



ANÁLISE CLIMATOLÓGICA DA REFRATIVIDADE ATMOSFÉRICA NA REGIÃO DA ILHA DE TRINDADE

Daniel Cremonini Baptista¹, Tânia Ocimoto Oda², Rogério Neder Candella³, José Francisco de Oliveira Junior⁴

¹Meteorologista, mestrando em Engenharia de Biosistemas, UFF, Rio de Janeiro, RJ, cremonini@marinha.mil.br,

²DSc, Meteorologista - IEAPM, Arraial do Cabo-RJ, tania.ocimoto@marinha.mil.br

³DSc, Engenharia Oceânica - IEAPM, Arraial do Cabo-RJ, r.candella@marinha.mil.br

⁴DSc, Engenharia Mecânica - UFAL, Maceió-AL, junior_inpe@hotmail.com

Apresentado no
III Workshop de Engenharia de Biosistemas - WEB 2017
12 a 14 de dezembro de 2017 - Niterói - RJ, Brasil

Resumo

A região costeira do Brasil possui um intenso tráfego marítimo, composto de vários tipos de embarcações. De forma a garantir a segurança da navegação, tais embarcações são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, rádios e radares, sendo o desempenho desses equipamentos fortemente influenciado pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera. Essa propagação é associada às condições de refratividade nas camadas próximas à superfície do mar e variações verticais ocorrem pela distribuição do vapor d'água na atmosfera. O objetivo deste estudo é avaliar as condições de refratividade atmosférica, utilizando o índice modificado (**M**), conforme descrito em Oliveira Jr *et al.* (2005). Para isso, foi realizada uma climatologia prévia do perfil vertical de **M**, no período de 2006 a 2016, e avaliada a variabilidade das condições desse perfil em função das diferentes situações sinóticas. Os perfis verticais de **M** foram calculados utilizando as informações das radiossondagens diárias da estação meteorológica da ilha de Trindade (-20°50'; -29°31'). Para todo o período, 10 casos foram classificados como superrefração, 2991 como condição padrão e apenas 1 como subrefração de refratividade atmosférica. Durante a análise dos resultados, verificou-se que os valores de **M** classificados como normais ou de superrefração estavam associados a um acentuado gradiente vertical de umidade específica e razão de mistura. Nos episódios de superrefração, foi constatada, ainda, a presença de sistemas de alta pressão, favorecendo a intensificação dos movimentos ascendentes e, com isso, inibindo o aporte de umidade para níveis superiores da atmosfera.

Palavras-chave: Propagação eletromagnética

CLIMATOLOGICAL ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC REFRACTIVITY AT THE TRINDADE ISLAND REGION

Abstract

The Brazilian coastal region has an intense maritime traffic, composed by several types of ships. In order to guarantee navigation safety, such vessels are equipped with communication and detection equipment, radios and radars, and the performance of these equipment is strongly influenced by propagation of electromagnetic conditions in the atmosphere. This propagation is associated to refractive conditions in the layers near the surface of the sea which, in turn, depends on the vertical distribution of the water vapor and temperature in the air. The objective of this study is to evaluate the atmospheric refractivity conditions, using the modified refractivity index (M), as described by Oliveira Jr *et al.* (2005). Therefore, a previous climatology of the vertical profile M, in the period from 2006 to 2016, and the variability of propagation profile conditions were analyzed in function of different synoptic situations. Vertical profiles of M were calculated using the daily radio soundings information from the meteorological station of Trindade Island (-20°50'; -29°31'). For the whole period, 10 cases were classified as superrefraction condition, 2991 as standard condition and only 1 as subrefraction. During the analysis, it was verified that values of M classified as normal or superrefraction were associated with a marked vertical gradient of specific humidity and mixing ratio. In the superrefraction episodes, it was also verified the presence of high pressure systems, favoring the intensification of the upward movements and, thus, inhibiting the contribution of humidity to higher levels of the atmosphere.

Keywords: Electromagnetic propagation

INTRODUÇÃO

A região costeira do Brasil possui um intenso tráfego marítimo, composto de vários tipos de embarcações. De forma a garantir a segurança da navegação, tais embarcações são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, rádios e radares, sendo o desempenho desses equipamentos fortemente influenciado pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera. Essa propagação é associada às condições de refratividade nas camadas próximas à superfície do mar e variações verticais do vapor d'água na atmosfera (Oliveira Júnior *et al.*, 2005).

Também em operações navais, o conhecimento dessas características é fundamental, uma vez que dele depende o alcance dos sistemas radar e, conseqüentemente, a detecção de possíveis alvos. Existem sistemas especializados para esse tipo de análise, como, o IREPS, utilizado pela Marinha americana (NOSC, 1987).

O objetivo deste estudo é avaliar as condições de refratividade atmosférica utilizando o índice de refratividade modificado M na região da Ilha de Trindade.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi determinada uma climatologia prévia do perfil vertical M, no período de 2006 a 2016, e analisada a variabilidade das condições de propagação em função das diferentes situações sinóticas. O perfil M se baseia no índice de refratividade modificado

$$M = N + 0.157 z \quad (\text{equação 1}),$$

onde N é a refratividade atmosférica, conforme descrito em Oliveira Júnior *et al.* (2005). Os perfis verticais de M foram calculados a partir das informações de radiossondagens diárias da estação meteorológica da ilha de Trindade, pertencente à Marinha do Brasil, localizada a 1160 km do continente, nas coordenadas 20°50'S;29°31'W.

As condições de refratividade da atmosfera, bem como os efeitos nos alcances de comunicação/detecção, dependem das variações de M com a altitude (dM/dz), sendo apresentados na Tabela 1. Para as análises das variações sinóticas, foram utilizados os campos de umidade específica e pressão atmosférica ao nível médio do mar (PNMM), extraídos da Reanálise 1 (NCEP), bem como os dados observados das sondagem atmosféricas da Ilha de Trindade.

Tabela 1 - Condições de Propagação Eletromagnética

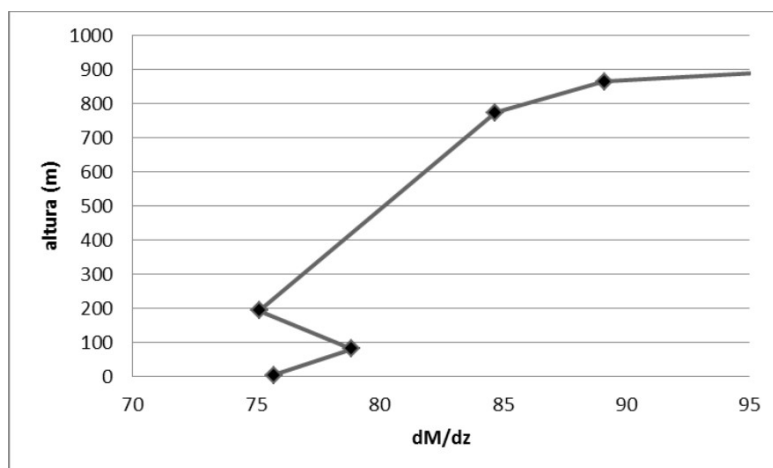
Condição de Propagação	Gradiente Vertical de M	Alcance
Confinamento	$< 0 \text{ M.km}^{-1}$	Muito estendido
Superrefração	0 a 79 M.km^{-1}	Estendido
Normal	70 a 157 M.km^{-1}	Normal
Padrão	118 M.km^{-1}	Nominal
Subrefração	$> 157 \text{ M.km}^{-1}$	Reduzido

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos valores do índice M e dos dados sinóticos, observa-se que as condições meteorológicas mais comumente associadas às condições de superrefração, ou seja, gradiente negativo de M, são a atuação um sistema de alta pressão, com valores de pressão atmosférica de 1025 hpa favoráveis e a presença de um gradiente acentuado nos valores de umidade específica com a altitude.

Tal situação pode ser exemplificada no dia 15 de setembro de 2015, no qual se verifica um duto de evaporação entre 90m a 200m de altitude (Figura 1). Na figura 2, observa-se, através dos valores de PNMM, a atuação de um centro de alta pressão, com valor central de 1025 hPa. Já nas figuras 3, 4 e 5, constata-se o gradiente de umidade específica, com 0.013 kg/kg ao nível de 1000hpa, $0,010 \text{ kg/kg}$ à 955hpa e 0.005 kg/kg ao nível de 850hpa.

Esses resultados confirmam o preconizado pela metodologia empregada, com os gradientes negativos de umidade específica com a altitude (de/dz) implicando em valores negativos de dM/dz , e, assim, favorecendo a formação de duto de evaporação. Nessas condições de refratividade atmosférica, a detecção dos radares e a comunicação via rádios na região foram, de acordo com a teoria, estendidas, o que resulta em maior alcance.

Figura 1 – Perfil de dM/dz da região da Ilha de Trindade.

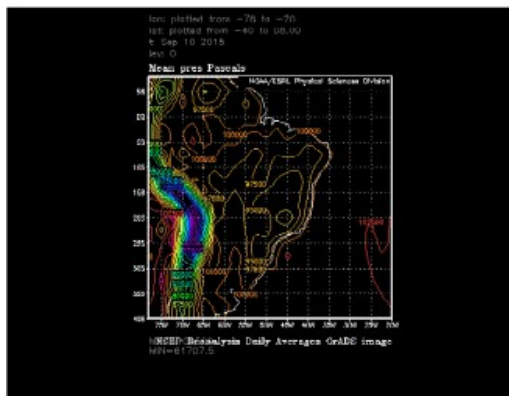


Figura 2 – PNMM.

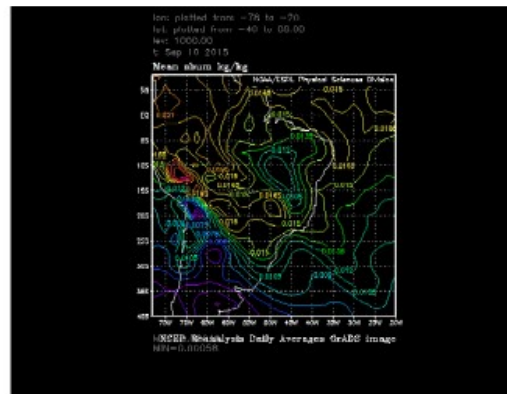


Figura 3 – Umidade Específica 1000 hpa.

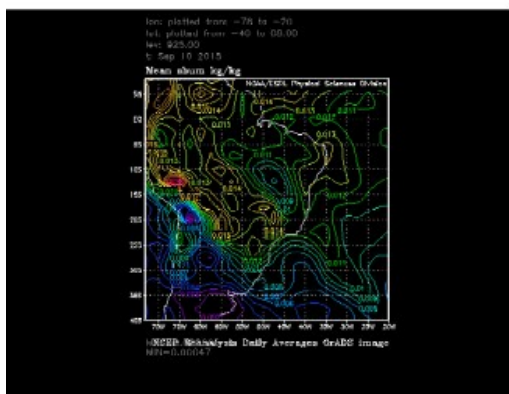


Figura 4 – Umidade Específica 925 hpa.

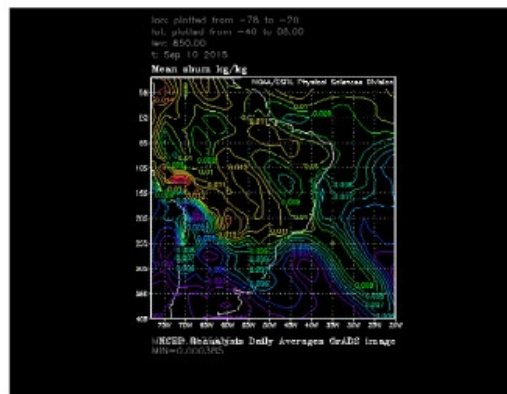


Figura 5 – Umidade Específica 850 hpa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que os valores de M classificados como superrefração estão associados a um aumento acentuado do gradiente vertical de umidade específica na região. Vale ressaltar a presença de um sistema de alta pressão quase permanente sobre a ilha da Trindade, intensificando os movimentos descendentes e, em consequência, inibindo o aporte de umidade para níveis superiores da atmosfera. Isso origina a formação de dutos de evaporação e, por fim, a interferência na extensão dos alcances de comunicação e detecção dos equipamentos a bordo na região.

Bibliografia

- ARYA, S. P.. 1988. Introduction to Micrometeorology. Academic Press, 303 p.
- BEAN, B.R., DUTTON, E.S.. 1968. Radio Meteorology. Dover Publications.
- OLIVEIRA JR, J. F., KWON, B. H. e OLIVEIRA, J. F.. 2005. A Ocorrência de Dutos Atmosféricos em Ambiente Costeiro. *Physicae*, 5, 23-33 pp
- NAVAL OCEAN SYSTEMS CENTER. 1987. Technical Document, 1151.
- PINHEIRO, F. R. e ALMEIDA, R.C.. 2002. Estudo de ocorrência de dutos de evaporação na região oceânica ao largo do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência e Natura*, v. Esp., p. 21-44.