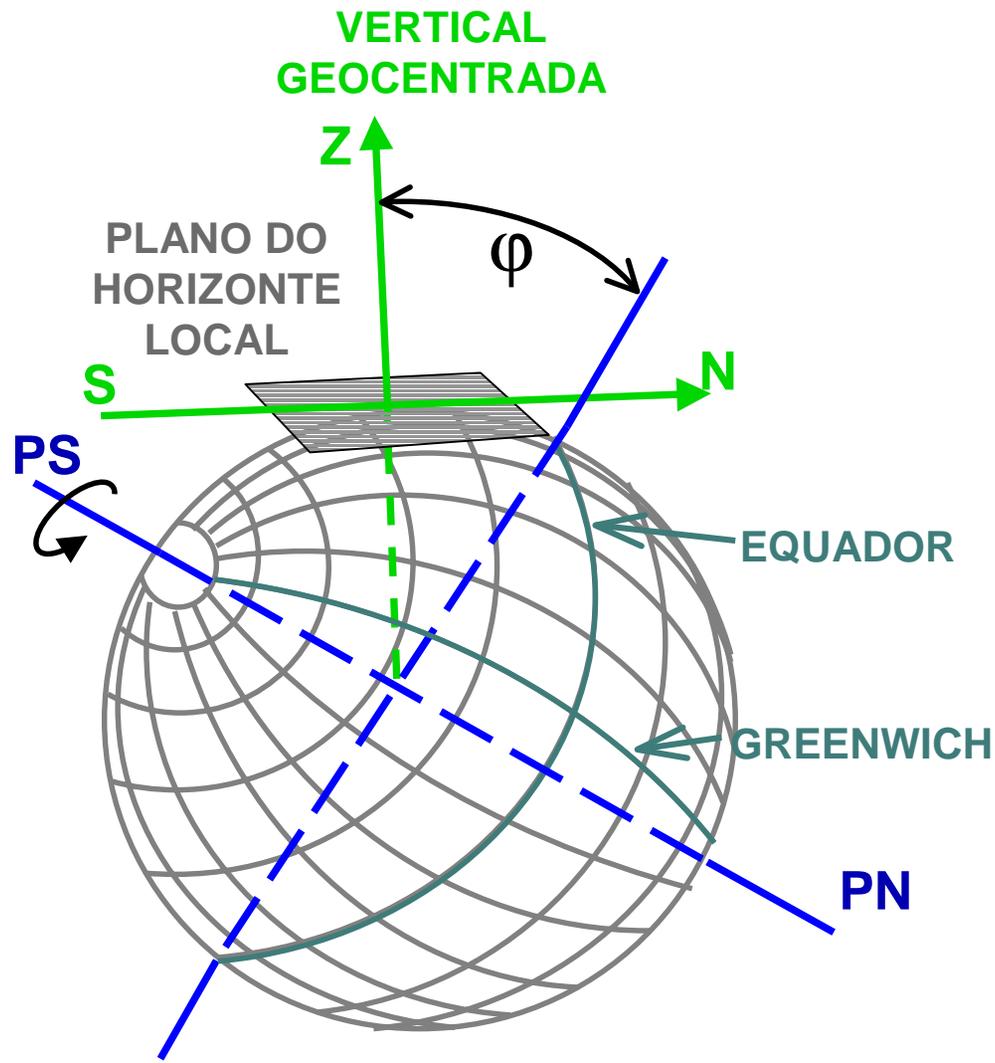
**Incluído na NBR 14166/98**

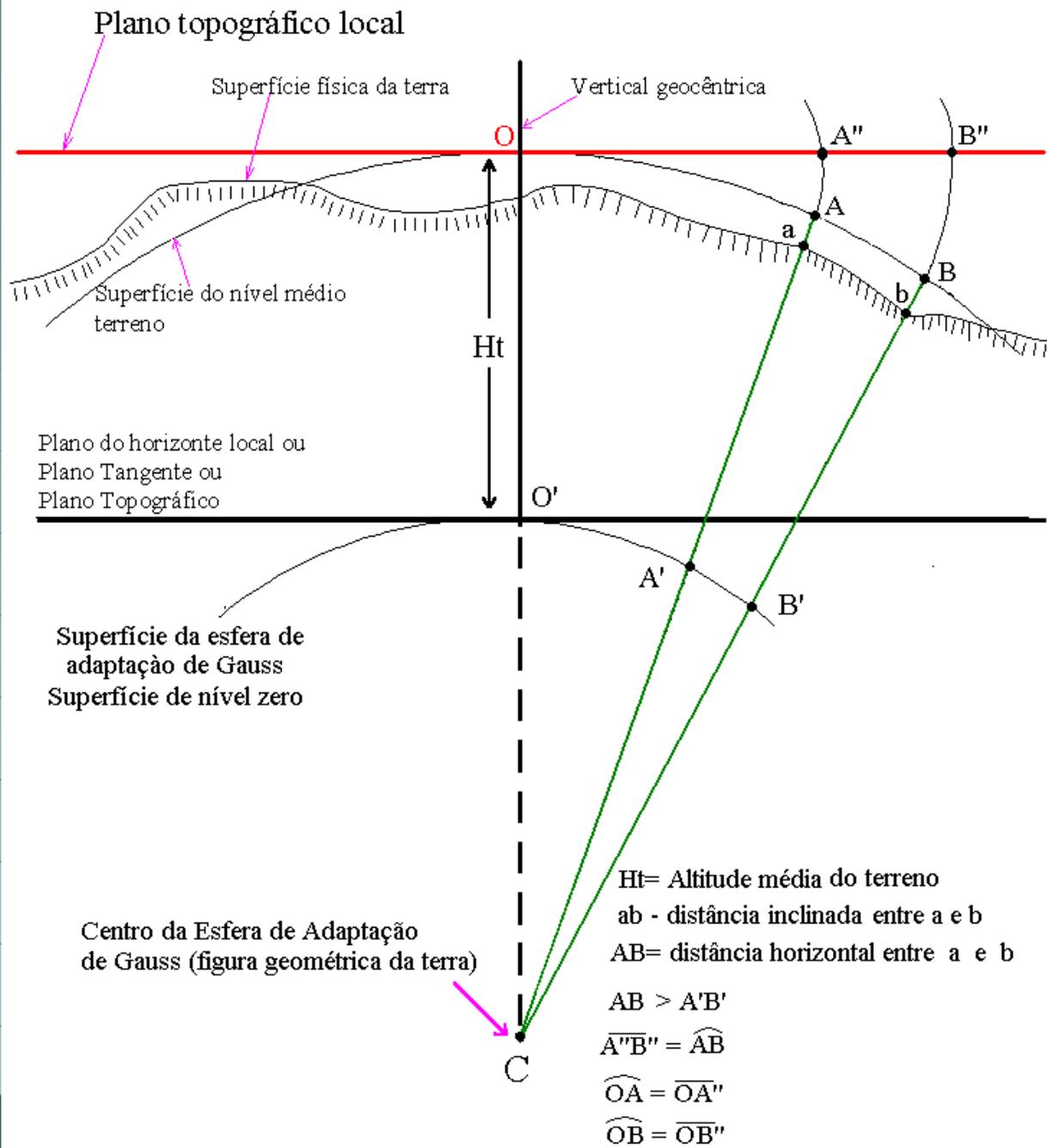
# NBR- 14166: Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento (Agosto, 1998)

## Objetivo

- ◆ Esta norma fixa as condições exigíveis para a implantação e manutenção da Rede de Referência Cadastral Municipal destinada à:
  - ◆ Apoiar a elaboração e a atualização de plantas cadastrais municipais e amarrar, de um modo geral, todos os serviços de topografia visando às incorporações às plantas cadastrais do município
  - ◆ Referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojetos, de projetos, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de urbanização, de levantamentos de obras conforme construídas ("as built") e de cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários.

# Plano topográfico local (concepção)





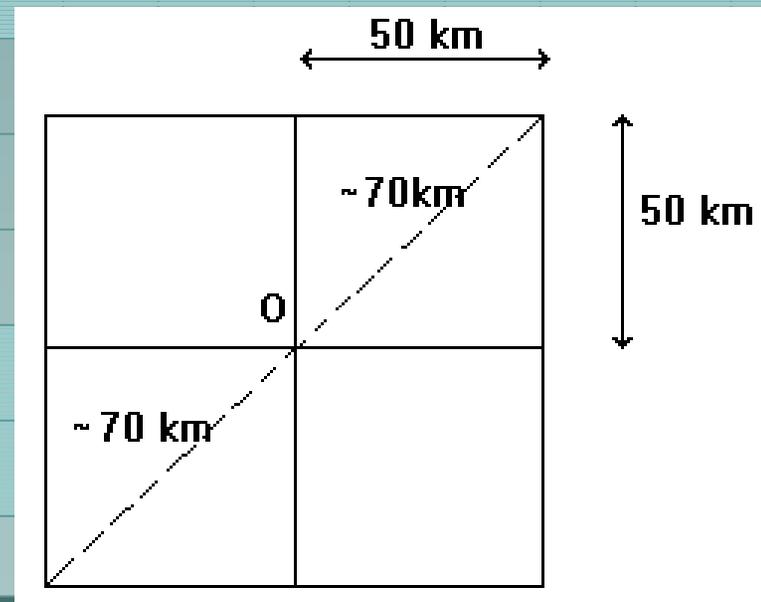
## ◆ Coordenadas plano-retangulares:

$(X, Y)$  - São as coordenadas cartesianas definidoras da localização planimétrica dos pontos medidos no terreno e representados, no plano topográfico do sistema topográfico local, cuja origem está no ponto de tangência deste plano com a superfície de referência adotada pelo Sistema Geodésico Brasileiro - S.G.B.

### **Nota:**

- a) O sistema de coordenadas plano-retangulares tem a mesma origem do sistema topográfico local.
- b) A orientação do sistema de coordenadas plano-retangulares é em relação ao eixo das ordenadas (Y).
- c) A fim de serem evitados valores negativos para as coordenadas plano-retangulares, a estas são adicionados termos constantes adequados a esta finalidade.

- d) A fim de elevar o plano topográfico de projeção ao nível médio da área objeto do sistema topográfico, as coordenadas plano-retangulares são afetadas por um fator de elevação, caracterizando o plano topográfico local.
- e) A origem do sistema topográfico local deve estar posicionada, geograficamente, de modo a que nenhuma coordenada plano-retangular, isenta do seu termo constante, tenha valor superior a 50 km.



- ♦ É o fator, que aplicado às coordenadas plano-retangulares dos pontos do apoio geodésico do Sistema, definidores do plano topográfico de projeção, isentas de seus termos constantes, eleva este plano ao nível médio do terreno da área de abrangência do sistema, caracterizando o sistema topográfico local, onde serão representados, todos os pontos levantados topograficamente.
- ♦ Fator de Elevação "c":

$$c = \frac{R_m + H_t}{R_m}$$

$$R_m = \sqrt{MN}$$

## Onde:

$c$  = fator de elevação

$H_t$  = altitude média do terreno

$R_m$  = raio médio terrestre = , adotado como raio da esfera de adaptação de Gauss

$M$  = raio de curvatura da elipse meridiana do elipsóide de referência na origem do sistema topográfico local.

$N$  = raio de curvatura da elipse normal à elipse meridiana na origem do sistema topográfico local.

## Nota:

Devido a grandeza de  $R_m$  face à pequenez de  $H_t$ , na utilização desta Norma pode ser usada expressão simplificada:

$$c = 1 + 1,57 \cdot 10^{-7} \cdot H_t$$

## Plano Topográfico:

- ◆ Esta superfície é definida pelas tangentes, no ponto origem do Sistema Topográfico, ao meridiano deste ponto e à geodésica normal a este meridiano.
- ◆ **Nota:**
- ◆ O plano topográfico é tangente ao elipsóide de referência no ponto de origem do sistema topográfico e tem a sua dimensão máxima limitada a ~ 70 km, a partir da origem do sistema topográfico local, de maneira que o erro relativo, decorrente da desconsideração da curvatura terrestre não ultrapasse 1:50.000 nesta dimensão e 1:20.000 nas imediações da extremidade desta dimensão.
- ◆ A dimensão máxima do plano topográfico é a metade da diagonal de um quadrado de 100 km de lado, correspondente à área máxima de abrangência do Sistema Topográfico Local.

- ◆ O plano topográfico deve ser elevado ao nível médio do terreno da área, objeto de levantamento topográfico, para a caracterização do **plano topográfico local** pela imposição de um fator de elevação aplicado às coordenadas plano retangulares de todos os pontos levantados geodésica e topograficamente nele representados.

## Plano Topográfico Local:

- ◆ É o plano topográfico elevado ao nível médio do terreno da área de abrangência do Sistema Topográfico Local, segundo a normal à superfície de referência no ponto de origem do sistema (ponto de tangência do plano topográfico de projeção no elipsóide de referência).

♦ Se a origem do sistema for  $O$ , de coordenadas geodésicas  $\varphi_o$  e  $\lambda_o$  e plano-retangulares  $X = 150.000$  m e  $Y = 250.000$  m e o ponto geodésico de apoio imediato for  $P$ , de coordenadas geodésicas  $\varphi_p$  e  $\lambda_p$ , as coordenadas plano-retangulares de  $P$  são dadas pelas expressões:

$$X_p = 150.000 + x_p$$

$$Y_p = 250.000 + y_p$$

•**OBS:** Na aplicação das fórmulas considerar  $\varphi$  negativo no hemisfério sul e  $\lambda$  crescendo positivamente para oeste.

- Os coeficientes  $C$  e  $D$  são negativos no hemisfério sul

- O eixo das ordenadas é o eixo  $Y$  e o das abscissas é o eixo  $X$

## Fórmulas de transformação de coordenadas geodésicas em coordenadas plano-retangulares no Sistema Topográfico Local

$$x_p = -\Delta\lambda_1 \cos\varphi_p N_p \text{ arc}1'' \cdot c$$

$$y_p = \frac{1}{B} \left[ \Delta\varphi_1 + Cx_p^2 + D(\Delta\varphi_1)^2 + E(\Delta\varphi_1)x_p^2 + ECx_p^4 \right] \cdot c$$

$$\Delta\lambda = \lambda_p - \lambda_0$$

$$\Delta\varphi = \varphi_p - \varphi_0$$

$$\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda'' \left[ 1 - 3,9173 \times 10^{-12} (\Delta\lambda'')^2 \right]$$

$$\Delta\varphi_1 = \Delta\varphi'' \left[ 1 - 3,9173 \times 10^{-12} (\Delta\varphi'')^2 \right]$$

$$B = \frac{1}{M_0 \text{arc}1''}$$

$$C = \frac{\tan \varphi_0}{2M_0 N_0 \text{arc}1''}$$

$$D = \frac{3e^2 \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 \text{arc}1''}{2(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)}$$

$$E = \frac{1 + 3 \tan \varphi_0}{6N_0^2}$$

$$c = \frac{R_0 + H_t}{R_0}$$

$$R_0 = \sqrt{M_0 \cdot N_0}$$

$$M_0 = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)^{3/2}}$$

$$N_0 = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_0)^{1/2}}$$

$$N_p = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi_p)^{1/2}}$$

$$e = \left( \frac{a^2 - b^2}{a^2} \right)^{1/2} = [f(2 - f)]^{1/2}$$

## Onde:

- ◆  $M_0$  - Raio de curvatura da seção meridiana do elipsóide de referência em (origem do sistema)
- ◆  $N_0$  - Raio de curvatura da seção normal ao plano meridiano do elipsóide de referência em
- ◆  $N_p$  - Raio de curvatura da seção normal ao plano meridiano do elipsóide de referência em P
- ◆  $c$  - fator de elevação
- ◆  $a$  - semieixo maior do elipsóide de referência
- ◆  $b$  - semieixo menor do elipsóide de referência
- ◆  $e$  - primeira excentricidade do elipsóide de referência
- ◆  $f$  - achatamento do elipsóide de referência
- ◆  $H_t$  - altitude ortométrica média do terreno ou altitude do plano topográfico local.

## Fórmulas de Cálculo da Convergência Meridiana no Sistema Topográfico Local, a partir das Coordenadas Geodésicas

$$\gamma_p'' = \left[ \Delta\lambda'' \operatorname{sen}\varphi_m \sec\frac{\Delta\varphi}{2} + F(\Delta\lambda'')^3 \right] \gamma_p - \text{é convergência meridiana no ponto considerado}$$

$$\Delta\lambda'' = (\lambda_p - \lambda_0) * 3600 \quad \varphi_0 - \text{latitude da origem do sistema}$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_p + \varphi_0}{2}$$

$\varphi_p$  - latitude do ponto geodésico de apoio imediato considerado

$$\Delta\varphi = \varphi_p - \varphi_0$$

$\lambda_0$  - longitude da origem do sistema

$$F = \frac{\operatorname{sen}\varphi_m \cos\varphi_m \operatorname{sen}^2 1''}{12}$$

$\varphi_m$  - latitude média entre o ponto geodésico de apoio imediato considerado e a origem do sistema

# Fórmulas de Cálculo da Convergência Meridiana a partir das coordenadas plano-retangulares no sistema topográfico local

*(Fórmula Aproximada para o Hemisfério Sul)*

$$\gamma''_P = \frac{x}{c} \cdot 3,2380 \cdot 10^{-2} \cdot \tan(\varphi_o) + \frac{y}{c} \cdot 8,9946 \cdot 10^{-6}$$

**Sendo:**

$$x = X - 150.000 \text{ m ;}$$

$$y = Y - 250.000 \text{ m ;}$$

$$c = 1 + 1,57 \cdot 10^{-7} \text{ Ht}$$

Onde:

$\gamma_p$  - é a convergência meridiana no ponto considerado;

$\varphi_0$  - latitude da origem do sistema;

$X$  - abscissa do ponto considerado;

$Y$  - ordenada do ponto considerado;

$x$  - abscissa do ponto considerado isento do seu termo constante;

$y$  - ordenada do ponto considerado isenta do seu termo constante;

$c$  - fator de elevação

$H_t$  - altitude do plano topográfico local.

## Questões sobre a NBR 14-166

- ◆ 1) Defina:
  - ◆ Levantamento de obras como construídas;
  - ◆ Marco geodésico de precisão;
  - ◆ Planta indicativa de sistemas de infraestrutura urbana;
  - ◆ Planta de quadra ou planta quadra;
  - ◆ Planta de referência cadastral;
  - ◆ Ponto de referência de quadra;
  - ◆ Referência de nível de precisão;
  - ◆ Sistema cartográfico municipal;
  - ◆ Sistema topográfico local;

## Questões sobre a NBR 14.166 (cont.)

- ◆ 2) Quais os elementos que definem o Sistema topográfico local?
- ◆ 3) O que é Plano topográfico?
- ◆ 4) O que é Plano topográfico local?
- ◆ 5) Descreva a estrutura e classificação da rede de referencia cadastral.
- ◆ 6) Calcular as coordenadas no sistema plano topográfico local de pelo menos 2 pontos notáveis extraído da carta São João de Ipanema.
- ◆ 7) Calcular a convergência meridiana dos 2 pontos utilizados no exercício anterior (utilize as fórmulas encontradas nos anexos B e C e, compare os resultados).

*OBS: adotar como ponto de tangência do Plano topográfico local o ponto na carta que tem as seguintes coordenadas referidas ao sistema UTM: (N = 7.406.000 m e E = 234.000 m)*