

XIII Colóquio Brasileiro
de Ciências
Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

25 Anos

*Conectando mentes e
provendo conhecimento*

EFEITO DO ECLIPSE SOLAR TOTAL DE 14 DE DEZEMBRO DE 2020 NO POSICIONAMENTO POR PONTO SIMPLES

Matheus Albuquerque de Melo¹, Wagner Carrupt Machado²

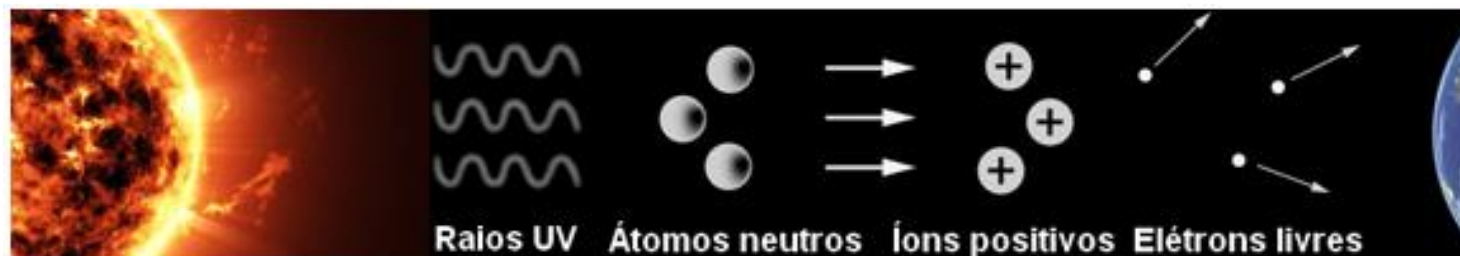
¹ Universidade Federal de Uberlândia/ EAC

² Universidade Federal de Uberlândia/ IGESC

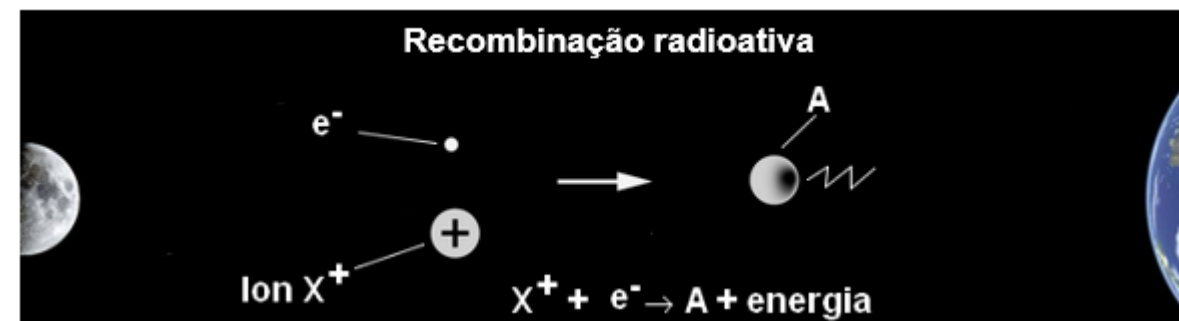
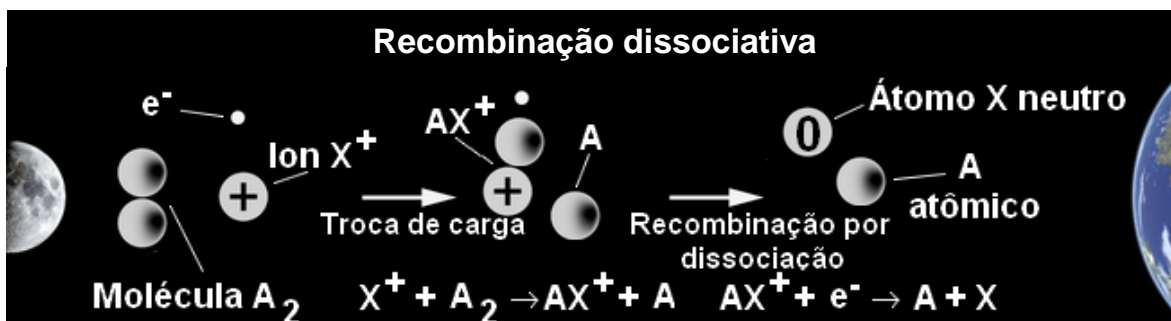
Introdução

- **Formação da ionosfera:**

- associada à incidência das radiações solar e cósmica sobre os gases presentes na atmosfera terrestre:

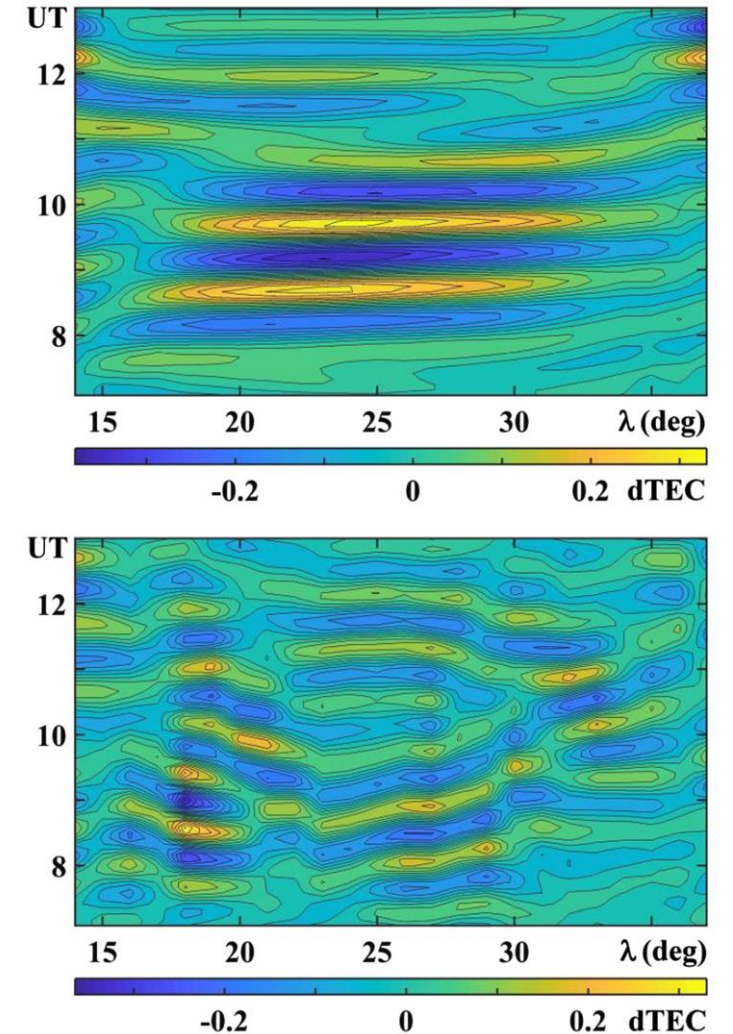


- recombinação dos íons e elétrons no período sem incidência de radiação solar:



Introdução

- **Estudos sobre o impacto de eclipses solares sobre a ionosfera:**
 - diminuição da ionização;
 - a propagação de ondas gravitacionais atmosféricas (AGW) que provocam distúrbios móveis na ionosfera (TID);
 - a diminuição do conteúdo eletrônico total (TEC) e os TID variam de eclipse para eclipse.
- **Exceções:** diminuição e aumento do TEC em certas regiões próximas à trajetória do eclipse, possivelmente impulsionados pelos TID.

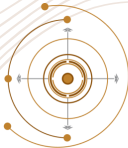


Objetivo

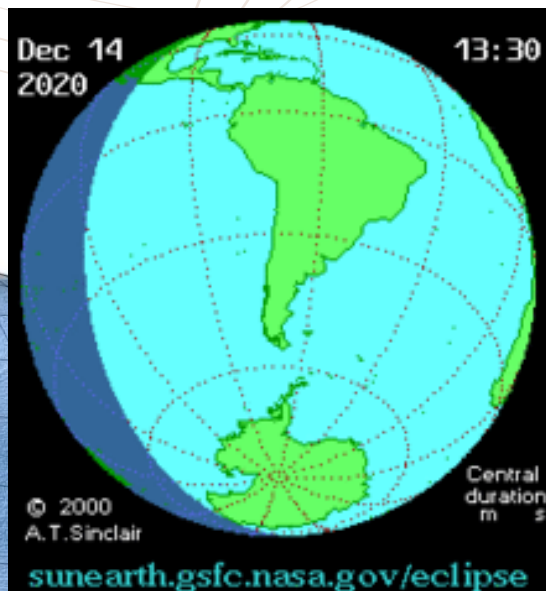
- Investigar o efeito do eclipse solar total de 14 de dezembro de 2020 sobre a ionosfera e o posicionamento por ponto simples com GNSS (PPS)



<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/12/14/veja-fotos-do-eclipse-solar-total-na-america-do-sul.ghtml>



O eclipse



Fonte: Adaptado de NASA (2022)

- Início: 14h24min35s (UTC) no sul do Oceano Pacífico;
- Passou pelo Chile e Argentina entre 16h00min e 16h23min (UTC), e
- Se encerrou às 17h59min44s (UTC) no sul do oceano Atlântico, próximo à costa da Namíbia.

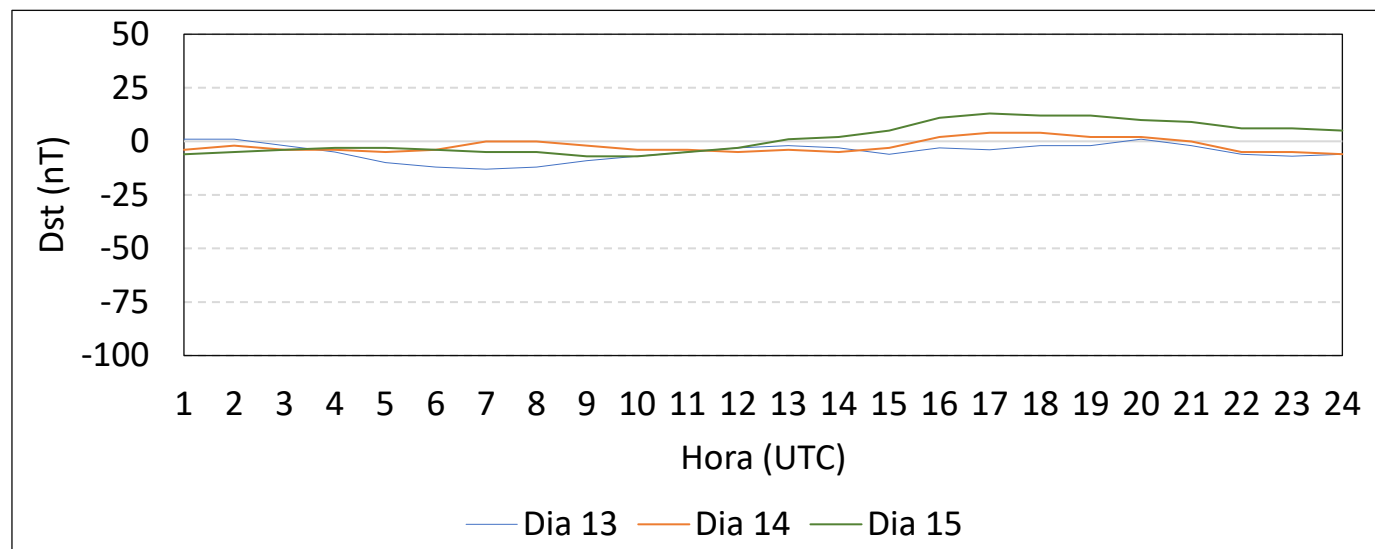
Dados

- Dados GNSS das estações da RBMC e RAMSAC dos dias 13, 14 e 15 de dezembro de 2020;
- Séries temporais do TEC na direção vertical (VTEC);
- Diferenças de posicionamento tridimensional gerados a partir do processamento dos dados GNSS com o calculado pelo órgão responsável pela estação.



Condições da ionosfera e do campo geomagnético

Dia	f10.7 cm (sfu)			
	18:00h	20:00h	22:00h	Média
13/12/2020	78,8	78,1	78,4	78,43
14/12/2020	80,6	80,4	80,6	80,53
15/12/2020	80,8	80,3	81,3	80,80



- Fluxo de radiação solar no comprimento de onda f10.7cm medidas em Princeton, obtidas do NRCAN (Tabela);
- Índice Dst (*Disturbance Storm Time*) disponibilizados pela Kyoto University (Gráfico);
- A atividade solar e condição geomagnética não sofreram variações significativas durante o período de interesse.

Análise da ionização


scientific reports

[Explore content](#) ▾ [About the journal](#) ▾ [Publish with us](#) ▾

[nature](#) > [scientific reports](#) > [articles](#) > article

Article | [Open access](#) | Published: 09 November 2020

Ionospheric monitoring with the Chilean GPS eyeball during the South American total solar eclipse on 2nd July 2019

[Ajeet K. Maurya](#), [Mahesh N. Shrivastava](#)  & [Kondapalli Niranjan Kumar](#)

[Scientific Reports](#) **10**, Article number: 19380 (2020) | [Cite this article](#)

- GPS-TEC (fase nivelada pelo código): séries temporais do comportamento do VTEC dos dias 13, 14 e 15 de dezembro de 2020 de cada estação GNSS;
- O valor do VTEC para cada estação em um dado instante: valor médio do VTEC de todos os satélites sendo observados simultaneamente;
- Análise:

$$dVTEC = (VTEC13+VTEC15)/2 - VTEC14$$

- Máscara de elevação de 20°.

Análise do posicionamento

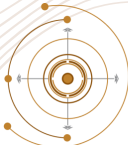
- Séries temporais das diferenças de coordenadas tridimensionais (processamento x calculadas pelo órgão competente):
 - ajustamento época a época;
 - modelagem da atmosfera neutra: modelo de Hopfield + GPT2 + GMF;
- Duas soluções:
 - sem modelagem da ionosfera (Pos_No) e
 - aplicando o modelo de Klobuchar (Pos_Klob).

- Análise

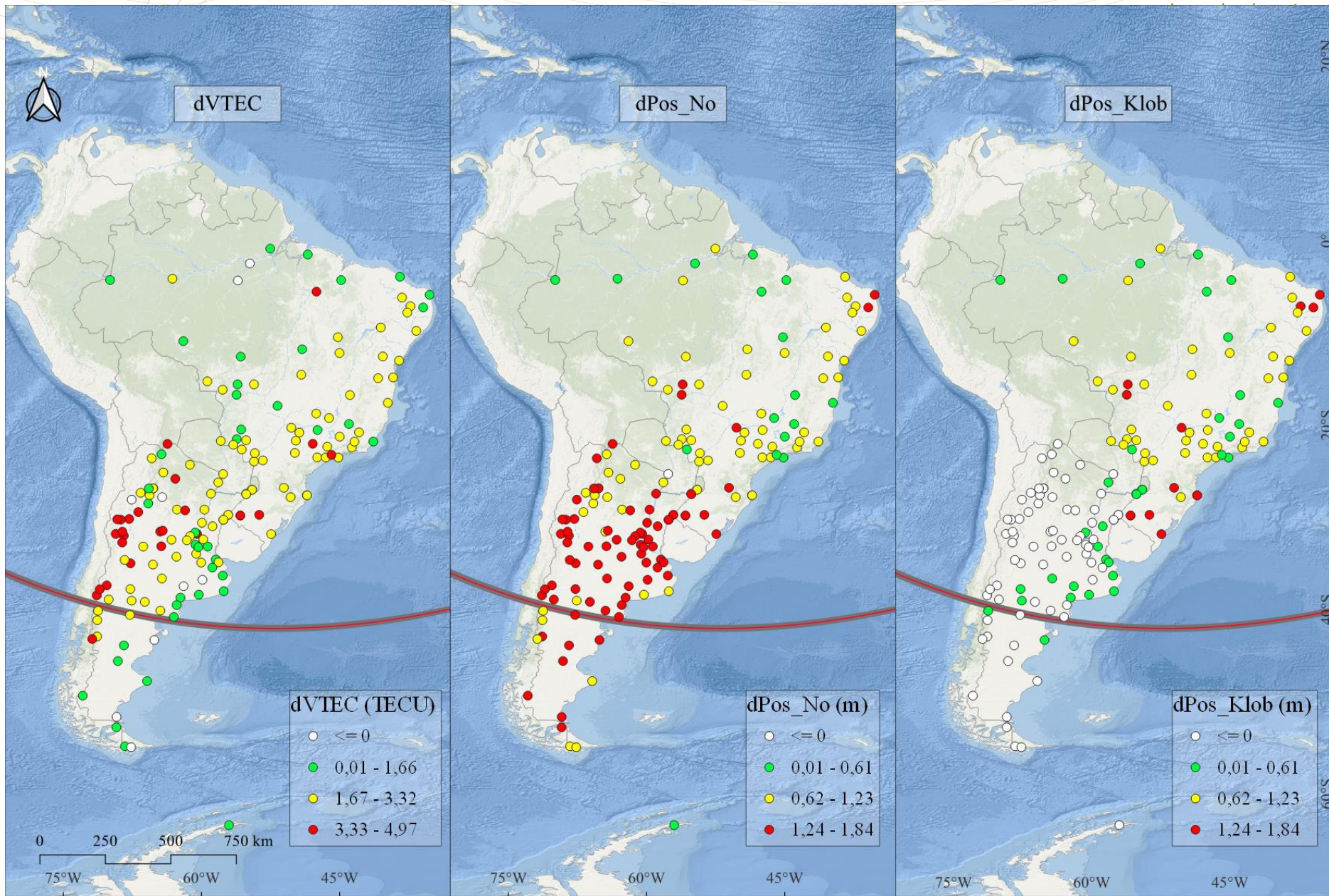
$$dPos_No = (Pos_No13+Pos_No15)/2 - Pos_No14$$

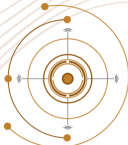
$$dPos_Klob = (Pos_Klob13+Pos_Klob15)/2 - Pos_Klob14$$

- Máscara de elevação de 20°.

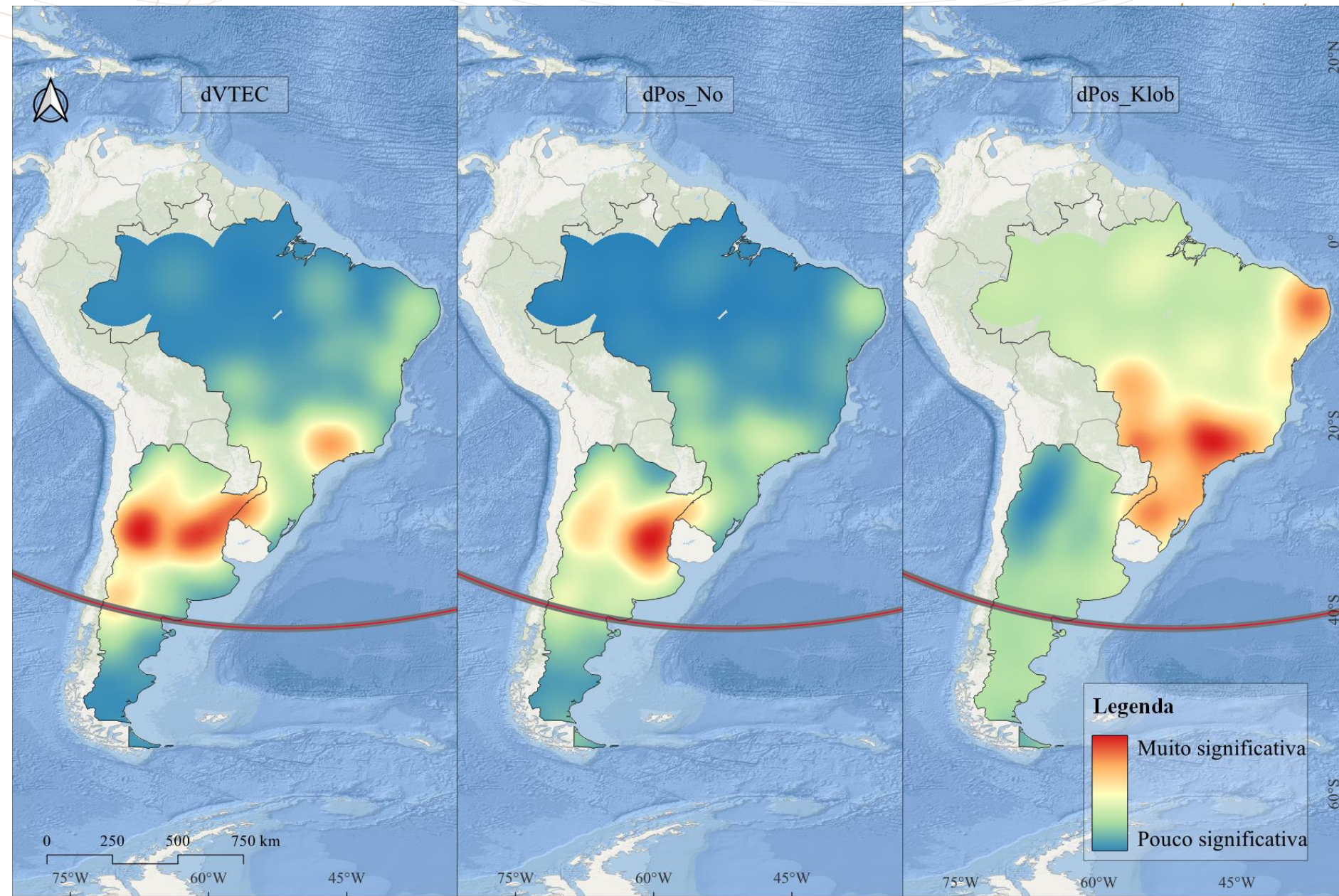


Resultados

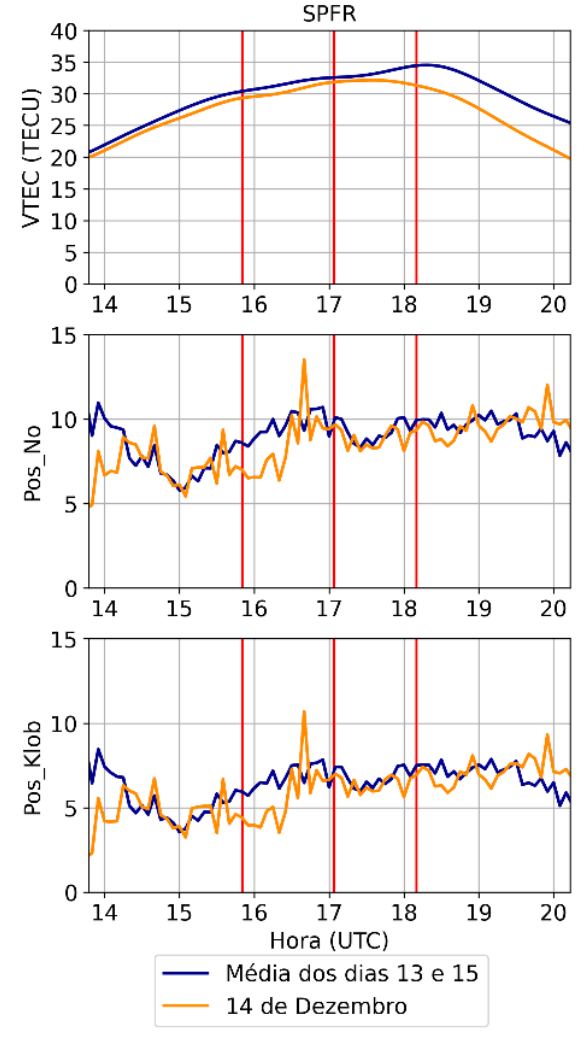
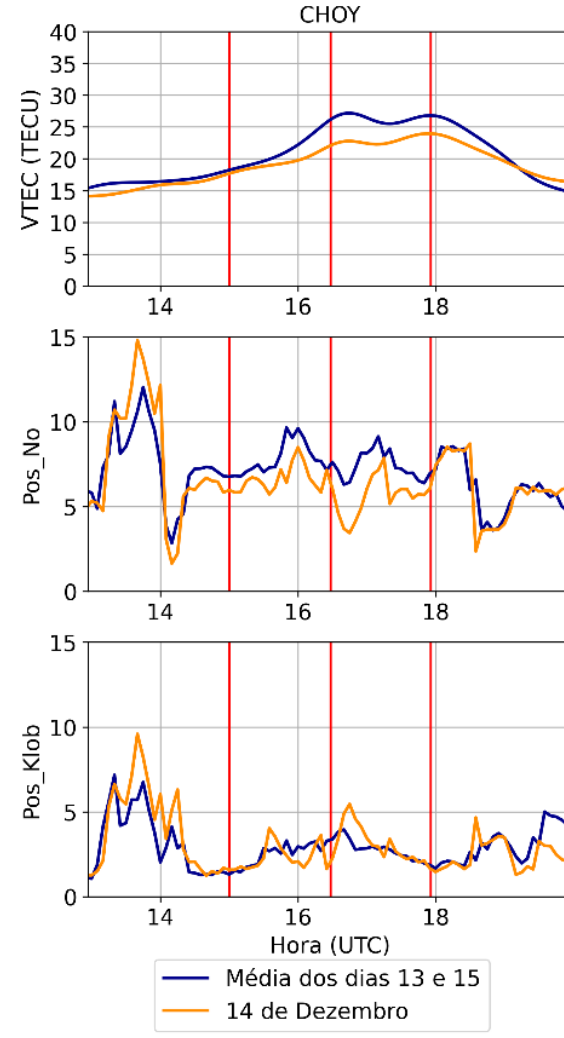
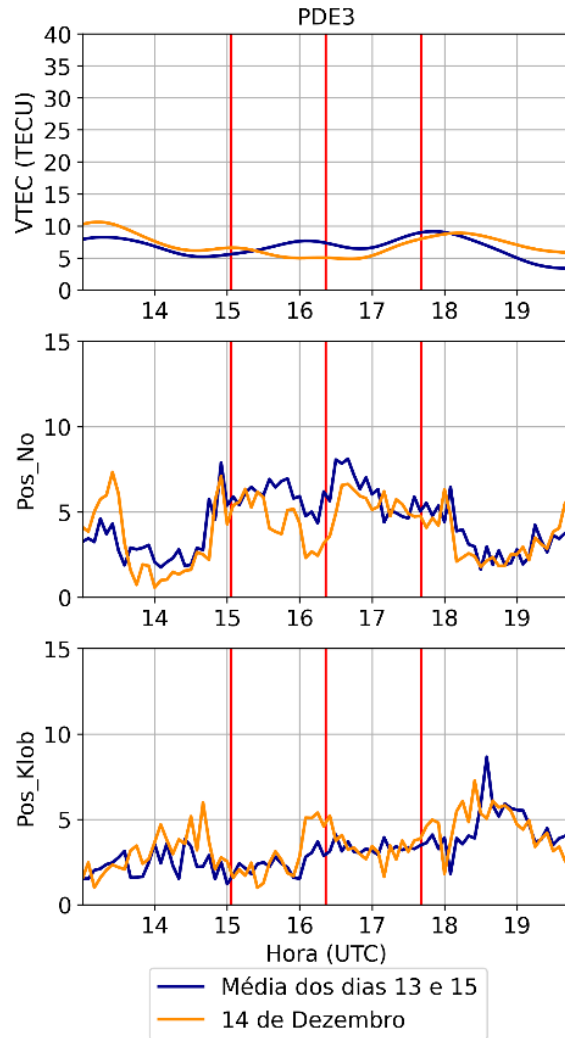
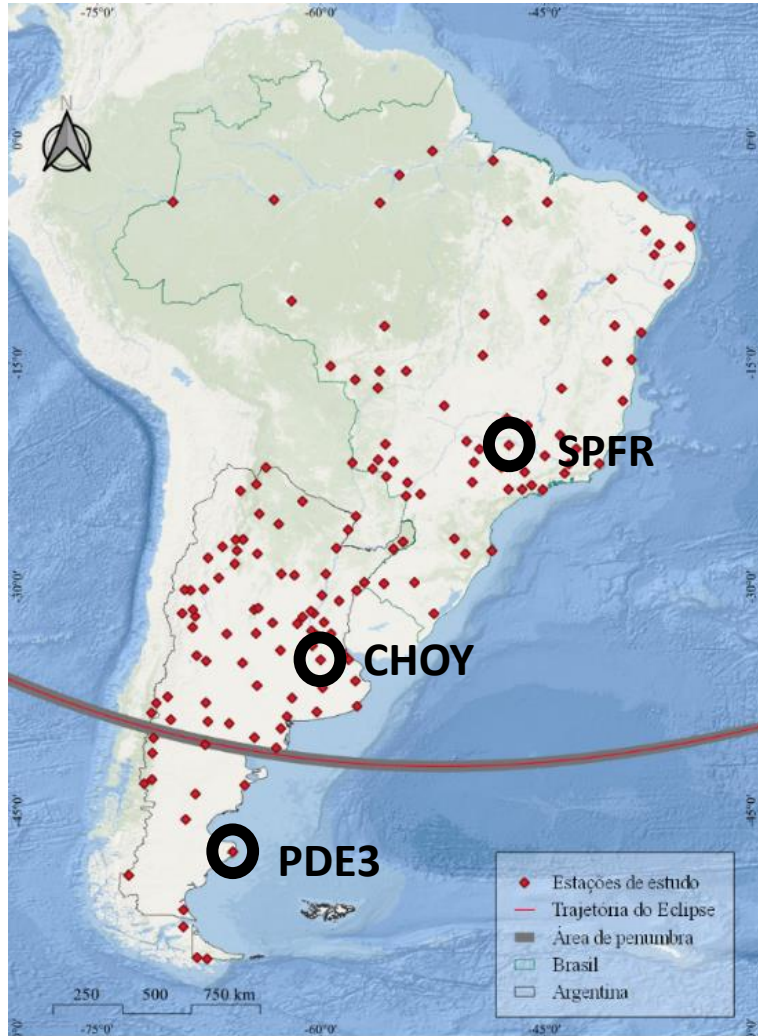




Resultados

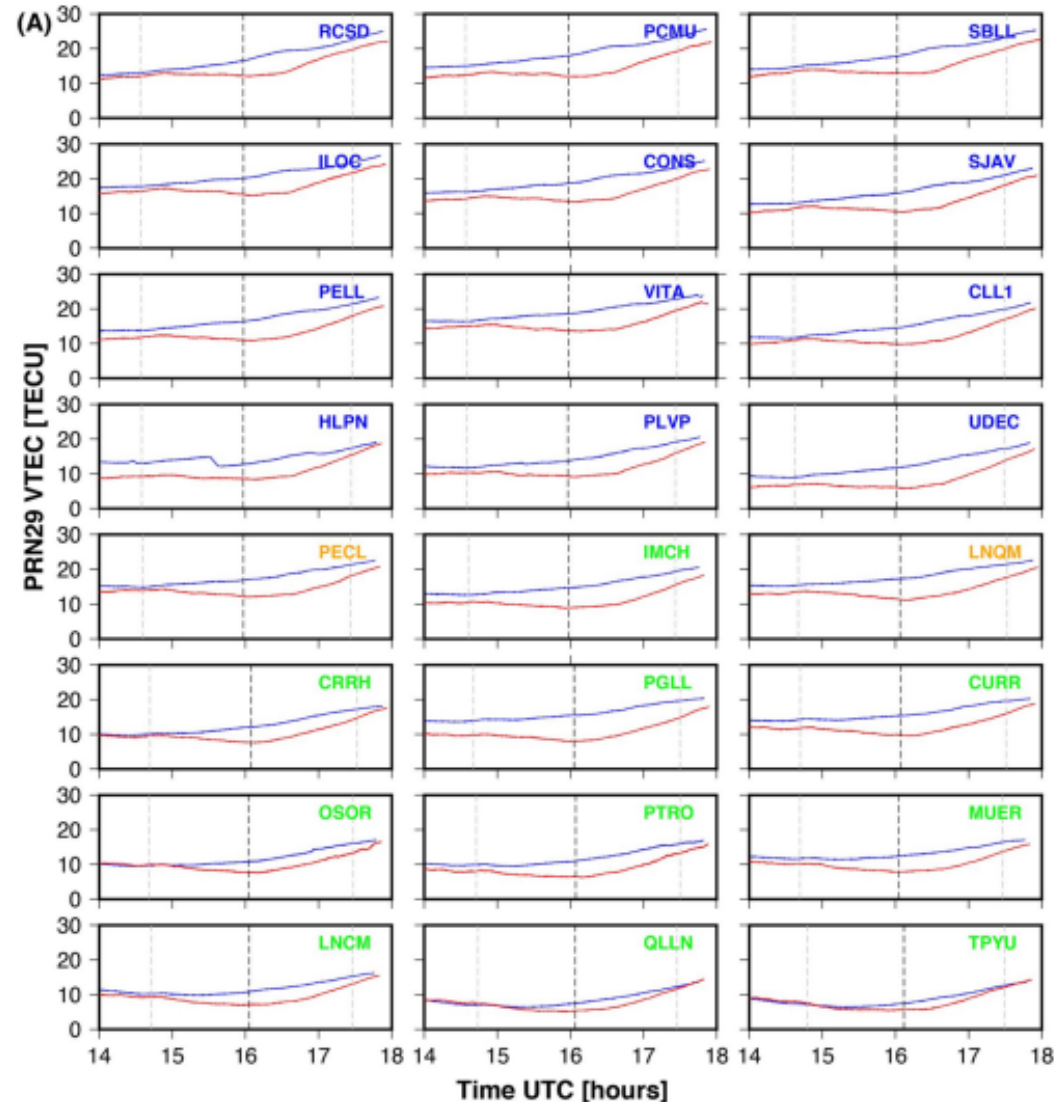


Resultados



Discussão e comentários finais

- O comportamento do VTEC apresenta concordância com trabalho anterior;
- Redução do VTEC durante o eclipse;
- Estações ao norte da trajetória do eclipse total apresentam diferenças maiores que as ao sul.



Discussão e comentários finais

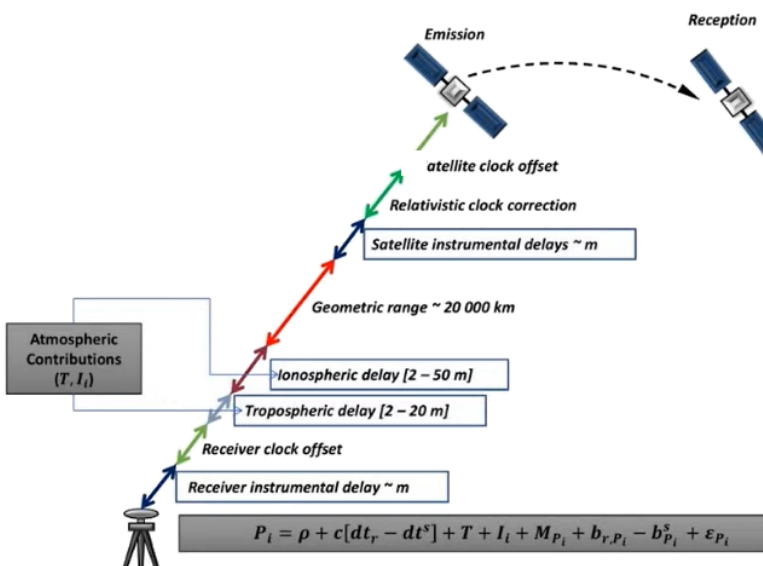
J Geodesy (2007) 81:111–120
DOI 10.1007/s00190-006-0093-1

ORIGINAL ARTICLE

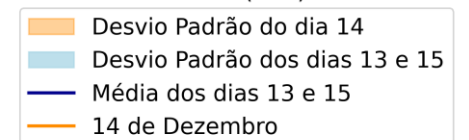
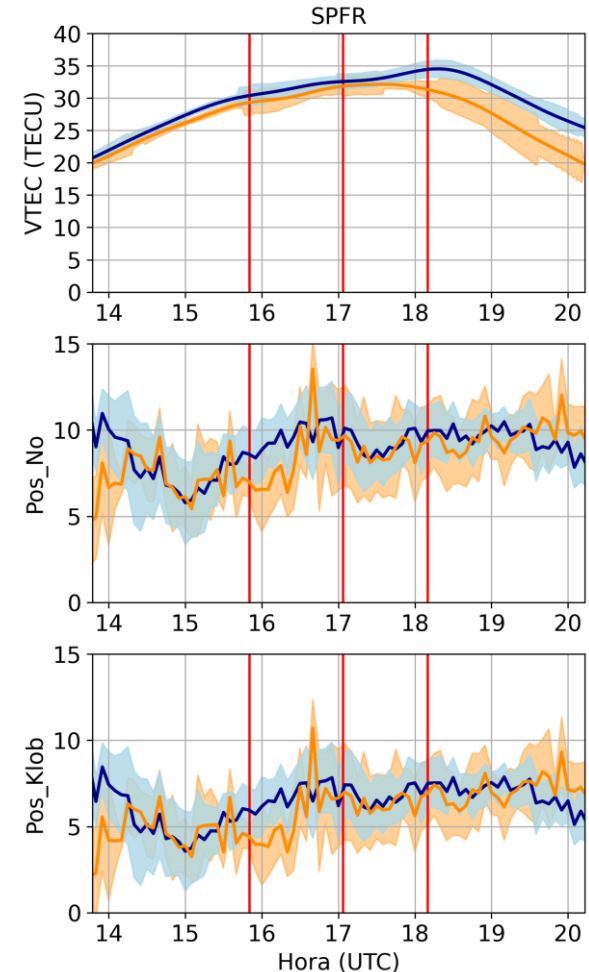
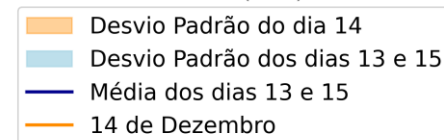
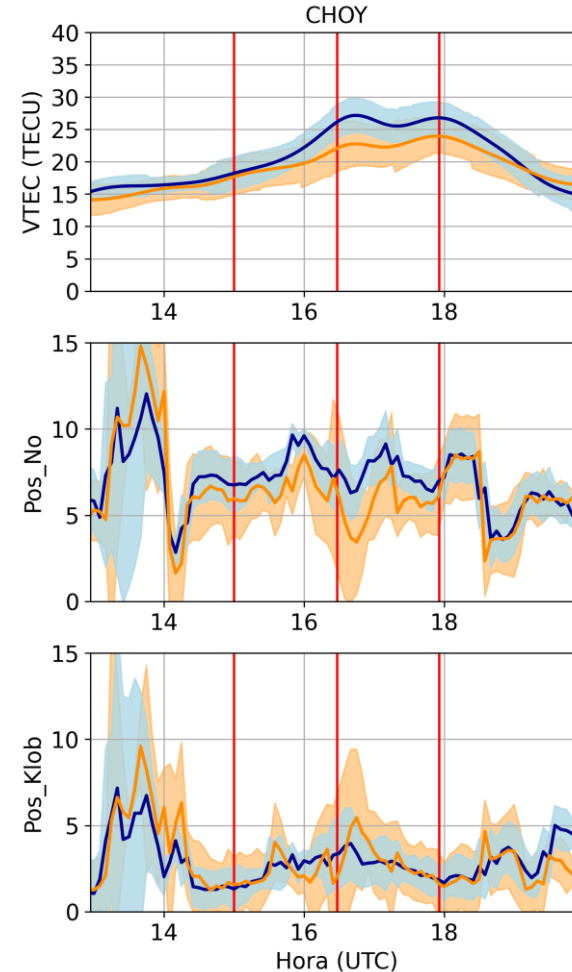
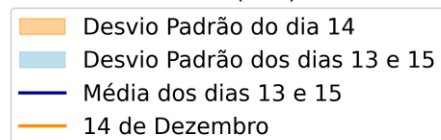
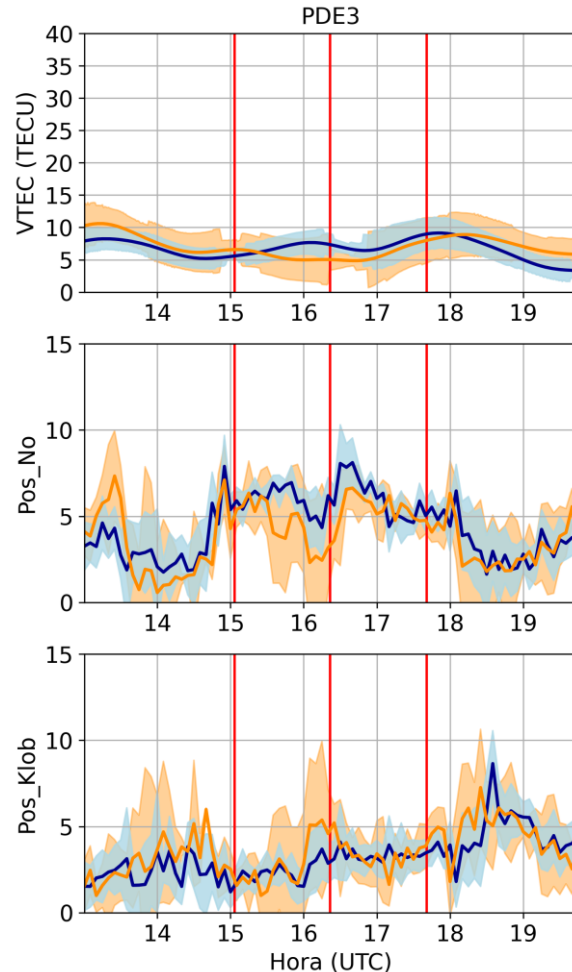
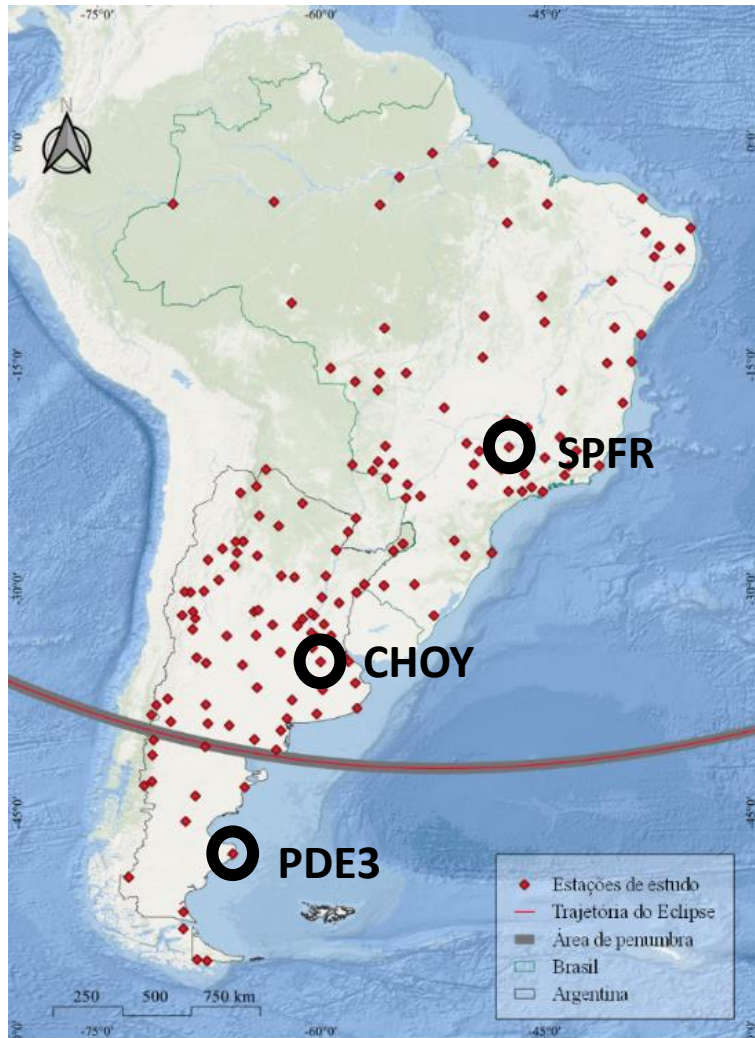
Calibration errors on experimental slant total electron content (TEC) determined with GPS

L. Ciraolo · F. Azpilicueta · C. Brunini · A. Meza ·
S. M. Radicella

- Porém:
 - o VTEC calculado com a fase nivelada pelo código pode ter precisão variando de 1,4 TECU a 5,3 TECU
 - a precisão da pseudodistância é de 1 m, mas o posicionamento tridimensional pode ter precisão de mais de 10 m devido às diversas fontes de erro

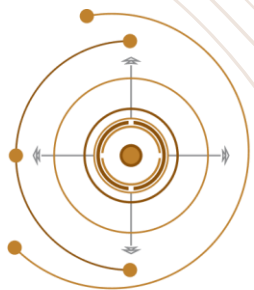


Discussão e comentários finais



Discussão e comentários finais

- Embora os resultados indiquem redução da ionização na região da próxima à trajetória do eclipse total, a metodologia aplicada não é a ideal, pois os erros aleatórios (representados pelo desvio padrão) são maiores que as diferenças dos efeitos na ionosfera na maioria dos casos;
- Para conclusões mais concretas acerca do comportamento da ionização em eclipses solares seria necessário estimar o VTEC usando medidas da fase portadora com ambiguidade solucionada;
- A mesma situação se aplica na análise do posicionamento, embora as diferenças de posicionamento também revelem a diminuição da ionização ao não se modelar a ionosfera e uma pequena degradação da qualidade do posicionamento ao se aplicar o modelo de Klobuchar.



XIII Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas • 2024

Universidade Federal do Paraná

25 Anos

*Conectando mentes e
provendo conhecimento*

AGRADECIMENTOS



REALIZAÇÃO



Curitiba, 26 a 29 de novembro de 2024