



Análise de uma nova ferramenta de estimativa de visibilidade horizontal a partir do modelo weather research and forecasting

Autores: Isabelle Delgado da Silva Simões, Mario Paulo Alves Junior

1.INTRODUÇÃO

A visibilidade horizontal é uma variável crítica em aplicações aeronáuticas, especialmente em aterrissagens e decolagens, sendo um fator determinante para o uso de procedimentos por instrumentos (IFR). Para reduzir os impactos da baixa visibilidade o Instituto de Controle do Espaço Aéreo desenvolveu uma ferramenta chamada VIS_HON, ela fornece previsões efetuadas pelo WRF, em formato de gráficos e tabelas. O objetivo principal é analisar o índice de acerto da ferramenta VIS_HON e, como objetivo secundário, avaliar as variáveis obtidas pelo modelo WRF que são utilizadas para o cálculo dos índices de visibilidade.

2.METODOLOGIA

O Aeroporto Internacional de Guarulhos foi escolhido como foco deste estudo por ser o mais movimentado do Brasil, com cerca de 310 mil operações por ano (DECEA, 2014), e por localizar-se em uma região com grande incidência de nevoeiros, especialmente nos meses mais frios (CABRAL, 1998; MACHADO,1993). O VIS_HON consiste em extrair índices do modelo WRF e disponibilizá-los em formato gráfico, de forma pontual, para cada aeródromo do Brasil. Foi utilizado o modelo WRF (Weather Research and Forecasting), versão 4.3.2 (SKAMAROCK et al., 2008), em operação no ICEA. A configuração envolveu duas grades aninhadas, com resolução horizontal de 9 km e 3 km, respectivamente. O modelo é executado quatro vezes ao dia (00Z, 06Z, 12Z e 18Z), com previsões de até 18 horas, e saídas disponíveis a cada 15 minutos. As parametrizações adotadas na configuração do modelo são apresentadas na Tabela 1:

Microfísica	Morrison Double-moment Scheme
Radiação de onda curta	New Goddart Scheme
Radiação de onda longa	New Goddart Scheme
Física do Solo	MM5 Similarity
Física da Superfície	Noah Land Surface Model
Camada Limite	Yonsei University Scheme
Cúmulus	Grell-Devenyi (GD) Ensemble Scheme.

Tabela 1: Parametrizações físicas utilizadas no modelo WRF

3.RESULTADOS

A avaliação da precisão das variáveis meteorológicas utilizadas nos índices foi realizada com base nas métricas RMSE e MAPE para temperatura, ponto de orvalho e velocidade do vento, no Aeroporto Internacional de Guarulhos durante o mês de dezembro de 2024.

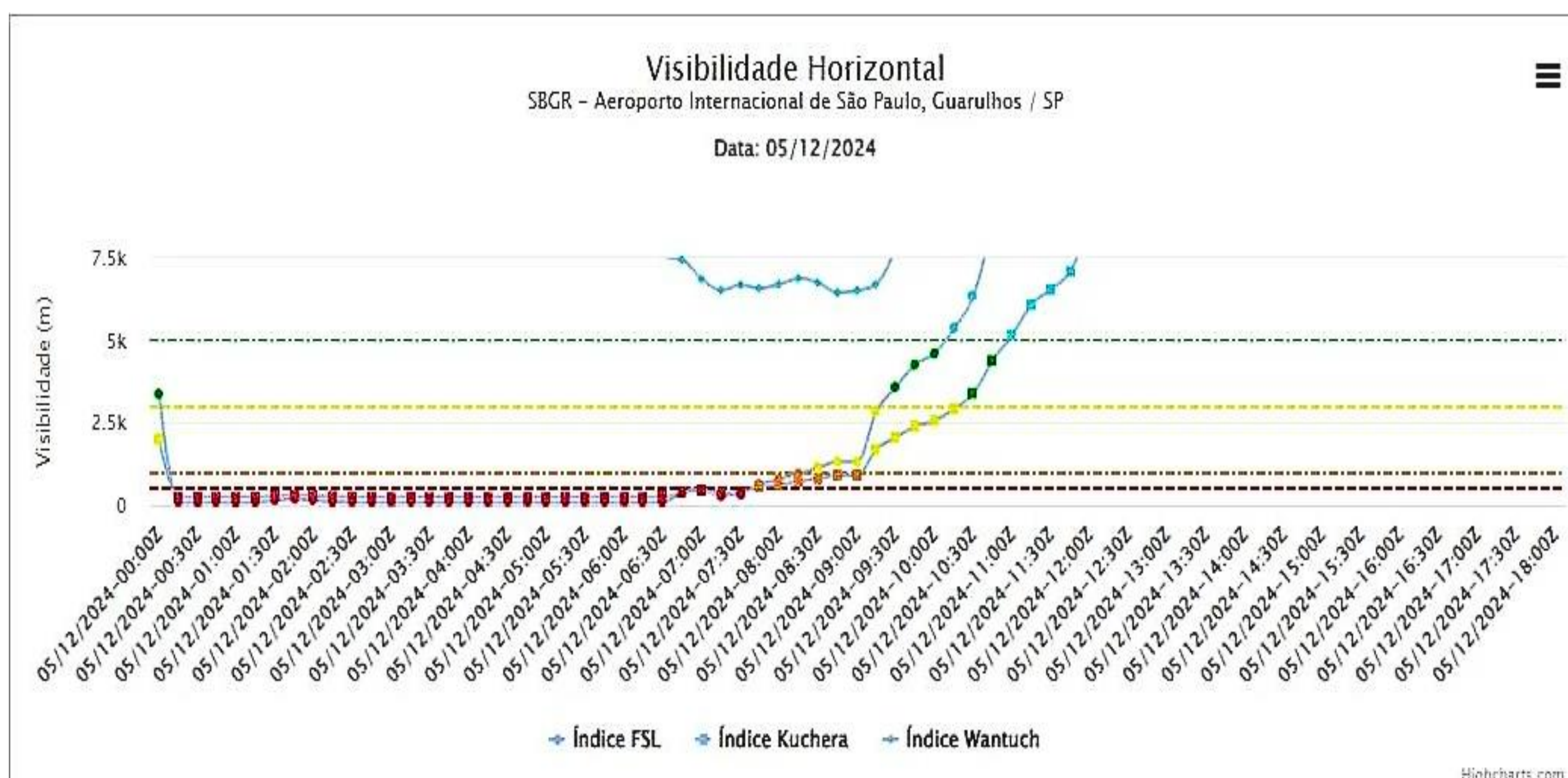
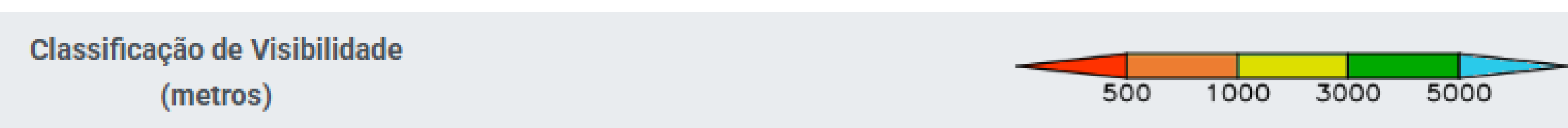


Figura 1: Gráfico de Visibilidade Horizontal do Aeroporto Internacional de Guarulhos

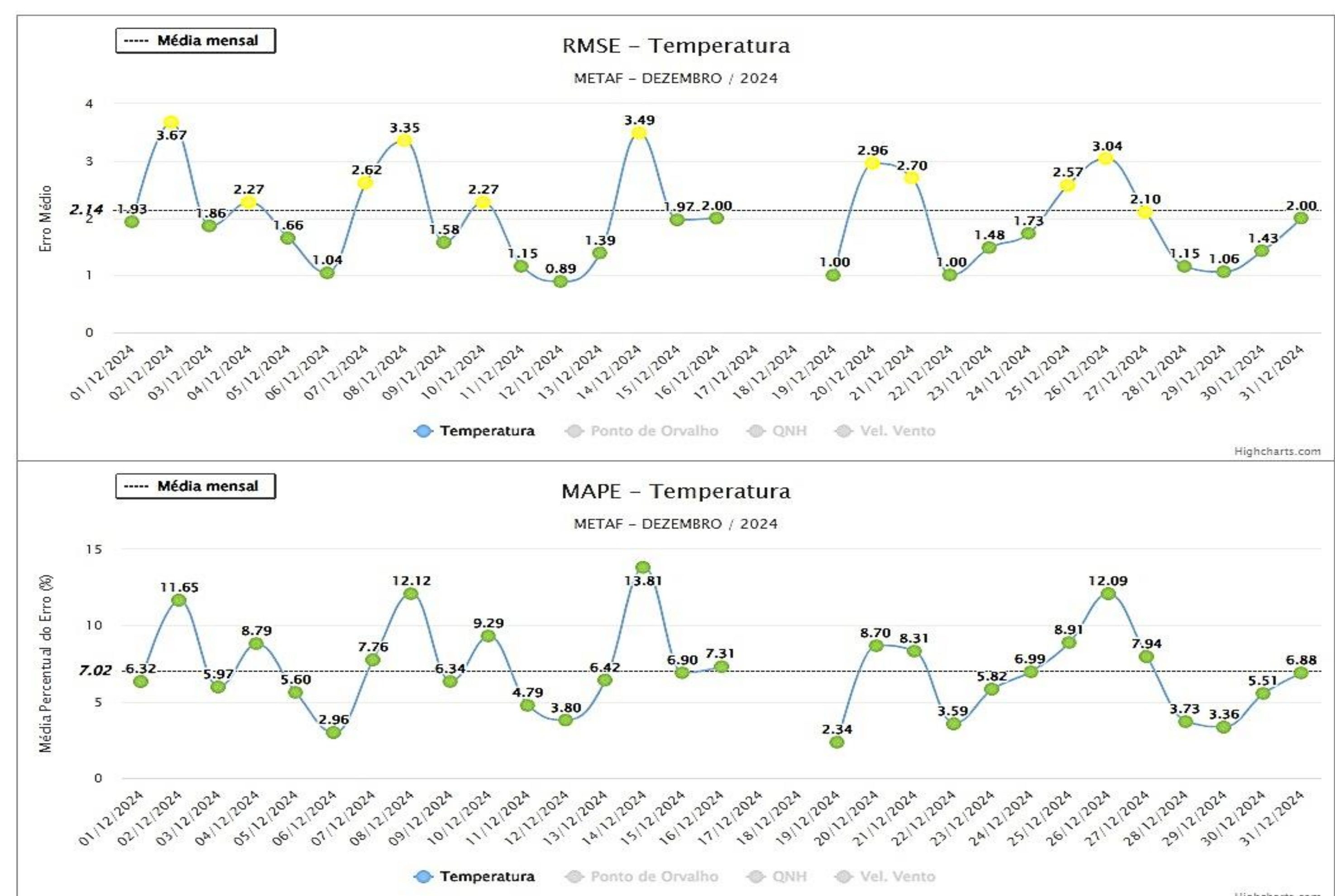


Figura 2: Gráfico de RMSE e MAPE da temperatura

Analisando a temperatura do ar representada no gráfico da figura 2 podemos ver que a média mensal do RMSE foi de 2,14° C e a média mensal do MAPE foi de 7,02%, valores considerados aceitáveis para uma previsão em aplicações operacionais. Nos dias 5 e 6 de dezembro obtemos erros abaixo da média mensal, indicando uma alta precisão na simulação da temperatura nesses dois dias. No dia 05/12, o erro médio foi de 1,66° C e o erro percentual foi de 5,60%. Já no dia 06/12, o modelo apresentou um melhor desempenho de apenas 1,04° C e 2,96%. Com esse resultado percebemos que a simulação foi bastante precisa nesses dias e que o produto teve um bom desempenho conseguindo identificar de forma eficiente uma condição crítica.

4.CONCLUSÕES

A avaliação da ferramenta VIS_HON revelou que ela é eficaz na identificação de condições de baixa visibilidade, especialmente em situações críticas, como observado no caso do dia 05/12/2024 no Aeroporto Internacional de Guarulhos. As estimativas de visibilidades geradas pelos algoritmos FSL, Kuchera e Wantuch, mesmo com algumas limitações, apresentaram bom desempenho na detecção de redução significativa na visibilidade, o que é fundamental para a segurança nas operações aéreas. Conclui-se que o produto VIS_HON é uma ferramenta promissora para o suporte à previsão meteorológica operacional voltada à aviação. Seu uso contínuo pode contribuir significativamente para a tomada de decisão em condições adversas, oferecendo mais segurança e planejamento no gerenciamento do tráfego aéreo, especialmente em aeródromos com histórico de nevoeiros frequentes como Guarulhos.

5.REFERÊNCIAS

- [1] CABRAL, E. Climatologia dos Nevoeiros no Aeroporto de Guarulhos. São Paulo: SIPAER, 1998.
- [2] DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2014. Rio de Janeiro: Instituto de Cartografia Aeronáutica, 2014. Disponível em: <<https://www.decea.mil.br/publicacoes>>. Acesso em: 02 jul. 2025.
- [3] MACHADO, A. J. As circulações locais associadas à formação de nevoeiro na Grande São Paulo. 1993. 143 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- [4] SKAMAROCK, W. C. et al. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR Technical Note, 2008.
- [5] WANTUCH, F. Visibility and fog forecasting based on decision tree method. In: COST-722: Very Short Range Forecasting of Fog and Low Cloud. Inventory Phase of Current Knowledge and Requirements by Users and Forecasters. Hungarian report, p. 61-71, 2003.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e ao Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) pela oportunidade para a realização desse estudo.