

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO MODELO IRI NA DETERMINAÇÃO DA ALTURA DO PICO DA CAMADA DA REGIÃO F NA REGIÃO DE SÃO LUÍS (MA) NOS HORÁRIOS DE PRÉ-REVERSÃO DURANTE PERÍODOS MAGNÉTICAMENTE CALMOS.

Almeida P. D. S. C.¹, Resende L. C. A.¹, Aveiro H. C.², Denardini C. M.¹, Moor, L. P.³

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - C. P. 515 - S. J. Campos -SP

²Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica – UFSM, Santa Maria, RS

³Acadêmico do Curso de Física – UFSM, Santa Maria, RS

Contato com autor no e-mail: pedro@dae.inpe.br

1. INTRODUÇÃO

A ionosfera é a porção ionizada da atmosfera que se localiza entre 60 e 2000 km. Ela é formada pela ionização dos gases atmosféricos como o Oxigênio atômico (O), Oxigênio molecular (O₂), Nitrogênio molecular (N₂), Óxido Nítrico (NO), entre outros. Ela é mantida, principalmente, pela ionização solar nos comprimentos de onda do ultravioleta (EUV) e das bandas de Raios-X [1]. O perfil ionosférico é dividido em relação à densidade eletrônica em regiões denominadas D, E e F. Na região equatorial se observam fenômenos ionosféricos importantes como as bolhas de plasma [2]. Neste trabalho apresentaremos a análise quantitativa da eficiência do modelo IRI na determinação da altura média do pico da camada F na região de São Luís (MA). Pois, a deriva vertical no período anterior a reversão de seu sentido é um parâmetro importante na formação de bolhas, ou seja, no período em que ocorre o pico de pré-reversão.

2. INSTRUMENTAÇÃO

Para este estudo foram utilizados dados da digissonda instalada no Observatório Espacial de São Luís (OESLZ-INPE/MCT), no Maranhão (2,3° S, 44,2° O), e também simulações utilizando o modelo global IRI (*International Reference Ionosphere*). A digissonda é um radar que emite pulsos de onda eletromagnética em frequências variáveis entre 0,5 a 30 MHz. Este equipamento pode ser utilizado para a análise do comportamento da densidade eletrônica das camadas ionosféricas. O modelo numérico IRI é um modelo de padrão empírico da ionosfera, baseado em fontes disponíveis de dados, patrocinado pelo COSPAR (*Committee on Space Research*) e URSI (*International Union of Radio Science*). Com ele também é possível gerar perfis ionosféricos e obter parâmetros ionosféricos simulados. Este modelo pode ser usado como ferramenta para estimar a densidade eletrônica em todas as regiões do globo,

para diversas épocas do ano e várias faixas de altura [3].

3. ANÁLISE DE DADOS

Para o presente trabalho os dias selecionados para o período de estudo foram classificados de acordo com atividade magnética e também de acordo com as estações do ano de 2003, conforme mostrado na tabela 1. Com relação à atividade magnética foram selecionados os dias calmos. Para esta classificação foi escolhido o índice K_p . Quando o índice K_p atingiu o nível maior que 3⁺ durante qualquer hora do dia em questão, este dia foi classificado como perturbado, e portanto, descartado. Com relação às estações do ano, os dados foram agrupados em sub-conjuntos contendo dados referentes aos períodos em torno dos solstícios e dos equinócios.

Tabela 1 – Classificação dos dias de 2003 selecionados para análise.

Estação	Meses	Dias
Solstício de Verão	Novembro	19
	Dezembro	16,17,18,19,23,26
Solstício de Inverno	Maio	20
	Agosto	04,05
	Outubro	23
Equinócio de Primavera	Agosto	14,15,27
	Setembro	15
Equinócio de Outono	Fevereiro	17,24,25
	Março	24,25,26

A partir dos dados ionosféricos coletados pela digissonda instalada em São Luís (MA) foram obtidos parâmetros ionosféricos: altura média do pico da camada F (hmF₂) e frequência crítica média da camada F (foF₂). Estes parâmetros também foram obtidos com simulações usando o IRI.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho foi obtida a variação temporal da altura média do pico da camada F (hmF₂) para os dias em torno do solstício de verão, inverno e dos equinócios, a partir dos dados da digissonda,

conforme mostra a figura 1. A mesma variação foi obtida a partir dos parâmetros simulados pelo modelo IRI, de modo a permitir uma análise comparativa. O painel inferior de cada gráfico mostra a diferença percentual entre a média medida e simulada. A hmF_2 média medida é apresentada em azul no painel superior de cada gráfico, enquanto a hmF_2 média simulada é apresentada em vermelho. As barras de erro representam o desvio padrão da hmF_2 média medida.

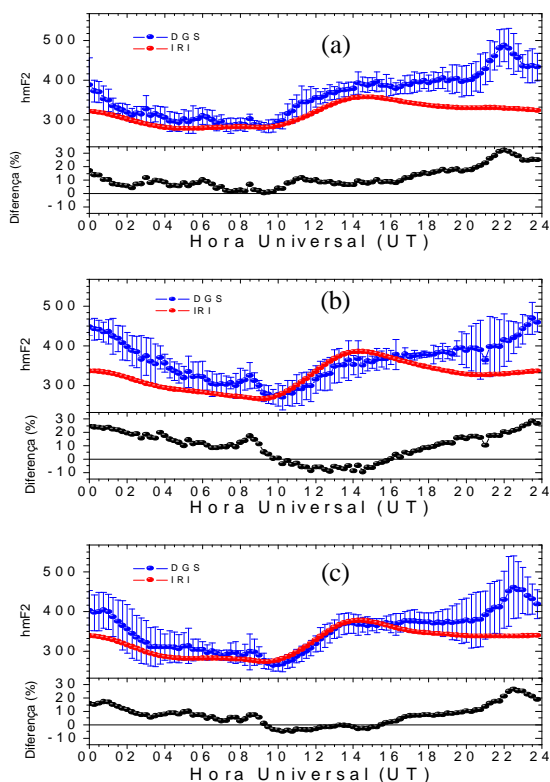


Figura 1 – Gráficos da variação temporal do parâmetro hmF_2 para os dados coletados pela digissonda de São Luís (azul) e simulados no modelo IRI (vermelho): (a) solstício de verão; (b) inverno; e (c) para os equinócios.

Em termos gerais, verificamos um comportamento comum entre os parâmetros obtidos dos dados de digissonda e da simulação do modelo IRI. Parece haver uma deriva descendente na madrugada e uma deriva ascendente acentuada no período da manhã. Os dados de digissonda também mostram uma tendência a estabilizar na parte da tarde e uma elevação expressiva no período que antecede a reversão da deriva, onde os dados simulados no modelo IRI parecem não ter a capacidade de manter essa característica, a julgar pelo aumento observado no gráfico da diferença percentual neste horário. Tanto nos gráficos dos parâmetros dos dias coletados da digissonda quanto nos gráficos simulados pelo modelo IRI revelam que a partir de 10h UT a altura média do pico da camada F apresenta uma ascensão clara até em

torno das 15h UT. Este comportamento parece ser um reflexo da formação dos campos elétricos leste-oeste, devido à polarização dos terminadores. Estes campos horizontais com o sentido leste na região do Equador geomagnético onde o campo magnético terrestre é praticamente horizontal causa uma deriva ascendente $E \times B$ nos horários diurnos. Deriva esta que também é conhecido pelo efeito fonte. Quanto ao aumento da diferença entre a hmF_2 medida e simulada, verificamos que este fenômeno apresenta uma sazonalidade. Ele tende a ser retardado nos dias selecionados em torno do solstício de inverno, (aproximadamente 21h UT). Esta característica não é observada nos parâmetros simulados pelo modelo IRI. Acreditamos que esta ascensão na hmF_2 média é um reflexo dos processos eletrodinâmicos que dominam as regiões equatoriais e influenciam na pré-reversão na deriva do plasma reportado por vários autores [4].

5. CONCLUSÕES

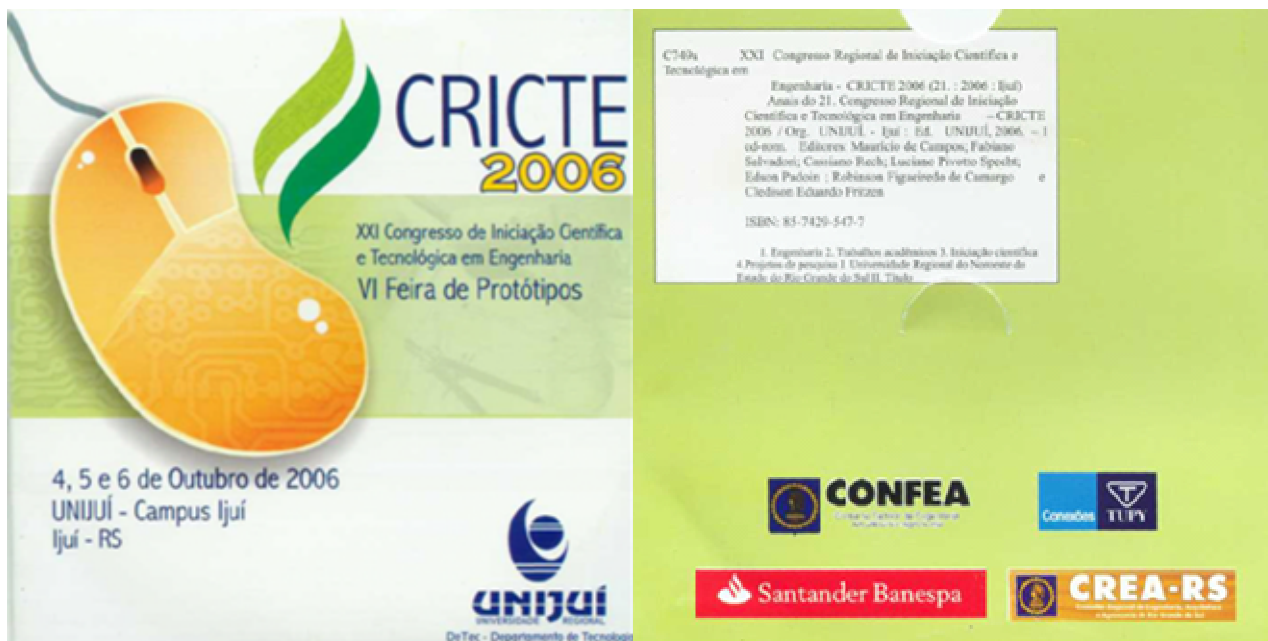
Algumas diferenças foram observadas na comparação entre os resultados do IRI e da digissonda as quais estão justificadas na forma do gráfico de diferença percentual. O IRI parece não ser capaz de reproduzir 2 aspectos observados: o incremento na camada F no início da noite; e a tendência a estabilizar a altura da camada nos períodos da tarde. Com relação, especificamente, ao incremento na hmF_2 média observado nos dados da digissonda, verificamos que ele tende a ser retardado no inverno em relação a outros períodos. Apesar do modelo numérico IRI ser capaz de reproduzir alguns aspectos, ele parece não ter capacidade para reproduzir o pico de pré-reversão no final da tarde, começo do anoitecer.

AGRADECIMENTOS

P. S. C. A. gostaria de agradecer ao CNPq pela bolsa (PIBIC 105374/2005-9). L. C. A. R. gostaria de agradecer ao CNPq pela bolsa (PIBIC 101536/2006-2). H. C. A. gostaria de agradecer ao CNPq pela bolsa (PIBIC 107616/2003-3).

REFERÊNCIAS

1. Davies, K. *Ionospheric Radio Propagation*. National Bureau of Standards Monograph 80, 1965.
2. Abdu, M. A., Batista, I.S., Bittencourt, J.A., 1981, Some characteristics of spread F at magnetic equatorial station: *Journal of Geophysical Research*. Vol.86, n. A8, p6838.
3. Bilitza, D. *International Reference Ionosphere 2000*, R. Sci., 36(2):261-275, 2001.
4. Kelley, M. C. *The Earth's Ionosphere*. San Diego: Academic Press, 19



C749a

XXI Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia- CRICTE 2006 (31.: 2006 Ijuí) Anais do 21. Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia - CRICTE 2006 /Org. UNIJUÍ, - Ijuí: Ed. UNIJUÍ. 2006. - 1 cd-rom. Editores: Maurício de Campos. Fabiano Salvador Cassiano Rech; Luciano Pivotto Specht; Edson Padoin ; Robinson Figueiredo de Camargo e Cledison Eduardo Frilzen

ISBN: 85-7429-547-7

1 Engenharia. 2. Trabalhos Acadêmicos. 3 Iniciação científica 4. Projetos de Pesquisa I. Universidade Regional do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul II. Título