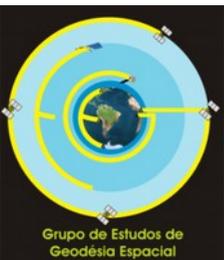


Presente e futuro dos sistemas GNSS: aplicações convencionais e novas possibilidades



JOAO FRANCISCO GALERA MONICO

Departamento de Cartografia, FCT/UNESP

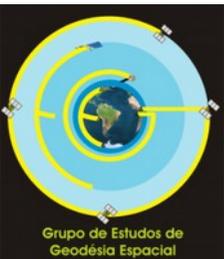
Rua Roberto Simonsen 305, CP 957 CEP: 19060-900

Presidente Prudente, SP, Brasil

galera@fct.unesp.br

Pesquisador do CNPq

galera@pesquisador.cnpq.br



Conteúdo

- **GNSS – Introdução/Estado da Arte**
- **Erros & Sinais envolvidos no GNSS**
- **As Ciências Envolvidas no GNSS**
- **Métodos de posicionamento GNSS**
 - Ferramentas online
- **Aplicações do GNSS**
 - GNSS e Atmosfera (Troposfera e Ionosfera), Monitoramento de estrutura e Voos de aeronave
- **Demandas e desafios para aplicações GNSS no Brasil**
- **Os projetos CIGALA, CALIBRA**
- **Reflectometria por GPS**
- **Comentários finais.**

GNSS

- **Global Navigation Satellite System**

- **Envolve:**

- **GPS, GLONASS, Galileo e Beidou/Compass**
 - **SBAS :Satellite Based Augmented System**
 - **Aumento (Augmentation) do GPS/Galileo (WAAS, EGNOS,Gagan, MSAT)**
 - **SACCSA (Solución de Aumentación para Caribe, Centroamérica y Sudamérica) ...**
 - **<http://www.rlasacsa.com>**
 - **GBAS :Ground Based Augmented System.**

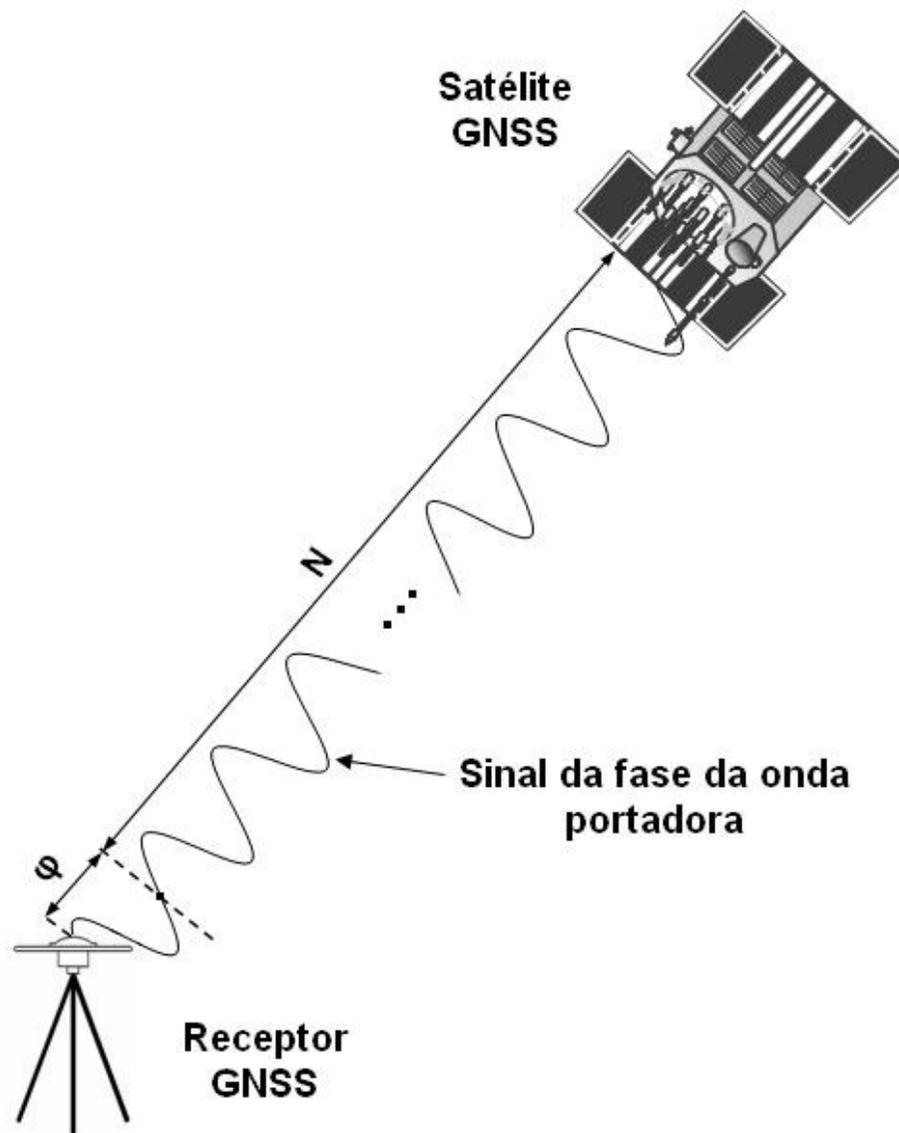


Parâmetros	GLONASS	GPS	Galileo	BDS/Compass
Núm. desatélitesfinal/atual	24/24	24/32	30/4	35/15
Planosorbitais	3	6	3	3/3/1
Inclinação	64.8°	55°	56°	55,5°
Altitude (MEO)	19100 km	20233 km	23600 km	21500 km
Freqüências(MHz)	L1: 1597-1617 L2: 1240-1260 L3: 1201-1221	L1:1575,42 L2: 1227,60 L5: 1176,45	E1: 1575,42 E5B: 1207 E5A: 1176	B11: 1561,098 B21: 1207,14
Rastreamento	Repete-se a cada 8 dias	Repete-se a cada 12 horas siderais	Repete-se a cada 10 dias	???
C/A Code	511kbits/sec	1023kbits/sec	1023kbits/sec	1023kbits/sec
P Code MHz	5.11	10.23	10,23	10,23
Efemérides	P,V,T	Keplerian	Keplerian	Keplerian
Identificação dos satélites	FDMA/???	CDMA	CDMA	CDMA
Almanaque	Kepleriano	Kepleriano	Kepleriano	Kepleriano

Observáveis GNSS

- Observáveis básicas: o que é de fato medido
 - fase de batimento da onda portadora;
 - pseudodistância;
 - SNR (signal to noise ratio)
 - Doppler
- A precisão da medida da fase (poucos mm) é muito melhor que a da pseudo-distância (1 m?)
- A fase, no entanto, é ambígua:
 - Solução do vetor de ambiguidades

Medida da Fase da onda portadora/Pseudodistância



FONTES E EFEITOS DOS ERROS/SINAIS

ENVOLVIDOS NO GNSS

FONTES	EFEITOS
Satélite	Erro da órbita Erro do relógio Relatividade Atraso de Grupo
Propagação do sinal	Refração troposférica Refração ionosférica Perdas de ciclos Sinais refletidos/Multicaminho
Receptor/Antena	Erro do relógio Erro entre os canais Centro de fase da antena
Estação ... erros e efeitos	Erro nas coordenadas Marés terrestres Movimento do Pólo Carga dos oceanos Pressão da atmosfera

As ciências envolvidas com GNSS

Órbita de satélites – como determinar com alta acurácia? Referencial Celeste (Precessão, Nutação, EOP)

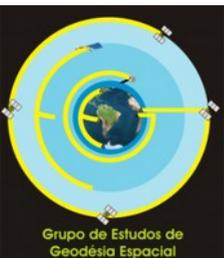
Propagação de sinal através da ionosfera e troposfera.

Construção de satélites e receptores (eletrônica – computação – comunicação).

Referenciais Geodésicos – WGS84 – SIRGAS – ITRF

Ajustamento de observações / análise de qualidade;

E as aplicações em várias Ciências/Geociências, Engenharias, dentre outras.



Métodos de Posicionamento GNSS

- **Posicionamento Absoluto ou Por Ponto**
 - **PPS -online na UNESP**
 - **PPP –online IBGE e outros (UNESP)**

Métodos de Posicionamento GNSS

- **Posicionamento Relativo**
 - **Estático, Estático Rápido, Cinemático e Semi cinemático (RTK & RTK em rede – UNESP/IGC & Alezi/Geo++)**
- **Diferencial**
 - **DGPS, WADGPS**

PPS –OnLinena FCT/UNESP

Faculdade de Ciências e Tecnologia



Home

Histórico

Laboratórios de
Geodésia Espacial

Pesquisadores

Aspectos Teóricos

Projetos

Rede GNSS-SP

Publicações

Softwares

PPS on-line

Processamento

Descrição / Instruções

Fale Conosco

Weblinks

Artigos de Geodésia

Reuniões Quinzenais

Seminários Anuais

Calendário de Eventos

Questões para Refletir

Errata: Livro GNSS

[Página inicial](#) > [Pesquisa](#) > [Grupos de Estudo e Pesquisa](#) > [GEGE](#) > [PPS on-line](#)

Processamento

Posicionamento por Ponto Simples

Aplicativo on-line para Posicionamento por Ponto Simples com dados GPS, Efemérides Transmitidas, Modelo de Klobuchar para atenuação dos efeitos da ionosfera, Modelo de Hopfield para atenuação dos efeitos da troposfera e Ajustamento por Mínimos Quadrados.

1. RINEX

Upload do RINEX

Devem ser zipados os dois arquivos RINEX (de observação e de navegação, versão 2.11) na raiz de um arquivo ".zip". O arquivo de observação deve ter a extensão ".yoo"; o arquivo de navegação deve ter a extensão ".yyn".

Upload: Nenhum arquivo selecionado

2. Aplicação de Modelos

Modelo de Klobuchar (Ionosfera)

Modelo de Hopfield (Troposfera)

Temperatura: Pressão: Umidade Relativa:

3. Delimitação de épocas (opcional)

Iniciar o processamento na época n° do arquivo de observação.

Processar a cada época(s).

Processar época(s).

RT_PPP: Posicionamento por Ponto Preciso
(pode colocar breve descrição aqui)

1. RINEX

Upload do RINEX ▼

Faça o upload do arquivo RINEX (de observação, versão 2.11) na raíz de um arquivo ".log". O arquivo de observação deve ter a extensão ".yyo".

Upload: Nenhum arquivo selecionado

Observáveis, Precisão e Modelagem Estocástica

Utilizar observáveis: ▼Modelagem Estocástica das Observações ▼

Precisão das Observáveis (metros)

C/A P2 L1 L2 Ion-Free

Órbitas e Relógios dos Satélites

Precisas (sp3) ▼

Utilizar correções precisas para os relógios dos satélites

Ionosfera

 ▼

Troposfera

 ▼

Delimitação de épocas

Época inicial

Época Final

Opções da Antena, Correções e Configurações Adicionais

Variação de centro de fase da antena Distância do Centro de Fase ao ARP (m) Tipo de Antena ▼Máscara de Elevação Modelo de carga oceânica DCB Coordenadas de Referência ▼Velocidades (m/ano) Vx Vy Vz Época de Referência

Modo

 ▼

<http://is-cigala-cal>

PPP

- **Obtém-se as coordenadas para o dia (época) das observações: Hoje – ITRF2008 (IGS08)**
 - **No Brasil, o referencial oficial SIRGAS 2000 refere-se a época 2000,4 – dependendo da qualidade requerida – deve-se transformar para a época de referencia –Velinter(IBGE) – VMS 2009;**
 - **E para o referencial de interesse.**

Transformação entre referenciais terrestres e atualização de coordenadas

Transformação Generalizada de Helmert



Home

Histórico

Laboratórios de Geodésia Espacial

Pesquisadores

Aspectos Teóricos

Projetos

Rede GNSS-SP

Publicações

Softwares

TREVel

PPS on-line

Weblinks

Artigos de Geodésia

Reuniões Quinzenais

Seminários Anuais

Calendário de Eventos

Questões para Refletir

Errata: Livro GNSS

Fotos

Fale Conosco

Ebooks

TREVel

Transformação entre REferenciais e cálculo de Velocidades TREVel

Essa pagina permite a Transformação de coordenadas entre ITRF e SIRGAS2000.
A velocidade é calculada a partir do grid do VEMOS2009.

[Descrição do TREVel](#)

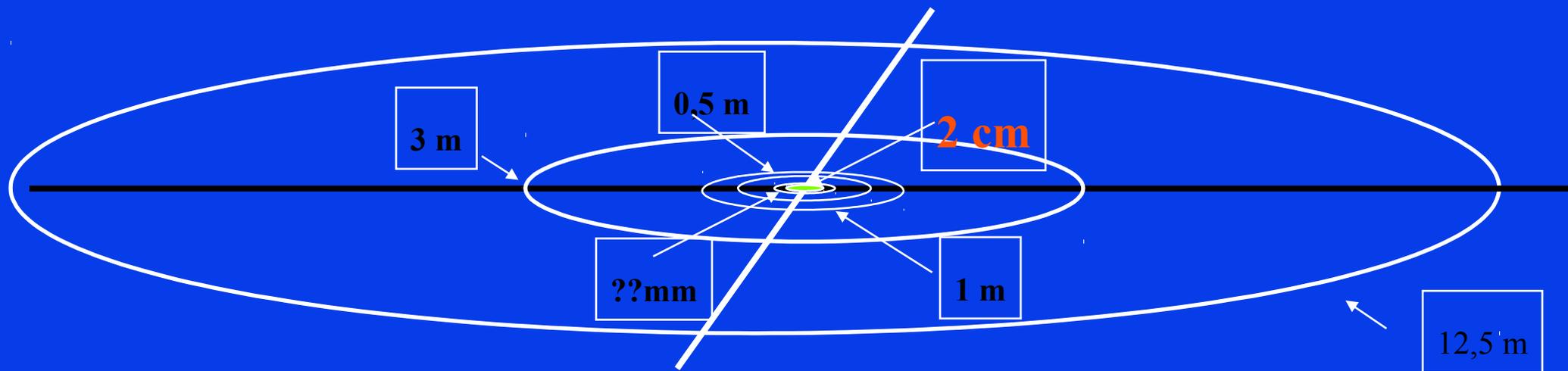
[Download TREVel Source Code](#)

Sistema de Coordenadas ▼

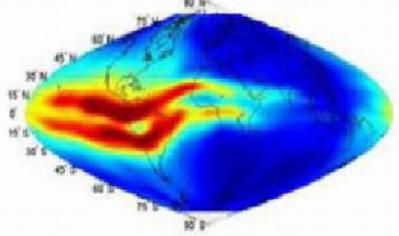
	GG	MM	SS.ssss
Latitude (-55. a -0.):	<input type="text" value="-20"/>	<input type="text" value="03"/>	<input type="text" value="10.2321"/>
Longitude (-90. a -35.):	<input type="text" value="-50"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="2.5396"/>
Altitude Geo. (m):	<input type="text" value="420.2"/>		

Época de Rastreio	Época de Atualização
Ano <input type="text" value="2000"/>	Ano <input type="text" value="2000"/>

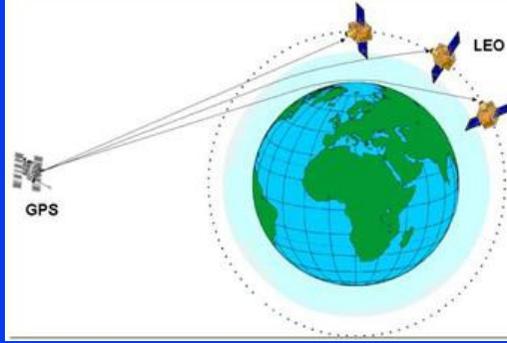
POSSIBILIDADES DE ACURÁCIA(1 sigma)COM O GNSS



Em geral, a precisão obtida é muito otimista



Ionosfera



Cartografia/Cadastro



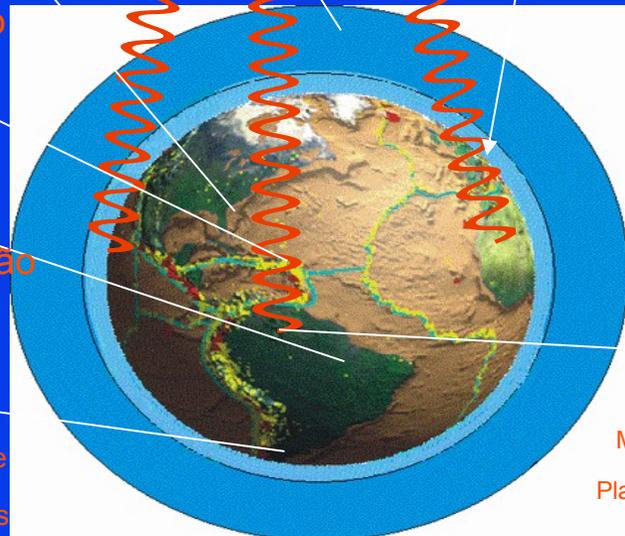
Agric. Precisão



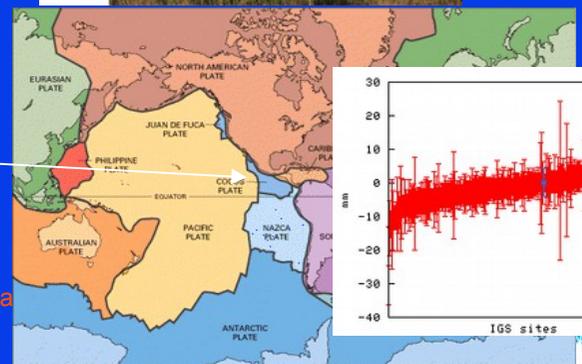
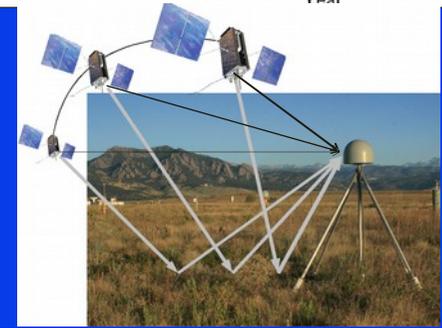
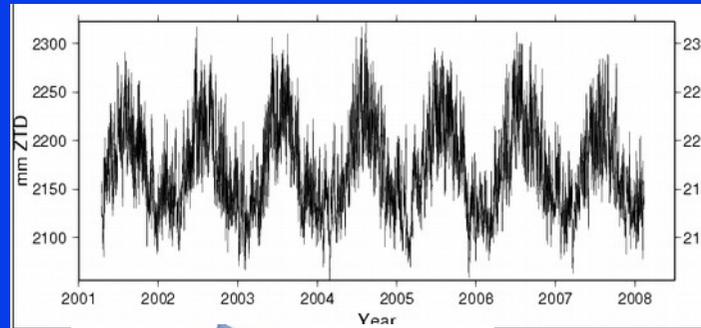
Navegação



Deteccção de deformações

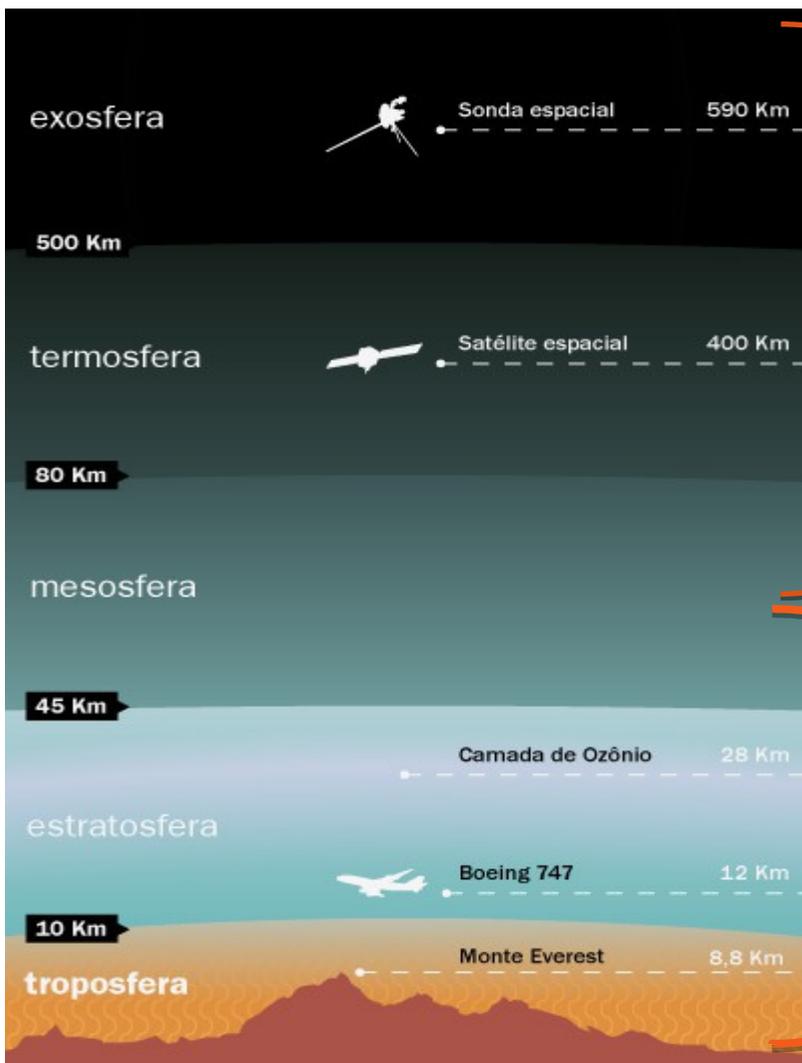


Troposfera



Movimento de Placas Litossférica

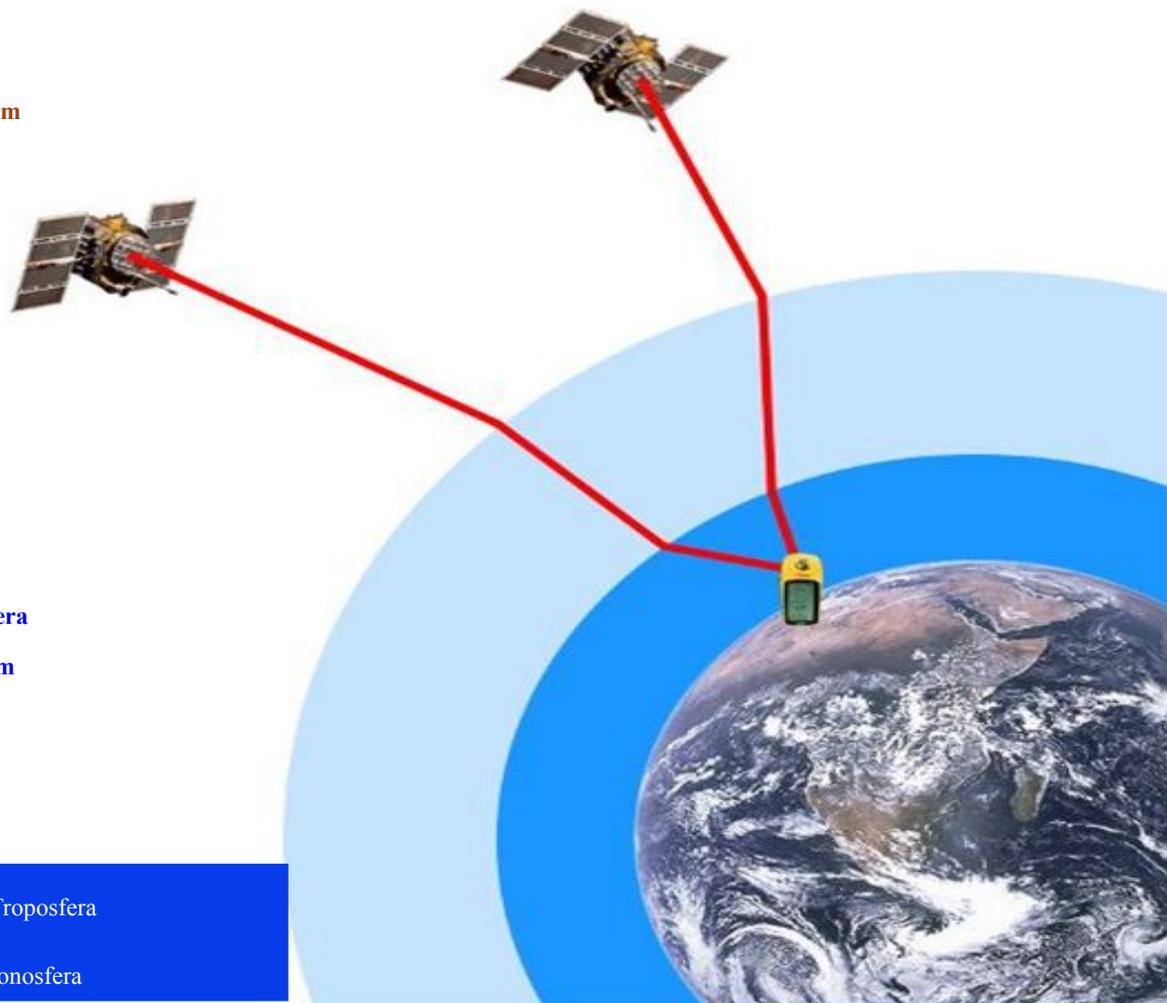
Troposfera e Ionosfera



Ionosfera
50 ~ 1000km

Troposfera
0 ~ 50 km

 Troposfera
 Ionosfera



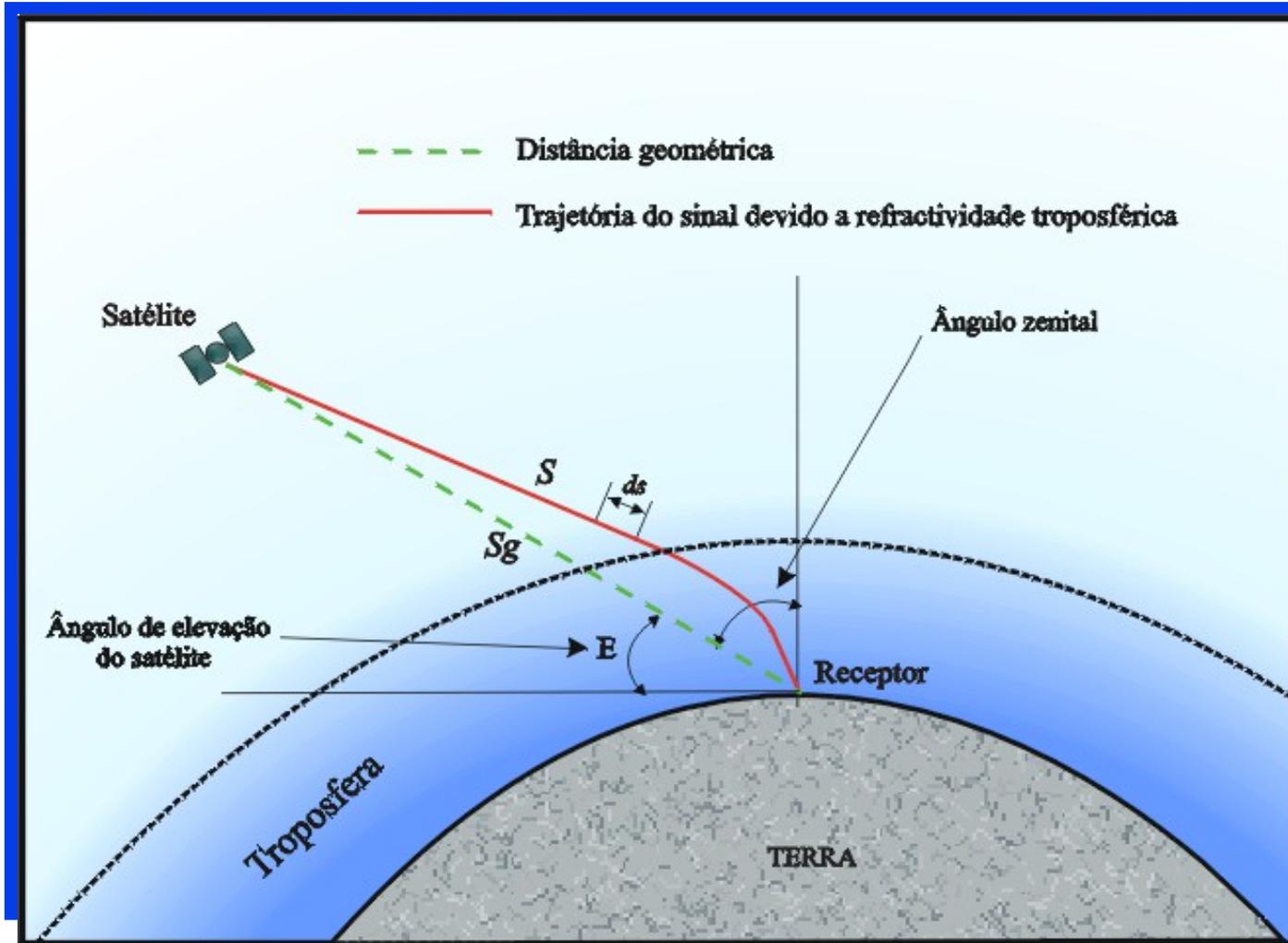
GNSS & Estações Meteorológicas

- Para ap
disponív
— Cali



star

GPS/Meteorology- Caso terrestre



$$n = \frac{c}{v} \quad v = \frac{ds}{dt}$$

$$c dt = n ds$$

$$S = \int n ds$$

$$T_r^S = S - S_g$$

$$T_r^S = \int n ds - \int ds$$

$$T_r^S = \int (n - 1) ds$$

$$T_r^S = 10^{-6} \int N ds$$

Atrasotroposférico

Para os Engenheiros de levantamentos, o atraso é considerado um “*nuisanceparameter*” e seu impacto deve ser reduzido no posicionamento. Convencionalmente, seu tratamento é da seguinte forma:

— determinação na direção zenital, através de funções de mapeamento que relacionam o ângulo de elevação (E) do satélite observado (m) e o atraso (r):

$$T_r = T_{ZH} \cdot mh(E) + T_{ZW} \cdot mw(E)$$

— T_{ZH} é atraso zenital gerado pela influência dos gases hidrostáticos;

— T_{ZW} é atraso zenital gerado pela influência do vapor d’água atmosférico

Estimativa do IWV a partir de valores do T_{ZW}

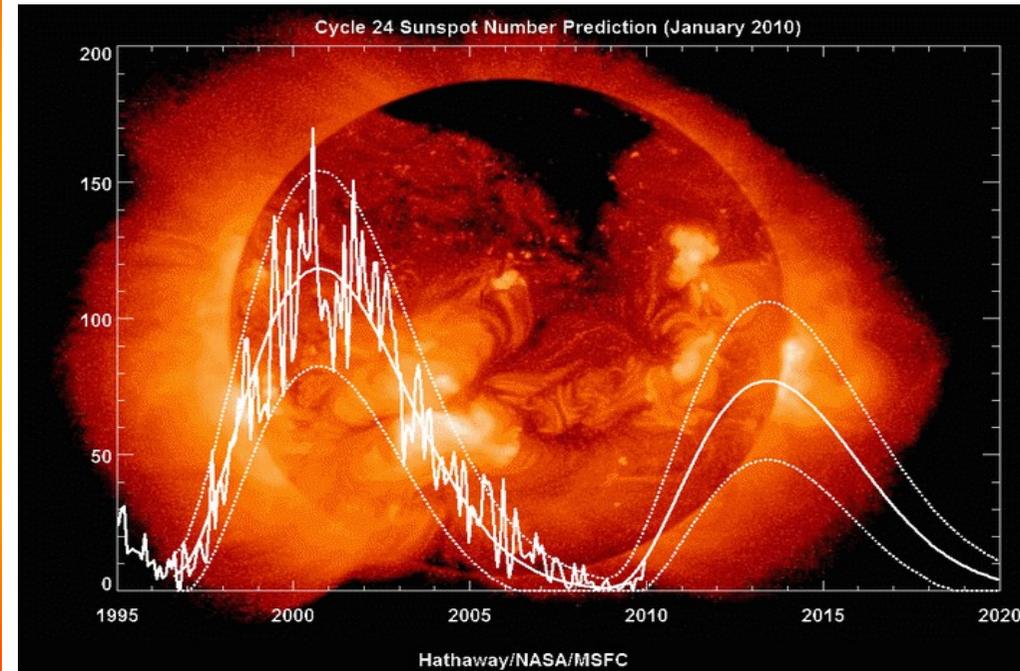
$$IWV = T_{ZW} \Psi$$

$$\Psi = \frac{10^6}{R_w \left[k_2' + \frac{k_3}{Tm} \right]} \cong 6,5$$

GNSS e efeitos da ionosfera

- A ionosfera (50 a 1000 km) afeta o sinal GNSS.
 - Devido, principalmente, ao conteúdo de elétrons na atmosfera (TEC)
- Afeta principalmente os usuários de receptores GPS de uma frequência,
 - Tanto na solução do posicionamento por ponto, DGPS, como no posicionamento relativo – em todas aplicações;
- Conhecimento dos efeitos sobre o sinal GNSS é de fundamental importância para o posicionamento, navegação, etc.

O Solexerceo papelfundamental





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

EMBRACE
Estudo e Monitoramento
Brasileiro do Clima Espacial



Home

Sun

Interplanetary Middle

Earth/Atmospheres

Earth/Magnetic Field

Bulletin

Contact



The Program

Introduction

Definition

Estructure

Equipment

Satellites

Products

TEC Supim (Prevision)

TEC Map

Callisto

Magnetometers Network

Scintillation - Index S4

Ionosondes

All-Sky Imagers

Areas of Interest

Gnss/Gps

Telecommunications

Solo Systems

Satellites and Spacial Systems

Academic

Indexes and Data

DST/SSN

Panel

Glossary

Utilities and Information



Space Weather Daily Bulletin



Sun

ATUALIZADO EM: 17/04/2014

Existem onze regiões ativas (NOAA 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041 e 2042) na superfície visível do Sol, localizadas próximo às coordenadas N11W41, N12W31, N04W10, S17E11, S18W14, S10W13, S14E51, N23W02, N15E11, S21W30 e N19E69, respectivamente. As regiões ativas 2035 e 2036 possuem grande área; as outras regiões possuem área pequena ou moderada. As regiões ativas 2035, 2036 e 2037 possuem configuração magnética relativamente complexa (beta-gama); as demais regiões possuem configuração relativamente simples (beta) ou simples (alfa). Durante as últimas 24 horas, houve registro de atividade solar de moderada a baixa intensidade. O pequeno buraco coronal CH612 transequatorial, esteve dirigido para a Terra em 16 de abril. De acordo com os experimentos LASCO e STEREO, no momento da postagem deste boletim, não existe CME em direção à Terra. No momento, a probabilidade de ocorrência de explosões solares de média (classe-M) e grande (classe X) intensidade é moderada (60%) e baixa (10%), respectivamente, para as próximas 48 horas. Este quadro pode se alterar com o surgimento de nova(s) região(ões) ativa(s) ou aumento de atividade de região(ões) presente(s) no disco solar.



Interplanetary Middle

ATUALIZADO EM: 17/04/2014

Terra passa por um cruzamento de setor, quando o campo magnético do espaço interplanetário muda de direção. A velocidade do vento solar elevou-se de 300 para 400 km/s e o campo magnético elevou-se de 4 para 10 nT. A componente Bz, responsável pela maior parte dos distúrbios geomagnéticos, oscilou entre valores negativos e positivos, de -9 e 4nT.



Google

Rede	Estação	Data da última geração	Data da última geração - Tempo Real	Latitude (°)	Longitude (°)
------	---------	------------------------	-------------------------------------	--------------	---------------

Data: 21/04/2014

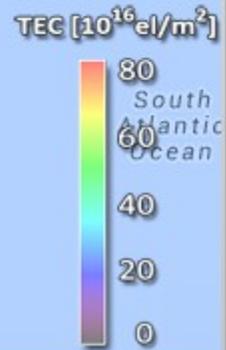
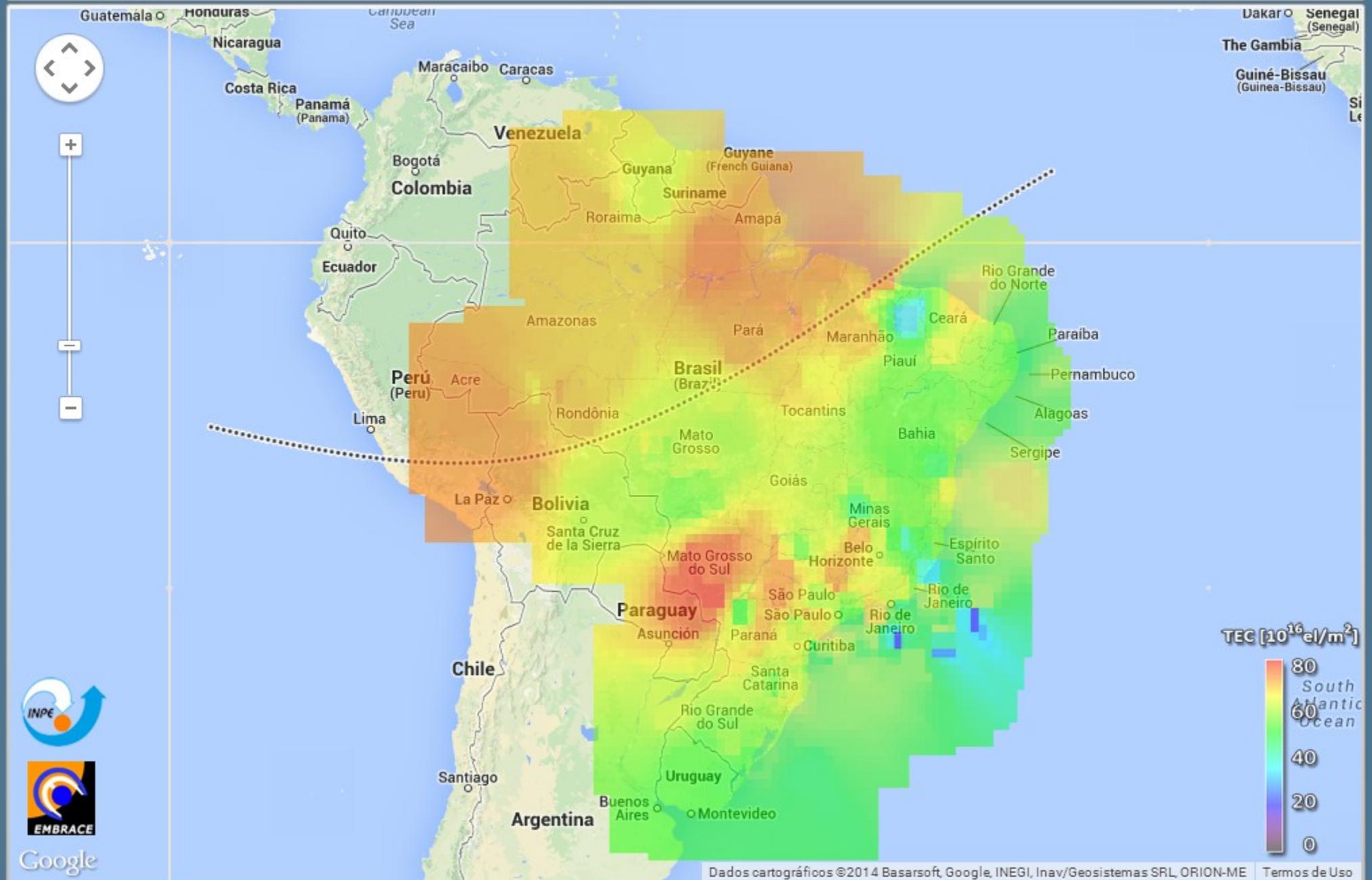
Horários: 17:50:00

UTC

Buscar



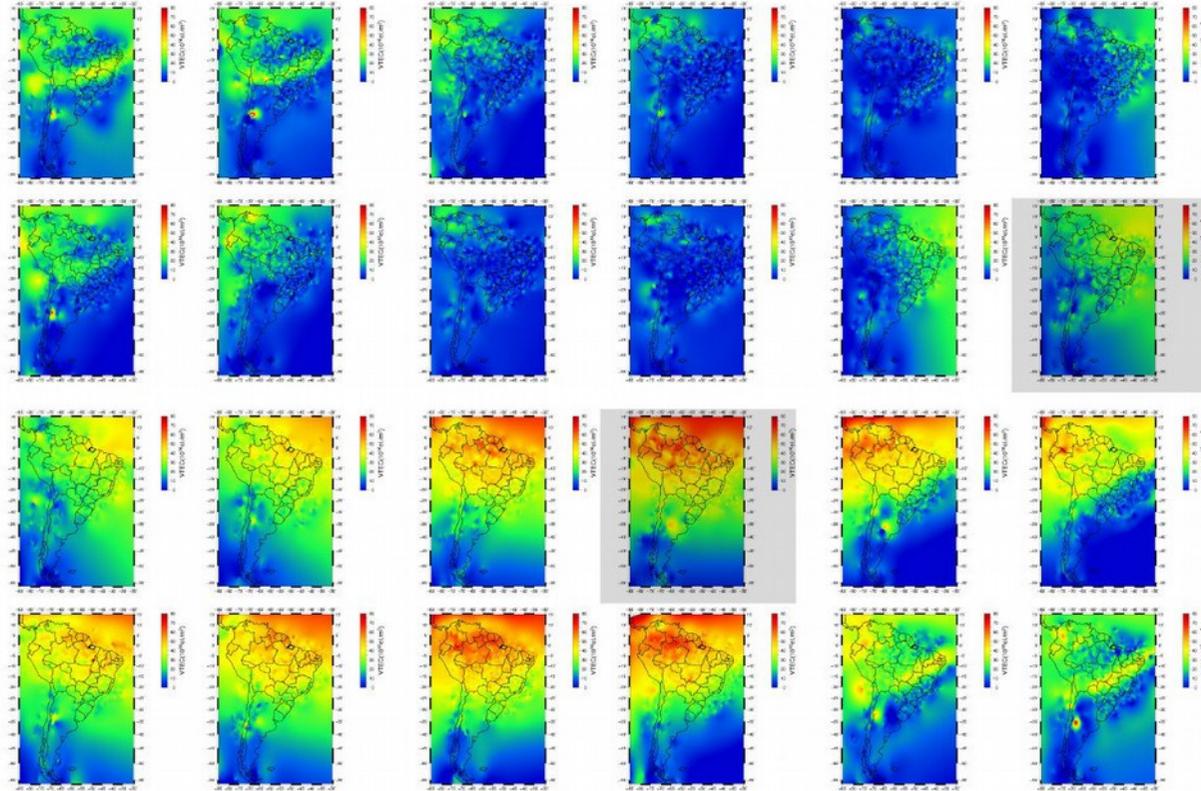
TECMAP EM TEMPO REAL



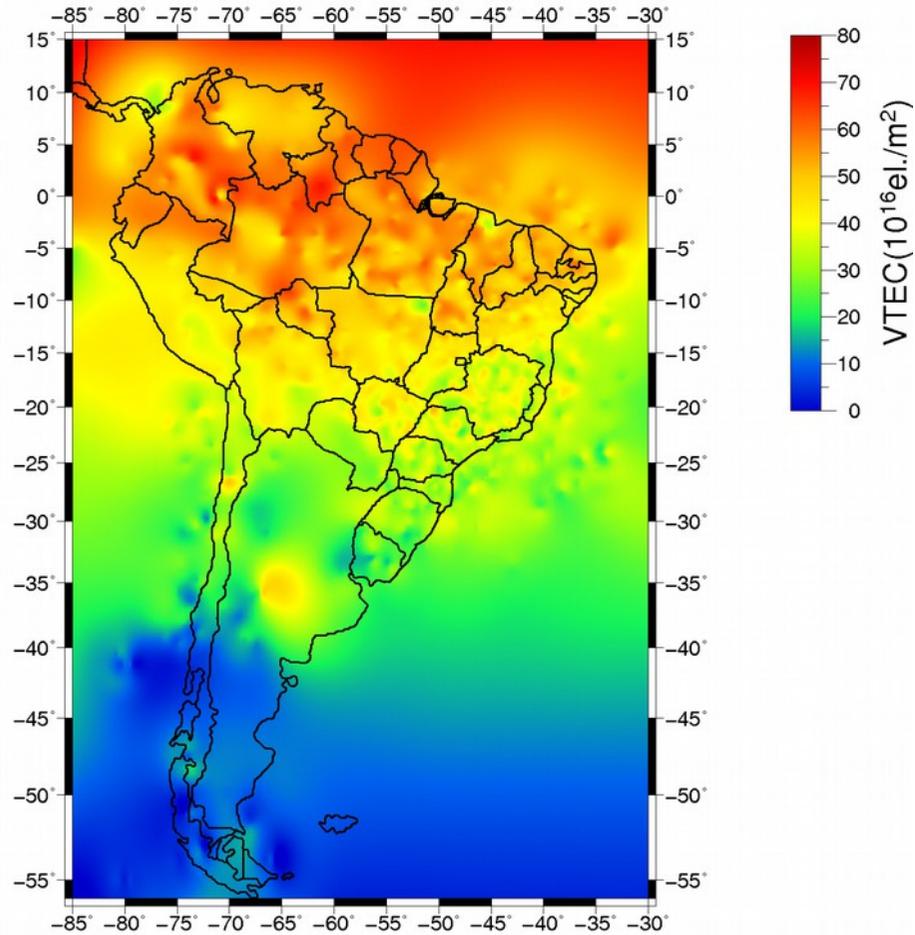
Google

**Mapas de TEC e Índices da Ionosfera também são produzidos na
UNESP**

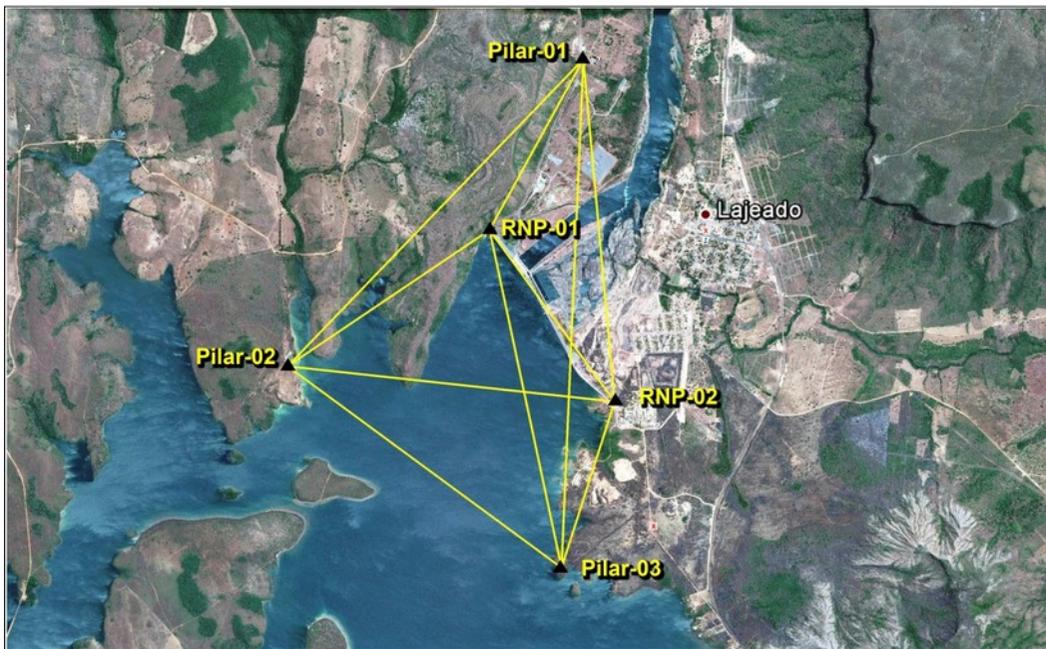
20/04/2013



2013/04/20 (18 UT)



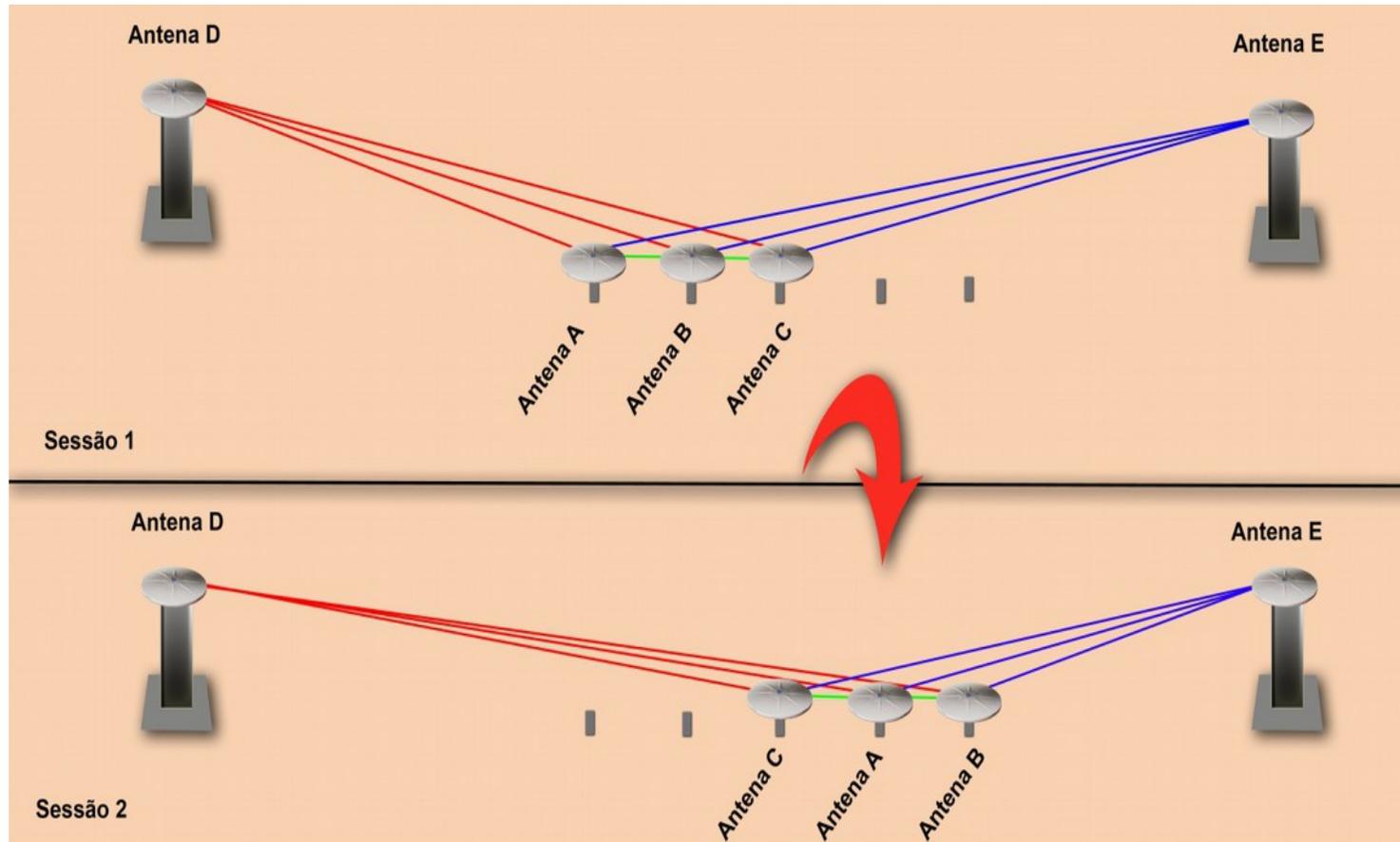
Aplicação GNSS Monitoramento Estruturas



Aplicação GNSS Monitoramento Estruturas



Estratégia de coleta de dados



Aplicação GNSS Monitoramento Estruturas

Duas campanhas realizadas

Antenas foram calibradas / Redutor de
multicaminho usado

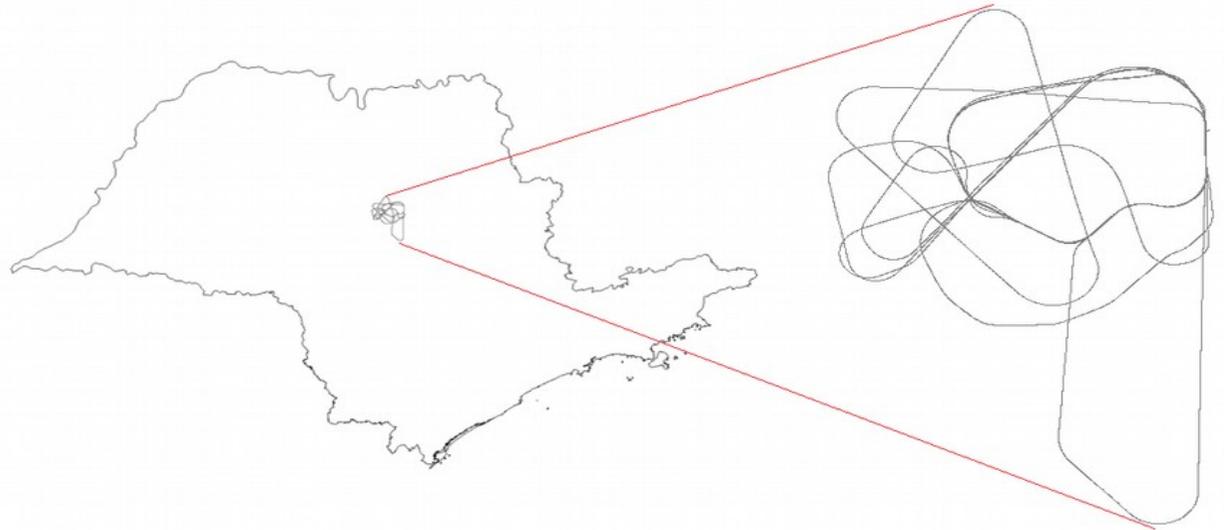
Processamento dos dados com Bernese V 5

Alta Acurácia – horizontal melhor 5 mm

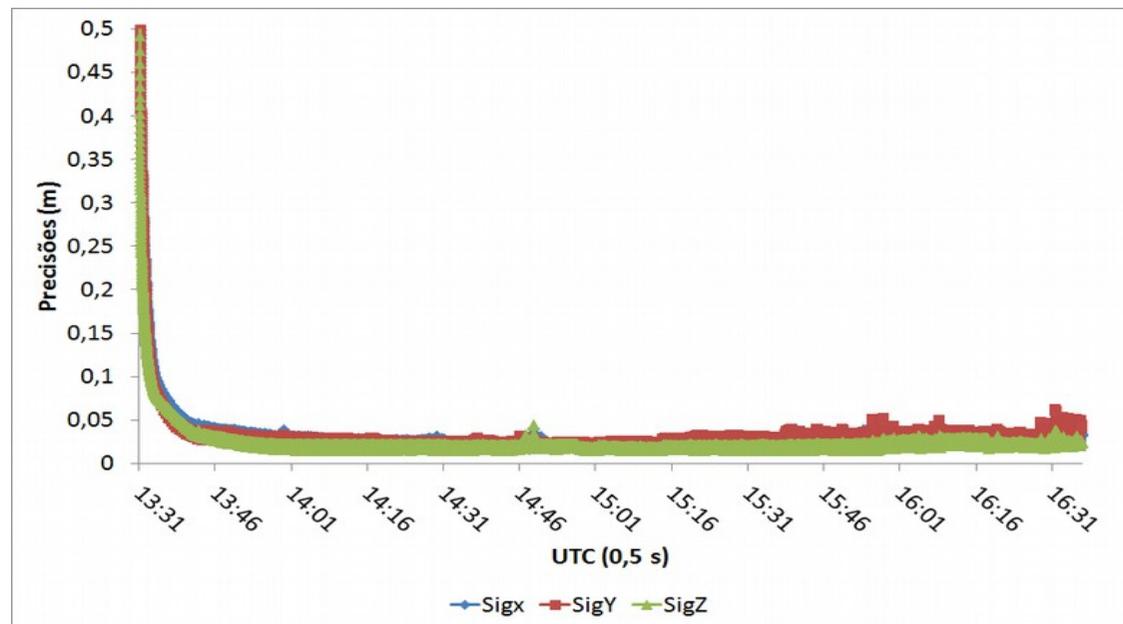
GNSS em voos de aeronave

Aplicação do PPP utilizando o sistema PPP UNESP/UFPE

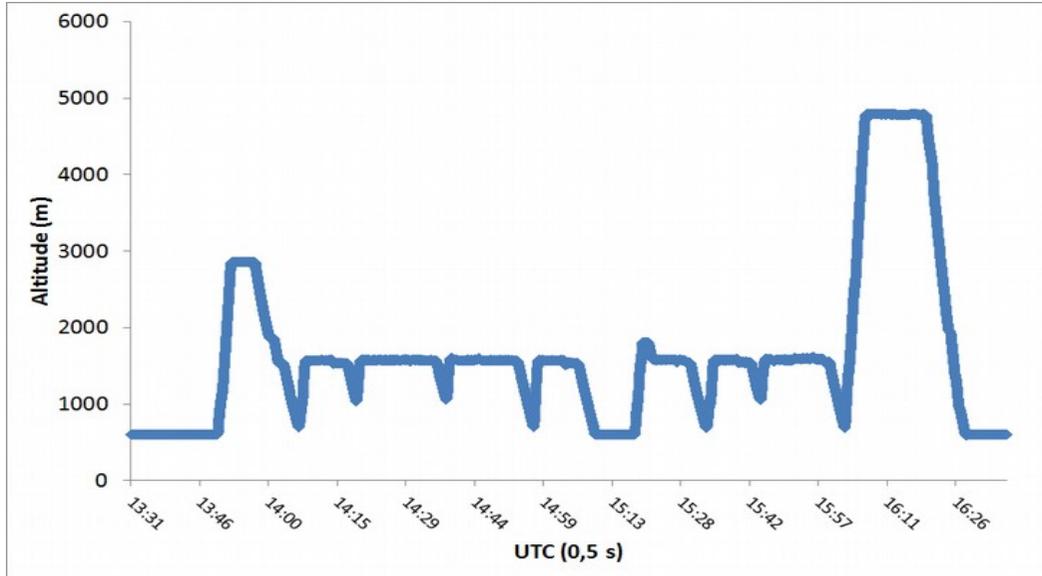
- Correções geradas RT_SAT_CLOCK (código de fase)
- Aplicadas no PPP cinemático com o RT_PPP
- Dados GPS de um voo realizado por uma aeronave regional no dia 24 de 2009



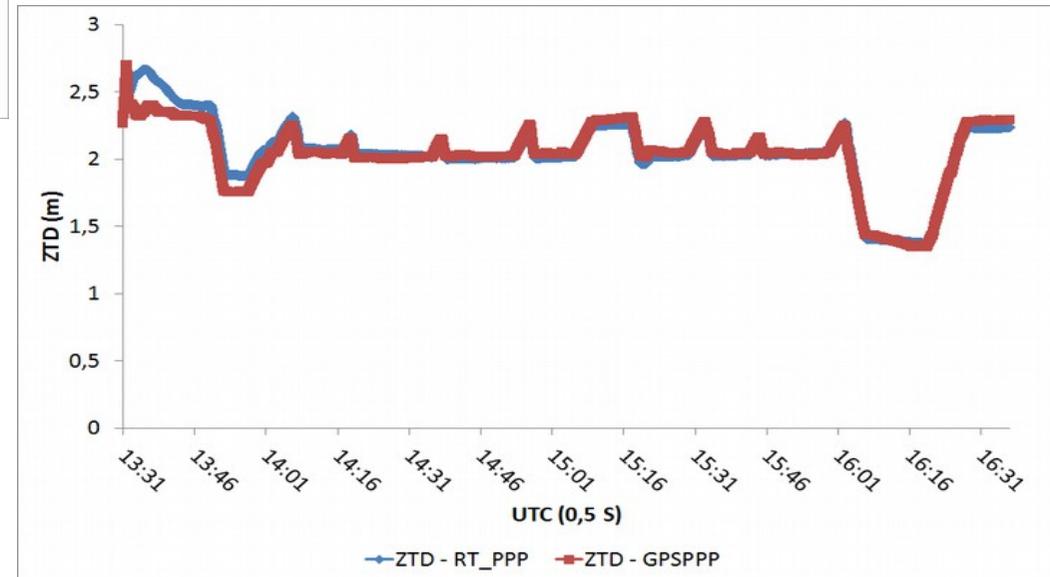
- Dados coletados a taxa de 0,5 segundos pelo receptor embarcado na aeronave
- Valores das coordenadas de referência
 - Software GPS PPP do NRC disponível na FCT/UNESP
 - Órbitas precisas e correções finais do IGS

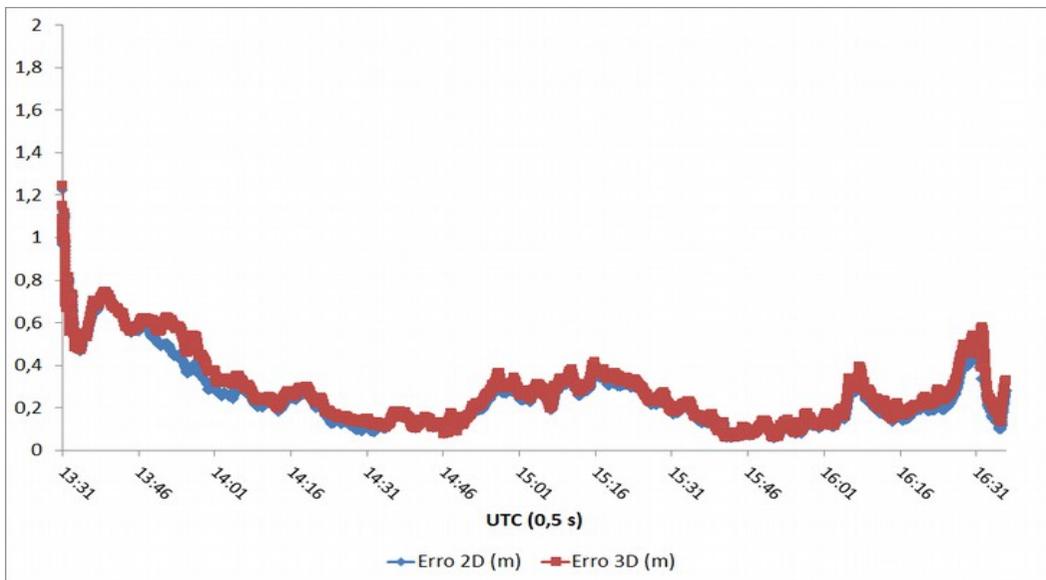


Altitude da aeronave

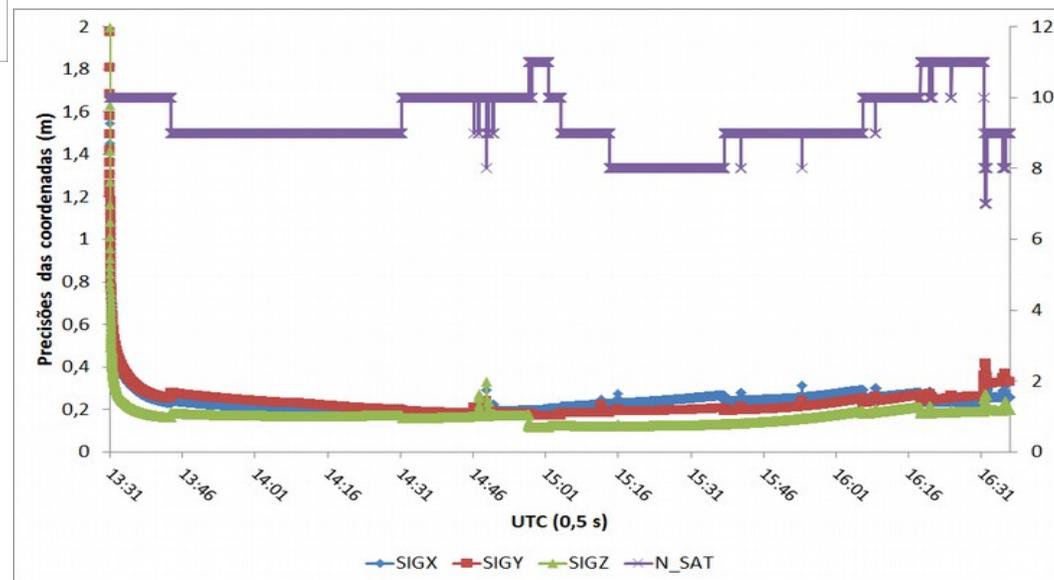


Atrasotroposférico estimado





	DX	DY	DZ
Erro médio	-0,010	0,095	0,013
Desvio-padrão	0,274	0,090	0,130
EMQ	0,274	0,131	0,131



Demandas de GNSS na América do Sul

Aplicações Off-shore

Navegação Aérea

Posicionamento em geral

Agricultura de Precisão (AP)

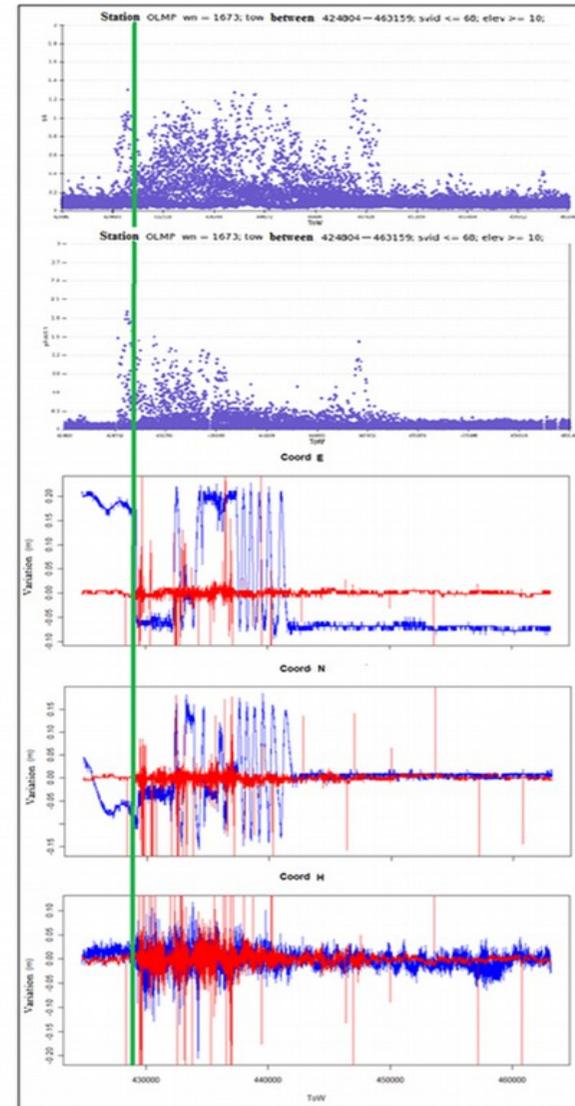
Cadastro Rural (Brasil-melhor que 50 cm – 1 sigma)

• • • •

AP no Brasil demanda 24 horas de disponibilidade de serviços

RTK

Mendonça; Monico; Motoki (2012)



Desafios para as aplicações GNSS na Região Equatorial

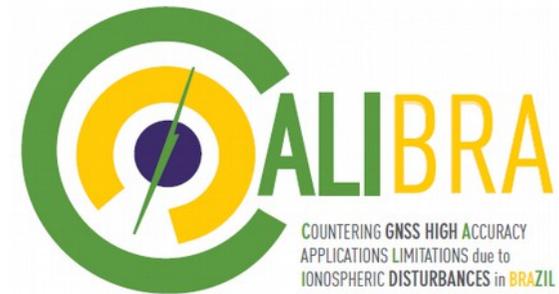
Ionospheric Scintillation!

Cintilação Ionosférica

Projeto CIGALA/CALIBRA

Countering GNSS high Accuracy applications Limitations due to Ionospheric disturbances in BRAZIL

Concept for Ionospheric Scintillation Mitigation for Professional GNSS in Latin America

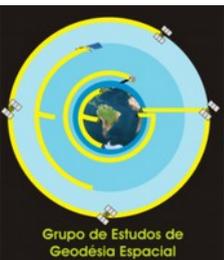


Objetivos do Projeto CIGALA/CALIBRA

- Entender as causas e implicações dos distúrbios da Cintilação Ionosférica, modelar seus efeitos e desenvolver técnicas para sua mitigação;
- Estudar as necessidades do mercado e requisitos dos usuários numa das regiões do mundo mais afetada pela CI;
- Realizar medidas em campo para dar suporte ao desenvolvimento de modelos;
- Realizar testes em campo para validação das técnicas desenvolvidas, especialmente para RTK & PPP

Workshop

“CALIBRA DAY”

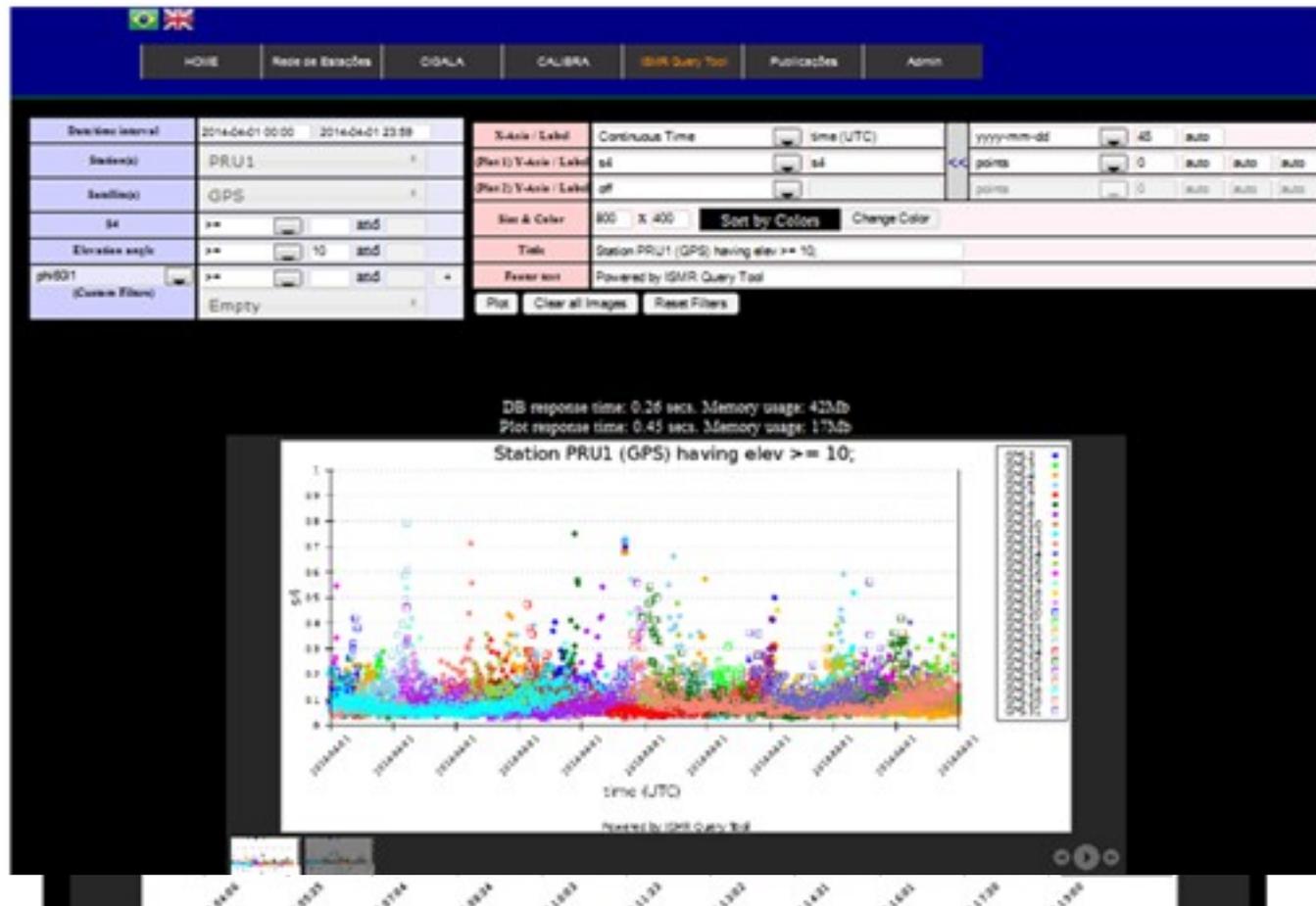


CIGALA/CALIBRA



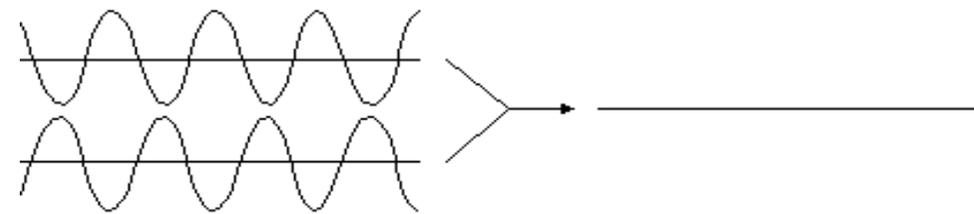
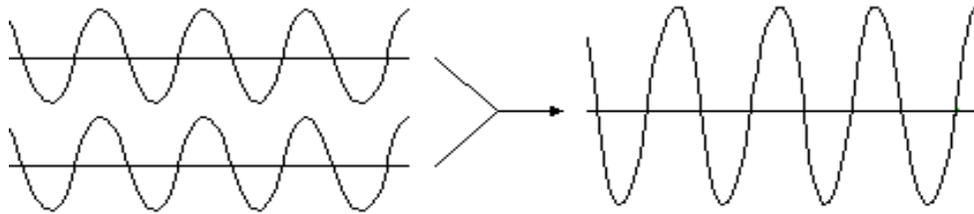
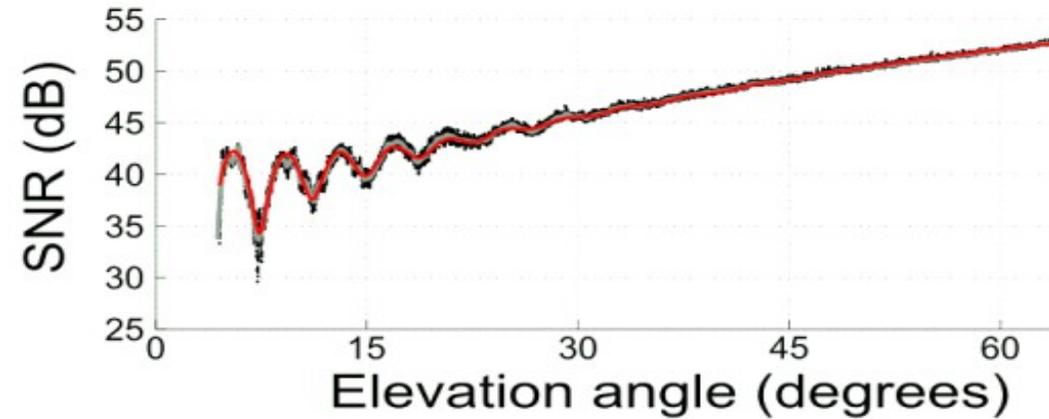
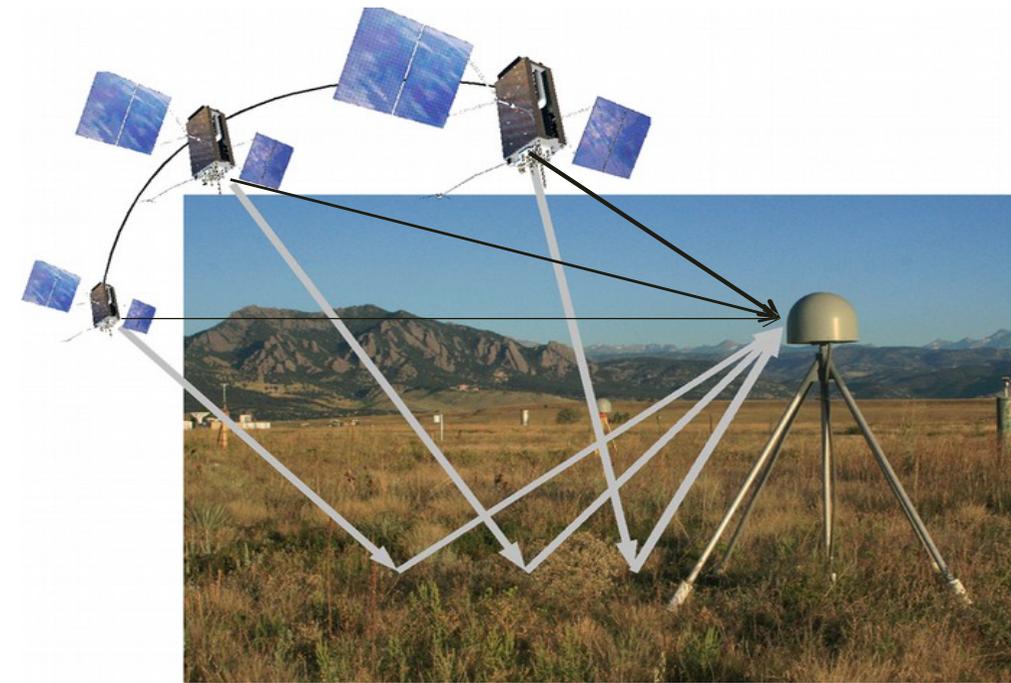
PROJETO CIGALA/CALIBRA DISPONIBILIZA FERRAMENTA PARA
CONSULTAS SOBRE
A OCORRÊNCIA DE CINTILAÇÃO IONOSFÉRICA NO BRASIL

May 2013



Reflectometria GNSS

Princípio: Interferência de Ondas

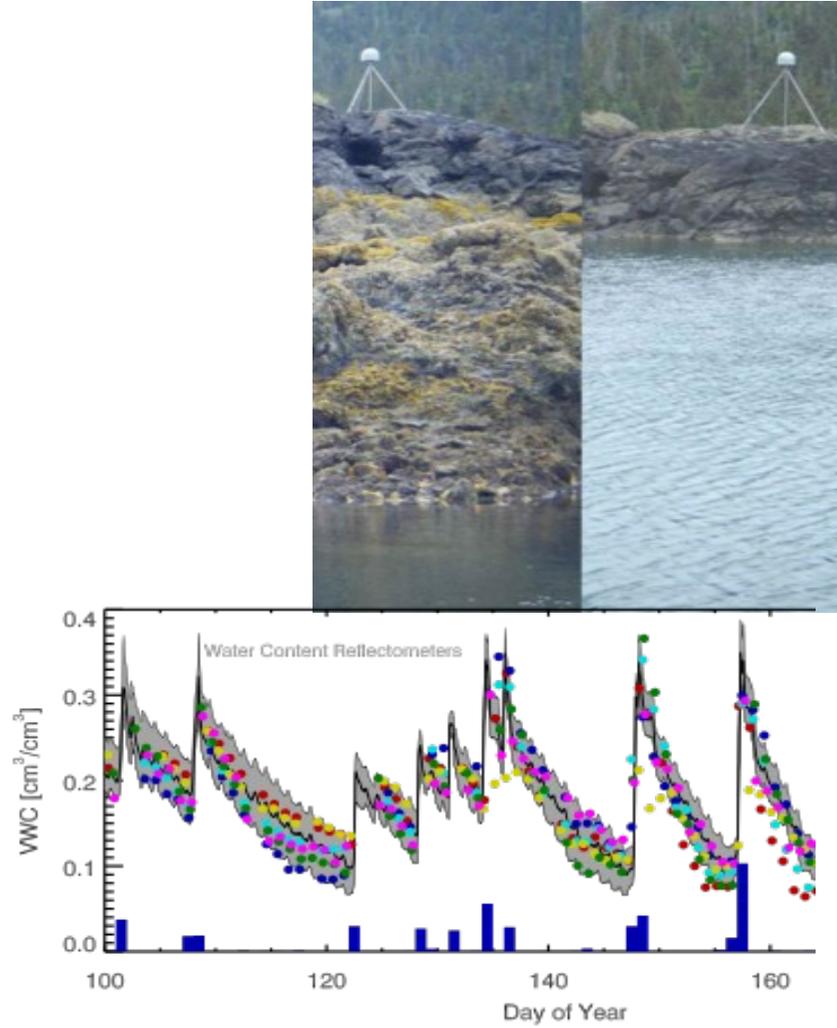


Alvos Ambientais

Espessura
da Neve



Biomassa



Nível da
Água

Umidade
do solo

Comentários Finais

- Desde o surgimento do GPS, muita evolução ocorreu no campo de posicionamento por satélite.
- GNSS já é uma realidade;
- Trata-se de uma tecnologia com várias utilidades, além daquelas para as quais foram desenvolvidas(Meteorologia,Aeronomia, Meio ambiente,etc);
 - Essencial em várias áreas.

Comentários Finais

- **Para o domínio dessa tecnologia, conhecimento de várias disciplinas (multi/trans/disciplinar) é requerido;**
 - **Pode também ser utilizado por não especialistas De forma muito simples Treinamento...**
- **Formação de recursos humanos com domínio dessa tecnologia é essencial ... !!! Para Ciência e Aplicações ...**
 - **Treinamento é fundamental para alcançar esses objetivos**

Faculdade de Ciências e Tecnologia



Home

Spatial Geodesy
Laboratories

Researchers

Theoretical Aspects

GNSS-SP Network

Projects

Publications

Softwares

Weblinks

Geodesy Papers

GEGE Meetings

Annual Seminar

Events

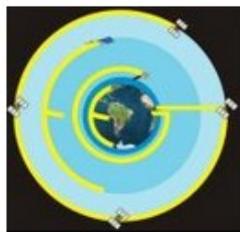
Photos

Contact us

Ebooks

[Página inicial](#) > [Pesquisa](#) > [Grupos de Estudo e Pesquisa](#) > [GEGE](#) >

Home



The Spatial Geodesy Study Group (GEGE - Grupo de Estudos em Geodésia Espacial) started its activities in 1997. This group has as goal to discuss topics related to the researches developed at [Faculty of Sciences and Technology - UNESP](#) in Spatial Geodesy and correlated fields.

Researchers from the [Department of Cartography](#), involved in this area, together with their PhD, MSc, Scientific Initiation (IC - Iniciação Científica) students are member of GEGE.

[- Terms of Reference](#) [- GEGE on CNPQ](#)

Unesp one of finalists at the
MundoGEO#Connect Prize



Over the last four years, Unesp one of finalists at the MundoGEO#Connect Prize. Ejecart and Mr. Galera too. [Read more...](#)

ESA will unravel the Earth's magnetic field



ESA's Swarm mission will unravel one of the most mysterious aspects of our planet: the magnetic field. [Read More...](#)

The final moments of the Groce satellite



"Posicionamento pelo GNSS" from PhD. João F. G. Monico is available at several bookstores

