

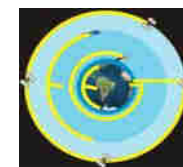


# I Workshop da RBMC

## Estimativa da IFB dos satélites e receptores da RBMC

**Paulo de O. Camargo – *Depto de Cartografia/PPGCC***  
**Jéssyca M. da Silva Pestana – *Curso Eng. Cartográfica***  
**FCT/UNESP – Presidente Prudente, SP**

São Paulo, 19 de junho de 2013



# SUMÁRIO

- Introdução
- Metodologia
- Experimentos
- Considerações e conclusões.

# INTRODUÇÃO

- A estimativa do conteúdo total de elétrons (TEC) é influenciado pelo erro sistemático designado de IFB - *Inter-frequency bias*.
- IFB é causado por atrasos no caminho do sinal GNSS ao percorrer o *hardware* do satélite e do receptor, e o cabo que conecta a antena ao receptor.
- Neste trabalho tem-se como objetivo estabelecer uma metodologia para a estimativa relativa das IFBs dos satélites GPS e receptores da RBMC.

# METODOLOGIA

## **Estimativa das IFBs dos satélites e receptores**

- Estimadas juntamente com o TEC, a partir a dados GPS coletados com receptores de dupla frequência (combinação linear livre da geometria) .
- Na derivação do modelo, erros devido ao não sincronismo do relógio do satélite e do receptor, efemérides e refração da troposfera são negligenciados, já que seus efeitos contaminam ambas as frequências da mesma maneira e não afetam a validade dos resultados.

## Metodologia

- O modelo é baseado na diferença entre as pseudodistâncias:

$$P_{2r}^s - P_{1r}^s = I_{2r}^s - I_{1r}^s + (S_{p2}^s - S_{p1}^s) + (R_{p2} - R_{p1}) + \varepsilon_{p21}$$



$$I_{2r}^s - I_{1r}^s = 40,3 \text{ TEC}^s \frac{f_1^2 - f_2^2}{f_1^2 f_2^2}$$

$$F^{\text{TEC}}(P_{2r}^s - P_{1r}^s) = \text{TEC}_r^s + F^{\text{TEC}}[(S_{p2}^s - S_{p1}^s) + (R_{p2} - R_{p1})] + F^{\text{TEC}}\varepsilon_{p21}.$$



$$F^{\text{TEC}} = f_1^2 f_2^2 / 40,3 - (f_1^2 - f_2^2)$$

## Metodologia

$$F^{\text{TEC}}(P_{2r}^s - P_{1r}^s) = \frac{\text{VTEC}}{\cos Z_r^s} + F^{\text{TEC}}[(S_{p2}^s - S_{p1}^s) + (R_{p2} - R_{p1})] + F^{\text{TEC}}\epsilon_{p21}$$

$$\begin{aligned} \text{VTEC} = & a_1 + a_2 B^s + \sum_{\substack{i=1 \\ j=2i+1}}^{n=4} \left\{ a_j \cos(i B^s) + a_{j+1} \sin(i B^s) \right\} \\ & + a_{n*2+3} h^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ j=2i+10}}^{m=4} \left\{ a_j \cos(i h^s) + a_{j+1} \sin(i h^s) \right\} \end{aligned}$$

## Metodologia

- Deficiência de característica do sistema de equações normais:
  - Os centros de análises do IGS introduzem a imposição (injunção funcional) de que a média das estimativas das IFBs dos satélites seja nula (*zero-mean*).
  - Mod\_Ion: as IFBs dos receptores e dos satélites são determinadas em relação a um receptor tomado como referência (injunção absoluta ou relativa)

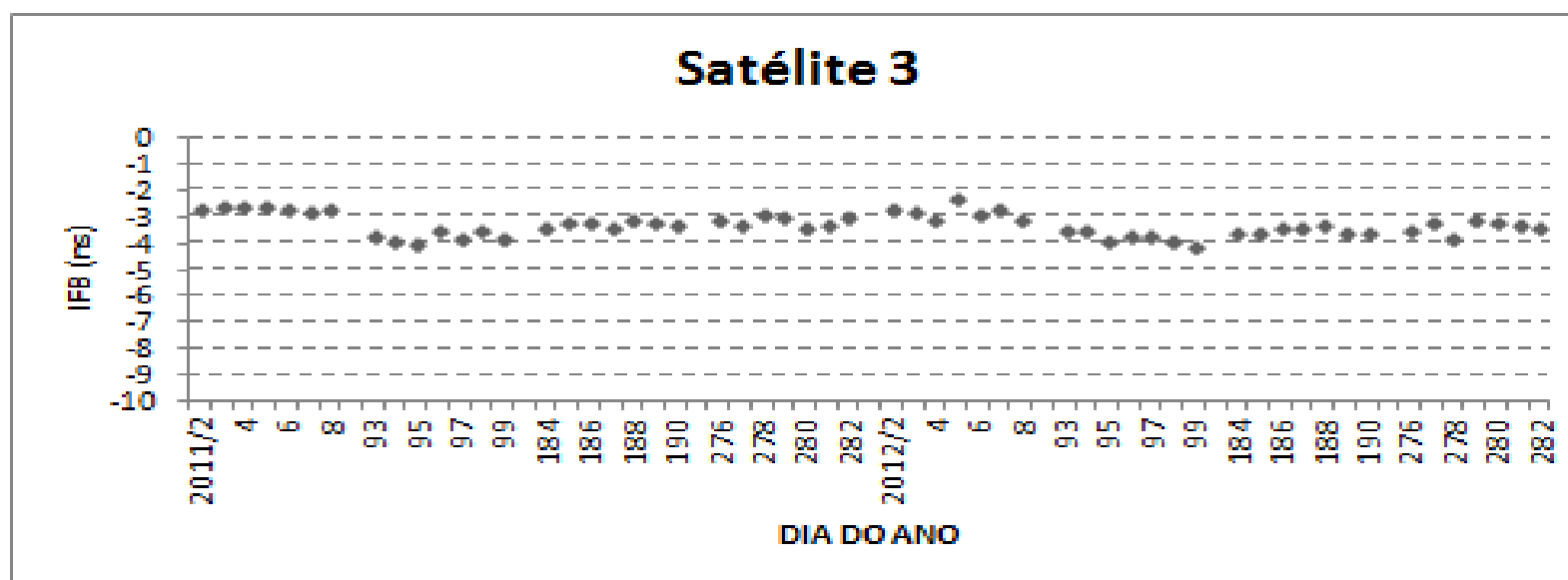
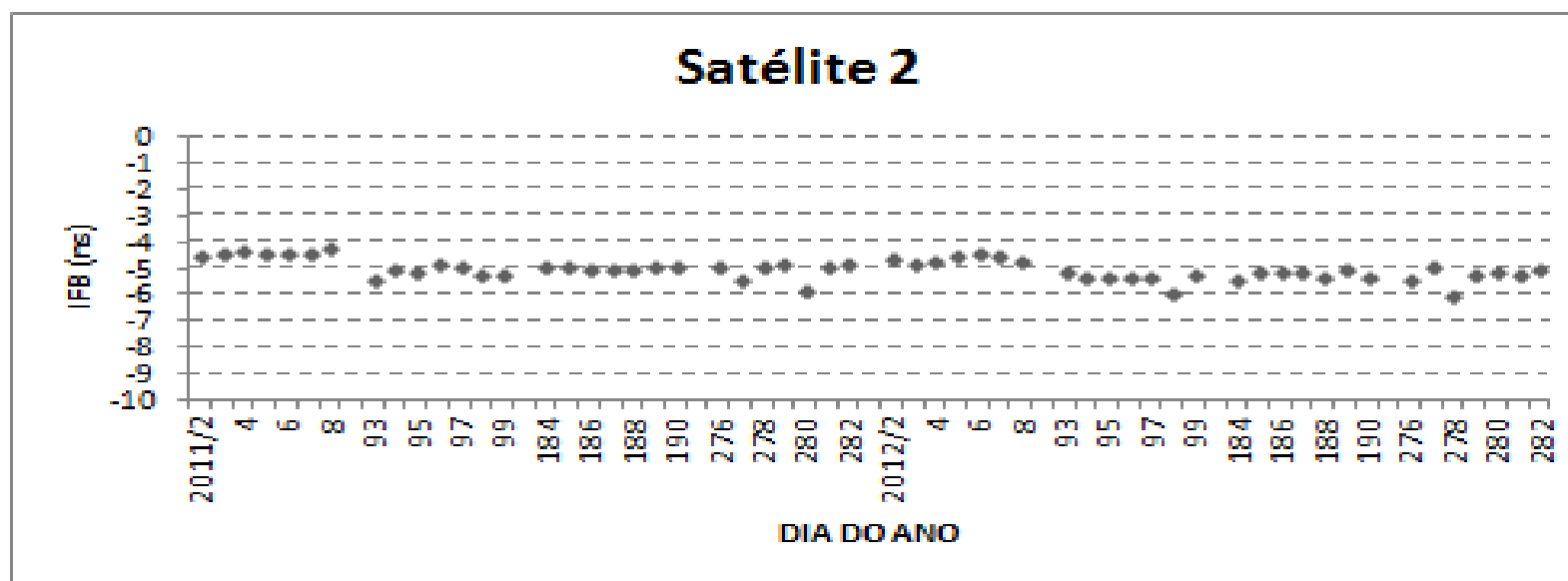
# EXPERIMENTOS

- Período analisado => Janeiro de 2011 a Outubro de 2012, com intervalos de três meses, considerando 7 dias em cada mês.
- Estimadas IFBs de  $\sim 80$  estações da RBMC e de todos satélites GPS.
- A estação BELE foi injuncionada de forma absoluta com IFB igual a zero.

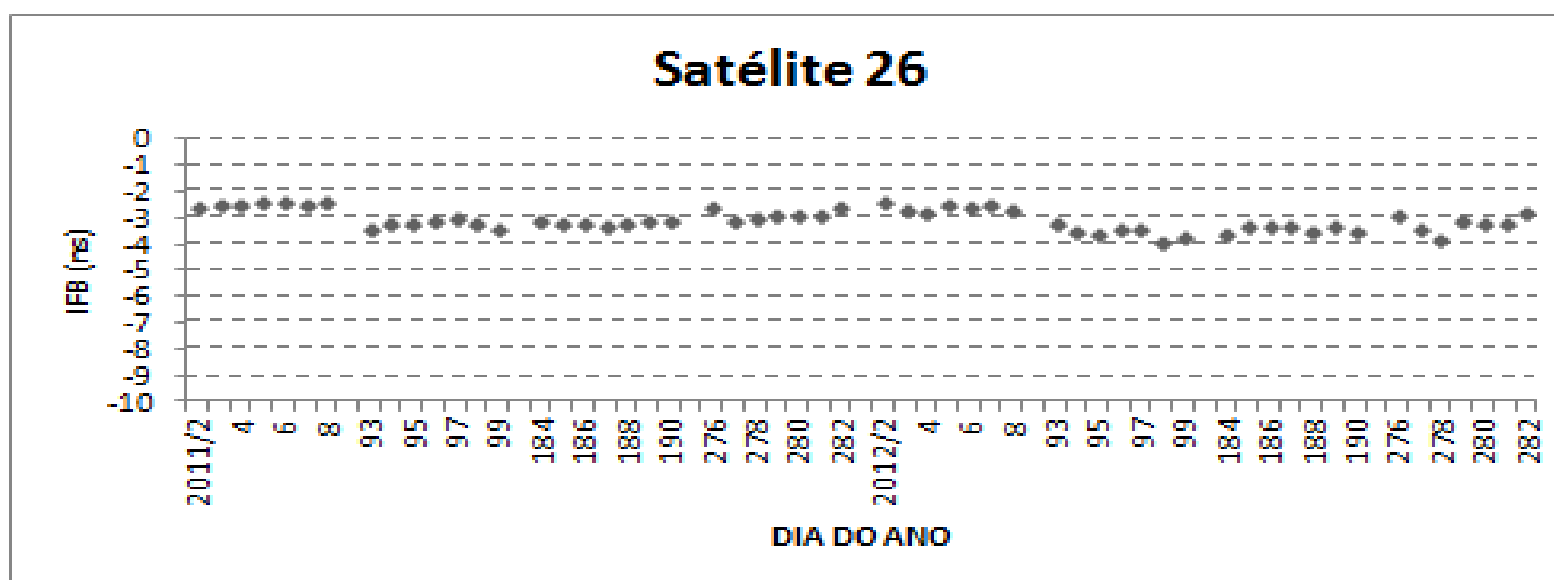
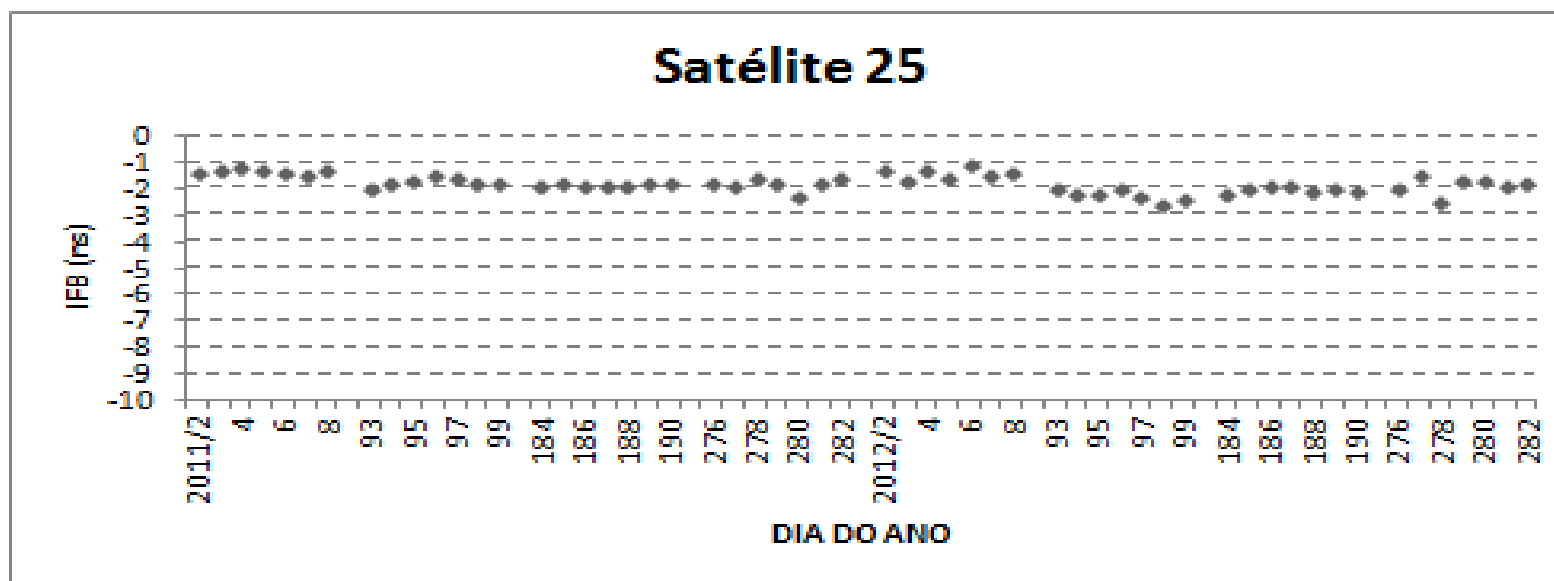


## Experimentos:

## IFBs Satélites

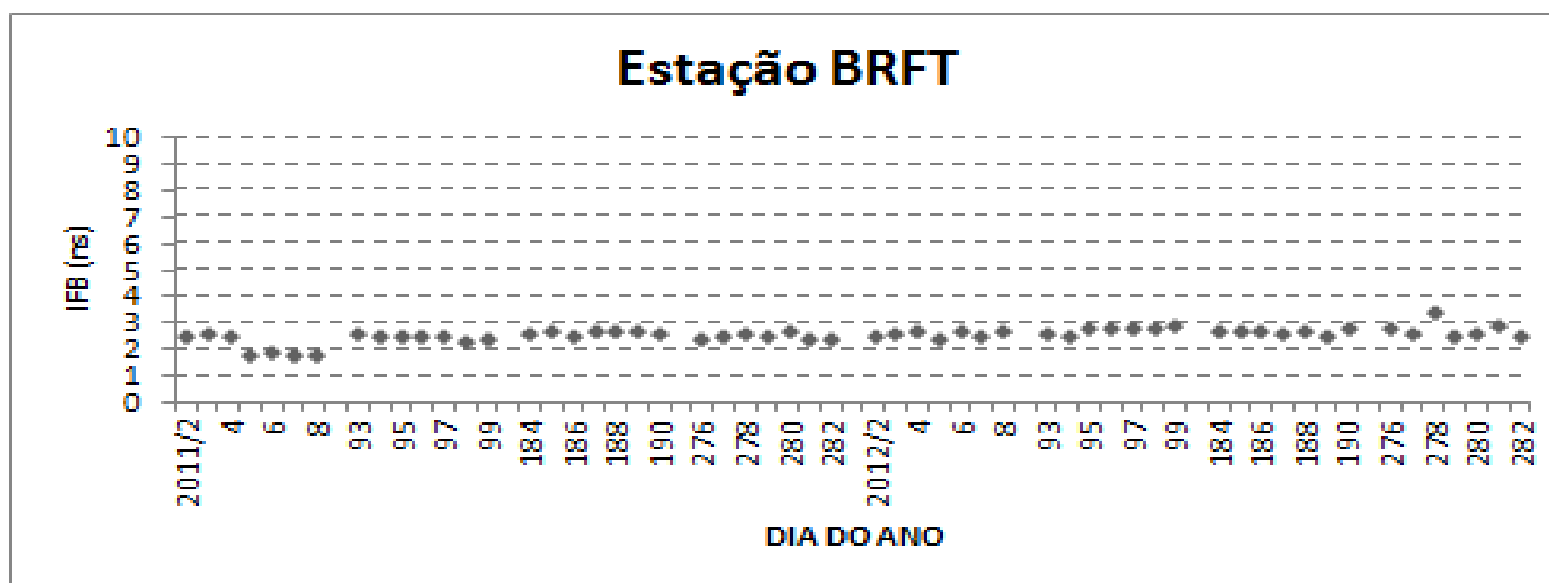
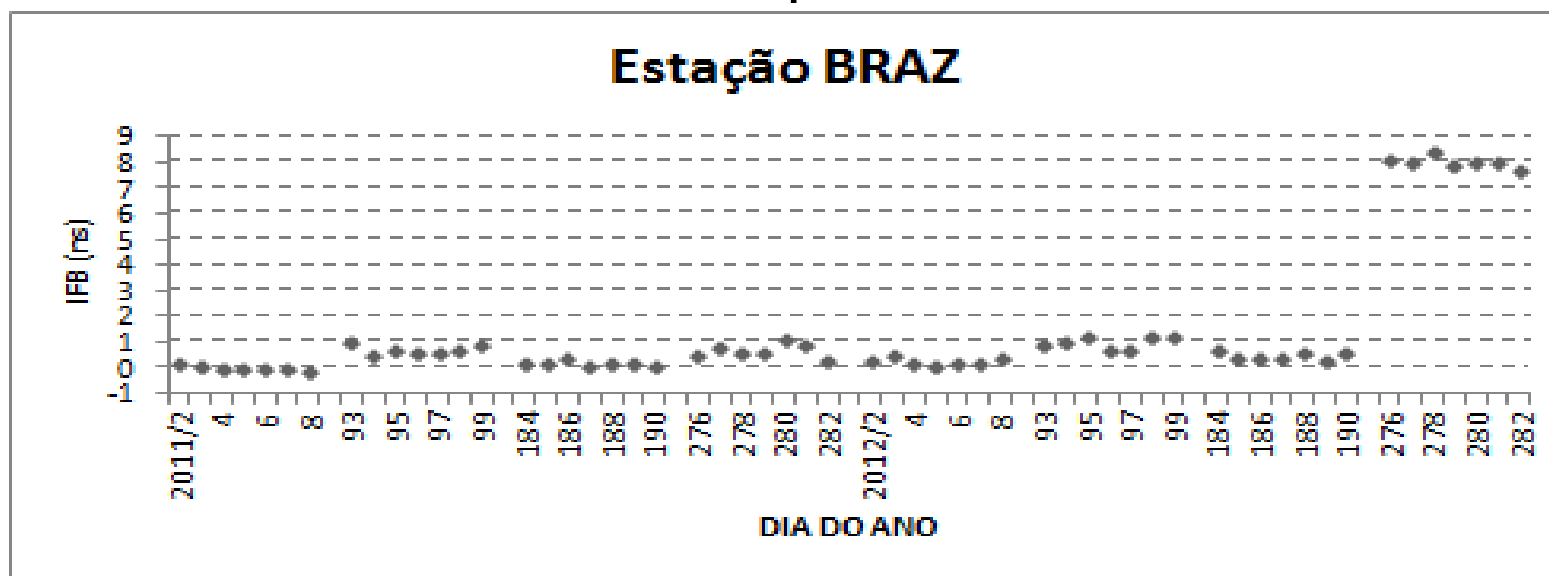


## Experimentos: IFBs Satélites

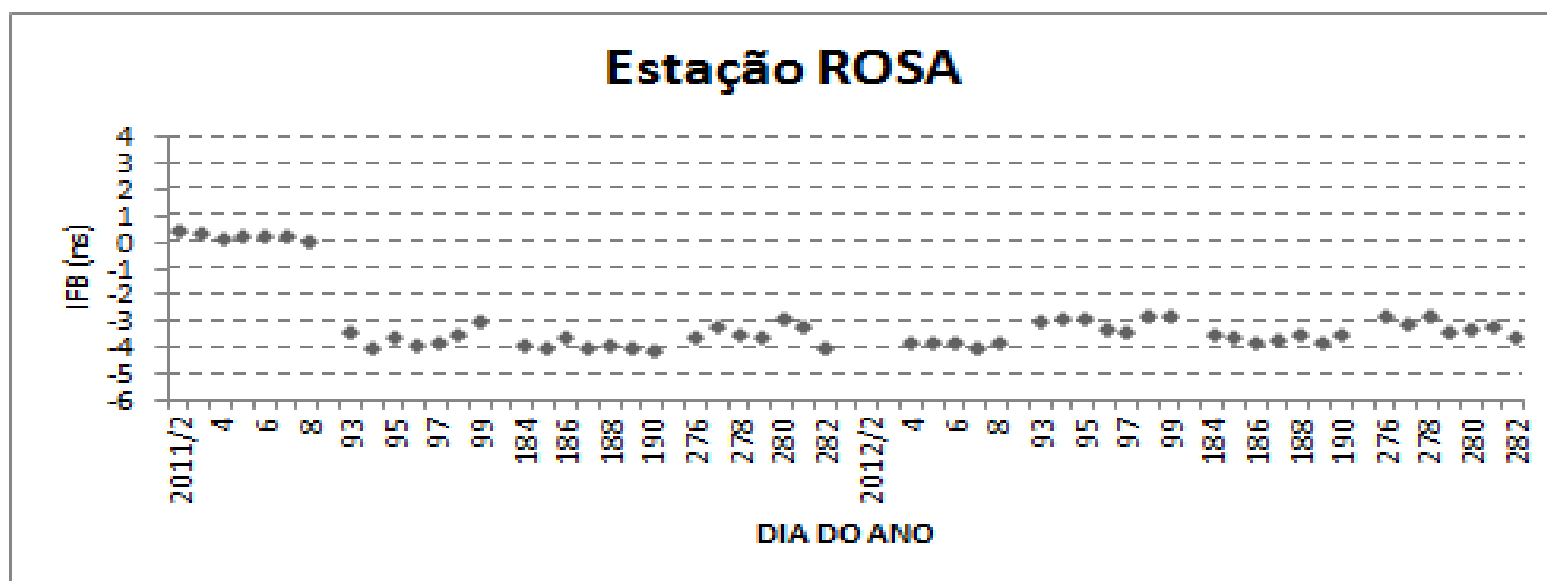
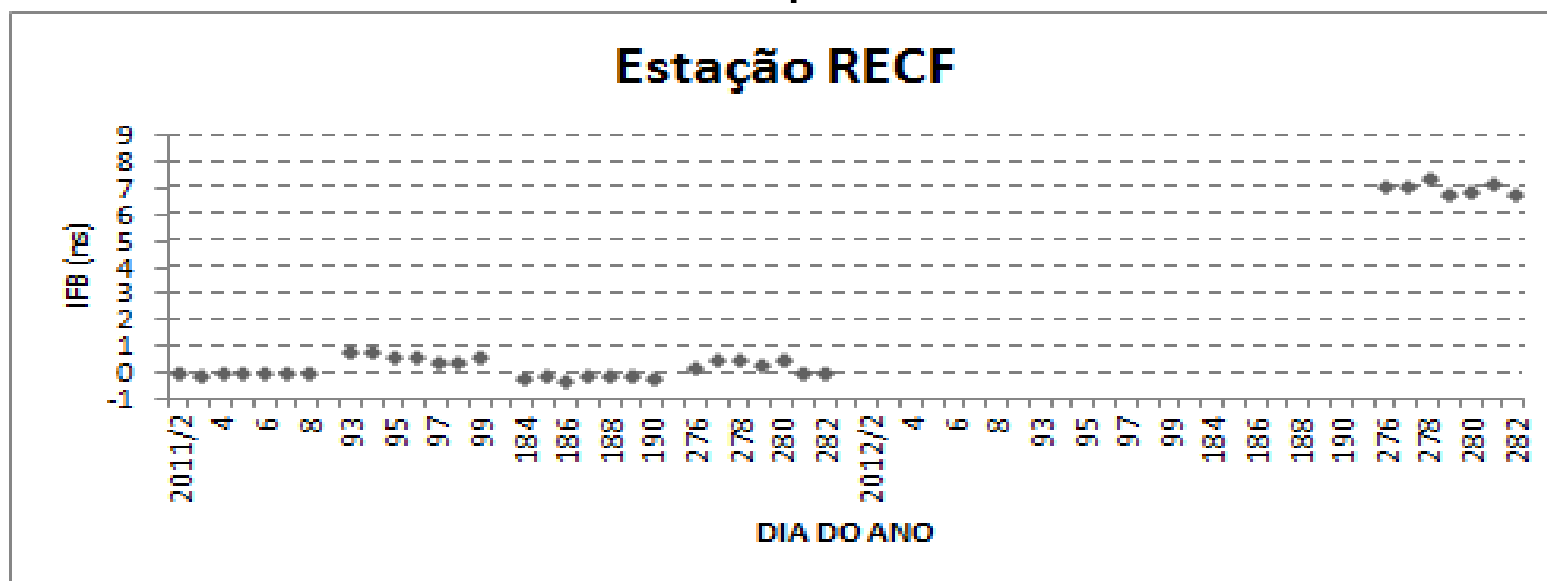


## Experimentos:

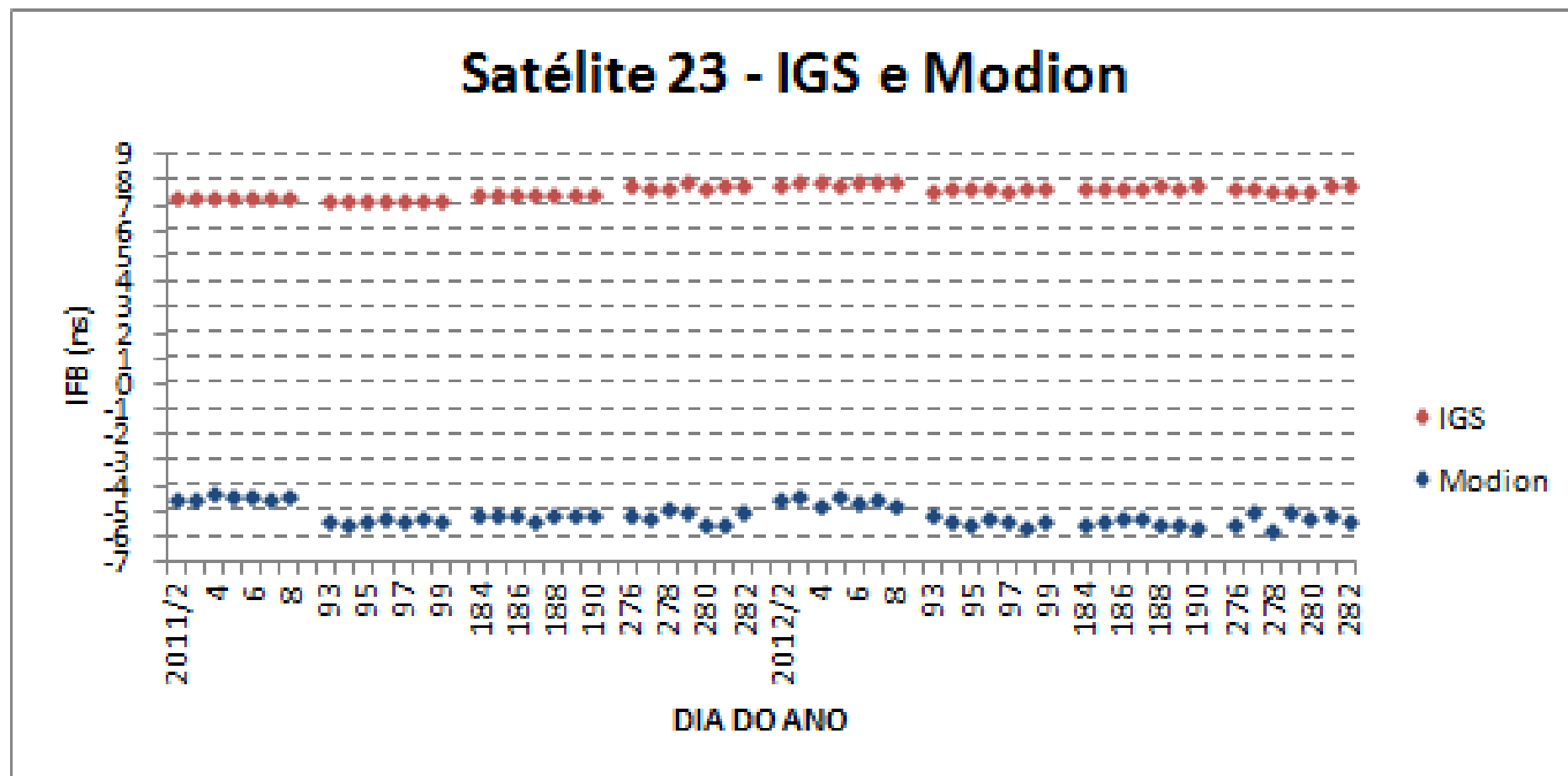
## IFBs Receptores



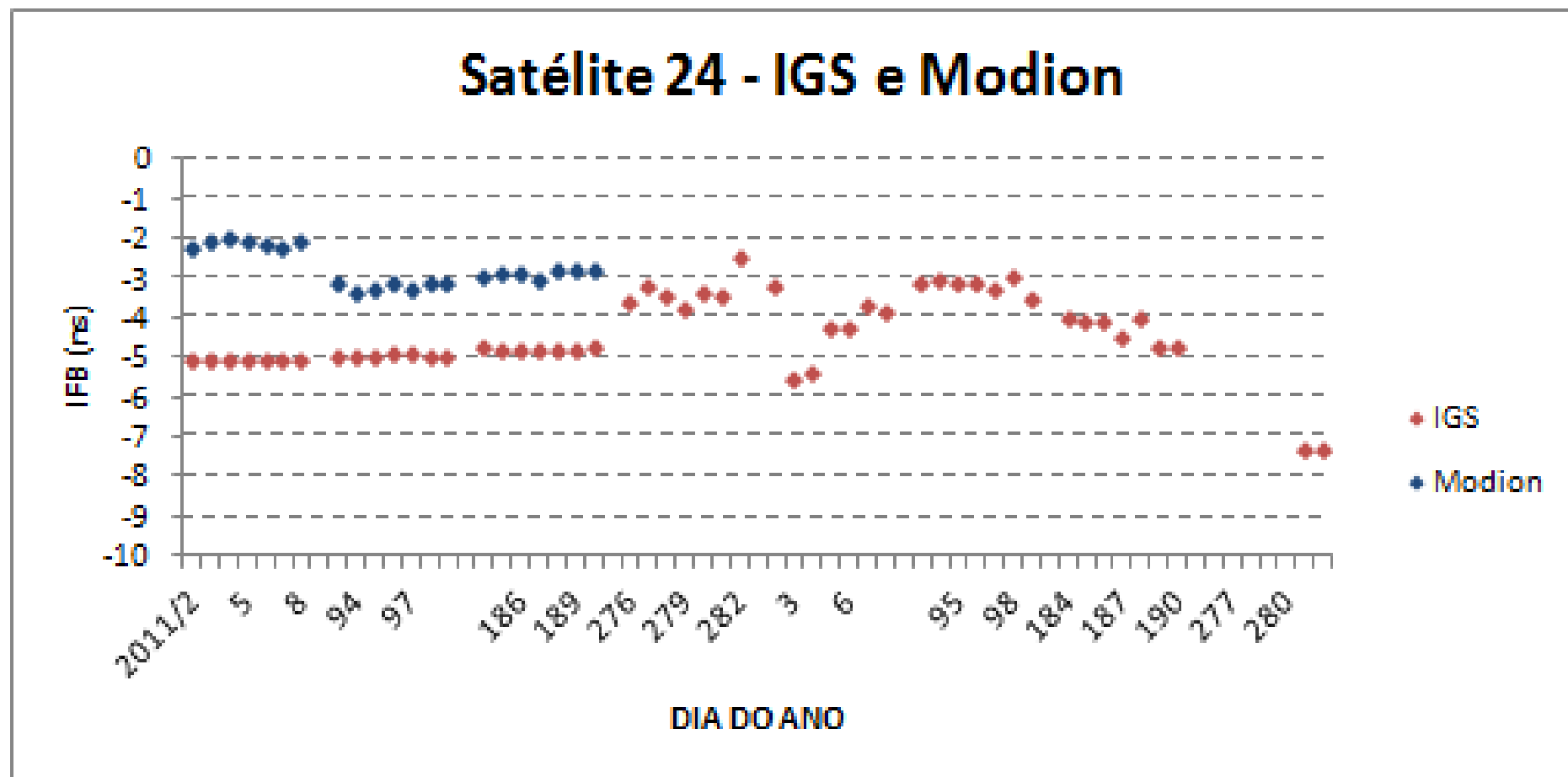
## Experimentos: IFBs Receptores



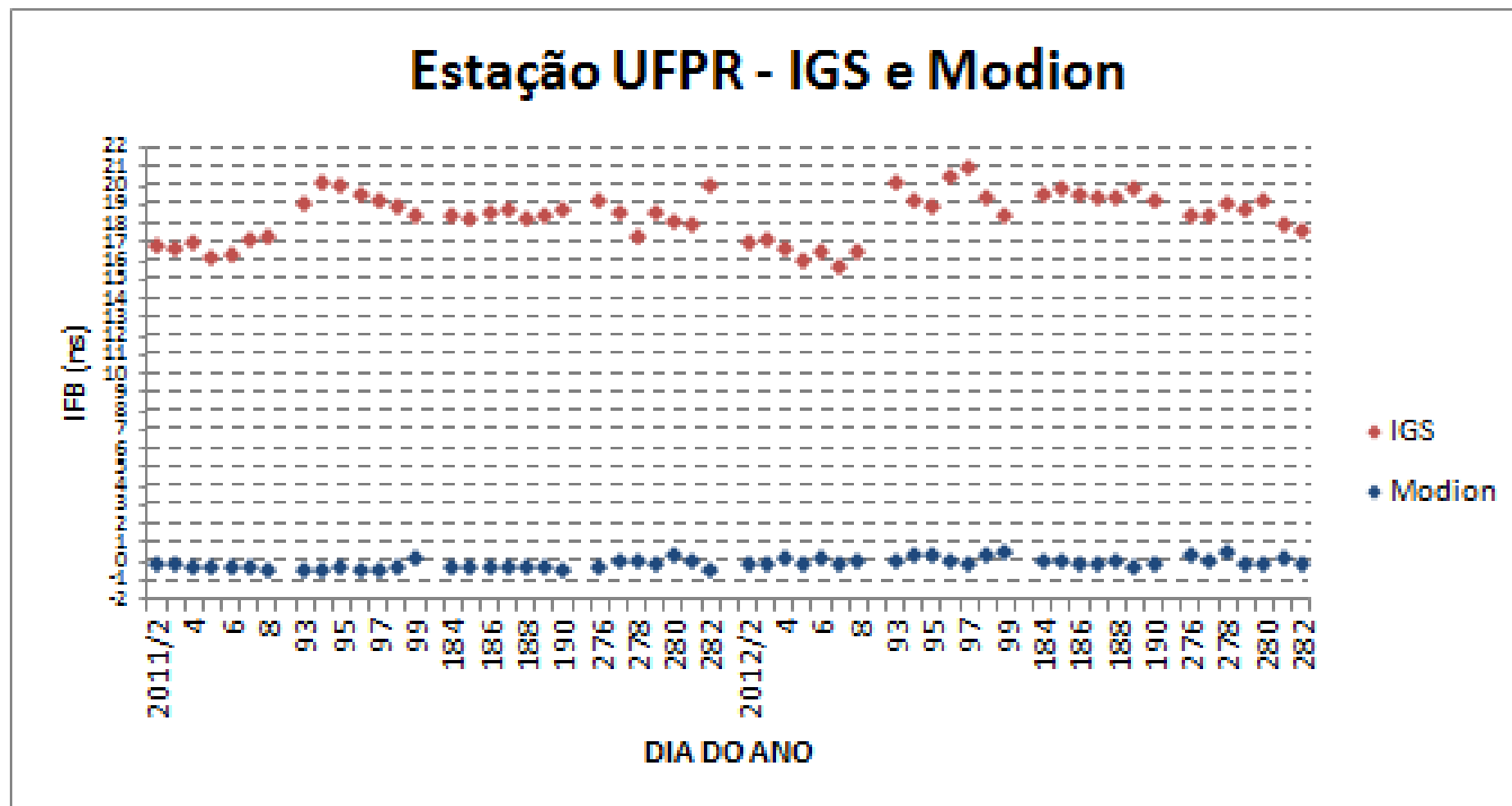
## Experimentos: IFBs Satélites



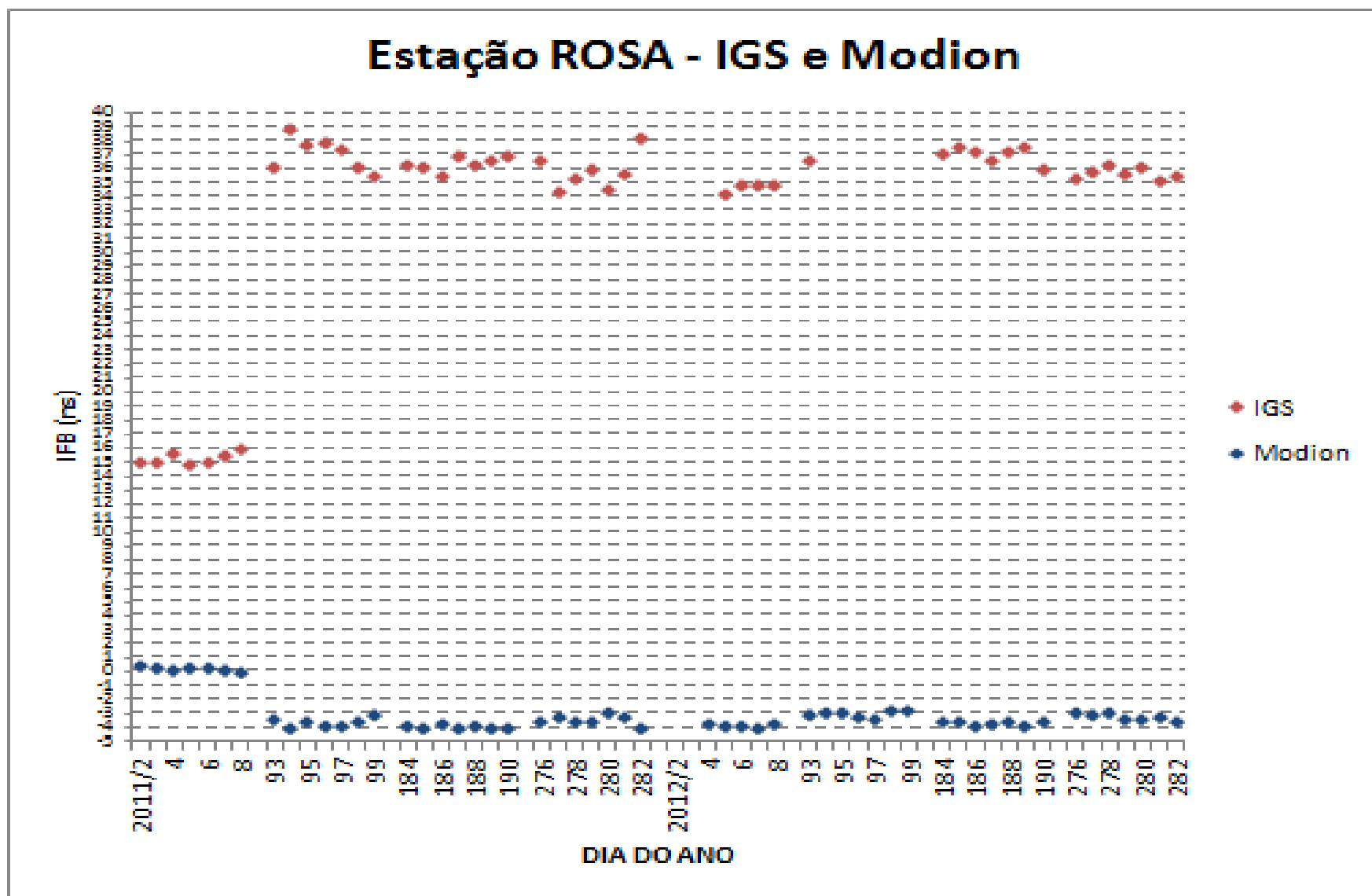
## Experimentos: IFBs Satélites



## Experimentos: IFBs Receptores



## Experimentos: IFBs Receptores





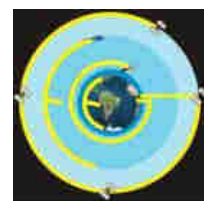
## CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

- Nesta primeira etapa da pesquisa teve-se como objetivo estimar as IFBs dos receptores e satélites, com relação a estação BELE.
- As IFBs mostraram um comportamento sazonal ao longo do período considerado.
- Nota-se também que cada conjunto receptor/antena tem o seu próprio IBF.

## Considerações e conclusões

- Os resultados obtidos ainda estão sendo analisados (PIBIC/CNPq).
- Na próxima etapa do projeto, os receptores da rede LISN (*Low Latitude Ionospheric Sensor Network*), que foram calibrados serão introduzidos como injeção na determinação das IFBs dos receptores da RBMC.

## AGRADECIMENTOS



**Muito obrigado pela atenção**