

APENDICE I

Transformação de vetores da Rede Minas observados em 2001,3 e processados no ITRF97.

Uma vez que trata de vetores os modelos matemáticos simplificam em:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF97} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF2000} + \begin{bmatrix} D & -R_3 & R_2 \\ R_3 & D & -R_1 \\ -R_2 & R_1 & D \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF2000}$$

Como exemplo serão feitas transformações no vetor entre as estações 1919 1924, cujas componentes e seus desvios padrão, no ITRF97, resultantes do processamento da sessão 112A, são:

$$\Delta X = -266448,7107 \text{ m}; \quad \Delta Y = -359512,2257 \text{ m} \quad e \quad \Delta Z = 188379,0693 \text{ m}$$

$$\sigma_{\Delta X} = 0,0039 \text{ m}; \quad \sigma_{\Delta Y} = 0,0039 \text{ m} \quad e \quad \sigma_{\Delta Z} = 0,0017 \text{ m}.$$

Transformações do ITRF97 para o ITRF2000:

Parâmetros que transformam ITRF2000 em ITRF97, atualizados para 2001,3:

$$D = 1,55 \times 10^{-9},$$

$$R_1 = R_2 = 0$$

$$R_3 = 4,139 \times 10^{-10} \text{ rad}$$

Equação para transformação inversa, ou seja, que transforma ITRF97 e ITRF2000:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{2000} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF97} + \begin{bmatrix} -1,55e-09 & 4,139e-10 & 0 \\ -4,139e-10 & -1,55e-09 & -R_1 \\ 0 & 0 & -1,55e-09 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF97}$$

Portanto, para o exemplo:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{2000} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF97} + \begin{bmatrix} 0,000\ 264 \\ 0,000\ 668 \\ -0,000\ 292 \end{bmatrix}_m$$

Transformações do ITRF2000 para o ITRF90:

Parâmetros que transformam ITRF2000 em ITRF90, atualizados para 2001,3:

$$D = 2,45 \times 10^{-9},$$

$$R1 = R2 = 0$$

$$R3 = 4,139 \times 10^{-10} \text{ rad}$$

Equação:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF90} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{2000} + \begin{bmatrix} 2,45e-09 & -4,139e-10 & 0 \\ 4,139e-10 & 2,45e-09 & 0 \\ 0 & 0 & 2,45e-09 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{2000}$$

Portanto, para o exemplo:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{ITRF90} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{2000} + \begin{bmatrix} -0,000\ 504 \\ -0,000\ 991 \\ 0,000\ 462 \end{bmatrix}_m$$

Transformações do ITRF90 para o WGS84 - Transit:

Parâmetros que transformam ITRF90 em WGS84:

$$D = -11 \times 10^{-9},$$

$$R1 = 887,2 \times 10^{-10} \text{ rad}$$

$$R2 = -14,5 \times 10^{-10} \text{ rad}$$

$$R3 = 339,4 \times 10^{-10} \text{ rad}$$

Equação:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{\text{WGS84}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{\text{ITRF90}} + \begin{bmatrix} -11e-09 & -339,4e-10 & -14,5e-10 \\ 339,4e-10 & -11e-09 & -887,2e-10 \\ 14,5e-10 & 887,2e-10 & -11e-09 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{\text{ITRF90}}$$

Portanto, para o exemplo:

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{\text{WGS84}} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}_{\text{ITRF90}} + \begin{bmatrix} 0,014\ 858 \\ -0,021\ 802 \\ -0,034\ 354 \end{bmatrix}_m$$

RESULTADO FINAL: componentes do vetor 1919-1924 no WGS84 - Transit

$$\Delta X = -266448,6961\ m; \quad \Delta Y = -359512,2478\ m \quad e \quad \Delta Z = 188\ 379,0352\ m$$

Diferenças entre as componentes no ITRF97 e WGS 84:

$$\Delta X = 0,0146\ m; \quad \Delta Y = -0,0221\ m \quad e \quad \Delta Z = -0,0342\ m$$

Diferença relativa:

$$\Delta X = 0,05\ ppm; \quad \Delta Y = 0,06\ ppm \quad e \quad \Delta Z = 0,18\ ppm$$

Para realizar estas transformações foi feito um programa em DELPHI.