



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**



WORKSHOP DA RBMC

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP
PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE**

Eng. Agrim. Alexandre do Nascimento Souza

Prof. Dr. Silvio Jacks dos Anjos Garnés

Prof. Dr. Haroldo Antonio Marques



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



INTRODUÇÃO

- Neste trabalho foram analisados os métodos de posicionamento PPP cinemático em tempo real via software BNC 2.6 do BKG (*Bundesamt für Kartographie und Geodäsie*);
- Posicionamento RTK (*Real Time Kinematic*) usando o protocolo NTRIP da RBMC-IP;
- Tomando-se como referências os vértices da Rede de Referência Cadastral da Cidade do Recife, implantados pela empresa ENGEFOTO no ano de 2009.



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



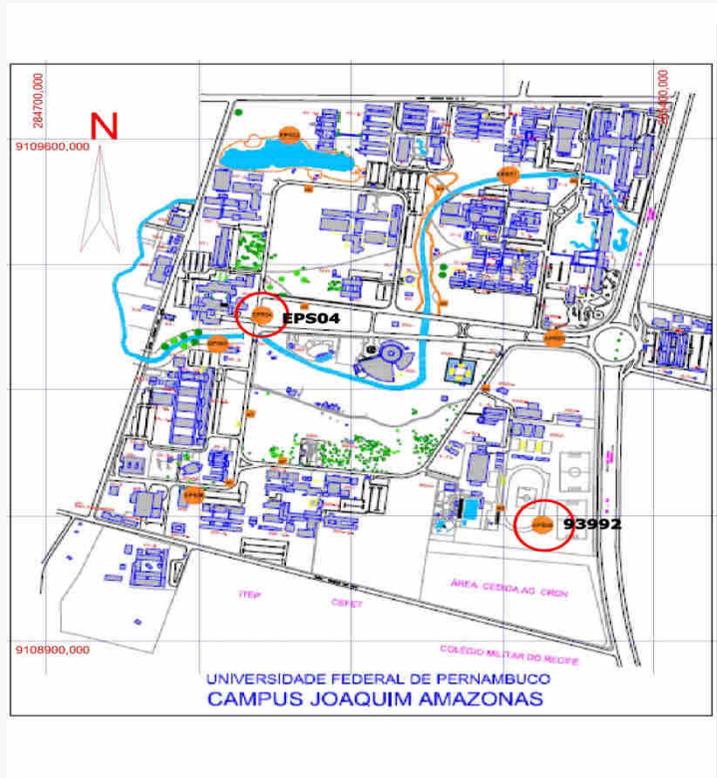
CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE

ÁREA DE ESTUDO



- Campus da UFPE da rede planialtimétrica e
- Algumas ruas e principais avenidas da Região Metropolitana de Recife, como Av. Caxangá, Av. Domingos Ferreira, Br 101, Av. Conde da Boa Vista, Av. Recife, entre outras.



Campus da UFPE



Região Metropolitana do Recife



UFPE

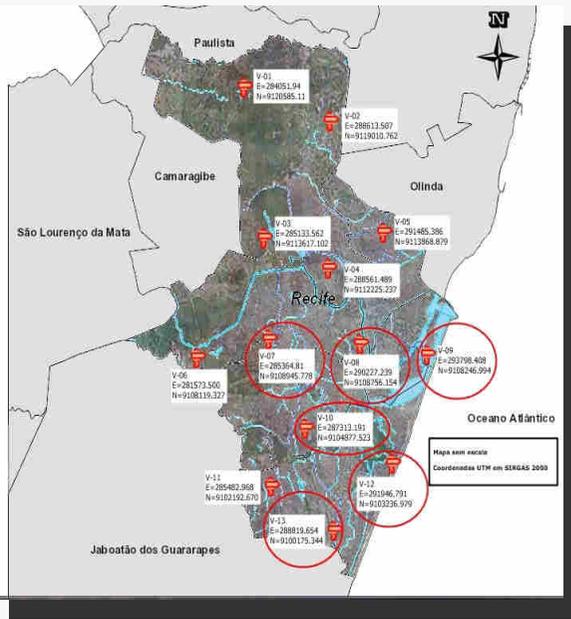
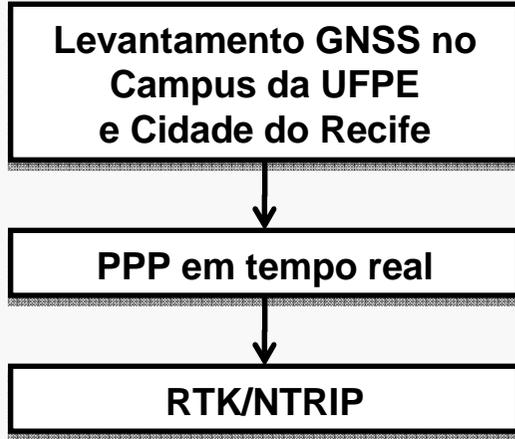
Departamento de Engenharia Cartográfica



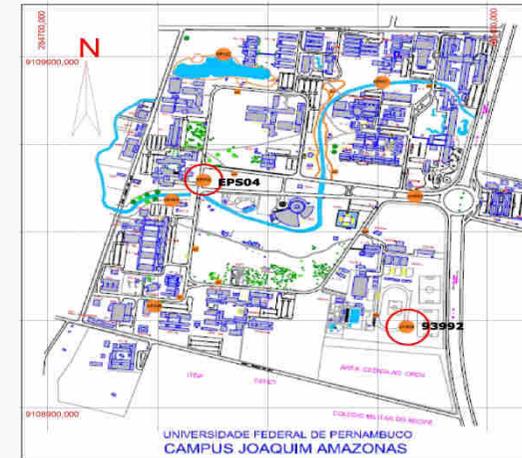
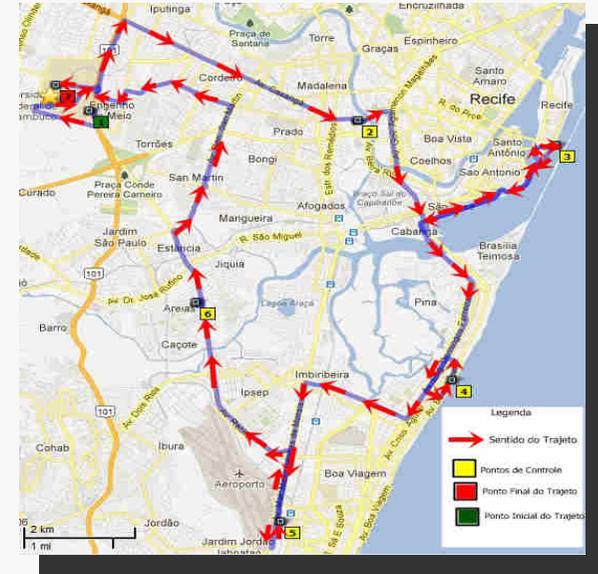
CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE

METODOLOGIA



Rastreio utilizando 5 dos 13 vértices geodésicos da rede de referência do município do Recife, e 2 marcos geodésicos materializados no Campus da UFPE da rede Planialtimétrica





UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RECURSOS TECNOLÓGICOS

Um rack para adaptação de um par de receptores em um veículo modelo Corsa, para levantamento cinemático do LabGeo/DECart.





UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**



MÉTODOS

Levantamento PPP cinemático em tempo real

Equipamentos utilizados





UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Levantamento PPP cinemático em tempo real

| Estação | ENGEFOTO | | | Horas | PPP em Tempo Real via NTRIP (28/11/2012) | | | |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|--|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | E (m) | N(m) | h(m) | | Pto | E (m) | N(m) | h(m) |
| 93992 | 285364,810 $\sigma = 0,004$ | 9108945,778 $\sigma = 0,004$ | 3,12 $\sigma = 0,030$ | | | | | |
| V08 | 290227,239 $\sigma = 0,005$ | 9108756,154 $\sigma = 0,007$ | -2,698 $\sigma = 0,012$ | 14:50:42 | 419 | 290236,812 $\sigma = 0,574$ | 9108743,820 $\sigma = 0,405$ | 125,853 $\sigma = 0,600$ |
| | | | | | Discrep. | ΔE 9,573 | ΔN -12,334 | 228,551 |
| | | | | | Erros | 15,613 | | |
| V09 Marco Zero | 293798,408 $\sigma = 0,007$ | 9108246,994 $\sigma = 0,009$ | -2,231 $\sigma = 0,015$ | 15:32:50 | 922 | 293803,772 $\sigma = 0,332$ | 9108246,980 $\sigma = 0,235$ | 2,382 $\sigma = 0,391$ |
| | | | | | Discrep. | ΔE 5,364 | ΔN -0,014 | 4,613 |
| | | | | | Erros | 5,364 | | |
| V12 | 291946,791 $\sigma = 0,007$ | 9103236,979 $\sigma = 0,010$ | -1,433 $\sigma = 0,016$ | 15:59:59 | 1124 | 291948,824 $\sigma = 0,301$ | 9103249,661 $\sigma = 0,135$ | -60,382 $\sigma = 0,337$ |
| | | | | | Discrep. | ΔE 2,033 | ΔN 12,682 | -58,949 |
| | | | | | Erros | 12,844 | | |
| 93991 Aero- porto | 288819,654 $\sigma = 0,004$ | 9100175,344 $\sigma = 0,003$ | 2,69 $\sigma = 0,028$ | | | | | |
| V10 | 287313,191 $\sigma = 0,006$ | 9104877,523 $\sigma = 0,008$ | 3,551 $\sigma = 0,013$ | | | | | |
| EPS04 | 284742,576 $\sigma = 0,001$ | 9109481,118 $\sigma = 0,001$ | 4,892 $\sigma = 0,008$ | 13:53:46 | 104 | 284742,676 $\sigma = 0,376$ | 9109481,08 $\sigma = 0,204$ | 7,271 $\sigma = 0,412$ |
| | | | | | Discrep. | ΔE 0,100 | ΔN -0,037 | 2,379 |
| | | | | | Erros | 0,107 | | |

Maior erro planimétrico



Menor erro planimétrico



Resultados processados pelo software livre BKG NTRIP Client V. 2.6 instalado no netbook.



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Levantamento PPP cinemático em tempo real

Não comparecem valores para os vértices 93991, 93992 e V10, devido a falta de dados para o processamento entre as épocas 14:07:43 e 14:23:24 (vértice 93992), 16:20:01 e 16:32:36 (vértice 93991) e entre as épocas 16:40:34 e 16:50:57 (vértice V10).

12-11-28 14:08:49 Precise Point Positioning of Epoch 14:08:00.0

Outlier Phase G20 0.082
Outlier Phase G10 0.043
Outlier Phase G20 0.084

12-11-28 14:08:50 RTCM3EPH: Failure threshold exceeded, outage since 12-11-28 13:51:19
12-11-28 14:08:50 RTCM3EPH: Data timeout, reconnecting
12-11-28 14:09:03 Precise Point Positioning of Epoch 14:08:01.0
12-11-28 16:20:46 Precise Point Positioning of Epoch 16:19:59.0
12-11-28 16:20:47 Precise Point Positioning of Epoch 16:20:01.0

Outlier Phase G23 0.852
Outlier Phase G04 0.521
Outlier Phase G23 0.887

12-11-28 16:20:48 Precise Point Positioning of Epoch 16:20:02.0

Outlier Phase G23 0.854
Outlier Phase G04 0.531
Outlier Phase G23 0.892
12-11-28 16:33:21 Precise Point Positioning of Epoch 16:32:23.0



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

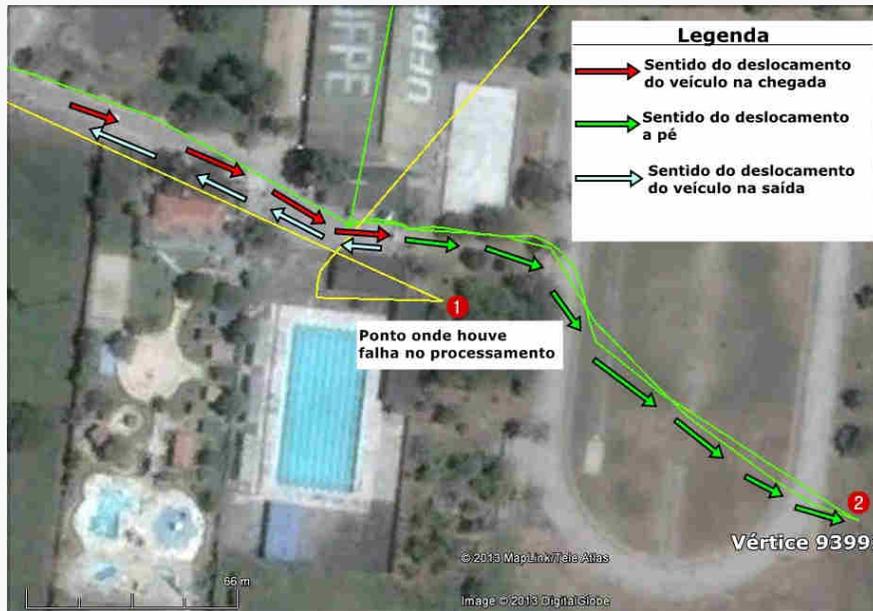
PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Levantamento PPP cinemático em tempo real

Local onde houve a falha no processamento (ponto 1) e onde está materializado o vértice 93992 (ponto 2).



Da mesma forma ocorre a falha de processamento para o vértice V10 (ponto 1) e o vértice materializado encontra-se no ponto 2.



UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Levantamento PPP cinemático em tempo real

A Figura abaixo indica que as correções (taxa de recebimento de 5 segundos) para as órbitas transmitidas, bem como as correções para os relógios transmitidos dos satélites GPS próximo da época 16:45:13, foram recebidas via internet pelo BNC 2.6 através do protocolo NTRIP e do mountpoint CLK91. Desta maneira, não se pode dizer que o problema é consequência do não recebimento das correções em tempo real, o problema realmente ocorreu no processamento com o BNC.

```

! Orbits/Clocks: 28 GPS 0 Glonass
1060 0 1716 319510.0 G01 30 -34.608 0.585 -1.059 -0.824
1060 0 1716 319510.0 G03 85 -38.793 1.987 -1.132 0.738
1060 0 1716 319510.0 G04 40 -34.725 1.451 1.066 0.212
1060 0 1716 319510.0 G05 48 -34.812 0.785 0.242 0.106
1060 0 1716 319510.0 G06 68 -35.729 2.189 0.725 0.124
1060 0 1716 319510.0 G07 42 -35.283 0.724 1.738 -0.566
.
.
! Orbits/Clocks: 28 GPS 0 Glonass
1060 0 1716 319515.0 G01 30 -34.914 0.586 -1.059 -0.824
1060 0 1716 319515.0 G03 85 -39.109 1.988 -1.132 0.739
1060 0 1716 319515.0 G04 40 -35.031 1.451 1.066 0.213
1060 0 1716 319515.0 G05 48 -35.130 0.785 0.243 0.107
1060 0 1716 319515.0 G06 68 -36.039 2.188 0.724 0.124
1060 0 1716 319515.0 G07 42 -35.596 0.725 1.738 -0.566

```

Arquivo CLK.log do BNC 2.6



UFPE

Departamento de
Engenharia Cartográfica



CTG

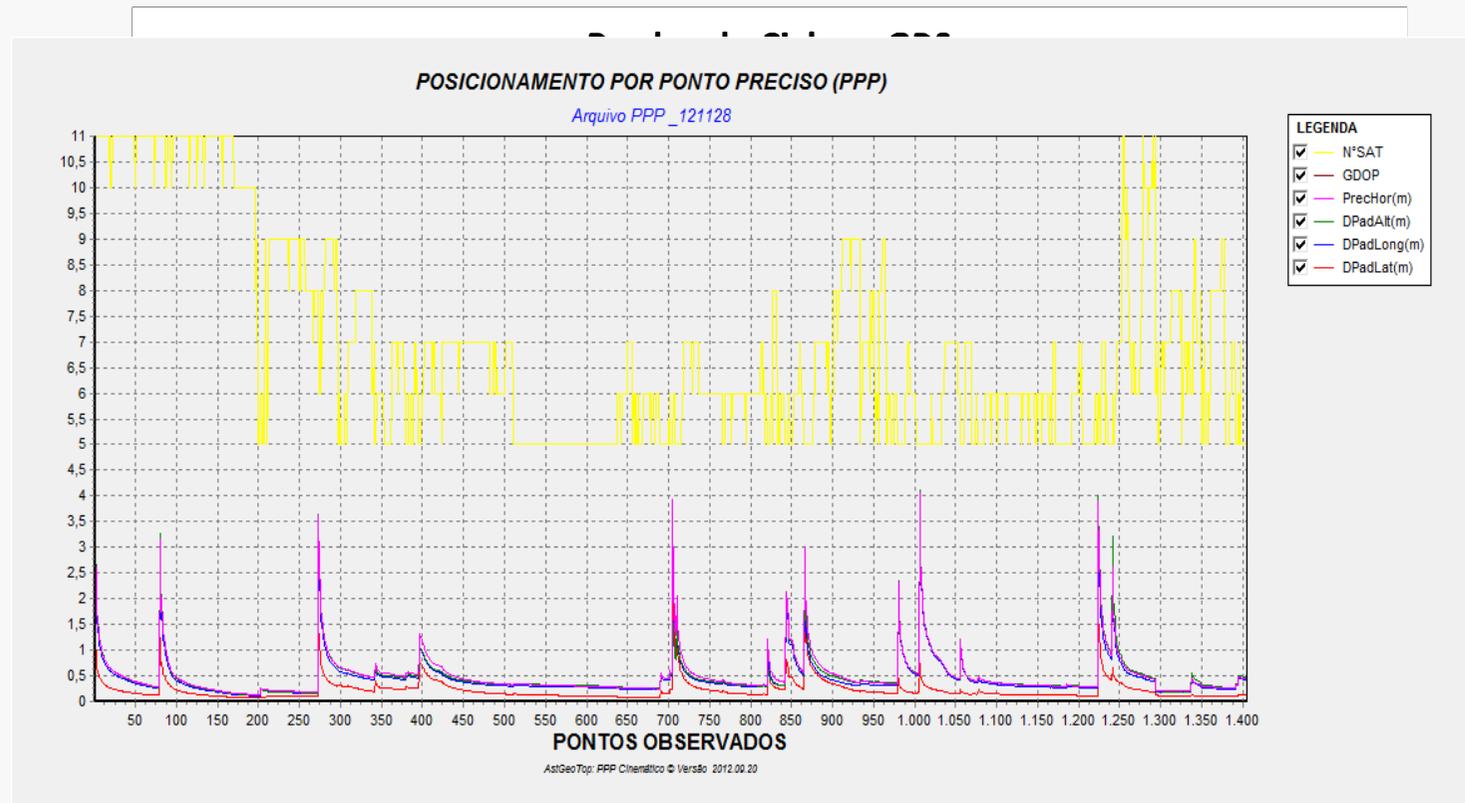
PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Levantamento PPP cinemático em tempo real

- Ocorreram muitas perdas de ciclos durante o trajeto em meio aos prédios e construções
- Muitas reinicializações no processamento PPP como mostrado no gráfico de precisões





UFPE

Departamento de
Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



MÉTODOS

Processamento pelo PPP online do IBGE

Processamento dos Dados

Serviços PPP online IBGE-PPP

- Proporciona coordenadas no SIRGAS2000 e ITRF;
- Entrada formato RINEX;
- Usa órbitas e estimativas dos erros dos relógios;
- Processa modo estático e cinemático para receptores L_1/L_2 ;
- Dados disponibilizados por e-mail;
- Produtos contém as coordenadas geodésicas para a época da observação em SIRGAS2000, 2000.4.

The screenshot shows the web interface for the IBGE PPP online processing service. The header includes the Ministry of Planning, Budget and Management and the Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A navigation bar contains the IBGE logo and a language mode selector (full screen or F11). The main content area is titled 'Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)' and contains the following fields and instructions:

- A warning: 'ESTA OPÇÃO NÃO É OBRIGATÓRIA. Por favor, caso tenha feito o levantamento em uma estação do Sistema Geodésico Brasileiro, preencha o campo abaixo.' followed by a text input field for the station code (example: 1120R).
- A file selection field: 'Selecione um arquivo RINEX:' with a button 'Escolher arquivo' and the text 'Nenhum arquivo selecionado'.
- A mode selection field: 'Selecione o Modo de Processamento:' with radio buttons for 'Estático' (selected) and 'Cinemático'.
- A note: 'OS VALORES SELECIONADOS AQUI SERÃO ADOTADOS PARA TODOS RINEX QUE ESTEJAM COMPRIMIDOS EM UM ÚNICO ARQUIVO.' followed by a dropdown for 'Tipo de Antena' (set to 'Nao alterar RINEX') and a text input for 'Altura da antena (m):' (set to '0.000') with a checkbox for 'O valor para altura da antena somente será adotado se esta caixa estiver marcada'.
- An email field: 'E-mail válido, para onde será enviada a resposta. O e-mail não poderá conter espaços no nome:' followed by a 'Processar' button.
- A footer note: 'Nota: O processamento iniciará após a transferência do arquivo, o que pode demorar alguns minutos. Caso o resultado não seja enviado em 24 horas, por favor reprocesse.'
- A footer navigation bar with links: 'Página Inicial', 'A Instituição', 'Locais de Atendimento', 'Estatísticas do Site', and 'Edições e Licitações'.



UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS Processamento pelo PPP online do IBGE

| Estação | ENGEFOTO | | | Horas | PPP NTRIP IBGE (28/11/2012) | | | |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | E (m) | N(m) | h(m) | | Pto | E (m) | N(m) | h(m) |
| 93992 | 285364,81 $\sigma = 0,004$ | 9108945,778 $\sigma = 0,004$ | 3,12 $\sigma = 0,030$ | 14:20:19 | 841 | 285364,776 $\sigma = 0,214$ | 9108945,769 $\sigma = 0,224$ | 2,320 $\sigma = 0,667$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E -0,034$ | $\Delta N -0,009$ | -0,800 |
| | | | | | Erros | 0,035 | | |
| V08 | 290227,239 $\sigma = 0,005$ | 9108756,154 $\sigma = 0,007$ | -2,698 $\sigma = 0,012$ | 14:50:42 | 1396 | 290226,918 $\sigma = 0,221$ | 9108755,719 $\sigma = 0,403$ | 1,230 $\sigma = 1,167$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E -0,321$ | $\Delta N -0,435$ | 3,928 |
| | | | | | Erros | 0,541 | | |
| V09 Marco Zero | 293798,408 $\sigma = 0,007$ | 9108246,994 $\sigma = 0,009$ | -2,231 $\sigma = 0,015$ | 15:32:50 | 2219 | 293797,914 $\sigma = 0,170$ | 9108246,53 $\sigma = 0,173$ | 0,039 $\sigma = 0,455$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E -0,494$ | $\Delta N -0,464$ | 2,270 |
| | | | | | Erros | 0,678 | | |
| V12 | 291946,791 $\sigma = 0,007$ | 9103236,979 $\sigma = 0,010$ | -1,433 $\sigma = 0,016$ | 15:59:59 | 2668 | 291946,176 $\sigma = 0,448$ | 9103235,914 $\sigma = 0,265$ | 1,733 $\sigma = 1,100$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E -0,615$ | $\Delta N -1,065$ | 3,166 |
| | | | | | Erros | 1,230 | | |
| 93991 Aeroporto | 288819,654 $\sigma = 0,004$ | 9100175,344 $\sigma = 0,003$ | 2,69 $\sigma = 0,028$ | 16:23:27 | 3014 | 288819,504 $\sigma = 0,175$ | 9100175,439 $\sigma = 0,112$ | 3,581 $\sigma = 0,284$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E -0,15$ | $\Delta N 0,095$ | 0,891 |
| | | | | | Erros | 0,178 | | |
| V10 | 287313,191 $\sigma = 0,006$ | 9104877,523 $\sigma = 0,008$ | 3,551 $\sigma = 0,013$ | 16:45:13 | 3340 | 287313,506 $\sigma = 0,242$ | 9104877,11 $\sigma = 0,181$ | 8,033 $\sigma = 0,336$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E 0,315$ | $\Delta N -0,413$ | 4,482 |
| | | | | | Erros | 0,519 | | |
| EPS04 | 284742,576 $\sigma = 0,001$ | 9109481,118 $\sigma = 0,001$ | 4,892 $\sigma = 0,008$ | 13:53:46 | 619 | 284742,391 $\sigma = 0,194$ | 9109481,127 $\sigma = 0,144$ | 5,032 $\sigma = 0,279$ |
| | | | | | Discrep. | $\Delta E -0,185$ | $\Delta N 0,009$ | 0,140 |
| | | | | | Erros | 0,185 | | |

Menor erro planimétrico

Maior erro planimétrico

Resultados obtidos utilizando processamento pelo serviço IBGE-PPP



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**



MÉTODOS

Levantamento cinemático em tempo real (RTK) via NTRIP



Equipamentos:

- Um receptor rover de dupla frequência marca Topcon Hiper Lite +;
- Um Coletor FC-200;
- Um celular GPRS com acesso a Internet.



UFPE

Departamento de
Engenharia Cartográfica



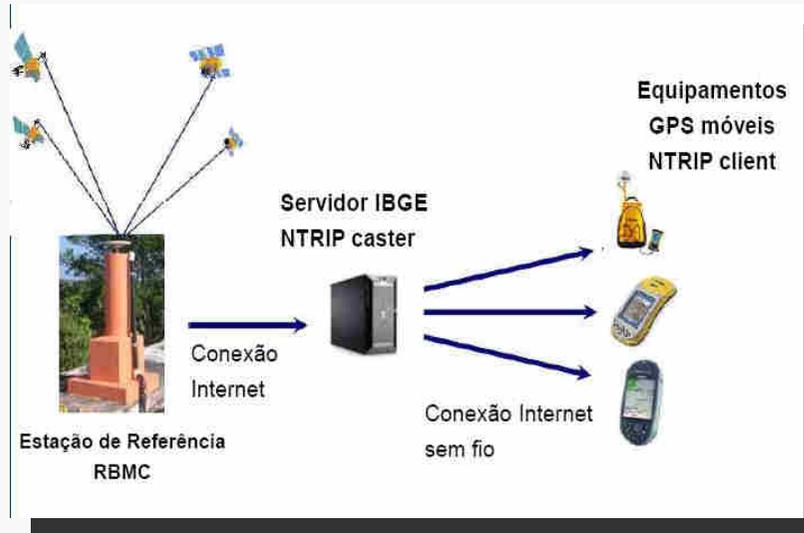
CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



MÉTODOS

Levantamento cinemático em tempo real (RTK) via NTRIP



Fonte: COSTA *et al*, 2009

•O trajeto para o levantamento RTK via NTRIP, foi o mesmo do levantamento PPP em tempo real e o tempo de permanência de rastreo em cada vértice no máximo de 2 minutos.

•Configurações no TOPSURV© para receber as correções da estação de referência do Recife (RECF) da RBMC-IP do IBGE transmitida através do protocolo NTRIP.





UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Levantamento cinemático em tempo real (RTK) via NTRIP

| Estação | ENGEFOTO | | | Horas | Pto | RTK NTRIP (11/12/2012) | | |
|--------------------|------------------|------------------|------------------|----------|----------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | E (m) | N(m) | h(m) | | | E (m) | N(m) | h(m) |
| 93992 | 285364,810 | 9108945,778 | 3,12 | 12:52:55 | 5117 | 285364,826 $\sigma - 0,017$ | 9108945,769 $\sigma - 0,011$ | 0,951 $\sigma - 0,025$ |
| | $\sigma - 0,004$ | $\sigma - 0,004$ | $\sigma - 0,030$ | | Discrep. | $\Delta E 0,016$ | $\Delta N -0,009$ | -2,169 |
| | | | | | Erropos | 0,018 | | |
| V08 | 290227,239 | 9108756,154 | -2,698 | 13:47:20 | 5667 | 290226,489 $\sigma - 1,087$ | 9108759,271 $\sigma - 1,078$ | 0,545 $\sigma - 3,925$ |
| | $\sigma - 0,005$ | $\sigma - 0,007$ | $\sigma - 0,012$ | | Discrep. | $\Delta E -0,75$ | $\Delta N 3,117$ | 3,243 |
| | | | | | Erropos | 3,206 | | |
| V09 Marco Zero | 293798,408 | 9108246,994 | -2,231 | | 6215 | 293797,816 $\sigma - 1,128$ | 9108250,064 $\sigma - 1,119$ | 1,454 $\sigma - 3,498$ |
| | $\sigma - 0,007$ | $\sigma - 0,009$ | $\sigma - 0,015$ | | Discrep. | $\Delta E -0,592$ | $\Delta N 3,070$ | 3,685 |
| | | | | | Erropos | 3,127 | | |
| V12 | 291946,791 | 9103236,979 | -1,433 | | 6538 | 291943,395 $\sigma - 1,470$ | 9103240,192 $\sigma - 1,449$ | -3,89 $\sigma - 4,026$ |
| | $\sigma - 0,007$ | $\sigma - 0,010$ | $\sigma - 0,016$ | | Discrep. | $\Delta E -3,396$ | $\Delta N 3,213$ | -2,46 |
| | | | | | Erropos | 4,675 | | |
| 93991 Aeroporto | 288819,654 | 9100175,344 | 2,69 | | 6848 | 288817,552 $\sigma - 1,222$ | 9100176,792 $\sigma - 1,203$ | 5,757 $\sigma - 3,272$ |
| | $\sigma - 0,004$ | $\sigma - 0,003$ | $\sigma - 0,028$ | | Discrep. | $\Delta E -2,102$ | $\Delta N 1,448$ | 3,067 |
| | | | | | Erropos | 2,552 | | |
| V10 | 287313,191 | 9104877,523 | 3,551 | | 7056 | 287311,503 $\sigma - 1,206$ | 9104879,926 $\sigma - 1,203$ | 5,065 $\sigma - 3,458$ |
| | $\sigma - 0,006$ | $\sigma - 0,008$ | $\sigma - 0,013$ | | Discrep. | $\Delta E -1,688$ | $\Delta N 2,403$ | 1,514 |
| | | | | | Erropos | 2,937 | | |
| EPS04 | 284742,576 | 9109481,118 | 4,892 | 16:23:10 | 7242 | 284742,574 $\sigma - 0,025$ | 9109481,112 $\sigma - 0,007$ | 2,799 $\sigma - 0,034$ |
| | $\sigma - 0,001$ | $\sigma - 0,001$ | $\sigma - 0,008$ | | Discrep. | $\Delta E -0,002$ | $\Delta N -0,006$ | -2,093 |
| | | | | | Erropos | 0,006 | | |

| RTK NTRIP (11/12/2012) | | |
|------------------------|---------|---------------------|
| Estação | Solução | Dist Base em metros |
| 93992 | Fixed | 747,798 |
| V08 | Float | 5.354,882 |
| V09 | Float | 8.962,268 |
| V12 | Float | 9.436,554 |
| 93991 | Float | 10.151,540 |
| V10 | Float | 5.246,134 |
| EPS04 | Fixed | 202,397 |

Somente os vértices 93992 e EPS04 obtiveram solução *fixed* (ambiguidades resolvidas) e com uma linha de base menor que 3 km

Maior erro planimétrico

Menor erro planimétrico



UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE

RESULTADOS



Acurácia dos métodos do posicionamento GNSS testados

Acurácia do levantamento PPP cinemático em tempo real pelo software BNC 2.6 do BKG, dados 28/11/2012

| Estação | Precisão Horizontal (m) | | | Discrepâncias - bias (m) | | | EMQ ₁ Horiz. | |
|---------|-------------------------|----------------|----------------------|--------------------------|------------|------------------|----------------------------|--------|
| | σ_E (m) | σ_N (m) | σ_{horiz} (m) | ΔE | ΔN | Δ_{horiz} | | |
| 93992 | | | | | | | | |
| V08 | 0,574 | 0,405 | 0,702 | 9,573 | -12,33 | 15,613 | 15,629 | |
| V09 | 0,332 | 0,235 | 0,407 | 5,364 | -0,014 | 5,364 | 5,379 | |
| V12 | 0,301 | 0,135 | 0,330 | 2,033 | 12,682 | 12,844 | 12,848 | |
| 93991 | | | | | | | | |
| V10 | | | | | | | | |
| EPS04 | 0,376 | 0,204 | 0,428 | 0,100 | -0,037 | 0,107 | 0,441 | |
| Média= | 0,396 | 0,245 | 0,465 | Média= | 4,268 | 0,074 | 8,482 | |
| | | | | | | | EMQ _{1M} = | 8,574 |
| | | | | | | | EMQ ₂ = | 8,495 |
| | | | | | | | EMQ ₃ = | 10,458 |



UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Acurácia dos métodos do posicionamento GNSS testados

Acurácia do levantamento PPP com RINEX gerado pelo BNC 2.6 e pós-processado com serviço PPP-IBGE, dados 28/11/2012

| Estação | Precisão Horizontal (m) | | | | Discrepâncias - bias (m) | | | EMQ ₁ Horiz. | |
|---------|-------------------------|----------------|----------------------|--------|--------------------------|------------|------------------|----------------------------|--------------|
| | σE (m) | σN (m) | σ_{horiz} (m) | | ΔE | ΔN | Δ_{horiz} | | |
| 93992 | 0,214 | 0,224 | 0,310 | | -0,034 | -0,009 | 0,035 | 0,312 | |
| V08 | 0,221 | 0,403 | 0,460 | | -0,321 | -0,435 | 0,541 | 0,710 | |
| V09 | 0,170 | 0,173 | 0,243 | | -0,494 | -0,464 | 0,678 | 0,720 | |
| V12 | 0,448 | 0,265 | 0,521 | | -0,615 | -1,065 | 1,230 | 1,335 | |
| 93991 | 0,175 | 0,112 | 0,208 | | -0,150 | 0,095 | 0,178 | 0,273 | |
| V10 | 0,242 | 0,181 | 0,302 | | 0,315 | -0,413 | 0,519 | 0,601 | |
| EPS04 | 0,194 | 0,144 | 0,242 | | -0,185 | 0,009 | 0,185 | 0,304 | |
| Média= | 0,238 | 0,215 | 0,320 | Média= | -0,212 | -0,326 | 0,481 | | |
| | | | | | | | | EMQ _{1M} = | 0,608 |
| | | | | | | | | EMQ ₂ = | 0,578 |
| | | | | | | | | EMQ ₃ = | 0,610 |



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



RESULTADOS

Acurácia dos métodos do posicionamento GNSS testados

Acurácia do levantamento cinemático em tempo real (RTK/NTRIP) dados 11/12/2012

| Estação | Precisão Horizontal (m) | | | | Discrepâncias - bias (m) | | | EMQ ₁ Horiz. |
|---------|-------------------------|----------------|----------------------|--------|--------------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| | σE (m) | σN (m) | σ_{horiz} (m) | | ΔE | ΔN | Δ_{horiz} | |
| 93992 | 0,017 | 0,011 | 0,020 | | 0,016 | -0,009 | 0,018 | 0,027 |
| V08 | 1,087 | 1,078 | 1,531 | | -0,750 | 3,117 | 3,206 | 3,553 |
| V09 | 1,128 | 1,119 | 1,589 | | -0,592 | 3,070 | 3,127 | 3,507 |
| V12 | 1,470 | 1,449 | 2,064 | | -3,396 | 3,213 | 4,675 | 5,110 |
| 93991 | 1,222 | 1,203 | 1,715 | | -2,102 | 1,448 | 2,552 | 3,075 |
| V10 | 1,206 | 1,203 | 1,703 | | -1,688 | 2,403 | 2,937 | 3,395 |
| EPS04 | 0,025 | 0,007 | 0,026 | | -0,002 | -0,006 | 0,006 | 0,027 |
| Média= | 0,879 | 0,867 | 1,235 | Média= | -1,216 | 1,891 | 2,360 | |
| | | | | | | | EMQ _{1M} = | 2,671 |
| | | | | | | | EMQ ₂ = | 2,664 |
| | | | | | | | EMQ ₃ = | 2,855 |



UFPE

Departamento de
Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE

RESULTADOS



Acurácia dos métodos do posicionamento GNSS testados

Acurácia do levantamento cinemático em tempo real (RTK) pós-processado dados 11/12/2012

| Estação | Precisão Horizontal (m) | | | | Discrepâncias - bias (m) | | | EMQ ₁ Horiz. |
|---------|-------------------------|----------------|----------------------|--------|--------------------------|------------|---------------------|----------------------------|
| | σ_E (m) | σ_N (m) | σ_{horiz} (m) | | ΔE | ΔN | Δ_{horiz} | |
| 93992 | 0,024 | 0,012 | 0,027 | | 0,020 | -0,021 | 0,029 | 0,040 |
| V08 | 0,029 | 0,015 | 0,033 | | -0,022 | -0,014 | 0,026 | 0,042 |
| V09 | 0,028 | 0,021 | 0,035 | | -0,135 | -0,096 | 0,166 | 0,169 |
| V12 | 0,030 | 0,019 | 0,036 | | -0,096 | -0,227 | 0,246 | 0,249 |
| 93991 | 0,038 | 0,020 | 0,043 | | 0,009 | 0,009 | 0,013 | 0,045 |
| V10 | 0,028 | 0,014 | 0,031 | | -0,018 | -0,009 | 0,020 | 0,037 |
| EPS04 | 0,020 | 0,010 | 0,022 | | 0,010 | 0,004 | 0,011 | 0,025 |
| Média= | 0,028 | 0,016 | 0,032 | Média= | -0,033 | -0,051 | 0,060 | |
| | | | | | | | EMQ _{1M} = | 0,087 |
| | | | | | | | EMQ ₂ = | 0,069 |
| | | | | | | | EMQ ₃ = | 0,114 |



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

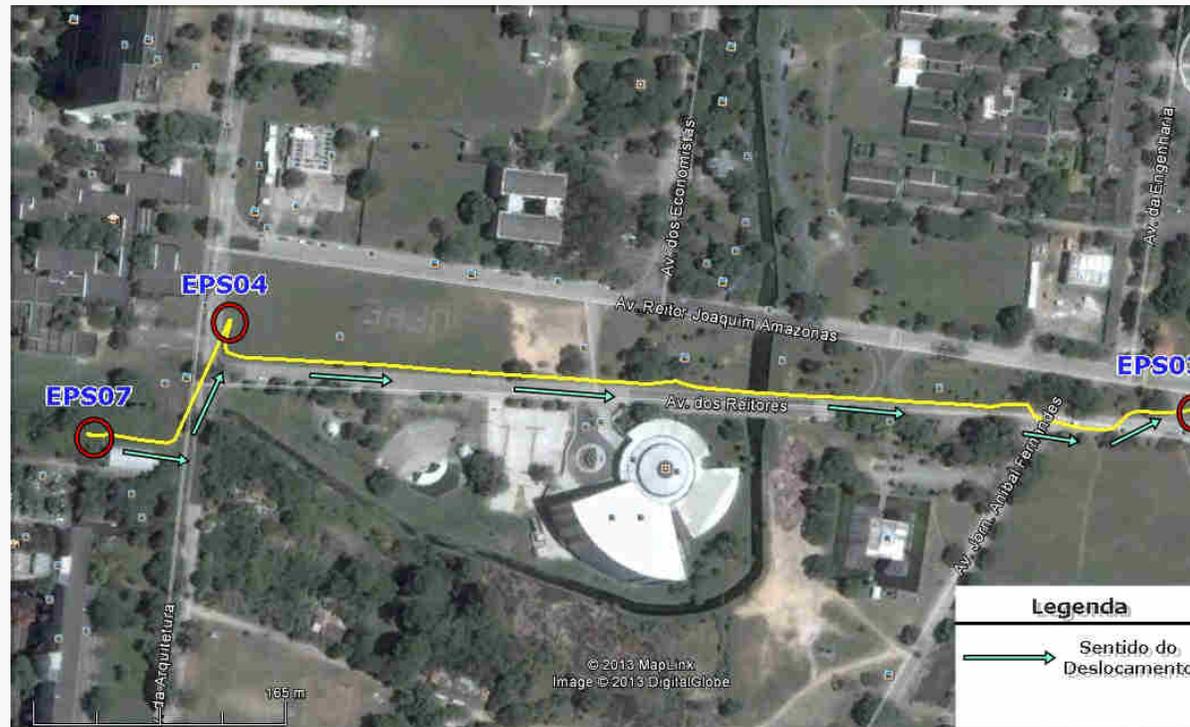
**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**

RESULTADOS



**Levantamento PPP cinemático em tempo real
Condições favoráveis**

ÁREA : Campus da UFPE da rede planialtimétrica



Tempo de permanência em cada vértice de no máximo 10 minutos



UFPE

Departamento de Engenharia Cartográfica



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE

RESULTADOS



Levantamento PPP cinemático em tempo real Condições favoráveis

| Estação | REDE REFERÊNCIA UFPE | | | PPP em tempo real BNC 03/05/2013 | | | | |
|---------|----------------------|-------------|--------|----------------------------------|----------|------------|-------------|-------|
| | E | N | H | Pto | E | N | H | |
| EPS 07 | 284650,091 | 9109407,837 | 3,12 | 259 | 13:58:11 | 284650,430 | 9109407,389 | 3,125 |
| | | | | Discrep. | | 0,339 | -0,448 | 0,005 |
| | | | | Erro Pos. | | 0,562 | | |
| EPS 04 | 284742,576 | 9109481,118 | -2,698 | 328 | 14:14:23 | 284742,929 | 9109481,34 | 5,817 |
| | | | | Discrep. | | 0,353 | 0,221 | 8,515 |
| | | | | Erro Pos. | | 0,416 | | |
| EPS 03 | 285384,804 | 9109430,884 | -2,231 | 508 | 14:24:45 | 285378,7 | 9109426,89 | 5,063 |
| | | | | Discrep. | | -6,100 | -3,991 | 7,294 |
| | | | | Erro Pos. | | 7,290 | | |

Menor erro planimétrico

Maior erro planimétrico

| Estação | REDE REFERÊNCIA UFPE | | | PPP em tempo real BNC 14/05/2013 | | | | |
|---------|----------------------|-------------|--------|----------------------------------|----------|------------|-------------|--------|
| | E | N | H | Pto | E | N | H | |
| EPS 07 | 284650,091 | 9109407,837 | 3,12 | 250 | 12:51:26 | 284650,544 | 9109408,308 | 1,649 |
| | | | | Discrep. | | 0,453 | 0,471 | -1,471 |
| | | | | Erro Pos. | | 0,653 | | |
| EPS 04 | 284742,576 | 9109481,118 | -2,698 | Discrep. | | | | |
| | | | | Erro Pos. | | | | |
| | | | | | | | | |
| EPS 03 | 285384,804 | 9109430,884 | -2,231 | 678 | 13:25:13 | 285385,183 | 9109430,374 | 2,828 |
| | | | | Discrep. | | 0,379 | -0,510 | 5,059 |
| | | | | Erro Pos. | | 0,635 | | |

Maior erro planimétrico

Menor erro planimétrico



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

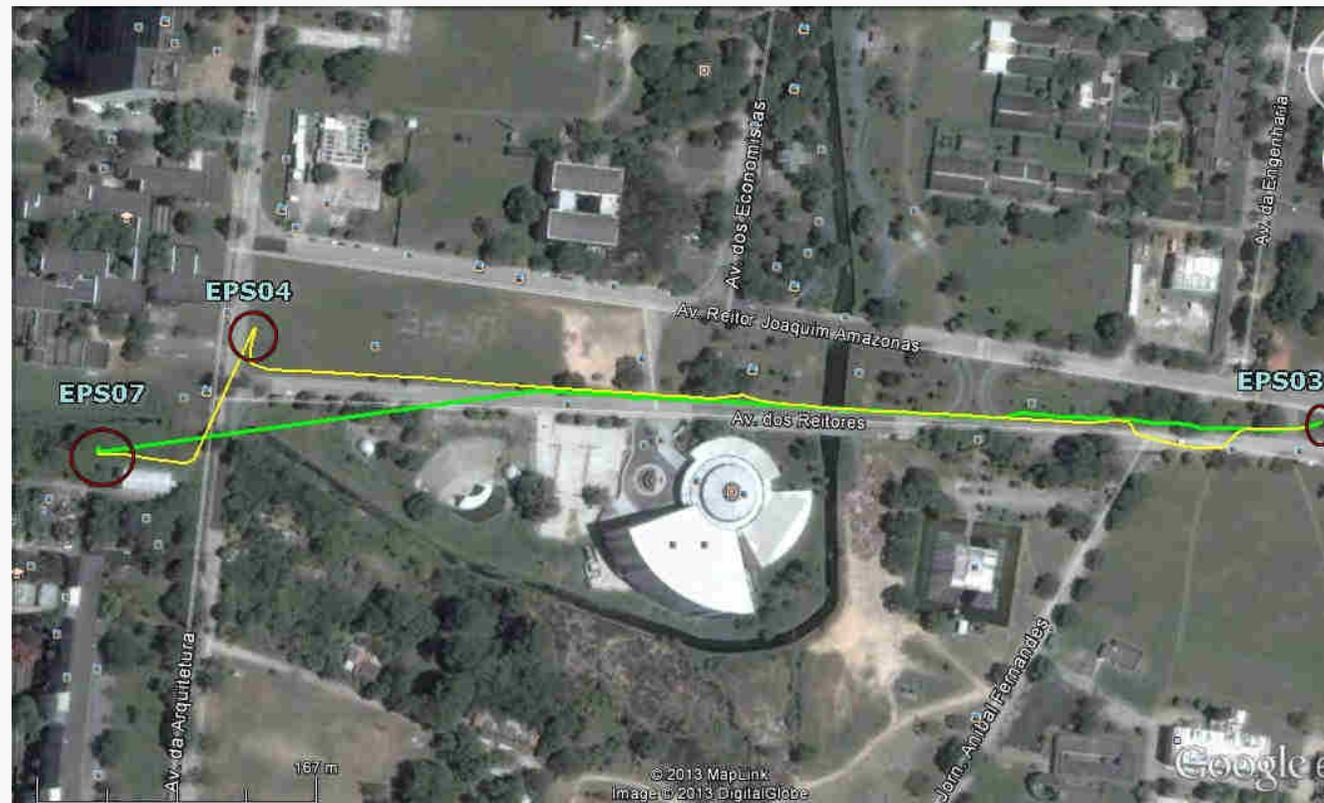
**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**

RESULTADOS



**Levantamento PPP cinemático em tempo real
Condições favoráveis**

Problema encontrado no EPS04





UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**

RESULTADOS



**Levantamento PPP cinemático em tempo real
Condições favoráveis**

Problema encontrado no EPS04

13-05-14 12:51:27 Precise Point Positioning of Epoch 12:51:20.0

bncModel::cmpBancroft: not enough data

13-05-14 12:51:27 Precise Point Positioning of Epoch 12:51:21.0

bncModel::cmpBancroft: not enough data

13-05-14 12:51:30 Precise Point Positioning of Epoch 12:51:22.0

bncModel::cmpBancroft: not enough data

13-05-14 12:51:30 Precise Point Positioning of Epoch 12:51:23.0

13-05-14 13:07:10 Precise Point Positioning of Epoch 13:07:07.0

Outlier Phase G29 6.995

Outlier Phase G12 0.414

Outlier Phase G29 6.186

13-05-14 13:07:11 Precise Point Positioning of Epoch 13:07:08.0

Outlier Phase G29 5.595

Neglected PRNs: G29

13:07:08.0 RES G05 P3 -0.0184

13:07:08.0 RES G12 P3 0.3410

13:07:08.0 RES G18 P3 -0.2269

13:07:08.0 RES G21 P3 0.2676



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



CONCLUSÕES

- No levantamento PPP cinemático em tempo real utilizando o software BNC V. 2.6, ocorreram vários problemas culminando na degradação da acurácia do método;
- Os identificados foram a perda de conexão com o *mountpoint* RTCM3EPH e não recebimento das correções de fase; e também pela eliminação de observações de alguns satélites pelo processo de detecção de erros do software BNC. A acurácia do método, no geral, ficou em torno em de 10 m;
- Para o levantamento RTK via NTRIP houve problemas na solução das ambiguidades devido à perda de sinais. A fixação das ambiguidades só foi possível para dois pontos de referência com distâncias menores que 3 km da base da RBMC.
- O resultado do RTK via NTRIP foi relativamente pior que o pós-processamento cinemático relativo.
- Verificou-se que além das perdas dos sinais, a latência das correções recebidas da estação RBMC-IP também teve consequência no desempenho do método RTK via NTRIP, cuja a acurácia ficou em torno de 2,8 m.



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**



REFERÊNCIAS

ALVES C. M. D.; ROMÃO V. M. C.; MONICO, J. F. G.; GARNÉS, S. J. A. **Avaliação da qualidade do posicionamento por ponto preciso na sua forma on-line.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2010.

ALVES, D. B. M.; **Desenvolvimento e implantação do RTK em rede para posicionamento geodésico no Estado de São Paulo.** 2009. Pós-Doutorado - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. Em andamento.

ANDRADE, J. B. de. **NAVSTAR-GPS.** Curitiba, 1988. 63 f. Apostila - Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná.

CISCO Mobile Exchange (CMX) Solution Guide, 2002. Disponível em <http://docstore.mik.ua/univercd/cc/td/doc/product/wireless/moblwrls/cmx/mmg_sg/cmxsolgd.pdf>. Acesso em: 30 maio 2012.

CHEN, R.; LI, X.; WEBER, G. **Test Results of an Internet RTK System Based on the NTRIP Protocol.** Finnish Geodetic Institute, Geodeetinrinne. Masala, Finland, 2004.



UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**

REFERÊNCIAS



CINTRA, J. P.; NERO, M. A.; RODRIGUES, D. GNSS/NTRIP service and technique: accuracy tests. Boletim de Ciências Geodésicas, p.257-271. Curitiba, 2011.

COSTA, S. M. A.; LIMA, M. A. A.; JÚNIOR, N. J. M.; ABREU, M. A.; SILVA, A. L.; FORTES, L. P. S. RBMC em tempo real via NTRIP e seus benefícios nos levantamentos RTK e DGPS. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2008.

EUROPEAN Telecommunications Standard Institute (ETSI). Disponível em <<http://www.etsi.org/website/technologies/gprs.aspx>>. Acesso: 01 junho 2012.

DAMMALAGE, T. L.; SAMARAKOON, L. Test Results Of Rtk And Real-Time Dgps Corrected Observations Based On NTRIP Protocol. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B2, Beijing, 2008.



UFPE

Departamento de
Engenharia Cartográfica

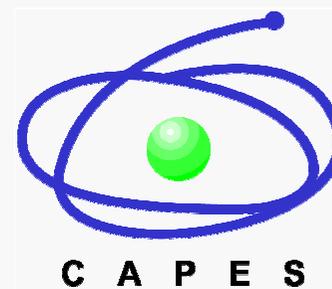


CTG

PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO DA CIDADE DO RECIFE



AGRADECIMENTOS





UFPE

**Departamento de
Engenharia Cartográfica**



CTG

**PPP EM TEMPO REAL UTILIZANDO A RBMC-IP PARA A REGIÃO
DA CIDADE DO RECIFE**



OBRIGADO !!!!