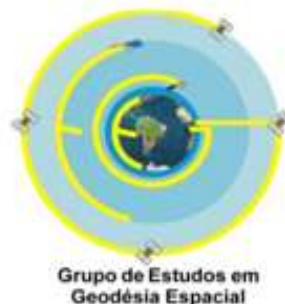




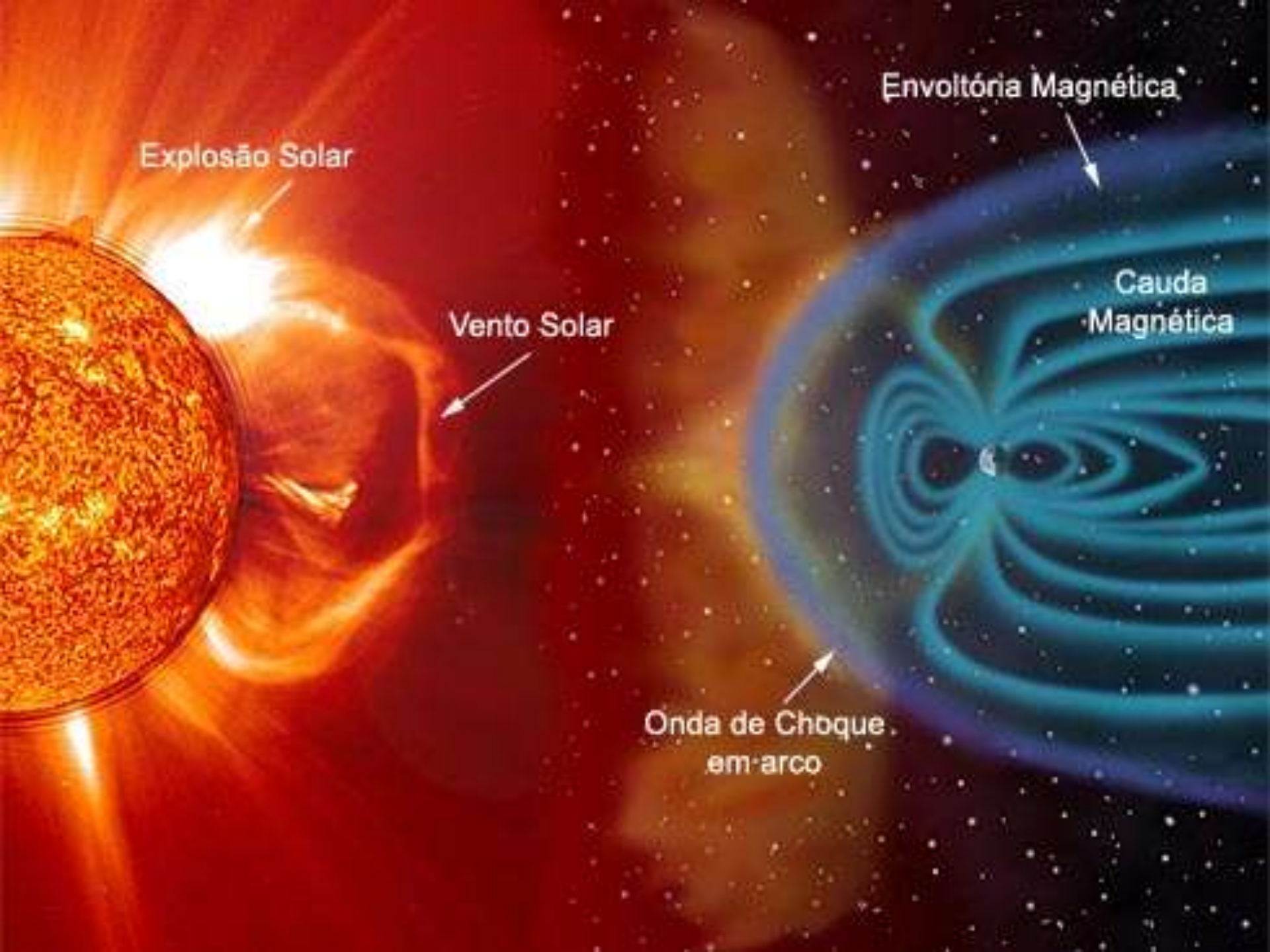
# Efeitos da Cintilação Ionosférica na Agricultura de Precisão, Georreferenciamento de Imóveis Rurais e Posicionamento Off-Shore

Marco Aurélio M. de Mendonça



# Cintilação Ionosférica

- A ionosfera terrestre é uma camada composta parcialmente por gases ionizados. Que cobrem toda a Terra de maneira NÃO homogênea;
- Interface de conexão entre a atmosfera do sol e a atmosfera terrestre;
- Conceito de Clima Espacial.



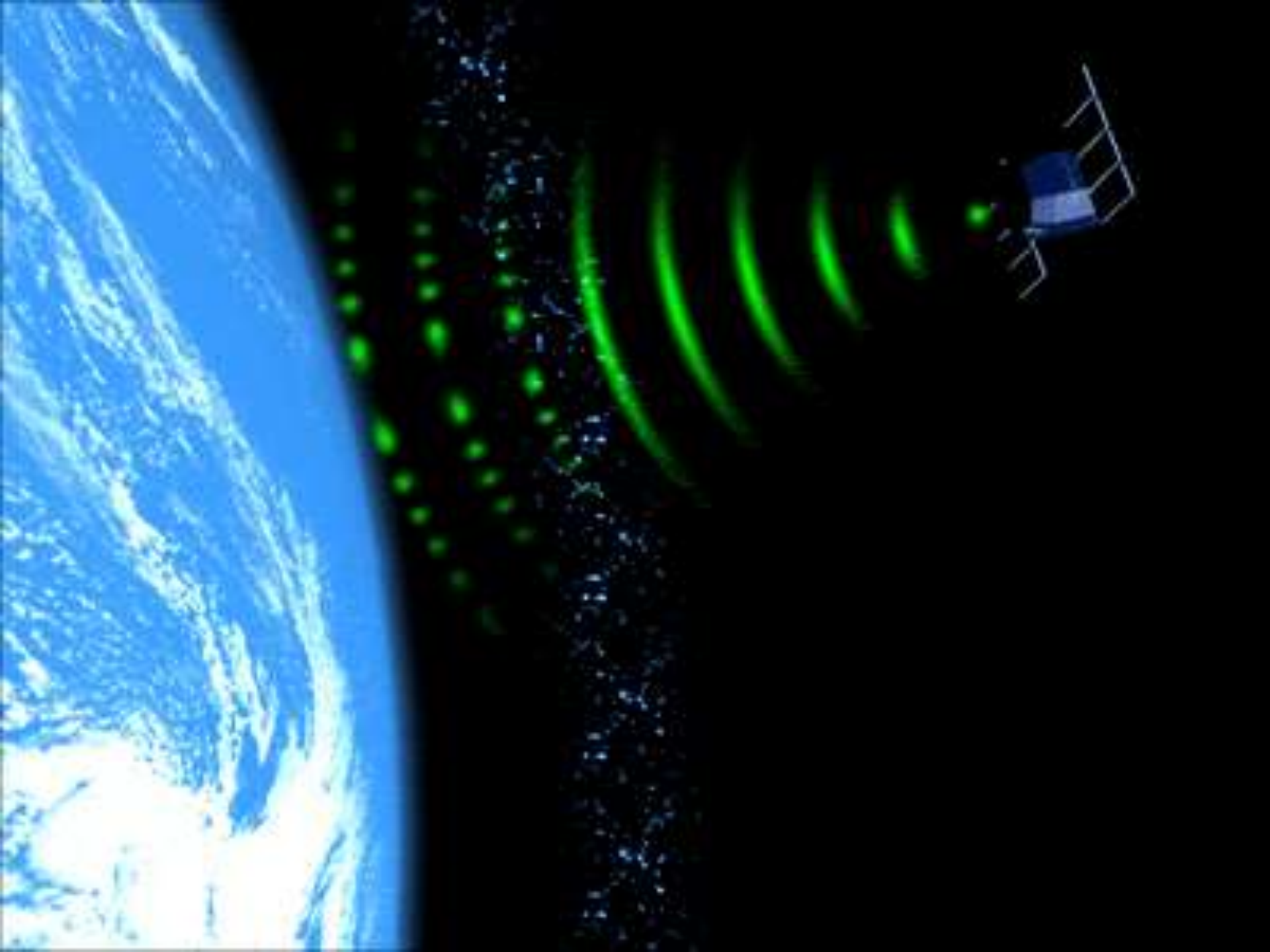
Explosão Solar

Vento Solar

Envoltória Magnética

Cauda Magnética

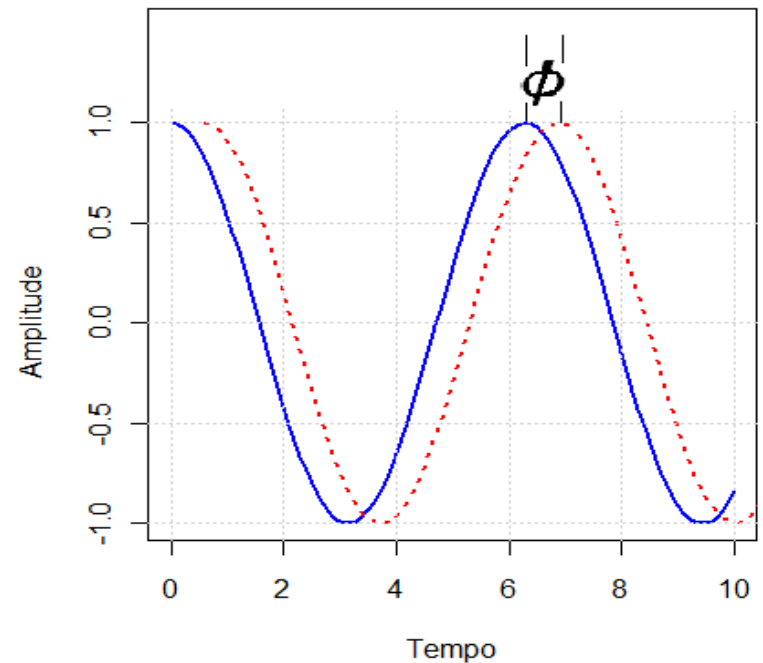
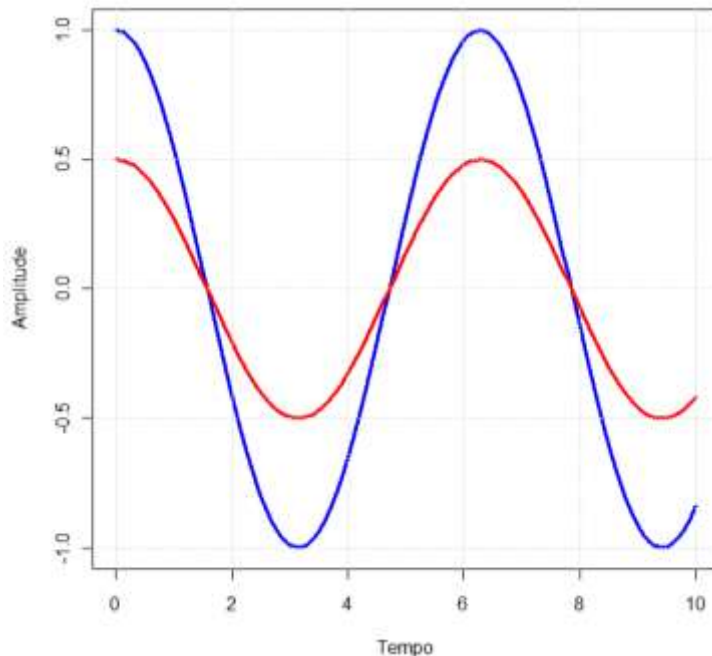
Onda de Choque em arco



# Índices de Cintilação Ionosférica

$$S4 = \frac{\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2}{\langle I \rangle^2}$$

$$\sigma\varphi = \sqrt{\langle \varphi^2 \rangle - \langle \varphi \rangle^2}$$



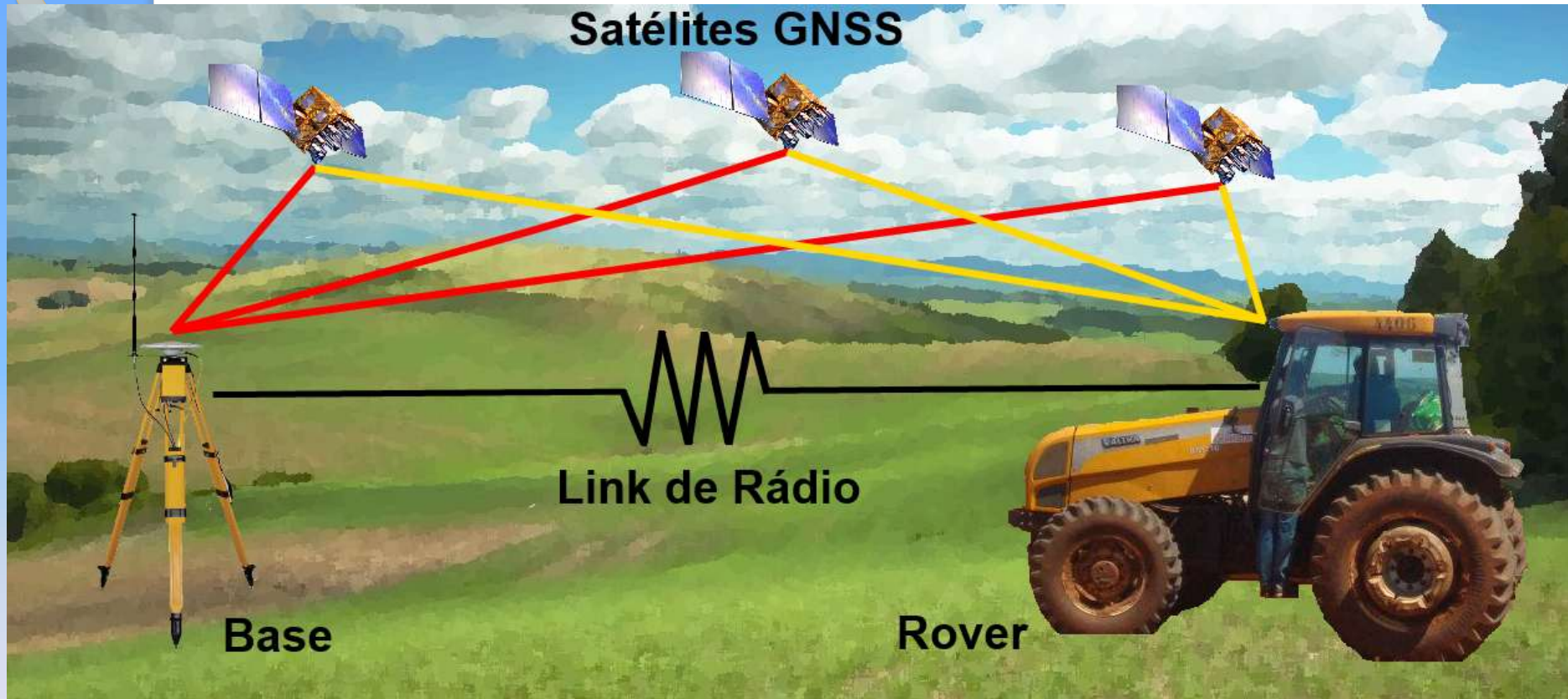
# Atividades de posicionamento

- Agricultura de Precisão - RTK;
- Georreferenciamento de Imóveis rurais (10.267) - RELATIVO;
- Posicionamento Off-Shore - PPP/DGPS.

# Agricultura de Precisão

- Conceito recente no Brasil;
- Mercado emergente;
- Abordagem da área de plantio como uma malha de diferentes atributos;
- Maior demanda de produtos de posicionamento.

# Agricultura de Precisão





# Agricultura de Precisão

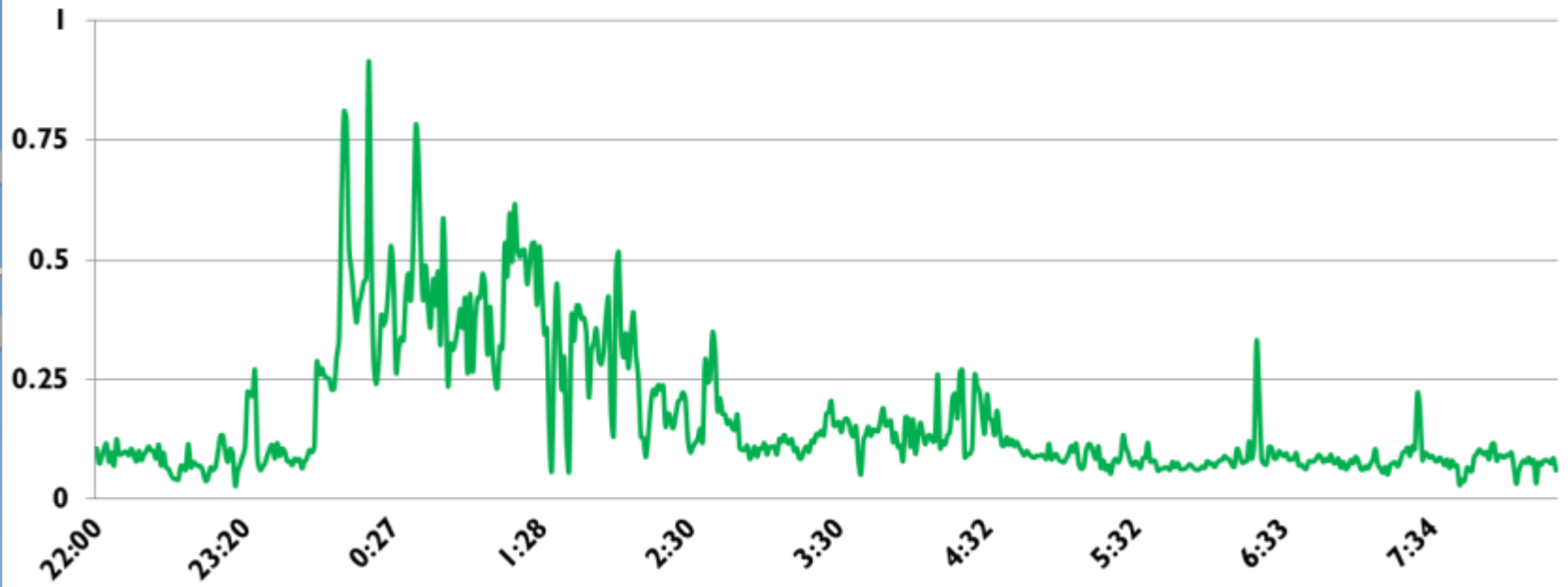
- Dois experimentos em situações diferentes com fabricantes diferentes



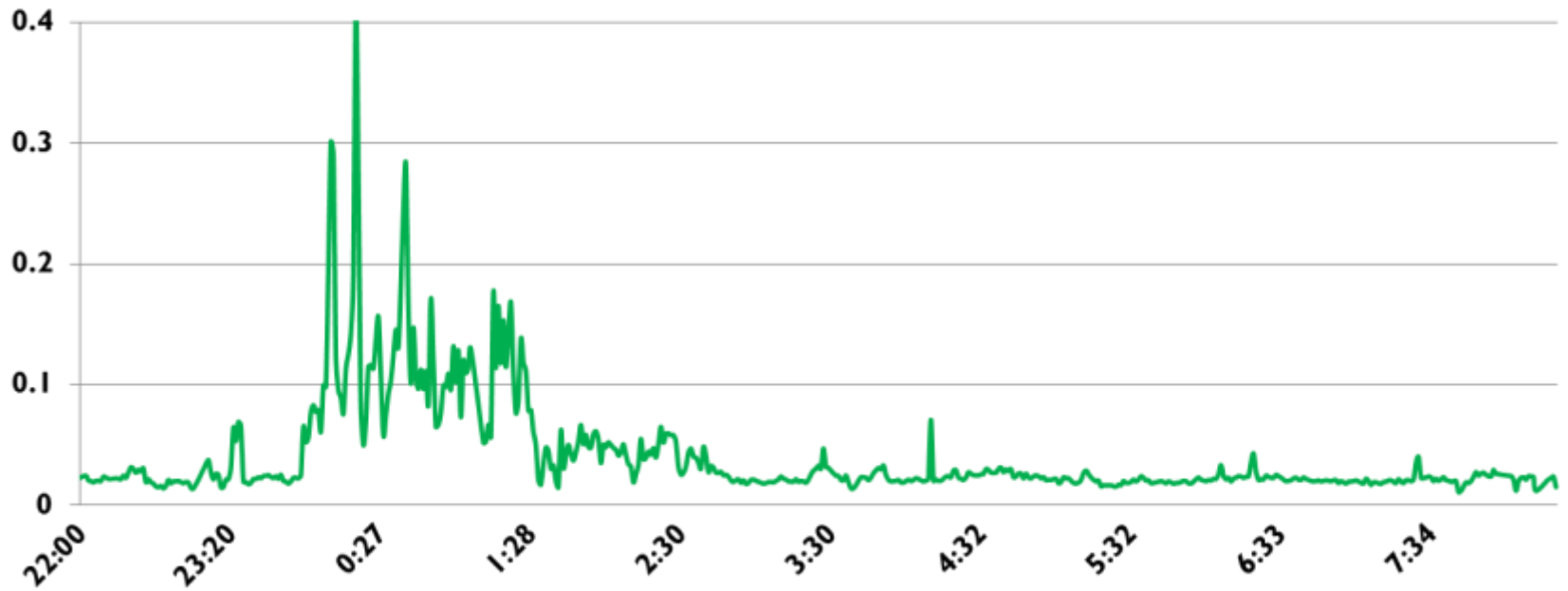


# Experimento I – Fazenda Guarani Olímpia – SP

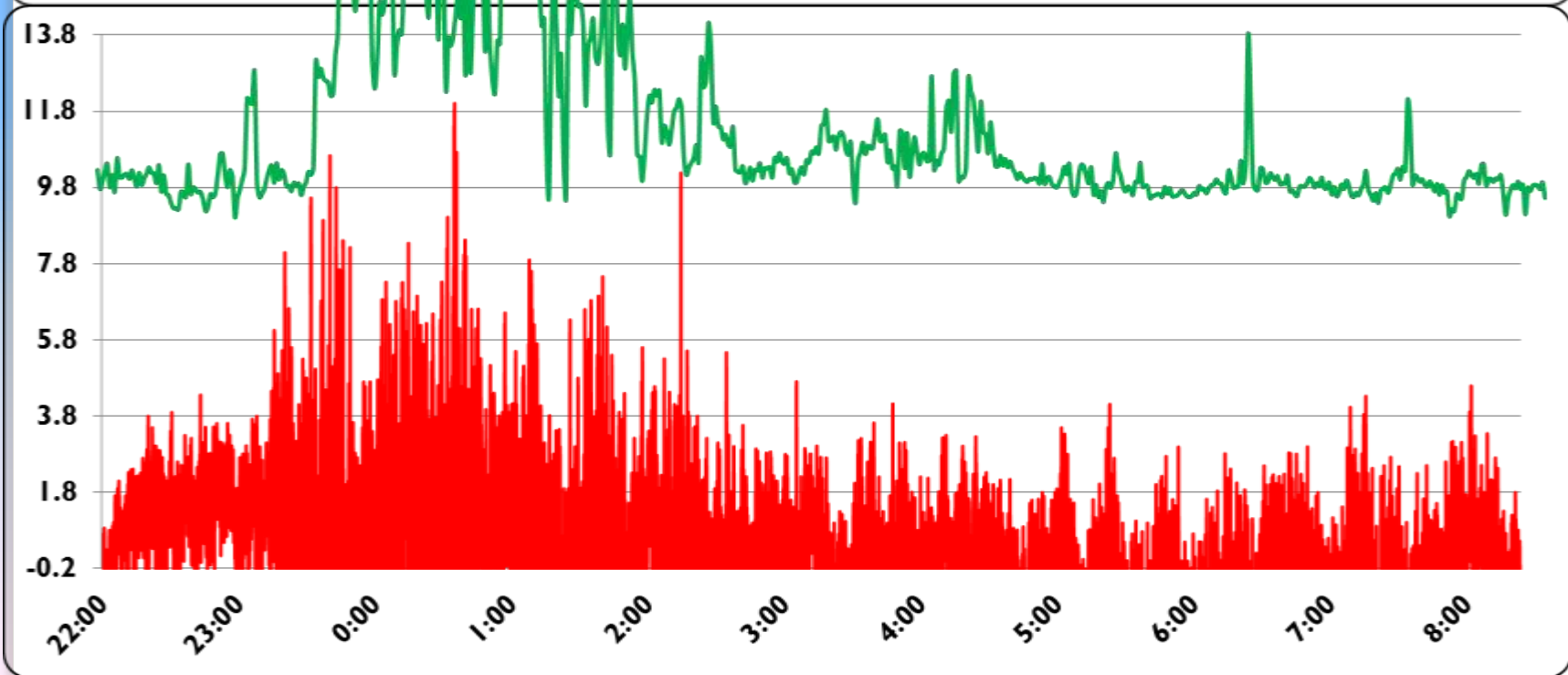
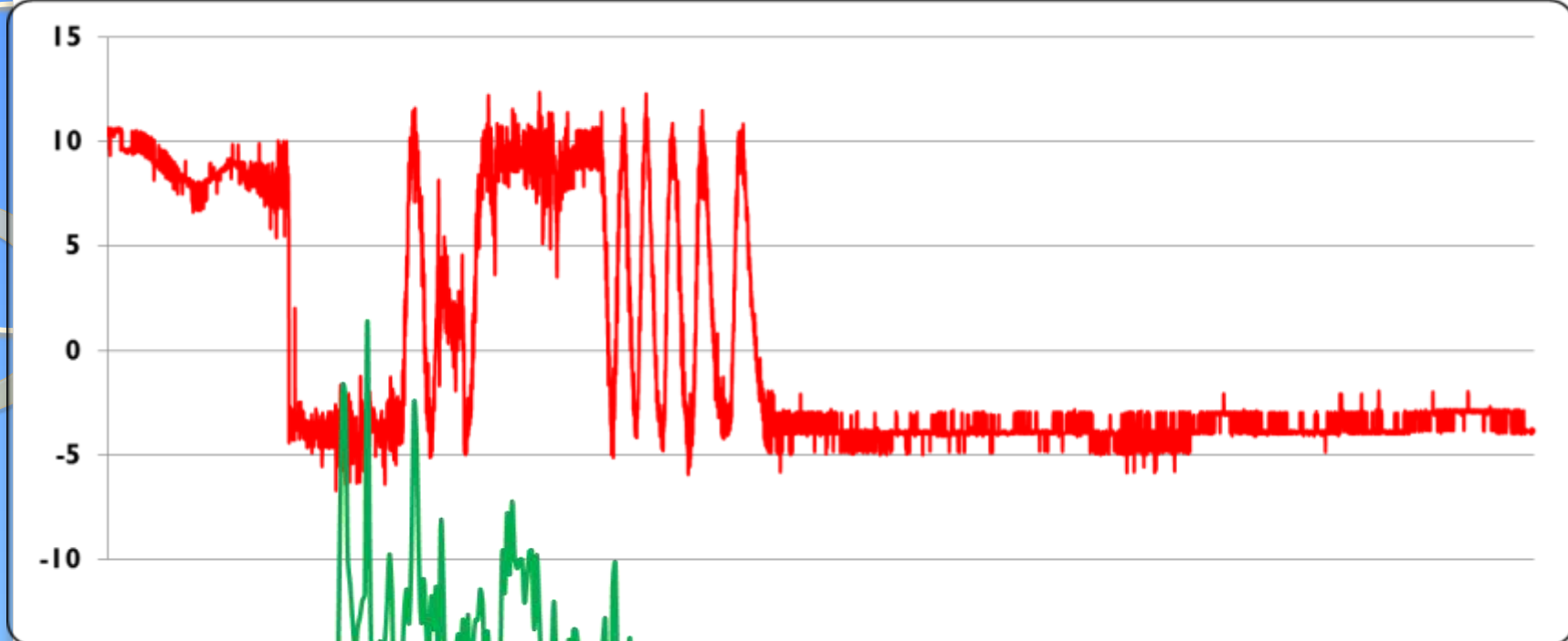
vS4



vPhi60



Cm

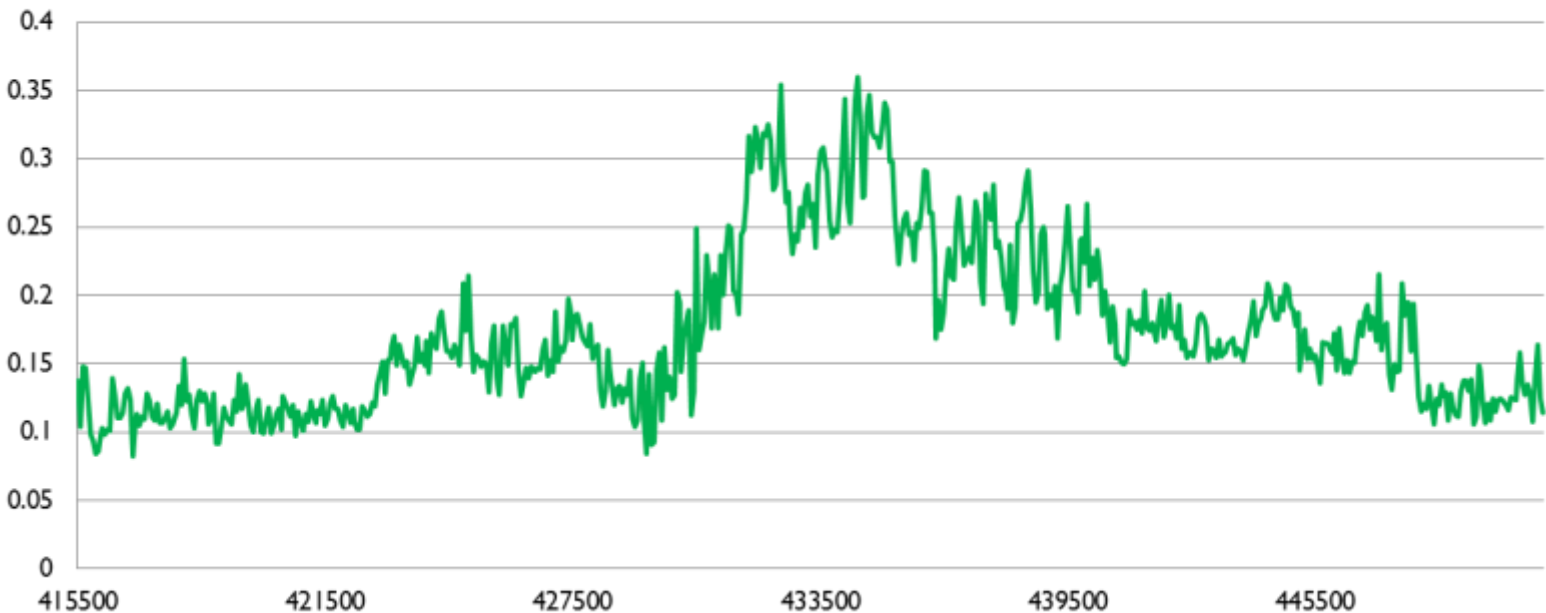




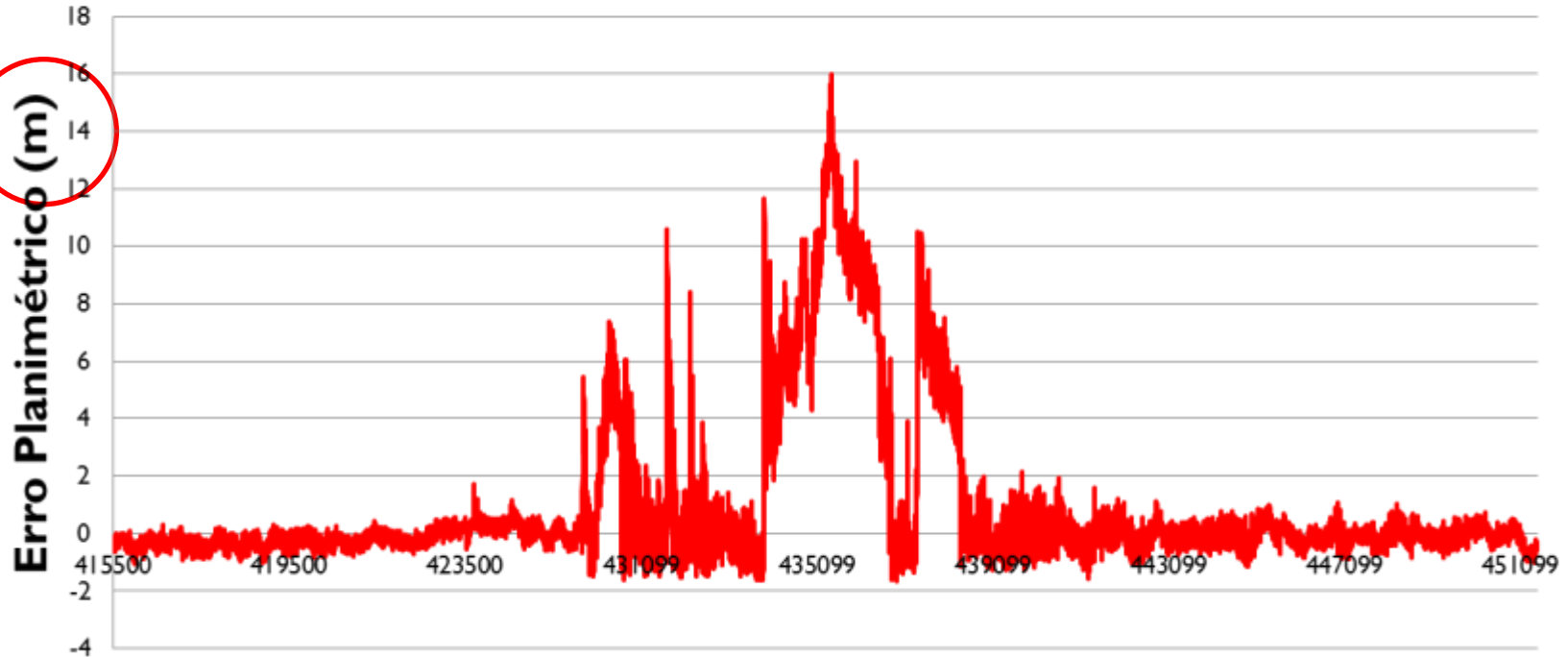
# Experimento II – ESALQ/USP

## Piracicaba - SP

S4



Erro Planimétrico (m)



# Atividades de posicionamento

- Agricultura de Precisão - RTK;
- Georreferenciamento de Imóveis rurais (10.267) - RELATIVO;
- Posicionamento Off-Shore - PPP/DGPS.

# Georreferenciamento de Imóveis Rurais

- Lei 10.267/2001
- Norma técnica do INCRA

Tabela 1 – Classificação de vértices quanto à finalidade, precisão e tipo

Classe	Finalidade	Precisão (m)	Tipo
C1	Apoio básico / Apoio imediato / Limite	$\leq 0,10$	M
C2	Apoio imediato / Limite	$\leq 0,20$	M
C3	Desenvolvimento de poligonal / Limite	$\leq 0,40$	M, P
C4	Limite	$\leq 0,50$	M, P, V, O
C5	Limites naturais	$\leq 2,00$	P, V, O

Tabela 9 – Especificações para levantamento relativo estático (C1)

Característica técnica	Especificação
Intervalo de gravação	1, 5, 10 ou 15s
Máscara de elevação	Mínimo de $10^\circ$
Número de satélites	Mínimo de 4

Nota: O intervalo de gravação é ditado pelo que é definido para a estação de referência, devendo os mesmos, entre o receptor da estação de referência e da estação móvel, ser obrigatoriamente iguais.



# Georreferenciamento de Imóveis Rurais – LEI 10.267

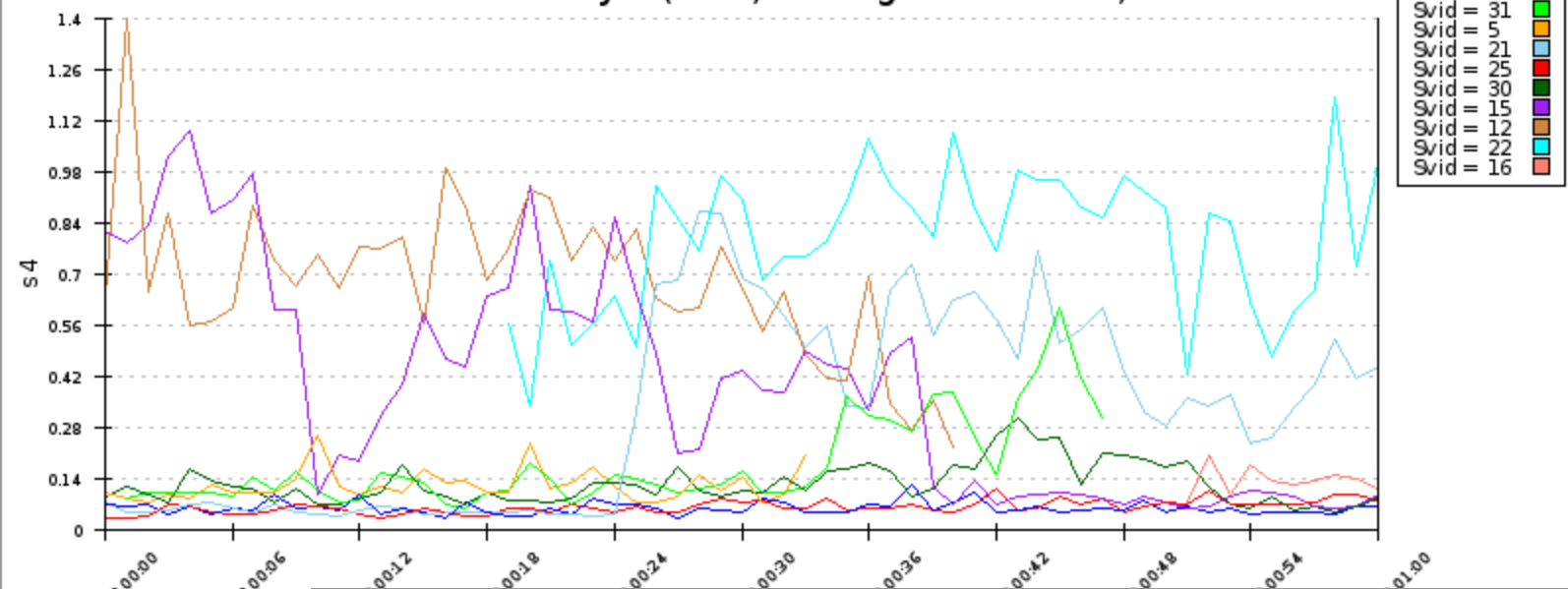
Tabela 8 – Características das sessões de rastreo para posicionamento relativo estático GNSS

Comprimento da linha de base	Ocupação mínima	Observáveis	Tipo de solução	Nº de sessões	Efemérides
0 – 10 km	20 min	$\phi$ L1 ou $\phi$ L1/L2	Fixa	1	Transmitidas ou Precisas
10 – 20 km	30 min	$\phi$ L1/L2	Fixa	1	Transmitidas ou Precisas
10 – 20 km	60 min	$\phi$ L1	Fixa	1	Transmitidas ou Precisas
20 – 100 km	120 min	$\phi$ L1/L2	Fixa/Flutuante	2	Transmitidas ou Precisas
100 – 500 km	240 min	$\phi$ L1/L2	Fixa/Flutuante	2	Precisas
500 – 1000 km	480 min	$\phi$ L1/L2	Fixa/Flutuante	3	Precisas

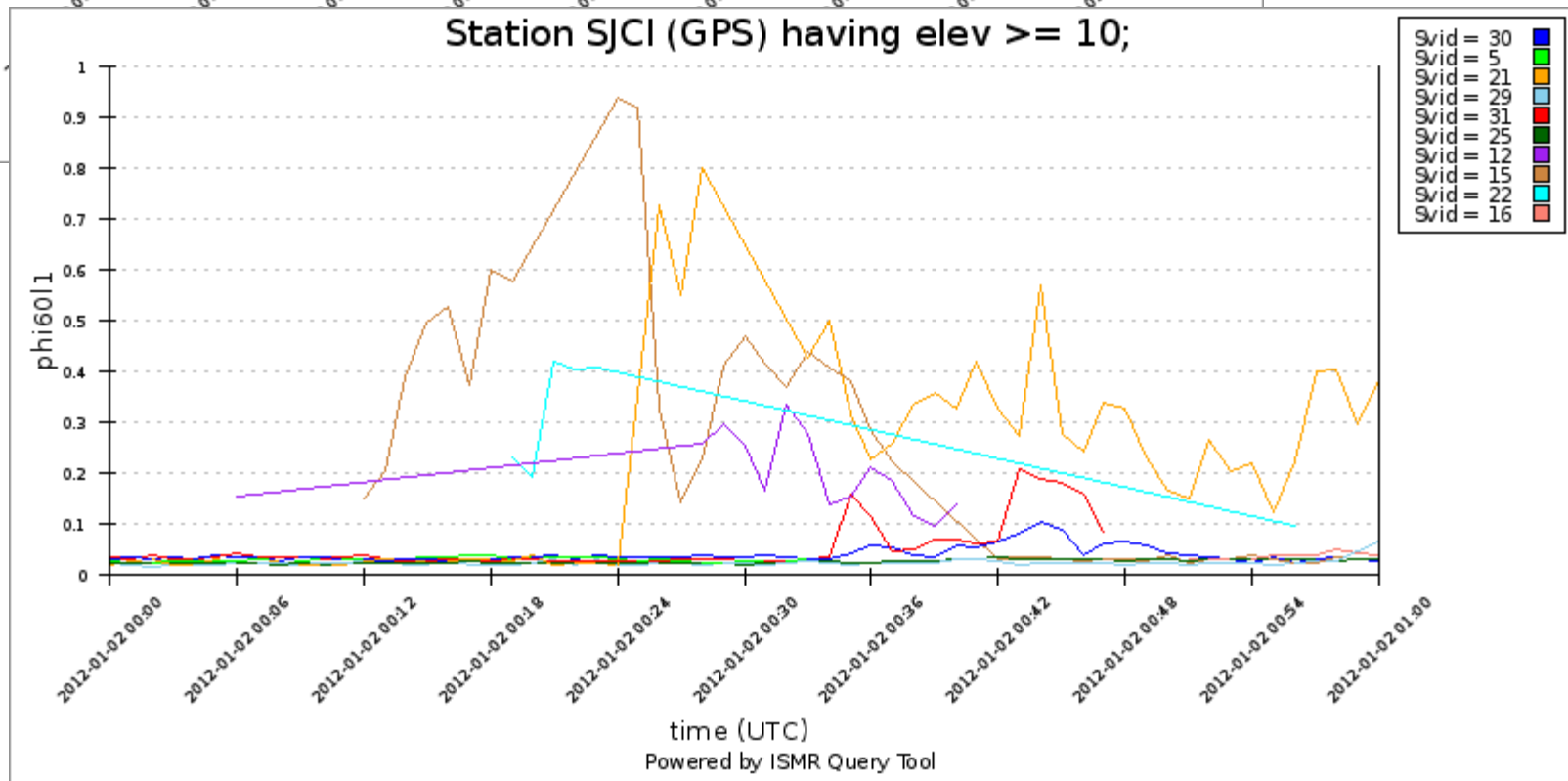


# Experimento III – Fazenda Olinda Taubaté – SP

Station SJCI (GPS) having elev >= 10;

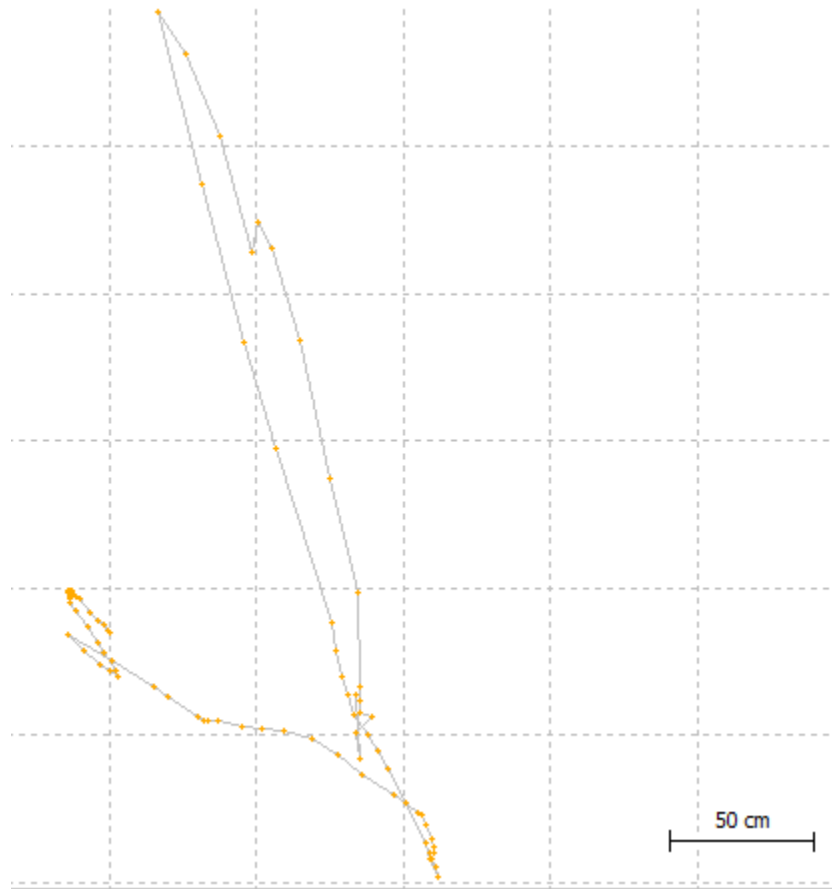


Station SJCI (GPS) having elev >= 10;

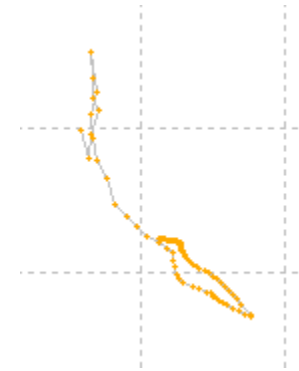


# Georreferenciamento de Imóveis Rurais – LEI 10.267

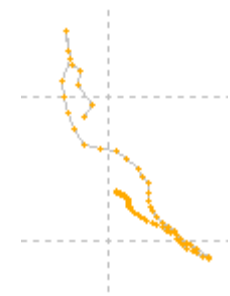
GPS LI



GPS LI + L2



GPS+GLO LI + L2



# Georreferenciamento de Imóveis Rurais – LEI 10.267

Resultados do processamento						
Salvar	Observação	Tipo de solução	Precisão horiz (95%)	Precisão vertical (95%)	RMS	Comprimento
<input type="checkbox"/>	p1 --- 1	Falhou				
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 2	Corrigido	0,005	0,009	0,000	41,936
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 3	Corrigido	0,011	0,020	0,000	39,494
<input type="checkbox"/>	p1 --- 4	Corrigido	0,372	0,316	0,001	39,342
<input type="checkbox"/>	p1 --- 5	Flutuante	1,037	1,131	0,010	94,135
<input type="checkbox"/>	p1 --- 7	Flutuante	0,731	0,796	0,020	92,384

Resultados do processamento						
Salvar	Observação	Tipo de solução	Precisão horiz (95%)	Precisão vertical (95%)	RMS	Comprimento
<input type="checkbox"/>	p1 --- 34	Corrigido	1,579	1,478	0,000	216,023

<input type="checkbox"/>	p1 --- 19	Corrigido	0,517	1,344	0,001	149,169
<input type="checkbox"/>	p1 --- 20	Corrigido	0,113	0,486	0,000	155,486
<input type="checkbox"/>	p1 --- 21	Corrigido	0,754	0,862	0,001	134,837
<input type="checkbox"/>	p1 --- 23	Flutuante	0,533	0,454	0,008	151,370
<input type="checkbox"/>	p1 --- 22	Flutuante	0,783	0,522	0,003	132,791
<input type="checkbox"/>	p1 --- 25	Corrigido	0,202	0,361	0,000	169,185
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 26	Corrigido	0,019	0,016	0,000	182,159
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 24	Corrigido	0,011	0,021	0,001	166,380
<input type="checkbox"/>	p1 --- 28	Corrigido	0,232	0,490	0,005	177,691
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 27	Corrigido	0,039	0,072	0,002	190,137
<input type="checkbox"/>	p1 --- 29	Corrigido	0,273	0,462	0,000	177,233
<input type="checkbox"/>	p1 --- 31	Corrigido	0,604	0,616	0,000	195,850
<input type="checkbox"/>	p1 --- 30	Corrigido	0,145	0,093	0,000	186,235
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 33	Corrigido	0,011	0,019	0,001	209,435
<input type="checkbox"/>	p1 --- 34	Corrigido	1,579	1,478	0,000	216,023
<input type="checkbox"/>	p1 --- 32	Corrigido	0,856	0,643	0,000	203,373
<input type="checkbox"/>	p1 --- 36	Corrigido	0,169	0,256	0,006	227,348
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 37	Corrigido	0,036	0,069	0,002	202,881
<input type="checkbox"/>	p1 --- 38	Corrigido	0,291	0,138	0,007	207,169
<input checked="" type="checkbox"/>	p1 --- 35	Corrigido	0,018	0,030	0,001	234,054
<input type="checkbox"/>	p1 --- 39	Corrigido	0,397	1,867	0,001	237,967
<input type="checkbox"/>	p1 --- 40	Corrigido	0,793	0,712	0,001	251,787

# Atividades de posicionamento

- Agricultura de Precisão - RTK;
- Georreferenciamento de Imóveis rurais (10.267) - RELATIVO;
- Posicionamento Off-Shore - PPP/DGPS.

# Posicionamento OffShore

- Técnicas utilizadas: PPP e DGPS (DGNSS) em forma de backup;
- Estações base até a 300km de distância;
- Transmissão de correções via satélite (PPP) e via link de rádio ou cabos (DGPS);
- Requerimento de acurácia de no mínimo 2.5 metros (Veripos).

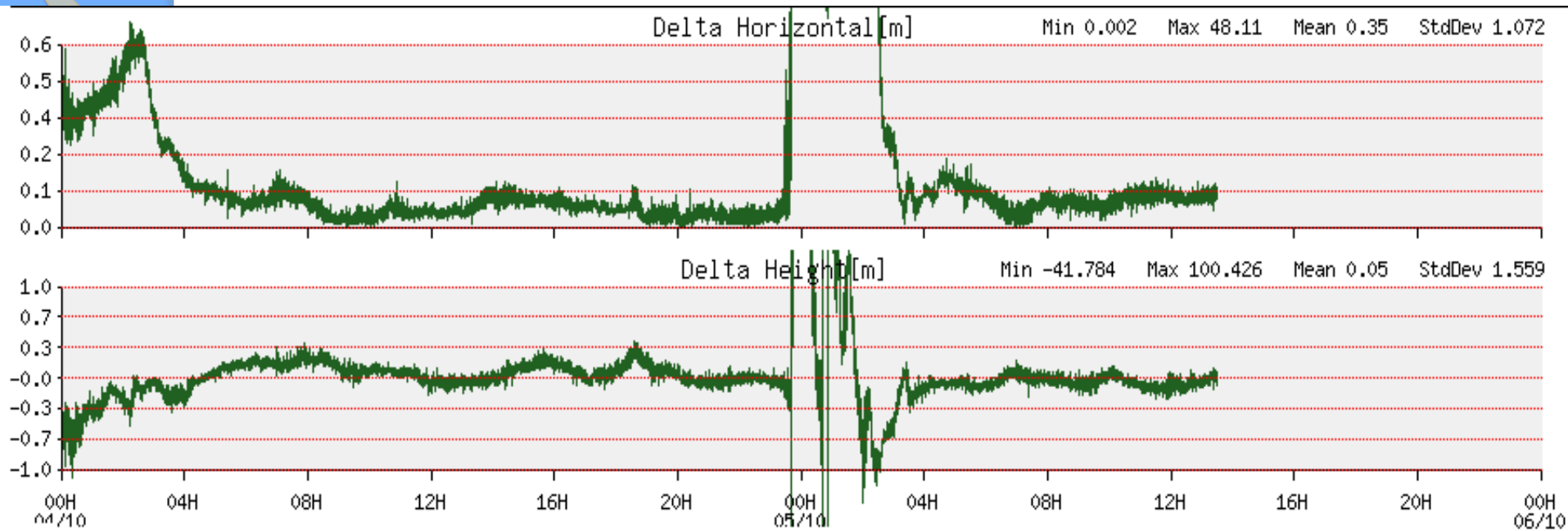


# **Experimento IV – Bacia de Campos**

## **Rio de Janeiro – RJ**



# Posicionamento OffShore

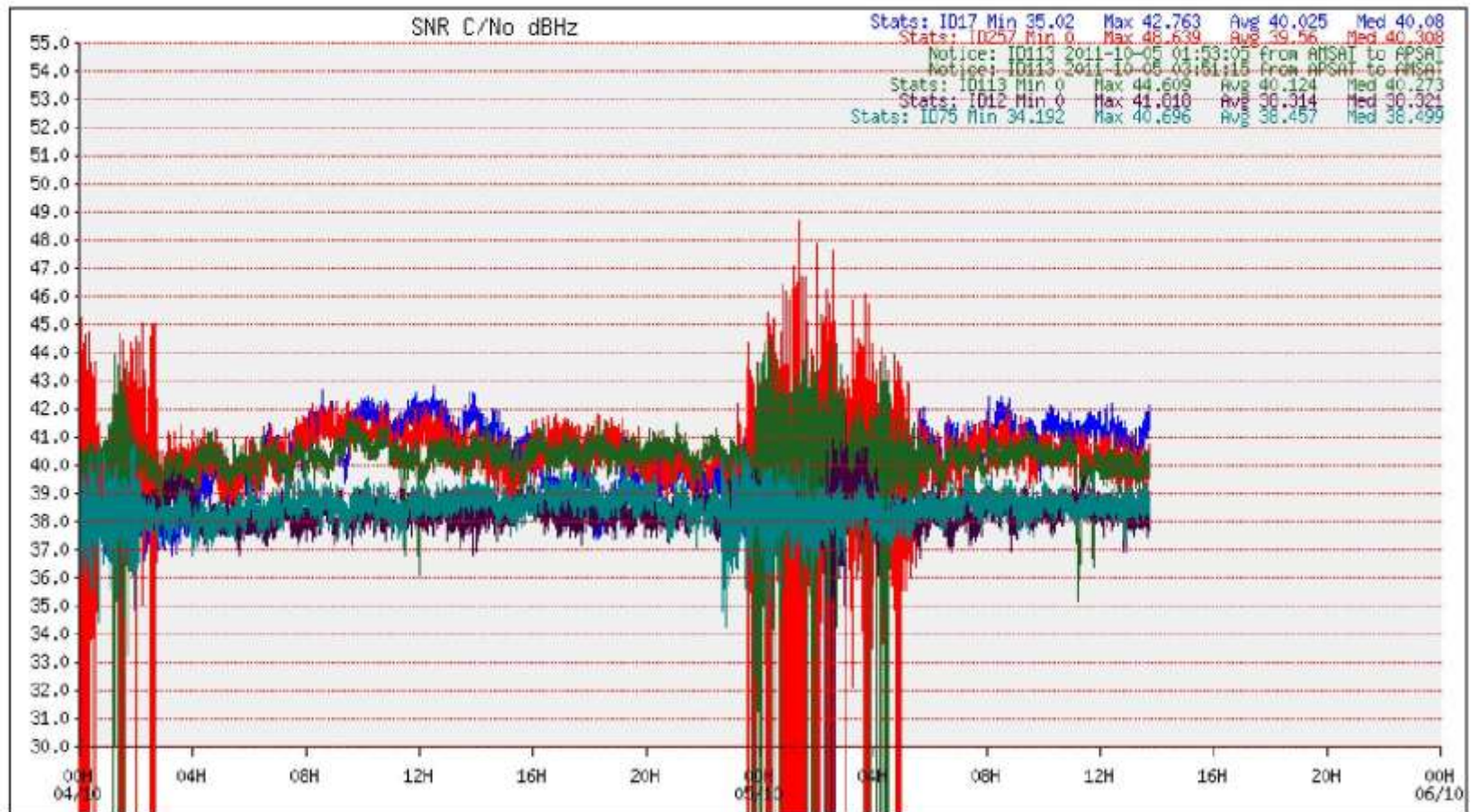


Erro máximo planimétrico: **48.11 metros**

Erro máximo altimétrico: **100.42 metros**

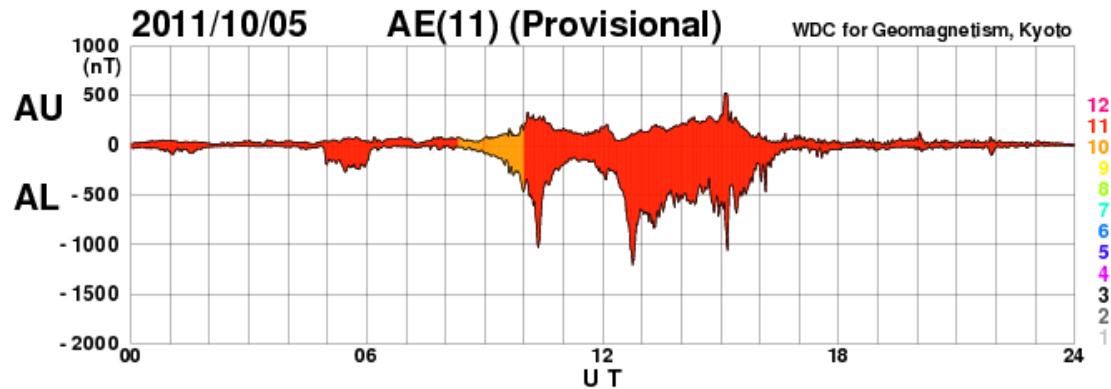
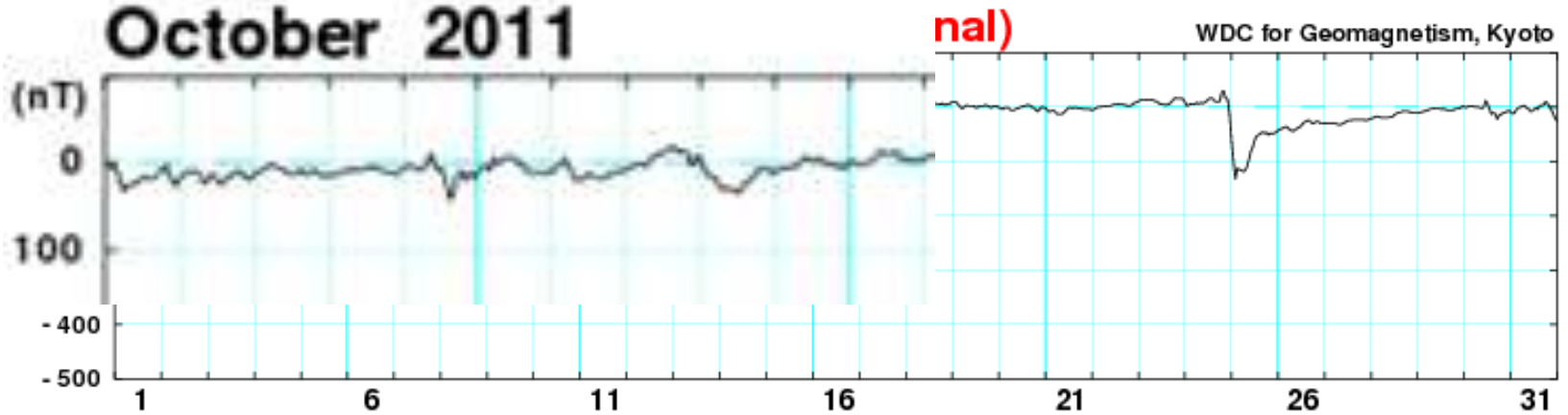
# Posicionamento OffShore

Reference Stations 17-Belem (AMSAT)  
257-Curitiba (AMSAT) 113-Port Of Spain (AMSAT) 12-Curacao (AORWH)  
75-Recife (AORWH)  
From 2011-10-04 00:00:00 to 2011-10-06 00:00:00

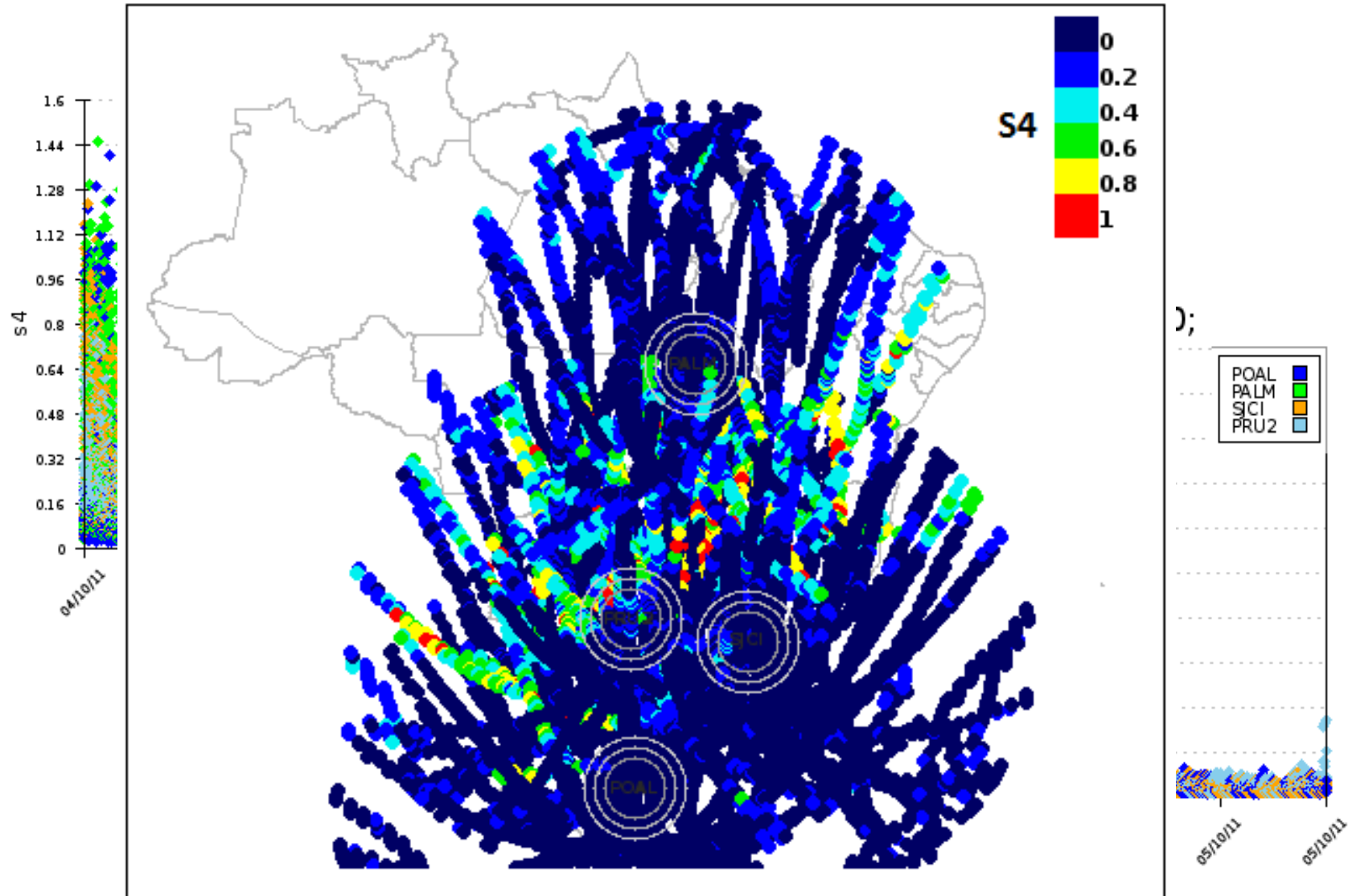


# Posicionamento OffShore

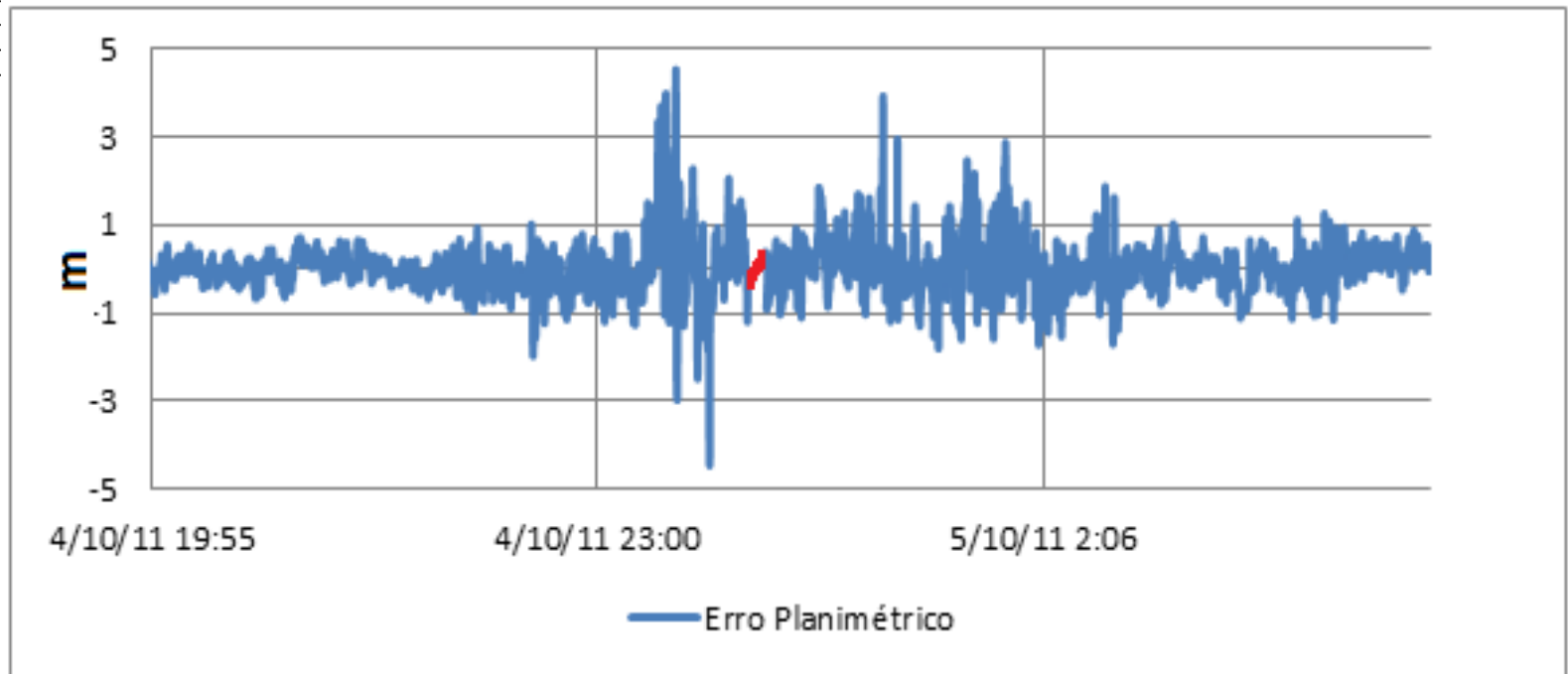
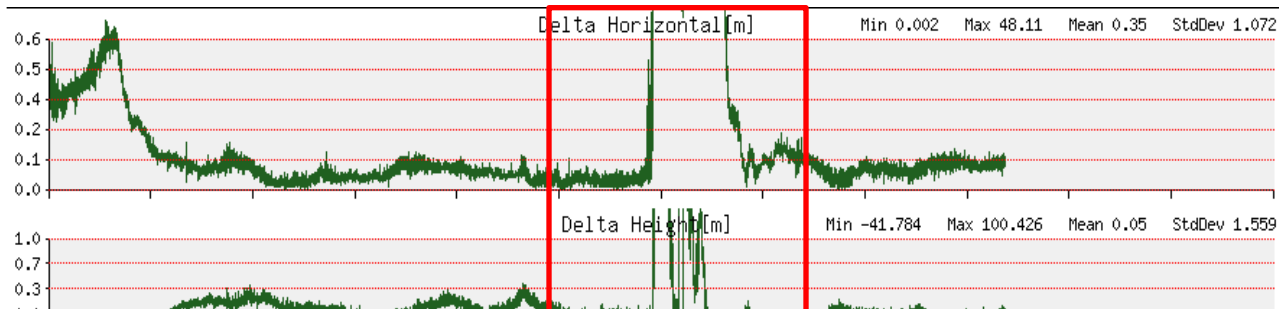
October 2011



# Posicionamento OffShore



# Posicionamento OffShore



# Conclusões

- Necessidade de atenção dos operadores e usuários;
- Conhecimento dos conceitos de Ionosfera, Cintilação e Clima Espacial;
- Uso de equipamentos multi-sinais e multi-constelação;
- Fontes de dados disponíveis para planejamento de campanhas.

# Trimble Online Planning

→ ↻ www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/#/IonoMap



GNSS Planning Online

Copyright © 2013 Trimble Navigation Ltd.  
Versão: 2.3.4835

- Configurações
- Biblioteca de satélites
- Elevação
- Número de satélites
- DOPs
- Visibilidade
- Gráfico do céu
- Visualização mundial
- Mapa da Iono
- Informações da Iono

Mapa da Iono ⓘ



Iono Information Displayed: Scintillation ▾

Fazendo download (38%) 05/03/2013 22:40:00 ...

05/03/2013 22:00:00

Local: S 22.1257°; O 51.3862°; 450m Sistema(s) de satélite: GPS; Glonass; Galileo; BeiDou; QZSS  
Hora local: 05/03/2013 21:00 - 06/03/2013 21:00 (UTC-3) Máscara: 15°  
Fuso horário: (GMT-03:00) Brasília

# Banco de dados CIGALA / CALIBRA

la-calibra.fct.unesp.br/is/ismrtool/view/View.php#

Rede de Estações

CIGALA

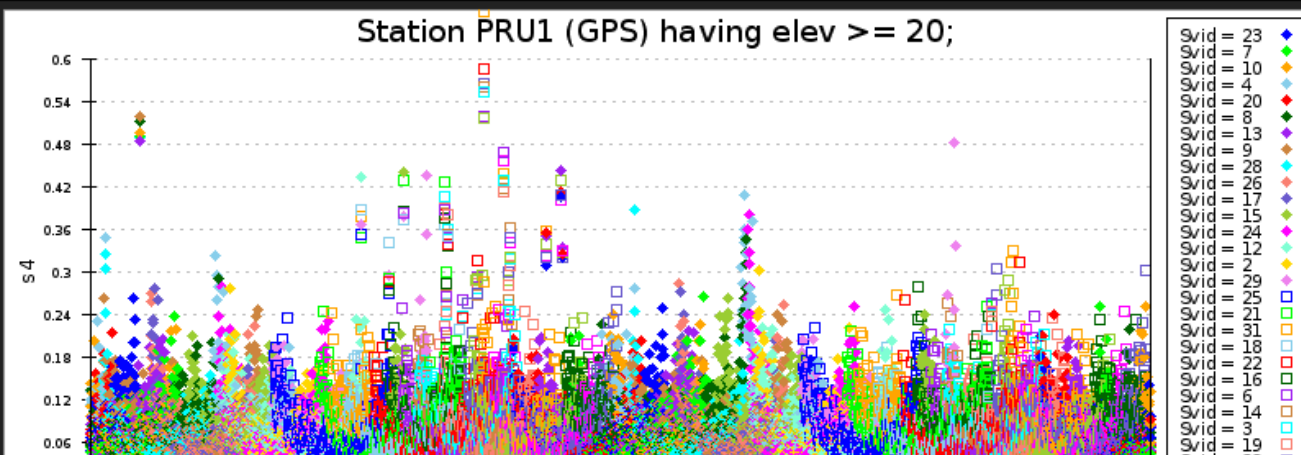
CALIBRA

ISMR Query Tool

Publicações

Admin

Date/time interval	2013-06-06 00:00	2013-06-07 23:59	X-Axis / Label	Continuous Time	time (UTC)
Station(s)	PRU1		(Plot 1) Y-Axis / Label	s4	s4
Satellite(s)	GPS		(Plot 2) Y-Axis / Label	off	
S4	>=	and	Size & Color	800 x 400	Change Color
Elevation angle	>=	20	Title	Station PRU1 (GPS) having elev >= 20;	
phi6011	>=	and	Footer text	Powered by ISMR Query Tool	
(Custom Filters)	Empty		<input type="button" value="Plot"/> <input type="button" value="Clear all Images"/> <input type="button" value="Reset Filters"/>		





# EMBRACE

Acesso à Informação

BRASIL



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

EMBRACE  
Estudo e Monitoramento  
Brasileiro do Clima Espacial



Home

Sol

Meio Interplanetário

Terra/Atmosferas

Terra/Campo Magnético

Boletim

Contato



## O Programa

Introdução

Definição

Estrutura

Equipamentos

Satélites

## Produtos

TEC Supim (Previsão)

TEC Map

Callisto

Rede de Magnetômetros

Cintilação - Índice S4

Ionossondas

## Áreas de Interesse

Gnss/Gps

Telecomunicações

Sistemas de Solo

Satélites e Sistemas Espaciais

Acadêmico

Índices e Dados



## Boletim Clima Espacial



Existem seis regiões ativas (NOAA 1718, 1719, 1721, 1722, 1...

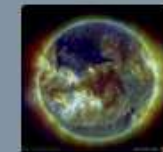


Nos últimos 3 dias, houve a chegada de uma onda de choque...



A ionosfera e a magnetosfera estão calmas desde ontem, apes...

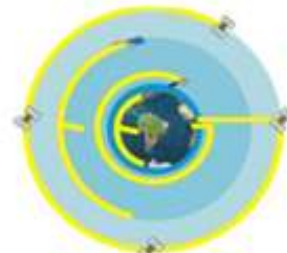
## SOL - Tempo Real



SDO-AIA Composite 211, 193, 171



Muito Obrigado!



Grupo de Estudos em  
Geodésia Espacial

mammendonca@gmail.com