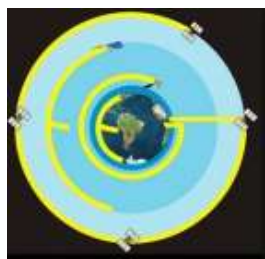


SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES NO PPP

Prof^a. Ma. Chaenne Milene Dourado Alves
Prof. Dr. João Francisco Galera Monico
Prof. Dr. Haroldo Antonio Marques



MundoGEO
#connect

LatinAmerica 2013



unesp

FAPESP

Apresentação

Introdução

PPP

Solução de Ambiguidades PPP

Metodologia

Considerações Finais

INTRODUÇÃO

- POSICIONAMENTO GNSS
- MÉTODOS DE POSICIONAMENTO
- PPP EM EVIDÊNCIA
- PPP EM TEMPO REAL
- SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES PPP
 - Ambiguidades Reais
 - Ambiguidades Inteiras

INTRODUÇÃO

- 1994 – CRIAÇÃO DO IGS
- 2002 - Workshop intitulado "Rumo ao Tempo Real"
- 2007 – O IGS deu início ao “Projeto Piloto IGS em Tempo Real”
- 2011- Projeto alcançou suas metas
- 2012 - Lançamento do “Serviço IGS em Tempo Real”

INTRODUÇÃO

- 1994 – CRIAÇÃO DO IGS



INTRODUÇÃO

- Solução das Ambiguidades pode diminuir o tempo de convergências no PPP em tempo real
- Pode melhorar significativamente a acurácia do posicionamento
- Solução de Ambiguidades – o estado da arte no posicionamento

INTRODUÇÃO

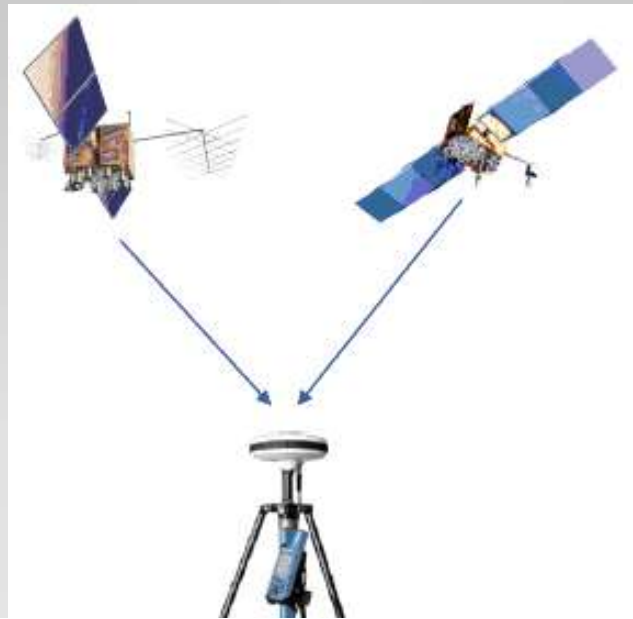
- PPP é um método atualmente em evidência
- A solução de ambiguidade no PPP é um assunto atual que tem sido abordado em praticamente todos os congressos e eventos
- Nova perspectiva - Contribuição para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil

Objetivos da pesquisa

- Investigar os métodos para solução de ambiguidades no PPP
- Realizar as alterações necessárias em termos de algoritmos para que seja implementado computacionalmente

PPP

- Posicionamento por ponto preciso



$$PD_{rIF}^s = \rho_r^s + c[dt_r - dt^s] + m_f Zwd + \varepsilon_{PDIF_r}^s$$

$$\lambda_{IF} \phi_{IF_r}^s = \rho_r^s + c[dt_r - dt^s] + \lambda_{IF} \bar{N}_{IF} + m_f Zwd + \varepsilon_{\phi_{IF_r}^s}$$

PPP

$$PD_{rIF}^s = \rho_r^s + c[dt_r - dt^s] + m_f Zwd + \varepsilon_{PDIF_r}^s$$

$$\lambda_{IF} \phi_{IF_r}^s = \rho_r^s + c[dt_r - dt^s] + \lambda_{IF} \bar{N}_{IF} + m_f Zwd + \varepsilon_{\phi IF_r}^s$$

$$\rho_r^s = \sqrt{(X^s(t^t) - X_r)^2 + (Y^s(t^t) - Y_r)^2 + (Z^s(t^t) - Z_r)^2}$$

$$E \left\{ \begin{bmatrix} \Delta PD_{rIF}^s \\ \Delta \lambda_{IF} \phi_{IF_r}^s \end{bmatrix} \right\} = AX = \begin{bmatrix} -\frac{X^s - X_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Y^s - Y_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Z^s - Z_r^0}{(\rho_r^s)^0} & 1 & m_f & 0 \\ -\frac{X^s - X_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Y^s - Y_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Z^s - Z_r^0}{(\rho_r^s)^0} & 1 & m_f & \lambda_{IF} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_r \\ \Delta Y_r \\ \Delta Z_r \\ dt_r \\ Zwd \\ N_{IF} \end{bmatrix}$$

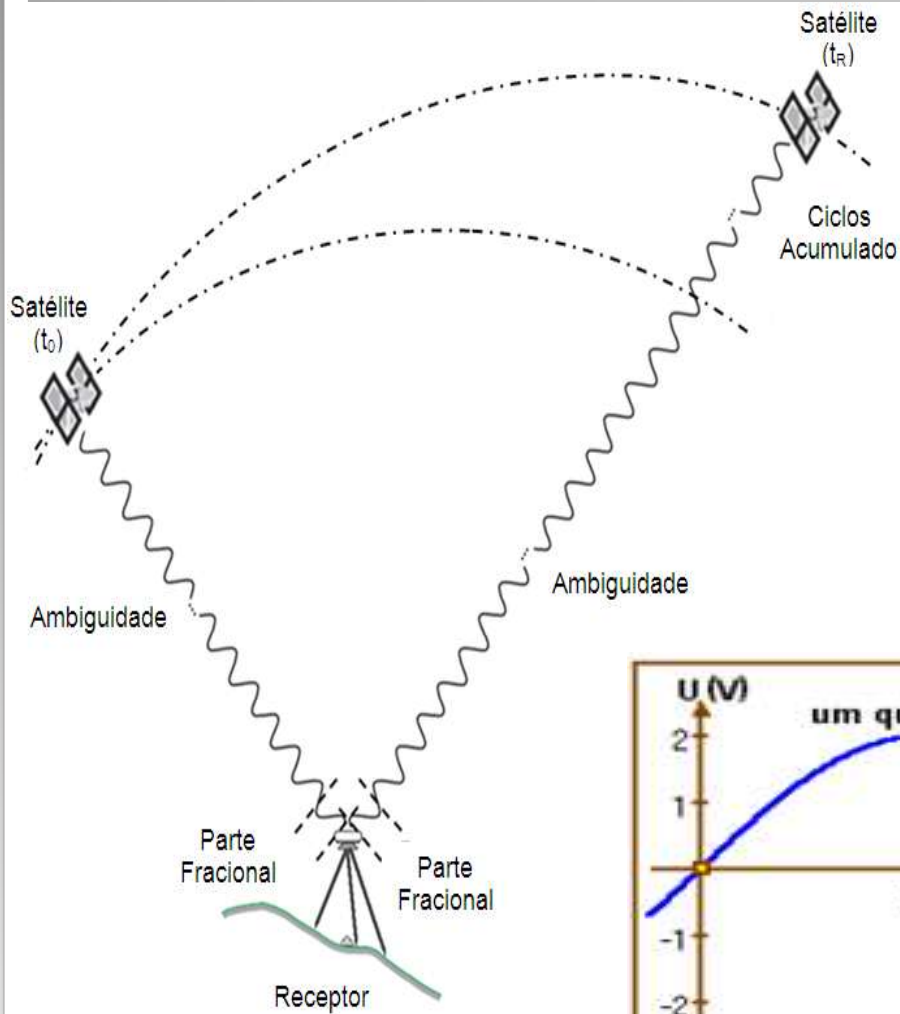
PPP

Estimativa estocástica da ionosfera

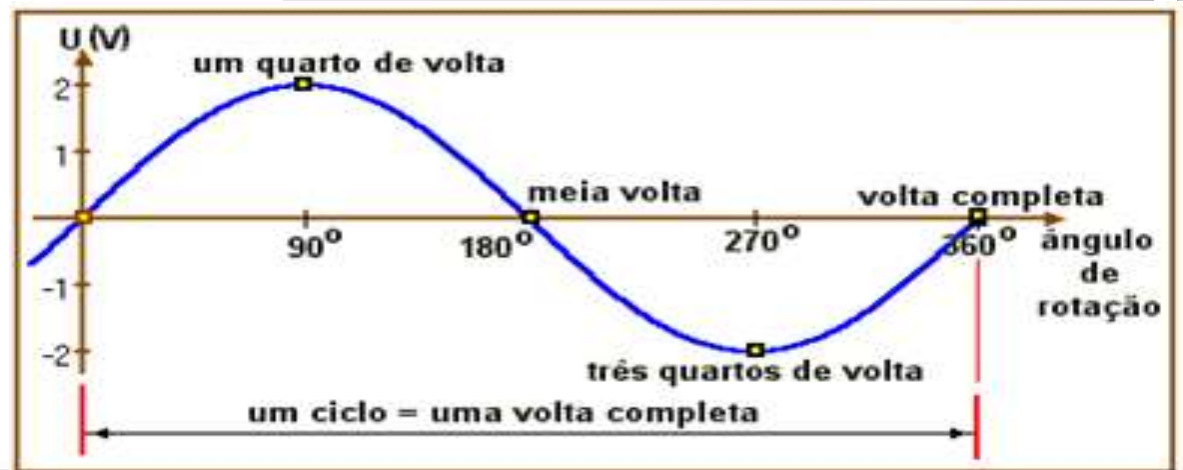
- estimar o parâmetro da ionosfera para cada satélite em cada época considerando cada parâmetro não correlacionado no tempo

$$E \left\{ \begin{bmatrix} \Delta PD_{rL1}^s \\ \Delta \lambda_{L1} \phi_{L1r}^s \\ \Delta I_{L1r}^s \end{bmatrix} \right\} = AX = \begin{bmatrix} -\frac{X^s - X_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Y^s - Y_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Z^s - Z_r^0}{(\rho_r^s)^0} & 1 & m_f & 0 \\ -\frac{X^s - X_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Y^s - Y_r^0}{(\rho_r^s)^0} & -\frac{Z^s - Z_r^0}{(\rho_r^s)^0} & 1 & m_f & \lambda_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X_r \\ \Delta Y_r \\ \Delta Z_r \\ dt_r \\ Zw_d \\ N_r^s \\ \Delta I_{L1r}^s \end{bmatrix}$$

SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES NO PPP



$$\bar{N}_r^S = N_r^S + \Delta\phi_r - \Delta\phi^S$$



SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES NO PPP

$$\bar{N}_{r,l}^{s,j} = (\bar{N}_r^s - \bar{N}_r^j) - (\bar{N}_l^s - \bar{N}_l^j)$$

$$\bar{N}_{r,l}^{s,j} = (N_r^s + \Delta\phi_r - \Delta\phi^s) - (N_r^j + \Delta\phi_r - \Delta\phi^j) - (N_l^s + \Delta\phi_l - \Delta\phi^s) + (N_l^j + \Delta\phi_l - \Delta\phi^j)$$

$$\bar{N}_{r,l}^{s,j} = (N_r^s - N_r^j) - (N_l^s - N_l^j)$$

$$\bar{N}_{r,l}^{s,j} = N_{r,l}^{s,j}$$

**eliminação UPDs por meio da DD
de ambiguidades**

SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES NO PPP

$$\bar{N}_r^{s,j} = (\bar{N}_r^s - \bar{N}_r^j)$$

$$\bar{N}_r^{s,j} = (N_r^s + \Delta\phi_r - \Delta\phi^s) - (N_r^j + \Delta\phi_r - \Delta\phi^j)$$

$$\bar{N}_r^{s,j} = (N_r^s - \Delta\phi^s) - (N_r^j - \Delta\phi^j)$$

$$\bar{N}_r^{s,j} = N_r^{s,j} - \Delta\phi^s + \Delta\phi^j$$

**Estimativa UPDs por meio da SD
de ambiguidades**

DD AMBIGUIDADES

$$\phi_{IF_r}^s = (f_1^2/f_1^2 - f_2^2)L1_r^s - (f_1f_2/f_1^2 - f_2^2)L2_r^s = \rho_r^s + \lambda_1 N_{IF_r}^s$$

$$N_{IF_r}^s = (f_1^2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{1r}^s - (f_1f_2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{2r}^s$$

$$N_{IF_r}^s = (f_1/f_1 + f_2)\bar{N}_{nr}^s + (f_1f_2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{wr}^s$$

$$N_{IF_{r,l}}^{s,j} = (f_1/f_1 + f_2)\bar{N}_{nr,l}^{s,j} + (f_1f_2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{wr,l}^{s,j}$$

onde:

$$\bar{N}_{nr,l}^{s,j} = \bar{N}_{nr}^s - \bar{N}_{nr}^j - (\bar{N}_{nr}^s - \bar{N}_{nr}^j) e \bar{N}_{wr,l}^{s,j} = \bar{N}_{wr}^s - \bar{N}_{wr}^j - (\bar{N}_{wr}^s - \bar{N}_{wr}^j)$$

SD AMBIGUIDADES

$$\Phi_{IF_r}^s = (f_1^2/f_1^2 - f_2^2)\Phi L1_r^s - (f_1 f_2/f_1^2 - f_2^2)\Phi L2_r^s = Q_r^s + \lambda_1 N_{IF_r}^s$$

$$N_{IF_r}^s = (f_1^2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{1_r}^s - (f_1 f_2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{2_r}^s$$

$$N_{IF_r}^{s,j} = (f_1/f_1 + f_2)\bar{N}_{n_r}^{s,j} + (f_1 f_2/f_1^2 - f_2^2)\bar{N}_{w_r}^{s,j}$$

$$N_{IF_r}^{s,j} = \frac{f_1}{f_1+f_2} (N_{n_r}^{s,j} + \Delta\phi_n^{s,j}) + \frac{f_1 f_2}{f_1^2-f_2^2} (N_{w_r}^{s,j} + \Delta\phi_w^{s,j})$$

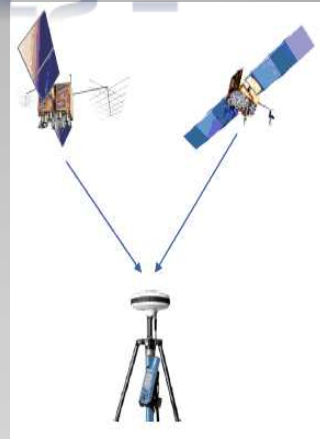
$$\hat{N}_{w_r}^{s,j} = \hat{N}_{w_r}^s - \hat{N}_{w_r}^j$$

$$\sigma_{\hat{N}_{w_r}^{s,j}} = \sqrt{\sigma^2_{\hat{N}_{w_r}^s} + \sigma^2_{\hat{N}_{w_r}^j}}$$

$$\tilde{N}_{w_r}^{s,j} = \hat{N}_{w_r}^{s,j} - \delta\phi_w^{s,j}$$

$$\sigma_{\tilde{N}_{w_r}^{s,j}} = \sqrt{\sigma^2_{\hat{N}_{w_r}^{s,j}} + \sigma^2_{\delta\phi_w^{s,j}}}$$

SOLUÇÃO DE AMBIGUIDADES – ESTIMATIVA UPD



Estimativa UPD

$$\hat{\delta}\phi_w^{s,j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\text{frac} \left(\hat{N}_{wi}^s - \hat{N}_{wi}^j \right) \right]$$

$$\sigma_{\hat{\delta}\phi_w^{s,j}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left\{ \left[\text{frac} \left(\hat{N}_{wi}^s - \hat{N}_{wi}^j \right) \right] - \hat{\delta}\phi_w^{s,j} \right\}^2}}{n}$$

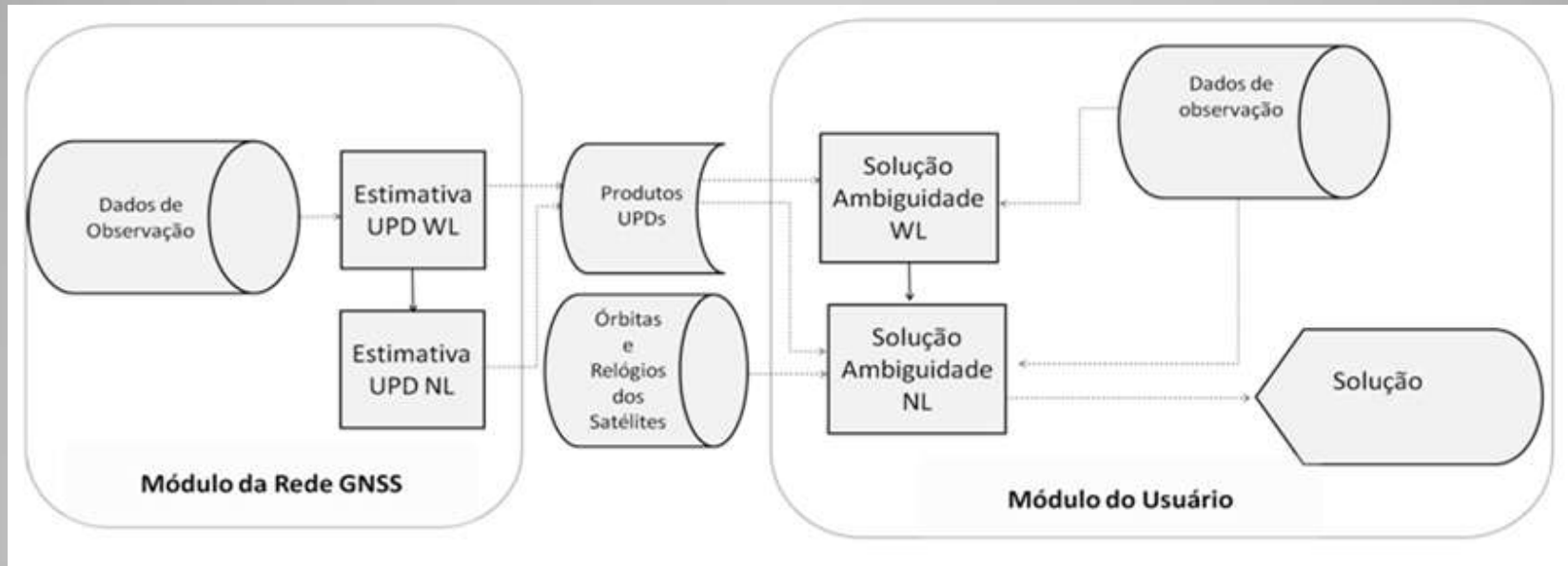
$$\widehat{\Delta}\phi_n^{s,j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\text{frac} \left(\hat{N}_{ni}^{s,j} \right) \right]$$

$$\sigma_{\widehat{\Delta}\phi_n^{s,j}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left\{ \left[\text{frac} \left(\hat{N}_{ni}^{s,j} \right) \right] - \widehat{\Delta}\phi_n^{s,j} \right\}^2}}{n}$$

$$\hat{N}_{ni}^{s,j} = \frac{f_1 + f_2}{f_1} \hat{N}_{IFi}^{s,j} - \frac{f_2}{f_1 - f_2} \check{N}_{wi}^{s,j} \quad N_{IFr}^{s,j} = (f_1 / f_1 + f_2) \bar{N}_{nr}^{s,j} + (f_1 f_2 / f_1^2 - f_2^2) \bar{N}_{wr}^{s,j}$$

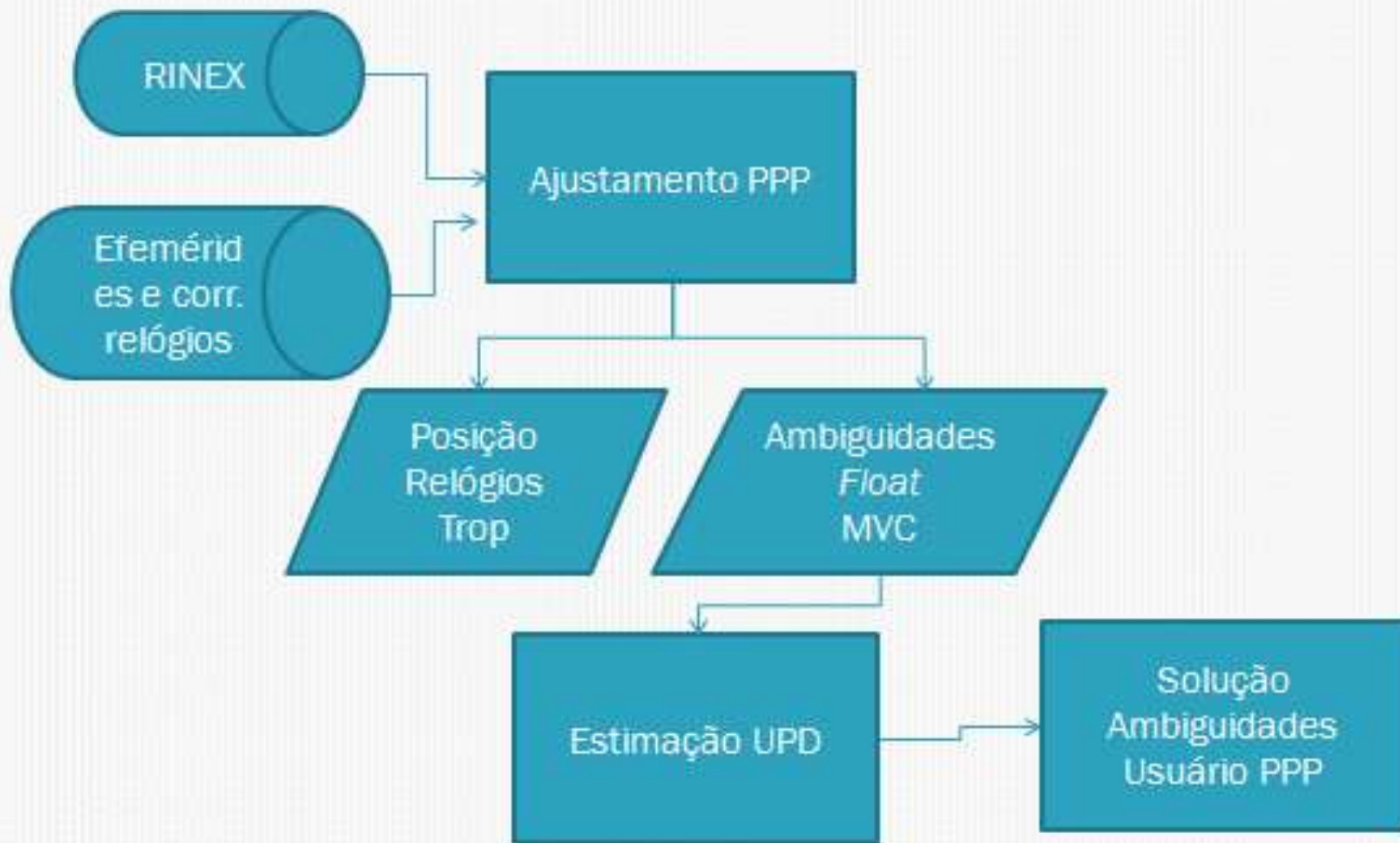
Metodologia

- Método em dois módulos



- Esse modelo gera e dissemina produtos para Solução Ambiguidades.

Metodologia



Em desenvolvimento...

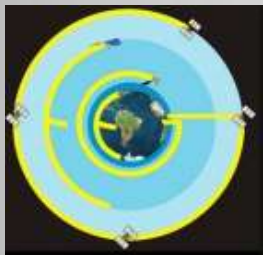
- Aplicativo em linguagem de programação C/C++, capaz de estimar os UPDs dos satélites.
- Utilização das estações de referência do IGS, RBMC e da Rede GNSS-SP.
- O *software* RT_PPP alterado para receber os UPDs estimados como dados de entrada e com as rotinas para fixação das ambiguidades do PPP em tempo real

Etapas futuras...

- UPDs estimados diariamente e armazenados em um servidor na FCT/UNESP, para posterior utilização
- O usuário tendo acesso aos produtos, juntamente com correções para órbitas e erros dos relógios dos satélites poderá realizar o PPP com ambiguidades fixas
- Codificação e envio dos UPDs estimados e disponibilização do *software* para realização do processamento

Obrigada pela atenção!

chaenne@ifto.edu.br



#connect

LatinAmerica 2013

