Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Intensidade do vento de dois ciclones tropicais obtida por diferentes conjuntos de dados

Christie Andre de Souza¹, Michelle Simões Reboita²

¹Graduando em Ciências Atmosféricas na Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS, 1303, CEP 37500-903, Itajubá, MG. (35) 98886-4741. christie@unifei.edu.br (autor correspondente). ²Professora doutora da Universidade Federal de Itajubá, Av. BPS, 1303, CEP 37500-903, Itajubá, MG. (35) 9102-5193. reboita@gmail.com.

Artigo recebido em 14/08/2019 e aceito em 01/03/2020

RESUMO

Os ciclones tropicais quando atingem ventos com intensidade igual ou superior a 119 km/h desenvolvem uma estrutura conhecida como olho em seu centro. Já os ventos mais intensos do sistema são encontrados imediatamente após o olho. Num estudo recente para os ciclones Haiyan e Haima foi levantada a questão da qualidade dos dados do Global Forecast System (GFS) em representar os ventos uma vez que os ventos máximos apareceram no olho do sistema. Diante disso, esse estudo tem como objetivo avaliar como diferentes conjuntos de dados (GFS, ERA5, ERA-Interim e CCMP) representam os ventos nesses dois ciclones tropicais. A ERA5 e o GFS mostram ventos mais intensos nos ciclones do que os outros dois conjuntos de dados. Todos, exceto o GFS, mostram claramente ventos mais fracos no olho dos ciclones. Palavras-chaves: análises; ciclones; meteorologia; reanálises

Wind intensity of two tropical cyclones obtained by different data sets

ABSTRACT

When the tropical cyclones reach winds with intensity equal or higher than 119 km/h, they develop a structure known as the eye at its center. The strongest winds in the system are found immediately after the eye. In a recent study for Haiyan and Haima cyclones, the question of the quality of the Global Forecast System (GFS) data in representing the winds once the maximum winds appeared in the system eye was raised. Therefore, this study aims to evaluate how different data sets (GFS, ERA5, ERA-Interim and CCMP) represent the winds in these two tropical cyclones. ERA5 and GFS show cyclones with more intense winds than the other datasets. Except the GFS, the other data clearly show weaker winds in the cyclone eye.

Keywords: analyzes; cyclones; meteorology; reanalysis

Introdução

Um ciclone tropical é um sistema meteorológico associado com áreas de baixa pressão na superfície (Petterssen, 1956) que se desenvolve sobre os oceanos tropicais ou subtropicais. Segundo o National Hurricane Center (NHC, 2019a), esses sistemas são classificados em depressão tropical quando a velocidade dos ventos sustentada é inferior a 61 km/h, em tempestade tropical quando a velocidade do vento está entre 61 a 118 km/h e para a velocidade igual ou superior a 119 km/h o ciclone passa a receber diferentes denominações que dependerão da região de formação: será chamado de ciclone tropical na

região sudoeste do Índico, furacão no Atlântico Norte e no Pacífico Leste e de tufão no Pacífico Oeste. Também existe uma escala que relaciona a intensidade dos ventos sustentados dos ciclones com seu grau de destruição. Essa escala é chamada de Saffir-Simpson e varia de 1 a 5 (NHC, 2019b). Furacões classificados na escala 1 apresentam menos potencial destruidor do que aqueles com escala maior.

Entre as características dos ciclones tropicais têm-se o núcleo quente e estendido por toda a troposfera e que os ventos mais intensos ocorrem próximo à superfície (Reboita et al.,

2018a-b). Os ciclones tropicais estão entre os sistemas atmosféricos mais severos, não apenas pelos ventos fortes, mas pelas ondas que são capazes de gerar e pelo aumento do nível do mar em áreas costeiras que acabam causando inundações. Entre os vários ciclones tropicais registrados no globo, podem se destacar o tufão Haiyan e Haima.

O tufão Haiyan foi inicialmente identificado como uma depressão tropical no dia 22 de outubro de 2013 no oceano Pacífico Leste; essa perturbação atmosférica se intensificou e se deslocou para oeste. No dia 4 de novembro o sistema foi designado como uma tempestade tropical e no dia 5 de novembro como um tufão de categoria 1 e teve duração de 6 dias até sua dissipação. Segundo Marteleira et al. (2017), o Joint Typhoon Warning Center (JTWC) emitiu o primeiro alerta desse tufão no dia 3 de novembro de 2013; nas 48 horas seguintes o sistema se intensificou atingindo ventos de 240 km/h. O tufão Haiyan atingiu o território filipino no dia 8 de novembro e estima-se que, nesse momento, a velocidade máxima sustentada dos ventos tenha sido de 300 km/h, portanto, pode ser classificado como um ciclone de categoria 5, a máxima na escala de Saffir-Simpson.

O tufão Haima, que também atingiu as Filipinas, se formou no dia 14 de outubro de 2016 no Pacífico Leste a partir de uma depressão tropical e se transformou em uma tempestade tropical no dia seguinte. Já no dia 18 de outubro atingiu a categoria 5 da escala Saffir-Simpson com ventos sustentados acima de 250 km/h. A estrutura do tufão Haima apresentou um grande olho irregular que permaneceu bem configurado até chegar à China em 21 de outubro; já no dia 22 de outubro o sistema perde intensidade e se dissipa no dia 26 de outubro (JENNER, 2016).

Silva et al. (2018) descreveram esses dois tufões com dados do Global Forecast System (GFS) e mostraram ventos muito intensos a 10 metros de altura justamente no centro deles (olho do sistema). Os autores levantaram a questão da qualidade dos dados utilizados, pois é esperado que os ventos mais intensos estejam ligeiramente afastados do olho da tempestade. Nesse contexto, e a fim de complementar o estudo de Silva et al. (2018), o objetivo do presente trabalho é mostrar a diferença na intensidade do vento a 10 metros de altura, dos perfis verticais da componente meridional do vento e da vorticidade relativa ciclônica obtida de diferentes conjuntos de dados para esses dois casos de tufões.

Metodologia

Para o estudo dos ciclones tropicais, foram utilizados os dados da reanálise ERA-5 (HERSBACH et al., 2019) e ERA-Interim (Dee et al., 2011) fornecidos pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Esses dados estão disponíveis de 1979 até o presente com a ERA-5 possuindo resolução horizontal de 0.25° e a ERA-Interim de 0.75°.

A análise do GFS é distribuída pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP) com resolução espacial de 0.25° e abrange o período de 2015 até os dias atuais, além desses dados foi utilizada a análise Cross-Calibrated Multi-Platform (CCMP) que se baseia em dados de ventos de diferentes fontes: estimado por satélites, boias e saída de modelos. Esses dados possuem resolução 0.25° e se abrangem o período de 1987 até 2017. Uma síntese das características dos dados utilizados é descrita na Tabela 1.

Tabela 1 – Característica dos conjuntos de dados utilizados.

	ERA-5	ERA-Interim	GFS 0.25°	CCMP
Período	1979 - Presente	1979 - 2019	2015 - Presente	1987 - 2017
Tempo para atualização	2-3 meses	2-3 meses	2-3 dias	-
Resolução Espacial	31 km	79 km	27 km	25 km
Resolução Temporal	1 hora	6 horas	3 horas	6 horas
Níveis	137 níveis	60 níveis	64 níveis	1 nível
Fonte	Hersbach (2019)	Dee et al. (2011)	NCEP (2017)	Ricciardulli (2017)

Tendo em vista que a resolução horizontal da ERA-Interim é diferente dos demais dados, a fim de facilitar a comparação entre eles, essa foi previamente interpolada para a resolução espacial de 0.25°; assim todas as comparações foram baseadas nessa resolução.

As etapas do ciclo de vida dos dois ciclones tropicais seguem aquelas definidas por Silva et al.

(2018). Para o ciclone Haima a fase inicial ocorre em 16 de outubro de 2016 às 00 UTC e a maturidade em 19 de outubro de 2016 às 00 UTC. Já o ciclone Hayian tem a fase inicial no dia 04 de novembro de 2013 às 18 UTC e a maturidade em 07 de novembro de 2013 às 18 UTC.

Resultados

Ciclone Haima

A intensidade do vento a 10 metros de altura do ciclone Haima na fase inicial é menor nos dados do CCMP (figura 1G) e maior na do GFS (figura 1E). No centro do sistema a intensidade na fase inicial é de 14 m/s para o ERA-5 (figura 1A), 8 m/s para

ERA-Interim (figura 1C), 24 m/s no GFS e 6 m/s para CCMP (figura 1G). Na maturidade, a intensidade do vento aumenta e a ERA-5 (figura 1B) mostra bem que o olho do sistema possui ventos mais fracos do que a região ao redor, isso já não é tão claro na análise do GFS.

A intensidade do teve uma diferença de cerca de 18 m/s entre o GFS (figura 1F) e o CCMP (figura 1H) na maturidade; a ERA-5 e o GFS mantiveram os valores da intensidade próximos, com valores ao redor do centro de cerca de 30 m/s para a maturidade.

Figura 1 – Direção (setas) e intensidade do vento (m/s, cores) a 10 metros de altura do ciclone Haima em diferentes conjuntos de dados. O lado esquerdo representa a fase inicial e direito a fase de maturidade dos ciclones sendo A-B para ERA-5, C-D para ERA-Interim, E-F para GFS e G-H para CCMP.

No perfil vertical da componente meridional do vento (Figura 2), os valores positivos representam ventos de sul e os negativos ventos de norte. Esse campo mostra a rotação do sistema enfocando que a leste do centro do ciclone há ventos de sul para norte enquanto no lado a oeste de norte a sul. A análise do GFS (figura 2E-F) é a que apresenta a componente meridional mais intensa, seguida da ERA-5 (figura 2A-B) e ERA-Interim (figura 2C-D), tanto na fase inicial quanto de maturidade.

Como o CCMP não possui informações em níveis verticais, não há resultados para esse conjunto.

Ainda que os dados da ERA-Interim tenham sido interpolados para 0,25°, eles mantêm a memória da resolução horizontal utilizada na sua construção. Portanto, em todas as figuras, as características do ciclone serão mais suavizadas na ERA-Interim, cujo modelo é executado com resolução de 79 km.

Figura 2 – Componente meridional do vento para o ciclone Haima em diferentes conjuntos de dados. O lado esquerdo representa a fase inicial e direito a fase de maturidade sendo A-B para ERA-5, C-D para ERA-Interim e E-F para GFS.

Embora a componente meridional do vento seja uma maneira de ver a circulação do ciclone, a

variável que fornece a rotação dos sistemas é a vorticidade relativa. Portanto, aqui também foi incluído o perfil vertical dessa variável (Figura 3).

Nos dados do GFS (figura 3E-F) há um tubo de vorticidade relativa com valores mais intensos com cerca de $52 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$ na fase de maturidade.

Já a ERA-Interim (figura 3C-D) mostra o tubo de vorticidade menos intenso

do que nos demais conjuntos de dados em ambas as fases.

B

Figura 3 – Perfil vertical da vorticidade relativa do ciclone Haima em diferentes conjuntos de dados. O lado esquerdo representa a fase inicial e direito a fase de maturidade sendo A-B para ERA-5, C-D para ERA-Interim e E-F para GFS.

Ciclone Hayian

Comparado ao ciclone Haima, a intensidade do vento a 10 metros de altura do Hayian foi menor (Figuras 1 e 4).

A ERA-Interim (figura 4C-D) e o CCMP (figura 4E-F) mostraram as menores intensidades próximo ao centro do sistema, cerca de 20 m/s, nas duas fases analisadas.

Já a ERA-5 (figura 3B) atingiu intensidade máxima de 28 m/s na fase da maturidade. Aqui o

GFS não foi utilizado devido a esse conjunto não estar disponibilizado em alta resolução para o período do ciclone Hayian. Só há dados com resolução grosseira (vide Silva et al, 2018 para maiores detalhes).

Figura 4 – Direção e intensidade do vento a 10 metros do ciclone Hayian em diferentes conjuntos de dados, o lado esquerdo representa a fase inicial e direito a fase de maturidade sendo A-B para ERA-5, C-D para ERA-Interim e E-F para GFS.

Em função dos modelos atmosféricos que geram as reanálises ERA-Interim e ERA-5 serem diferentes, sempre aparecerão padrões mais suavizados nas figuras da ERA-Interim.

Por exemplo, na fase de maturidade no perfil vertical da componente meridional do vento (Figura 5D), a ERA-Interim mostra intensidade de 20 m/s na componente meridional de norte enquanto a ERA5 (figura 5A) mostra valor de 35 m/s.

relativa, em que é mais intenso na ERA-5 (Figura 6).

Figura 5 – Componente meridional do vento do ciclone Hayian em diferentes conjuntos de dados. O lado esquerdo representa a fase inicial e direito a fase de maturidade sendo A-B para ERA-5, C-D para ERA-Interim e E-F para GFS.

Figura 6 – Perfil vertical da vorticidade relativa do ciclone Haima em diferentes conjuntos de dados. O lado esquerdo representa a fase inicial e direito a fase de maturidade sendo A-B para ERA-5, C-D para ERA-Interim e E-F para GFS.

Conclusões

Esse estudo teve como objetivo comparar as características de circulação atmosférica em dois tufões, Haima e Haiyan, obtida por dados de diferentes fontes. Foram utilizadas a reanálise ERA-Interim, a reanálise ERA-5 e os produtos de análises do GFS e CCMP.

Para a intensidade do vento a 10 metros de altura, a ERA-Interim e o CCMP apresentaram as menores intensidades enquanto o GFS a maior. A ERA-interim também foi o conjunto de dados que mostrou componente meridional do vento e vorticidade relativa mais fracas. Isso está associado com a resolução horizontal do modelo que gera essa reanálise.

Embora os dados tenham sido interpolados no presente estudo para a mesma resolução horizontal, eles mantêm as características originais.

Em geral, os resultados da reanálise ERA-Interim se assemelha com as análises CCMP, e a reanálise ERA-5 se assemelha com a análise do GFS. As principais conclusões desse estudo são que o GFS e a ERA-5 mostram ventos mais intensos nos ciclones estudados e que todos os conjuntos de dados, exceto o GFS, mostram o olho dos sistemas com ventos mais fracos. Infelizmente esse estudo não pode dizer qual o conjunto de dados é mais realístico, uma vez que seria necessária uma comparação com dados medidos in situ, o que não se pode realizar em virtude da falta de observações.

Agradecimentos

os autores agradecem aos centros de meteorologia que disponibilizaram os dados usados nesse estudo e ao Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo auxílio financeiro.

Referências

- Dee, D.P. et al., 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Royal Meteorological Society* 137, 553-597
- Hersbach, Hans et al., 2019. Global reanalysis: goodbye ERA-Interim, hello ERA5. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Disponível: <https://www.ecmwf.int/en/newsletter/159/meteorology/global-reanalysis-goodbye-era-interim-hello-era5>. Acesso: 11 jun. 2019.
- Jenner, L., 2016. Measures Extreme Rainfall with Typhoons Sarika and Haima. National Aeronautics and Space Administration (NASA). Disponível: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/haima-northwest-pacific-ocean>. Acesso: 9 jun. 2019.
- Marteleira, R., Coelho, P. S., Roxo, M., 2017. O impacto do super tufão Haiyan em Tacloban, Filipinas, in: *As dimensões e a responsabilidade social da geografia*. Editora da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, pp. 139-142.
- NCEP. National Centers for Environmental prediction, 2017. NCEP GFS 0.25 Degree Global Forecast Grids Historical Archive. Disponível: <https://rda.ucar.edu/datasets/ds084.1/>. Acesso: 10 jun. 2019.
- NHC. National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center, 2016 Tropical Cyclone Climatology. Disponível: <http://www.nhc.noaa.gov/climo/>. Acesso: 16 jul. 2019a.
- NHC. National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center, 2014. Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale. Disponível: <https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>. Acesso: 16 jul. 2019b.
- Petterssen, S., Dunn, G.E., Means, L.L., 1955. Report of an experiment in forecasting of cyclone development. *Journal of Meteorology* 12, 58-67.
- Reboita, M.S. et al., 2017a. Ciclones em Superfície nas Latitudes Austrais: Parte I. Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia* 32, 171-186.
- Reboita, M.S. et al. 2017b. Ciclones em Superfície nas Latitudes Austrais: Parte II. Estudo de Casos. *Revista Brasileira de Meteorologia* 32, 509-542.
- Ricciardulli, L., 2017. The Climate Data Guide: CCMP: Cross-Calibrated Multi-Platform wind vector analysis. Disponível: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/ccmp-cross-calibrated-multi-platform-wind-vector-analysis>. Acesso: 27 fev. 2017.
- Silva, B.A., Leite, R.R.M., Reboita, M.S., 2018. Tufões Haiyan e Haima: Características Durante a Formação, Maturação e Dissipação. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ* 41, 37-53.