



# IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS

## ESTIMATIVAS DE DUTOS ATMOSFÉRICOS NA REGIÃO DO AEROPORTO DO GALEÃO - RIO DE JANEIRO, BRASIL

Daniel Cremonini Baptista<sup>1</sup>, Tânia Ocimoto Oda<sup>2</sup>, Rogério Neder Candella<sup>3</sup>, José Francisco de Oliveira Junior<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia de Biosistemas, PGEB/UFF, Niterói – RJ. E-mail: cremonini@lamma.uff.br

<sup>2</sup>DSc, Meteorologista – IEAPM, Arraial do Cabo- RJ;

<sup>3</sup>DSc Engenharia Oceânica – IEAPM, Arraial do Cabo - RJ;

<sup>4</sup>Dsc Engenharia Mecânica – UFAL, Maceió - AL

### INTRODUÇÃO

A região costeira do Brasil possui um tráfego marítimo intenso, sendo composto de vários tipos de embarcações. Portanto, garantir a segurança da navegação é primordial. As embarcações são dotadas de equipamentos de comunicação e detecção, por exemplo, rádios e radares, sendo o desempenho desses equipamentos fortemente influenciado pelas condições da propagação eletromagnética na atmosfera (Pinheiro. R. F., 2002). 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).

Em operações navais, o alcance dos sistemas radar e, conseqüentemente, a detecção de possíveis alvos são fundamentais (Miguens, Altineu Pires, 1996). Existem sistemas especializados para esse tipo de análise, como por exemplo, o *Integrated-Refractive-Effects Prediction System* (IREPS), utilizado pela Marinha americana (NOSC, 1987).

### OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar as condições de refratividade atmosférica com base no índice de refratividade modificado a partir de sondagens atmosféricas do aeroporto do Galeão-Rio de Janeiro, Brasil sob diferentes situações sinóticas.

### MATERIAL E MÉTODOS

A estimativa do perfil vertical M é baseado na Eq. (1)

$$M = N + 0.157 z \quad (1),$$

Em que, N (hpa, K) é a refratividade atmosférica e z (m) é a altitude.

Os perfis verticais de M foram calculados a partir das informações de radiossondagens diárias (00 e 12Z) do aeroporto do Galeão do Rio de Janeiro, nas coordenadas geográficas (20.27°S; 40.28°W).

As condições de refratividade atmosférica, bem como os efeitos nos alcances de comunicação/detecção, dependem das variações de M com a altitude (dM/dz, M.km<sup>-1</sup>), conforme a Tabela 1. As análises sinóticas foram baseadas nos campos de umidade específica (q, kg/kg) e pressão atmosférica ao nível médio do mar (PNMM, hpa), extraídos da Reanálise 1 do *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) e da carta sinótica no Centro de Hidrografia da Marinha - CHM. Os dados observados das sondagens atmosféricas (00 e 12Z) do aeroporto do Galeão do Rio de Janeiro, Brasil.

Tabela 1 - Condições de Propagação Eletromagnética com base no dM/dz (M.km<sup>-1</sup>)

Condição de Propagação	Gradiente Vertical de M	Alcance
Confinamento	< 0 M.km <sup>-1</sup>	Muito Estendido
Superrefração	0 a 79 M.km <sup>-1</sup>	Estendido
Normal	70 a 157 M.km <sup>-1</sup>	Normal
Padrão	118 M.km <sup>-1</sup>	Nominal
Subrefração	> 157 M.km <sup>-1</sup>	Reduzido

### RESULTADOS

Durante todo o período foram identificados 51 casos de dutos de superfície no horário das 00Z e 63 casos no horário de 12Z. Os dutos de altitude foram observados 53 casos no horário das 00Z e 66 casos às 12Z. Os valores do índice M e as situações sinóticas apresentaram padrão relacional, principalmente a atuação de um sistema de alta pressão e a presença de um gradiente nos valores de umidade específica com a altitude, sendo demonstrado em Cremonini et. al (2017) para a região da Ilha de Trindade. As condições meteorológicas influenciam as condições de superrefração e, conseqüentemente, a formação de duto de evaporação.

O estudo de caso, dia 01 de fevereiro de 2017 mostrou a formação de um duto de evaporação a 817m (Figura 1). Na carta sinótica proveniente do Centro de Hidrografia da Marinha - CHM mostrou a presença de um sistema de alta pressão com valor de 1020 hPa. Já nas figuras 2, 3 e 4, constata-se o gradiente de umidade específica, com 0.014 kg/kg ao nível de 1000hpa, 0,010 kg/kg à 925hpa e 0.00475 kg/kg ao nível de 700hpa e temperatura do ar no nível de 1000hpa de aproximadamente 24°C (figura 5).

Os resultados obtidos mostram os gradientes negativos de umidade específica com a altitude (dq/dz) e isso implicou em valores negativos de dM/dz. (duto de evaporação)

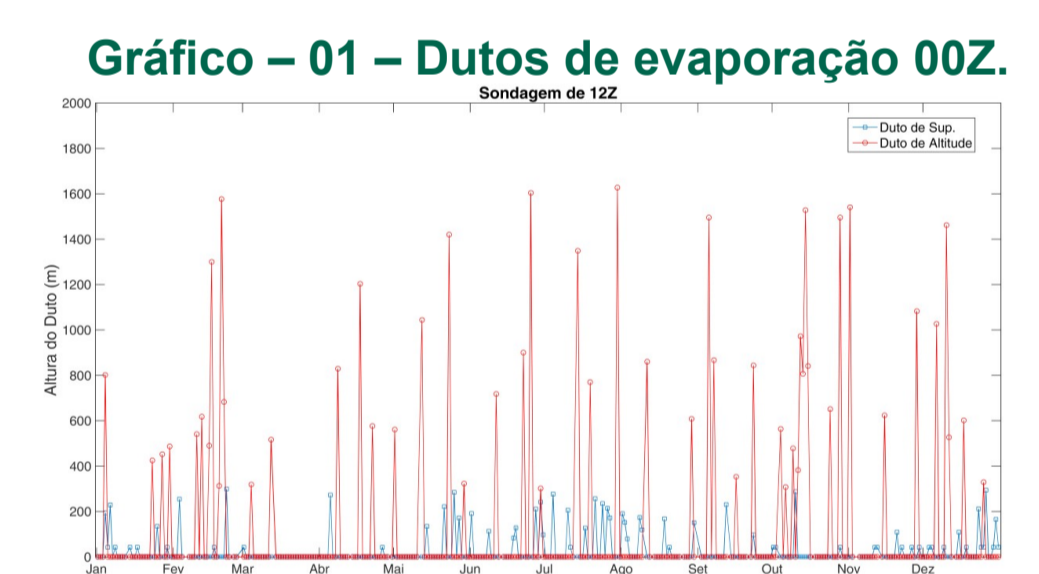
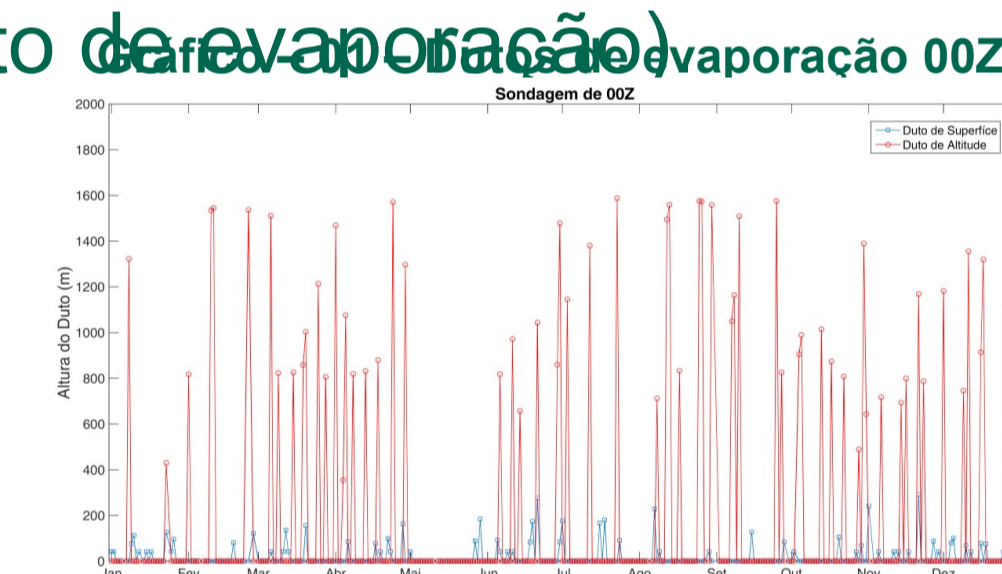


Figura 1- Carta sinótica 01FEV2017.

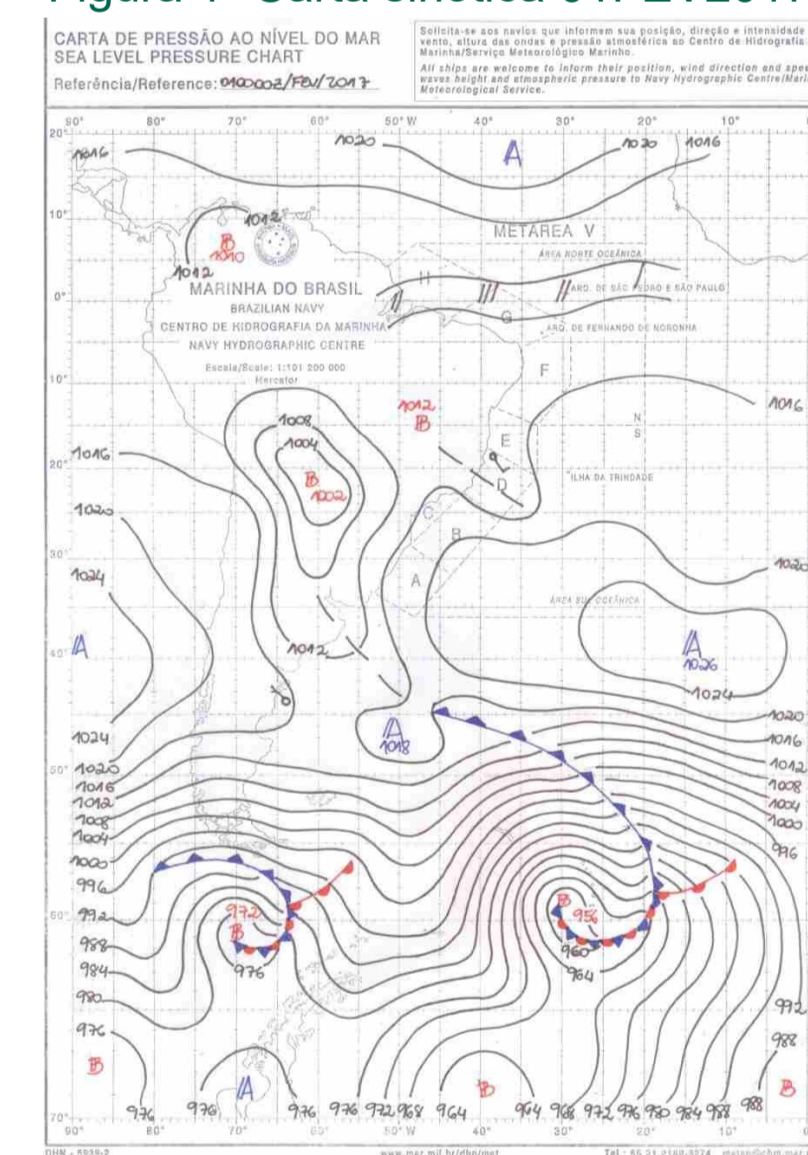


Figura 2- UE\_1000 hpa

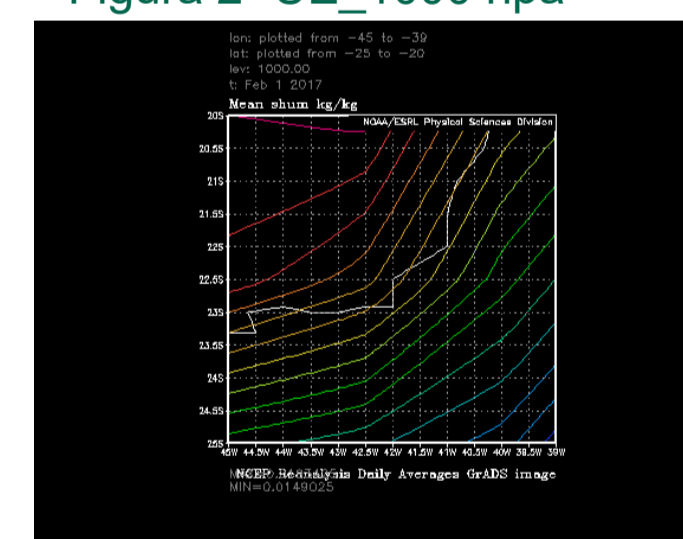


Figura 3- UE\_925 hpa

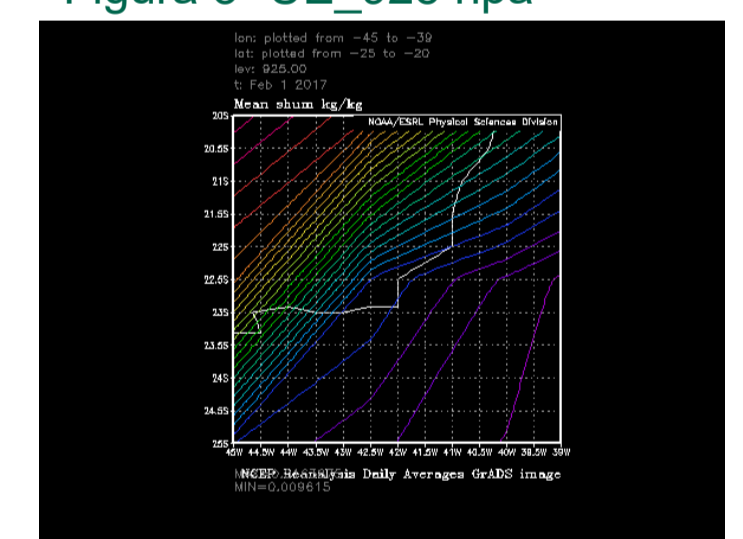


Figura 4- UE\_700 hpa

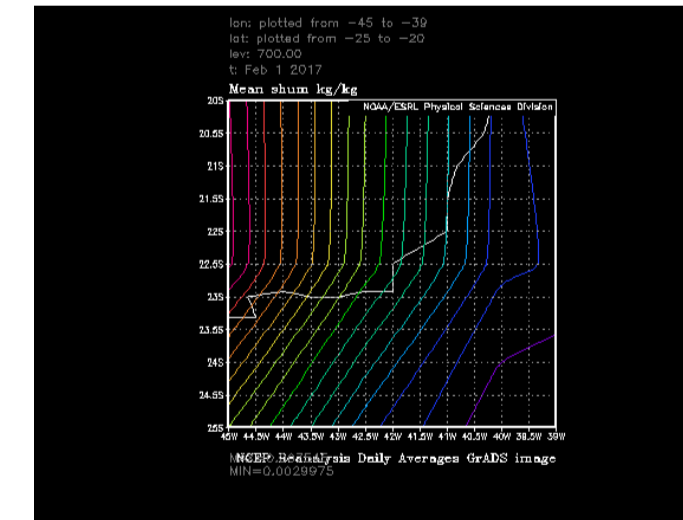
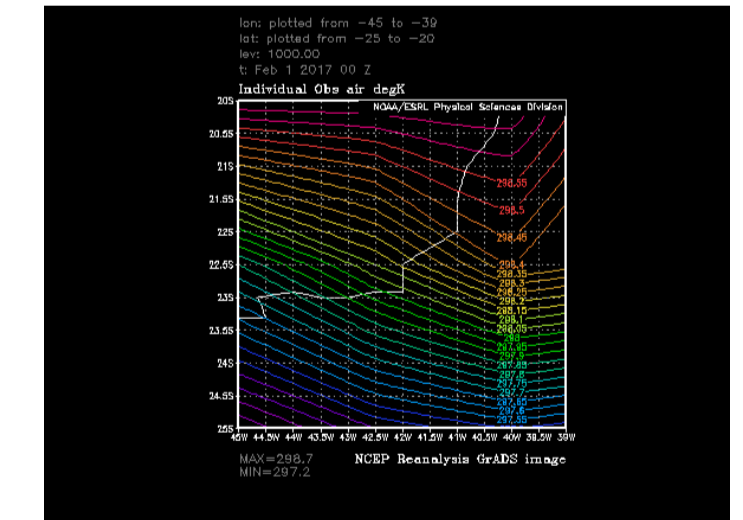


Figura 4- Temperatura 1000 hpa



### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que os episódios classificados como dutos de evaporação estão associados a um aumento acentuado do gradiente vertical de umidade específica na região bem como um valor relativamente elevado de temperatura do ar. Vale ressaltar a presença de um sistema de alta pressão, 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.

### REFERÊNCIAS

ARYA, S. P.. 1988. Introduction to Micrometeorology. Academic Press, 303 p.  
 BEAN, B.R., DUTTON, E.S.. 1968. Radio Meteorology. Dover Publications.  
 CREMONINI, D. B.; ODA, T. O.; CANDELLA, R. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. Análise Climatológica da Refratividade Atmosférica na Região da Ilha de Trindade. In: Workshop de Engenharia de Biosistemas, 2017, Niterói. WEB 3.0. Niterói: PGEB, 2017.  
 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.  
 Miguens, Altineu Pires. Navegação: a Ciência e a Arte (DN3-I) / por Altineu Pires Miguens. – Niterói (RJ) : Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2005.  
 NAVAL OCEAN SYSTEMS CENTER. 1987. Technical Document, 1151.  
 PINHEIRO, F. R.; 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.