



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**VALIDAÇÃO DE PERFIS VERTICAIS DE VENTO ESTIMADO PELO
SATÉLITE AEOLUS SOBRE ATLÂNTICO TROPICAL OCIDENTAL**

Carlos Eduardo Alves Peixoto

Relatório de Iniciação Científica do
Programa PIBIC, orientado pelo Dr. Milton
Kampel, co-orientado pelo Dr. Antonio
Geraldo Ferreira

INPE
São José dos Campos
2023



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**VALIDAÇÃO DE PERFIS VERTICAIS DE VENTO ESTIMADO PELO
SATÉLITE AEOLUS SOBRE ATLÂNTICO TROPICAL OCIDENTAL**

Carlos Eduardo Alves Peixoto

Relatório de Iniciação Científica do
Programa PIBIC, orientado pelo Dr. Milton
Kempel, co-orientado pelo Dr. Antonio
Geraldo Ferreira

INPE
São José dos Campos
2023

RESUMO

Diferentes sensores orbitais são capazes de fornecer estimativas de vento na superfície do mar, como por exemplo, os escaterômetros. Mas, o satélite Aeolus, desenvolvido pela European Space Agency (ESA), possui a missão de estimar o campo tridimensional do vento. O Aeolus é o primeiro sensor orbital a fornecer estimativas diretas do vento em diferentes níveis atmosféricos, utilizando técnicas relativamente inovadoras, como o uso de Light Detection and Ranging (LIDAR). Os dados de perfis de vento obtidos pelo satélite também podem ser utilizados como informação adicional pelos serviços meteorológicos para avaliar a estabilidade/instabilidade atmosférica e realizar estudos, por exemplo, sobre a camada limite planetária em locais ou regiões onde não se realizam radiossondagens. Este trabalho, portanto, pretende analisar a acurácia estatística das estimativas de perfis de vento sobre o Oceano Atlântico Tropical Ocidental obtidas pelo satélite Aeolus, em relação a medidas *in situ* obtidas por boias meteo-oceanográficas e por radiossondagens. As estimativas Aeolus também serão comparadas a simulações do modelo de previsão numérica Weather Research and Forecasting (WRF) na mesma área de estudo. Para tais comparações, foram obtidos os dados Aeolus do nível L2B (Scientific Wind Products), e para a validação desses dados utilizamos duas fontes principais: radiossondagens do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e das bóias do Projeto Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA). As validações a serem obtidas são ainda inéditas no Brasil e na região do oceano Atlântico Ocidental. Nesta fase do projeto, criamos um banco de dados meteo-oceanográficos, de radiossondagens, de dados Aeolus e desenvolvemos uma rotina em Python para ler e acessar as variáveis estimadas pelo sensor Atmospheric Laser Doppler Instrument (ALADIN), que permitem estimar o campo de vento em diversos níveis na atmosfera. A próxima etapa do projeto consistirá na construção de rotina em Python, para comparação e validação dos dados Aeolus com os dados das bóias PIRATA, das radiossondagens e das saídas do modelo WRF. As comparações têm por finalidade verificar a acurácia dos dados do satélite e sua possível utilização para a melhoria na precisão da previsão numérica do tempo e do clima, avançar nossa compreensão da dinâmica atmosférica e processos relevantes para a variabilidade climática. Portanto, este relatório tem por objetivo apresentar os resultados alcançados até o momento.

Palavras chaves: Satélite Aeolus. Vento. Aeolus Satellite. Wind.

SUMÁRIO

	<u>Pág</u>
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo	1
2 ÁREA DE ESTUDO	2
3 DADOS E METODOLOGIA	1
3.1 Dados Projeto Pirata	1
3.2 Dados de Radiossondagens do INMET	1
3.3 Dados de Satélite Aeolus	1
3.4 Metodologia	1
5 RESULTADOS	1
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	1

1. INTRODUÇÃO

Dados sobre a direção e velocidade do vento são de grande importância para a inicialização de modelos numéricos de previsão de tempo e clima, análise sinótica da circulação atmosférica, estimativa de fluxos de massa e monitoramento da evolução de sistemas de nuvens (Negri e Machado, 2008). Porém, para o monitoramento de vastas áreas oceânicas, é preciso utilizar ferramentas tecnológicas adequadas para resolver a variabilidade espacial e temporal em escalas adequadas aos processos físicos e biogeoquímicos na interface oceano-atmosfera. Os sensores remotos orbitais permitem a aquisição contínua de dados com boa resolução espacial e temporal sobre o oceano, mesmo em áreas remotas. A utilização de dados de satélites para estimar a direção e a velocidade do vento tem sido cada vez mais frequente (Arnús, 2002, Wang *et al*, 2015). Desde o início da década de 90, sensores como o *Active Microwave Instrument (AMI)* e *Sea Winds*, a bordo dos satélites ERS-2 da Agência Espacial Européia (ESA) e QuikScat da Agência Espacial dos EUA (NASA, *National Aeronautics and Space Administration*), permitiram a obtenção de dados de vento na superfície do mar.

Em 22 de agosto de 2018, foi lançado o satélite Aeolus pela ESA, com a missão de estimar o campo tridimensional do vento. O Aeolus leva a bordo o primeiro *Light Detection and Ranging (LIDAR)*, que pode sondar os 30 km mais baixos da atmosfera para fornecer dados de perfis de vento, aerossóis e nuvens ao longo do caminho orbital do satélite (Schillinger, 2003). O sistema laser emite pulsos curtos e poderosos de luz ultravioleta para a atmosfera. Um telescópio coleta a luz que é retroespalhada por moléculas de ar, partículas de poeira e gotículas de água. O receptor analisa o deslocamento Doppler do sinal retroespalhado para determinar a velocidade e a direção do vento em várias altitudes abaixo do satélite. Estas observações quase em tempo real irão melhorar a precisão da previsão numérica do tempo e do clima e avançar nossa compreensão da dinâmica atmosférica e processos relevantes para a variabilidade climática.

1.2 Objetivo

Avaliar estatisticamente estimativas de perfis verticais de vento obtidas pelo nível L2B (Scientific Wind Products) do satélite Aeolus utilizando radiossondagens do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e das bóias do Projeto Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA).

2. ÁREA DE ESTUDOS

A área de estudo escolhida no projeto é localizada no Oceano Atlântico Tropical Ocidental (Figura 1), estando compreendida entre as latitudes 1°N – 5°S e as longitudes 45°W e 35°W.

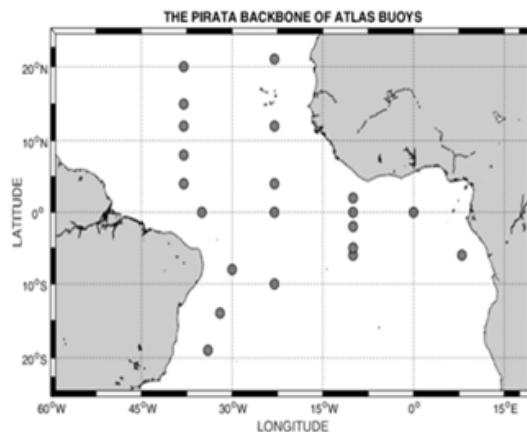


Figura 1. Área de estudo localizada no Oceano Atlântico Tropical Ocidental (25°N – 25°S ; 60°W -15°E). Os pontos em cinza indicam a localização das bóias meteo-oceanográficas PIRATA.

3. DADOS

3.1 Dados Projeto PIRATA

Os dados diários das Bóias do Projeto PIRATA localizadas no Atlântico Tropical Ocidental, foram obtidos pelo site do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (<https://www.pmel.noaa.gov/gtmba/pmel-theme/atlantic-ocean-pirata>), dados dos anos de 2019 a 2021 foram utilizados.

3.2 Dados de Radiossondagens do INMET

Dados diários de de radiossondagens do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foram obtidos no site da Wyoming University (<http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>), sendo utilizados perfis atmosféricos gerados pelas radiossondas da cidade de Natal – RN. Neste trabalho foi utilizado dados de radiossondagens de Natal dos anos 2019 a 2021

A localização da estação e os parâmetros relativos ao vento medidos pelas radiossondas lançadas a partir da cidade de Natal-RN estão descritos na Tabela 1.

Onde: DRCT = Direção do Vento (graus); SKNT = Velocidade do Vento (nós).

Localidade/Identificação	Latitude	Longitude	Elevação (m)	Parâmetros Medidos
Natal / SBNT 82599	-5,91	-35,25	49	DRCT, SKNT
Fernando de Noronha / SBFN 82400	-3.85	-32.41	45	DRCT, SKNT

Tabela 1. Detalhes das estações de radiossonda de Natal-RN e Fernando de Noronha

3.3 Dados de Satélite Aeolus

Os dados do Satélite Aeolus utilizados no projeto foram o do nível 2B (scientific wind products) dos anos de 2019 a 2021, obtidos pelo site da European Space Agency (ESA) (<https://aeolus-ds.eo.esa.int/oads/access/>).

3.4 Metodologia

Para dar início às atividades do projeto se foi feita a obtenção dos dados do satélite Aeolus, das bóias do projeto PIRATA e das Radiossondagens de Natal-RN, logo após essa etapa os dados foram organizados e armazenados. Tendo como base as datas dos dados do satélite Aeolus comparamos com os demais dados, excluindo os dados que não haviam correlação temporal. Logo após esse processo, começamos a produção de um script em Python para ler as imagens dos dados Aeolus, juntamente com o tratamento dos demais dados recolhidos. Com os scripts finalizados entramos no processo de extrair os dados de vento das imagens Aeolus e abrir perfis verticais de vento.

4. RESULTADOS

Na figura 2 é mostrada a imagem de dois perfis de velocidade do vento para uma mesma localização, escolhida aleatoriamente, do dia 22/05/2021. Os pontos foram selecionados dentro do raio de 90 km que é a resolução horizontal do dado Rayleigh (clear). Essa foi uma imagem que conseguimos gerar a partir dos dados coletados do satélite Aeolus.

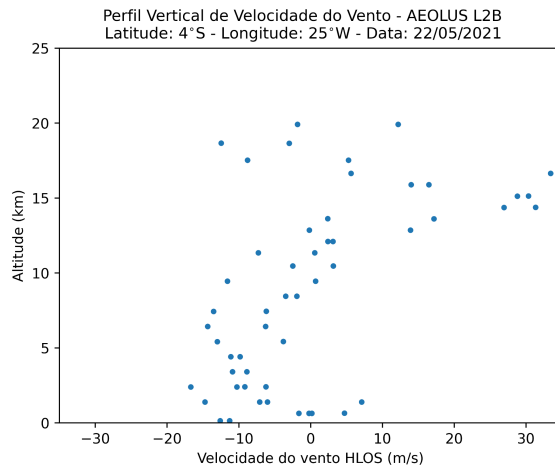


Figura 2. Imagem dois perfis de velocidade do vento para uma mesma localização, escolhida aleatoriamente, do dia 22/05/2021.

Nas figuras 3 e 4 são plots do perfil vertical do Aeolus, gerados utilizando uma semana de dados, do dia 01/07/22 a 07/07/22. Foi fixada para a figura 3 a latitude 6s e para a figura 4 a longitude 38w.

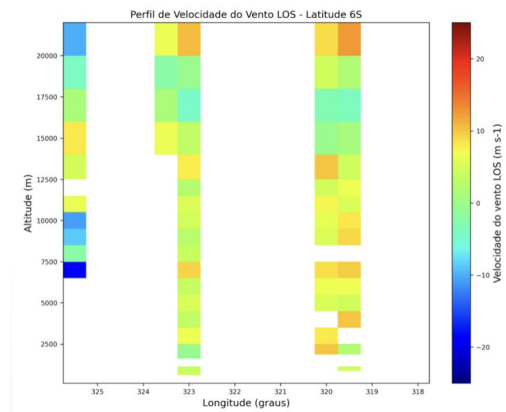


Figura 3. Latitude fixa, intervalo de longitude 34W a 42W.

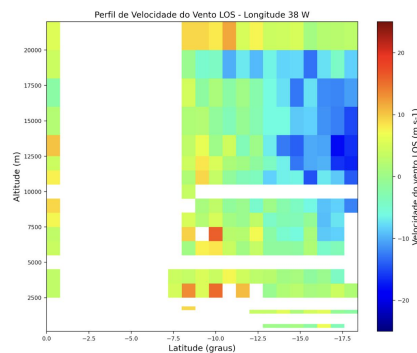


Figura 4. Longitude fixa, intervalo de latitude 0 a 18S.