Medidas de ondas eletromagneticas geradas por correntes diamagnéticas na ionosfera

Measurements of electromagnetic waves generated by diamagnetic currents in the ionosphere

DOI: 10.46814/lajdv3n2-001

Recebimento dos originais: 30/10/2020

Aceitação para publicação: 23/12/2020

Inacio Malmonge Martin

Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

Departamento de Física, São José dos Campos, SP, Brasil

E-mail: inaciomalmonge@uol.com.br

RESUMO

Em um artigo recente, os autores descreveram um possível processo de geração de ondas eletromagnéticas na faixa de 1 Hz a 16 Hz, causada por correntes diamagnéticas, originadas pelo calor na ionosfera e por ondas de alta frequência (HF). A origem das ondas de HF que atingem a ionosfera pode ser enviada da superfície da Terra ou até mesmo solar de origem solar. Através de um detector SpectranNF-5035, desenvolvido pela empresa alemã Aaronia, com alta sensibilidade (1 nV) em uma faixa de 1-16 Hz e baixa amostragem (50 ms), foi possível medir essas ondas durante o período do dia 30 de março ao dia 11 de abril do ano de 2018, na região de São José dos Campos, SP, foram feitas várias séries de medidas para detectar ressonâncias. Os resultados positivos dessas observações experimentais, bem como discussões e sugestões, são apresentados neste artigo.

Palavras chave: Ionosfera, relâmpago, ondas eletromagneticas.

ABSTRACT

In a recent paper, the authors described a possible process of electromagnetic wave generation in the 1 Hz to 16 Hz range caused by diamagnetic currents, originating from heat in the ionosphere and high frequency (HF) waves. The origin of the HF waves hitting the ionosphere can be sent from the Earth's surface or even solar of solar origin. Using a SpectranNF-5035 detector, developed by the German company Aaronia, with high sensitivity (1 nV) in a range of 1-16 Hz and low sampling (50 ms), it was possible to measure these waves during the period from March 30 to April 11 of the year 2018, in the region of São José dos Campos, SP, several series of measurements were made to detect resonances. The positive results of these experimental observations, as well as discussions and suggestions, are presented in this paper.

Keywords: Ionosphere, lightning, electromagnetic waves.

1 INTRODUÇÃO

O ambiente de radiação não ionizante de uma região tem sua intensidade medida em potência (dBm), em miliwatts, Volt / metro (V / m), campo elétrico (E) ou Volt (V) no caso de (potencial elétrico). Esses valores sempre variam com a banda de frequência [1] a ser medida. Analisadores de espectro em geral podem observar esta radiação em uma faixa de frequência particular, com

monitoração contínua ou valores discretos de frequência pré determinada. Em geral, analisadores cobrindo a faixa de frequência de 1 kHz a 26 GHz, que estão atualmente disponíveis no comércio internacional, além de ter altos custos, são usados por médicos em laboratórios, os quais não são portáteis e não possuem sensibilidade suficiente para observar intensidades de radiação em potencia com menos de -90dBm. Valores de dBm que correspondem a 1×10^{-12} W de potência [2]. Estes analisadores também requerem vários conjuntos de antenas para cobrir toda a faixa de frequência a ser usada.

As radiações não ionizantes são aquelas que não produzem ionização direta, ou seja, não tem energia para remover elétrons de átomos (<12 eV), no qual significa ter potência suficiente para dissociar moléculas, ou quebrar ligações químicas. Radiações não ionizantes estão sempre presentes no meio ambiente [3].

A radiação eletromagnética também consiste em ondas que se propagam pelo espaço. Estas ondas podem ser ionizantes ou não ionizantes e são formadas compondo um campo elétrico (E) e campo magnético (B) que oscila perpendicularmente entre si, no caso mais simples. A direção da propagação corresponde ao deslocamento de energia. Essas radiações incluem ultravioleta (perto do visível), luz visível, infravermelho, ELF (Extremely Low Frequency), LF (Low Frequency), VHF (Very High Frequency) e microondas. Alguma desta radiação é uma banda de espectro eletromagnético chamado rádio frequência (RF) [4, 5]. A corrente elétrica alternada também produz campos eletromagnéticos ao redor de vários condutores e equipamentos no Brasil. Por exemplo, a frequência de oscilação da corrente elétrica é de 60 Hz e seus harmônicos são de 120 Hz, 180 Hz e 240 Hz. Entre 1 Hz e 40 Hz (ELF) são naturalmente ondas de Schumann determinadas pelas ressonâncias em 7,8 Hz, 15,7 Hz, 20,0 Hz e 33,0 Hz.

Entre 1-16 Hz, de acordo com o recente trabalho [6, 7], ondas formadas na ionosfera por interações de onda de HF e íons locais, podem existir. Essas ondas são extremamente difíceis de medir os baixos valores de campo elétrico (E) e magnético (B) pelo qual transportam [8, 9].

2 METODOLOGIA

Para coletar as medidas de radiação não ionizante de 1 Hz a 1 KHz, utilizou-se um sensor SpectranNF-5035. O mesmo detecta intensidade de radiação não ionizante nas frequências de 1 Hz a 1 kHz e 1 kHz a 1 MHz com uma antena compacta onidirecional adquirido da empresa Aaronia AG, Alemanha. O sensor Spectran HF-5035 funciona entre a frequência (1 MHz a 9,4 GHz) com uma antena compacta e onidirecional. O tempo de amostragem nas medições podem ser escolhidos de 5ms a 3.000 ms. A largura da banda de resolução RBW (Resolution Band Width) pode variar de 0,3 Hz a 1 MHz. O sensor é totalmente portátil com baterias próprias que duram 8 horas em operação contínua.

O software específico fornecido por Aaronia AG grava os dados em arquivos (.ldt) e simultaneamente gera gráficos na tela de exibição de computador podendo salvar imagens. Todos os detalhes da parametrização e funcionamento da frequência do analisador de espectro podem ser encontrados no site do fabricante mencionado acima. Um laptop (Dell Vostro i5) foi utilizado para a aquisição e determinação dos espectros de intensidade versus frequência com os arquivos de dados medidos. O sistema é compacto e portátil, sendo possível realizar levantamentos de radiações não ionizantes de campo em qualquer local remoto, conforme mostra a Fig.1 no campus do ITA em São José dos Campos, SP, Brasil.

Fig. 1. Laptop Dell Vostro i5 e SpectranNF-5035

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas em São José dos Campos foram realizadas no campus do Departamento de Física do ITA (Instituto Tecnológico da Aeronáutica) sem interferência direta da rede elétrica local. Como primeiro resultado, verificou-se que o espectro do potencial elétrico (mV) entre 1 Hz e 16 Hz foi repetitivo e aproximadamente constante na região com intensidade menor que 0,06 mV. O maior potencial elétrico em picos localizados de **2,2 Hz, 4,3 Hz, 6,1 Hz e 7,6 Hz**, oscilou entre 40 e 50 microvolts e o ruído de fundo com um valor mais baixo de 1.0 microvolts é mostrado na figura 2.

Fig.2. Medidas de radiação eletromagnética de ondas entre 1 a 12 Hz em potencial elétrico micro-Volt (mV).

Medidas mostradas na Fig. 2 foram efetuadas com monitoramento obtido em 11/04/2018 a partir de 10:18 às 10:22 horas local. A análise do gráfico demonstra que os valores se encontram no máximo para o espectro da região. Geralmente, a intensidade de radiação eletromagnética de baixa frequência no início da manhã oscila entre valores máximos e mínimos de acordo com o intervalo de frequência escolhido, como demonstra a Fig. 3.

Fig. 3. Medidas de radiação eletromagnética de ondas (ELF) entre 1 a 40 Hz, mostrando ressonâncias de Schumann.

Na Fig.3 é demonstrado a medição obtida da ressonância de Schumann no dia 11/04/2018 das 08:48 as 08:49 horas. A intensidade de radiação oscila entre 0,5 microvolts a 5,5 microvolts. A ressonancia de Scumann é bastante conhecida por pesquisadores da area de radiação não ionizante e demonstra o funcionamento perfeito do equipamento utilizado, captando seus picos importantes de **7,83 Hz, (14-16) Hz, 20 Hz e 33 Hz.**

As Fig.4 e Fig.5 relata curvas de radiação eletromagnética estáveis, obtida em dias diferentes, na mesma região e mesmo período do dia criadas por correntes diamagnéticas.

Fig. 4. Medidas de radiação eletromagnética entre 1 a 16Hz, obtida no dia 11/04/2018 mostrando ressonancias.

Fig. 5. Medidas de radiação eletromagnética entre 1 a 16GHz, mostrando ressonâncias, obtida no dia 30/03/2018.

4 CONCLUSÃO

No período de março a abril de 2018, o espectro de muito baixa frequência (ELF) foi medido através de um sensor Spectran NF-5035 desenvolvido pela empresa alemã Aaronia Ag. Este espectro apresentou picos de potencial elétrico (V) a **2,2 Hz, 4,3 Hz, 6,1 Hz e 7,6 Hz**, variando de 40 a 60 microvolts de potencial elétrico.

A intensidade da radiação eletromagnética de muito baixa frequência oscila em intensidade no início da manhã em torno de 10 microvolts, isto se deve a menor ionização da ionosfera. No entanto no intervalo a partir das 10:00 horas local já se percebe a presença dos picos da onda produzida pelas correntes diamagnéticas na ionosfera.

Figuras 2, 4 e 5 demonstram espectro de radiação em periodos do dia em que se encontra a ionosfera com alto indice de ionização. Todas as radiações que se originam do Sol são possíveis de ionizar a ionosfera, sobretudo raios-X e partículas carregadas. Concluiu-se que através das correntes diamagnéticas na ionosfera, são produzidas ondas que se propagam em ELF e que são possíveis de serem detectadas no solo. Também verificou-se através dessas medidas que no período noturno essas ondas não aparecem na região. No período diurno elas aparecem com ressonâncias típicas, acima descrito, estando de acordo com o trabalho teórico precursor de Sharma, S. et al. (ref 6); apresentado em 2016.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Tecnologia e Desenvolvimento Científico) e CAPES (Coordenação para a Melhoria do Superior Pessoal de Educação) pelas bolsas de estudos de apoio para os pesquisadores do grupo. A Divisão do ITA de Ciências Fundamentais e ao INCT-FNA_ITA pelo apoio desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] Martin, I. M., Marcelo Pêgo Gomes e Mauro Ângelo Alves. 2013. “Medidas dos espectros da radiação nãoionizantes de São José dos Campos e Taubaté.” *Brasil Revista Telecomunicações* 15 (1): 7-10.
- [2] RapidTables. “How to Make the Decibel-dBm Conversion on Watts (W).” *Online Reference & Tools* Accessed October 2016. www.rapidtables.com/convert/power/Watt_to_dBm.htm.
- [3] Gusev, A. A., Martin, I. M., Ferreira, D. V., and Otani, E.C. 2005. “The Shelter of High Energy Electrons Produced By the Powerful HF Transmitter.” IMOC-2005 (IEEE-USA) Accessed October 2016. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1580003>.
- [4] Viega, F. M., and Martin, I. M. 2012. “Medidas da radiação não ionizantes na cidade de São José dos Campos, SP, Brazil.” *XII ENCITA-ITA*.
- [5] AARONIA. 2011. “World’s Smallest up to 9,4GHz Analyser Spectrum.” *AARONIA*, Accessed October 2016. www.aaronia.de.
- [6] Sharma, S., Eliasson, B., Mlikh, G. M., Najmi, A., Papa do poulos, K., Shao, X., et al. 2016. “Low-Frequency Waves in HF Heating of the Ionosphere.” *Low-Frequency Waves in Space Plasmas, Geophysical Monograph* 216:31-49.
- [7] Cohen, M. B., and Golkowski, M. 2013. “100 Days of ELF/VLF Generation via HF Heating with HAARP.” *J. Geophys. Res.* 118 (A10): 6597-6607.
- [8] PRB (Population Reference Bureau). 2002. “Nexos.” *PRB* Accessed September 2016. <http://www.prenatal.tv/lecturas/efectos%20del%20medio%20ambiente%20en%20la%20salud%20infantil.pdf>. (in Spanish).
- [9] Chand, R., Israil, M., and Rai, J. 2009. “Schumann Resonance Frequency Variations Observed in Magnetotelluric Data Recorded from Garhwal Himalayan