



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

PREVISÃO DE VENTO E PRECIPITAÇÃO EM ALTÍSSIMA RESOLUÇÃO EM REGIÃO DE TOPOGRAFIA COMPLEXA

Kamyllin Hildegard Pereira

Relatório de Iniciação Científica do
Programa PIBIC em Meteorologia,
orientado pelo Dr. Jorge Luís Gomes e
coorientado pela Dra. Claudine Pereira
Dereczynski.

RESUMO

Modelos numéricos são ferramentas imprescindíveis para previsão do tempo. O Eta é um modelo de área limitada cuja principal proposta é prever com maiores detalhes fenômenos próximos da Mesoescala, associados à orografia, região de ênfase deste trabalho. Embora tenham sido realizadas melhorias nos modelos de previsão, fazendo com que aumentasse a confiabilidade e qualidade das previsões, eles ainda possuem erros sistemáticos, e nem sempre representam a real intensidade dos ventos, principalmente em regiões de relevo elevado. Portanto, este trabalho tem como objetivo avaliar a acurácia das previsões de vento em 10 metros, produzidas pelo modelo regional Eta sobre parte da Região Sudeste do Brasil, onde localiza-se a Usina Nuclear de Angra dos Reis, através dos índices estatísticos BIAS, MAE e RMSE com horizontes de previsão de até 72h para os horários de 00z, 06z, 12z e 18z, comparando as resoluções de 1 e 8 km entre si em relação aos dados de reanálise do ERA5 (Centro Europeu de Previsões Meteorológicas a Médio Prazo – ECMWF). Foi possível verificar que os desvios em geral possuem baixa flutuação e ambas as resoluções representaram bem a intensidade do vento, contudo, a resolução de 8 km se mostrou mais acurada que a de 1 km representando melhor a intensidade do vento sobre a área analisada.

Palavras-chave: Modelo Eta. Previsão de Vento. Vento em 10m. Região Sudeste do Brasil.

HIGH RESOLUTION WIND AND PRECIPITATION FORECAST IN COMPLEX TOPOGRAPHY REGION.

ABSTRACT

Numerical models are essential tools for weather forecasting. Eta is a limited area model whose main proposal is to predict in greater detail phenomena close to the Mesoscale, associated with orography, the region of emphasis of this work. Although improvements have been made in the forecast models, increasing the reliability and quality of forecasts, they still have systematic errors, and do not always represent the real intensity of the winds, especially in regions of high relief. Therefore, this work aims to evaluate the accuracy of wind forecasts in 10 meters, produced by the Eta regional model over part of the Southeast Region of Brazil, where the Angra dos Reis Nuclear Power Plant is located, through the statistical indices BIAS, MAE and RMSE with forecast horizons of up to 72h for the hours of 00z, 06z, 12z and 18z, comparing the resolutions of 1 and 8 km with each other in relation to reanalysis data from ERA5 (European Center for Medium-Term Weather Forecasts - ECMWF). It was possible to verify that the deviations in general have low fluctuation and both resolutions represented the wind intensity well, however, the 8 km resolution proved to be more accurate than the 1 km resolution, better representing the wind intensity over the analyzed area.

Keywords: Eta Model. Wind Forecast. Wind in 10m. Southeast Region of Brazil.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 3.1 – Intensidade do vento em 10 metros (m/s), previsões de 24 a 72 horas (Bias).	6
Figura 3.2 - Intensidade do vento em 10 metros (m/s), previsões de 24 a 72 horas (MAE).	10
Figura 3.3 – Intensidade do vento em 10 metros (m/s), previsões de 24 a 72 horas (RMSE).	14
Figura 3.4 - Prazos de previsão do erro médio (Bias) sobre o continente, oceano e todo domínio.	17
Figura 3.5 – Prazos de previsão do erro absoluto médio (MAE) sobre o continente, oceano e todo domínio.	18
Figura 3.6 - Prazos de previsão do erro quadrático médio (RMSE) sobre o continente, oceano e todo domínio.	18

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 2.1 - Dados dos índices Bias, MAE e RMSE para o continente, oceano e todo o domínio para a resolução de 1 km.	5
Tabela 2.2 - Dados dos índices Bias, MAE e RMSE para o continente, oceano e todo o domínio para a resolução de 8 km.	5

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

GrADS	Grid Analysis and Display System
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NCEP	National Centers for Environmental Prediction (Centros Nacionais de Previsão Ambiental)
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
MAE	Mean Absolute Error (Erro Absoluto Médio)
RMSE	Root Mean Squared Error (Erro Quadrático Médio)

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1 INTRODUÇÃO	1
2 DADOS E METODOLOGIA	2
2.1 Dados coletados	2
2.2 Máscara continente e oceano	3
2.3 Índices estatísticos	3
2.3.1 Erro	3
2.3.2 Bias	3
2.3.3 MAE	3
2.3.4 RMSE	4
2.4 Análises estatísticas	4
2.4.1 Eta e ERA5	4
3 RESULTADOS	6
3.1 Índices estatísticos para toda a região	6
3.1.1 Erro médio (Bias)	6
3.1.2 Erro absoluto médio (MAE)	10
3.1.3 Erro quadrático médio (RMSE)	14
3.2 Índices estatísticos para continente, oceano e todo o domínio	17
4 CONCLUSÃO	20

1 INTRODUÇÃO

O modelo de área limitada Eta foi desenvolvido pela Universidade de Belgrado em conjunto com o Instituto de Hidrometeorologia da Iugoslávia, e se tornou operacional no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Mesinger et al., 1988; Black, 1994). Ele foi instalado no CPTEC em 1996 com a finalidade de complementar a previsão numérica de tempo que vinha sendo realizada desde o ano anterior. Uma de suas características principais é a coordenada vertical eta, definida por Mesinger (1984), criada em 1980 para reduzir o erro no cálculo da força do gradiente de pressão em modelos que usam coordenadas sigma, a qual leva em consideração o relevo.

Sua principal proposta é a de prever com maiores detalhes fenômenos próximos da Mesoescala, associados à orografia, região de ênfase deste trabalho. Os sistemas nesta escala possuem um comportamento não-linear, e anteriormente, com a resolução de 40 km, as previsões de curto prazo eram fornecidas duas vezes ao dia, se estendendo até 72h. Com a constante atualização do sistema computacional, as previsões aumentaram sua confiabilidade, qualidade e resolução, chegando a 8 km, cobrindo a maior parte da América do Sul, e com um grau de detalhamento ainda maior, chegando a 1 km para parte da região de topografia complexa do sudeste brasileiro, onde se encontra a Usina Nuclear de Angra dos Reis.

Embora tenham sido realizadas melhorias nos modelos de previsão, eles ainda possuem erros sistemáticos, nem sempre representando a real intensidade dos ventos, principalmente em regiões de relevo elevado caso não sejam bem retratadas nas parametrizações. Com isso, para aumentar ainda mais a confiabilidade e precisão das previsões, são realizadas avaliações para que posteriormente as devidas correções sejam feitas. Portanto, o objetivo deste trabalho é o de avaliar a acurácia das previsões de vento em 10m, produzidas pelo modelo regional Eta sobre parte da Região Sudeste do Brasil através dos índices estatísticos BIAS, MAE e RMSE com horizontes de previsão de até 72h para os horários de 00z, 06z, 12z e 18z, comparando as resoluções de 1 e 8 km entre si e em relação aos dados de reanálise do ERA5 (Centro Europeu de

Previsões Meteorológicas a Médio Prazo - ECMWF), que possui resolução de 25 km e disponibilidade de dados horários.

2 DADOS E METODOLOGIA

São analisadas as figuras e os gráficos com dados do mês de janeiro de 2022 com os cálculos dos índices estatísticos que determinam o quanto os dados do Eta distam dos dados do ERA5, para os prazos de previsão de 24 a 72h a cada 6 horas.

Todas as figuras foram geradas pelo software GrADS (Grid Analysis and Display System), que é uma ferramenta interativa desenvolvida pelo pesquisador Brian Doty e distribuída gratuitamente na internet, no qual é possível acessar, manipular e visualizar dados das Ciências da Terra em diversos formatos e com linguagem de script gerar figuras que pode ser gravadas em diversos formatos.

2.1 Dados coletados

A reanálise ERA5 é a quinta geração do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) com resolução espacial de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$. Utilizaram-se seus dados horários em níveis únicos das componentes u (zonal) e v (meridional) do vento em 10 metros, no mês de janeiro de 2022, para obter a velocidade e direção do vento horizontal nesta altitude.

As grades utilizadas pelo Eta possuem resolução de 8 km, cobrindo boa parte da América do Sul, e 1 km, abrangendo a região de topografia complexa do sudeste brasileiro, onde se encontra a Usina Nuclear de Angra dos Reis. Por ambas são fornecidos dados horários com horizonte de previsão de até 11 dias (264h) para a resolução de 8 km e 72h para a de 1 km.

2.2 Máscara continente e oceano

A máscara continente e oceano foi utilizada para que fosse possível extrair os valores estatísticos do oceano e continente separadamente para verificar sobre qual região o modelo possuiria os maiores desvios.

2.3 Índices estatísticos

Nesta seção é descrita a metodologia para a avaliação estatística das figuras e dos gráficos da intensidade do vento a 10 metros.

2.3.1 Erro

Erro é a diferença entre a previsão e a demanda.

$$e_t = f_t - d_t \quad (1)$$

Onde o termo e_t é o erro, f_t é a previsão (forecast), d_t é a demanda.

2.3.2 Bias

Bias é o erro médio. A diferença entre o valor esperado desse estimador e o valor real do parâmetro que está sendo estimado. Ele é chamado de imparcial quando seu valor é igual a zero. Seu uso sozinho não é recomendado pois a diferença pode ser nula e com isso não fornecer muita informação.

$$\text{Bias} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t \quad (2)$$

2.3.3 MAE

É o erro absoluto médio.

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (3)$$

Expressa o erro médio do modelo de previsão em relação aos dados de referência. É parecido com o erro médio (Bias), contudo leva em consideração o módulo do erro, sendo assim, os valores são sempre positivos. O peso atribuído aos desvios é igual para todos.

2.3.4 RMSE

É o erro quadrático médio.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2}$$

(4)

Assim como MAE, expressa o erro médio. Para calcular o RMSE os erros são elevados ao quadrado antes da média calculada, desse modo, a soma terá pesos diferentes e conforme os valores desses erros aumentam, o índice RMSE aumenta consideravelmente (é atribuído um peso maior aos desvios de maior magnitude). Caso haja algum valor aberrante (*outlier*) no conjunto de dados, prejudica a interpretação dos dados por meio deste índice.

2.4 Análises estatísticas

Nesta seção é descrita a metodologia para gerar as figuras e construir os gráficos com os cálculos dos índices estatísticos dos prazos de previsão de até 72 horas, indicando os desvios na intensidade do vento a 10 metros entre o modelo Eta e a reanálise ERA5.

2.4.1 Eta e ERA5

Os dados de vento em 10 metros do modelo Eta e da reanálise ERA5, possuem uma frequência temporal horária. Para gerar as figuras do mês de janeiro de 2022 entre 24 e 72 horas a cada 6 horas, foram utilizados os dados horários do ERA5 e Eta, a grade do Eta foi interpolada na grade do ERA5 (a de maior resolução para a de menor resolução), foi calculada a diferença entre previsão e análise e por fim, foram calculados os índices estatísticos. Com isso, foi possível obter os desvios do Eta em relação ao ERA5, da intensidade do

vento sobre parte do sudeste do Brasil, uma área que abrange o continente e o Oceano Atlântico.

Para extrair os valores que seriam utilizados nos gráficos, junto com os dados foi utilizada a máscara continente e oceano e após o cálculo dos índices Bias, MAE e RMSE, foram feitos os gráficos. Nas Tabelas 2.1 e 2.2 temos os dados dos índices para o continente, oceano e todo o domínio, para a resolução de 1 km e 8 km, respectivamente.

Tabela 2.1 - Dados dos índices Bias, MAE e RMSE para o continente, oceano e todo o domínio para a resolução de 1 km.

Prazo de previsão (horas)	Bias			MAE			RMSE		
	Todo domínio	Conte nte	Oceano	Todo domínio	Conte nte	Oceano	Todo domínio	Conte nte	Oceano
24	-0,412	-0,111	-0,889	1,333	0,965	1,919	1,668	1,189	2,428
30	-0,669	-0,313	-1,234	1,399	0,952	2,108	1,722	1,152	2,626
36	-0,699	-0,601	-0,854	1,629	1,274	2,193	2,014	1,572	2,715
42	-0,092	0,070	-0,349	1,723	1,374	2,277	2,113	1,688	2,789
48	-0,379	-0,071	-0,867	1,588	1,055	2,433	2,001	1,321	3,081
54	-0,617	-0,307	-1,109	1,596	1,023	2,506	1,936	1,238	3,045
60	-0,671	-0,667	-0,679	1,788	1,338	2,503	2,166	1,636	3,006
66	-0,010	0,100	-0,185	1,815	1,358	2,539	2,190	1,658	3,035
72	-0,327	-0,089	-0,704	1,738	1,075	2,789	2,116	1,326	3,371

Fonte: Produção do autor.

Tabela 2.2 - Dados dos índices Bias, MAE e RMSE para o continente, oceano e todo o domínio para a resolução de 8 km.

Prazo de previsão (horas)	Bias			MAE			RMSE		
	Todo domínio	Conte nte	Oceano	Todo domínio	Conte nte	Oceano	Todo domínio	Conte nte	Oceano
24	0,197	0,747	-0,676	1,340	1,155	1,632	1,716	1,390	2,233
30	0,215	0,751	-0,637	1,369	1,212	1,619	1,698	1,437	2,113
36	-0,198	0,040	-0,576	1,183	1,008	1,460	1,505	1,264	1,887
42	-0,003	0,055	-0,095	1,265	1,052	1,602	1,617	1,305	2,111
48	0,353	0,723	-0,233	1,361	1,144	1,704	1,739	1,370	2,324
54	0,398	0,738	-0,142	1,322	1,164	1,572	1,652	1,386	2,076
60	0,136	0,099	0,195	1,233	1,050	1,523	1,583	1,338	1,973
66	0,200	0,091	0,374	1,336	1,077	1,748	1,716	1,348	2,301
72	0,434	0,738	-0,048	1,428	1,137	1,890	1,795	1,360	2,486

Fonte: Produção do autor.

3 RESULTADOS

Nesta seção são apresentadas as análises do comportamento dos erros dos prazos de previsão, comentando a tendência observada sobre o continente e o oceano ao longo do dia, as regiões de subestimação ou superestimação. Além disso, dentro do prazo de previsão, quais dos quatro horários (00z, 06z, 12z e 18z) possuíam os menores erros. E por fim, dentre as duas resoluções, a de 1 e 8 km, qual a mais acurada.

3.1 Índices estatísticos para toda a região

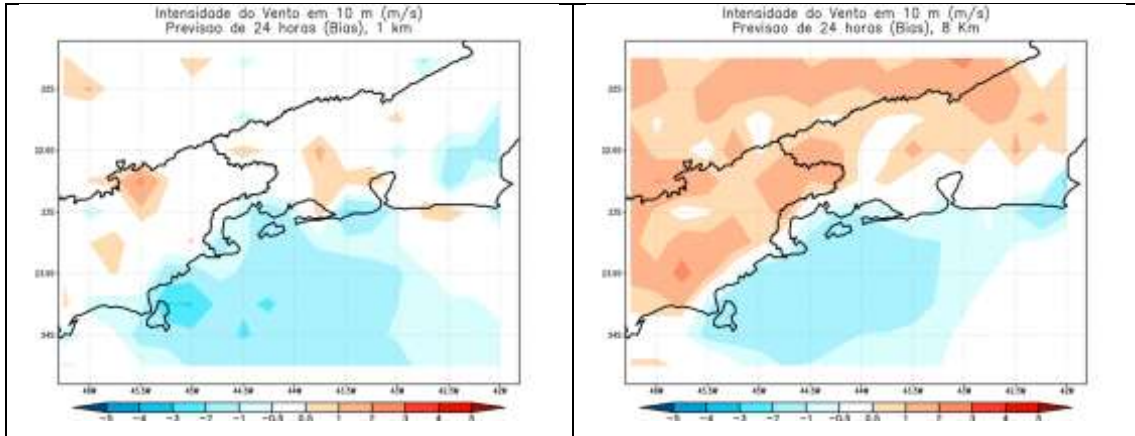
Nesta seção está a análise do comportamento dos erros nas figuras de resolução 1 e 8 km, comparando-as entre si. As figuras do lado esquerdo são referentes à resolução de 1 km e as da direita, referentes à resolução de 8 km.

3.1.1 Erro médio (Bias)

A figura 3.1 mostra o erro médio das previsões da intensidade do vento para parte do sudeste do Brasil. Nota-se que, ambas as resoluções tendem a maioritariamente subestimar os valores do erro médio sobre o oceano e superestimar esses valores sobre o continente, contudo, a resolução de 1 km possui erros menores sobre o continente e maiores sobre o oceano.

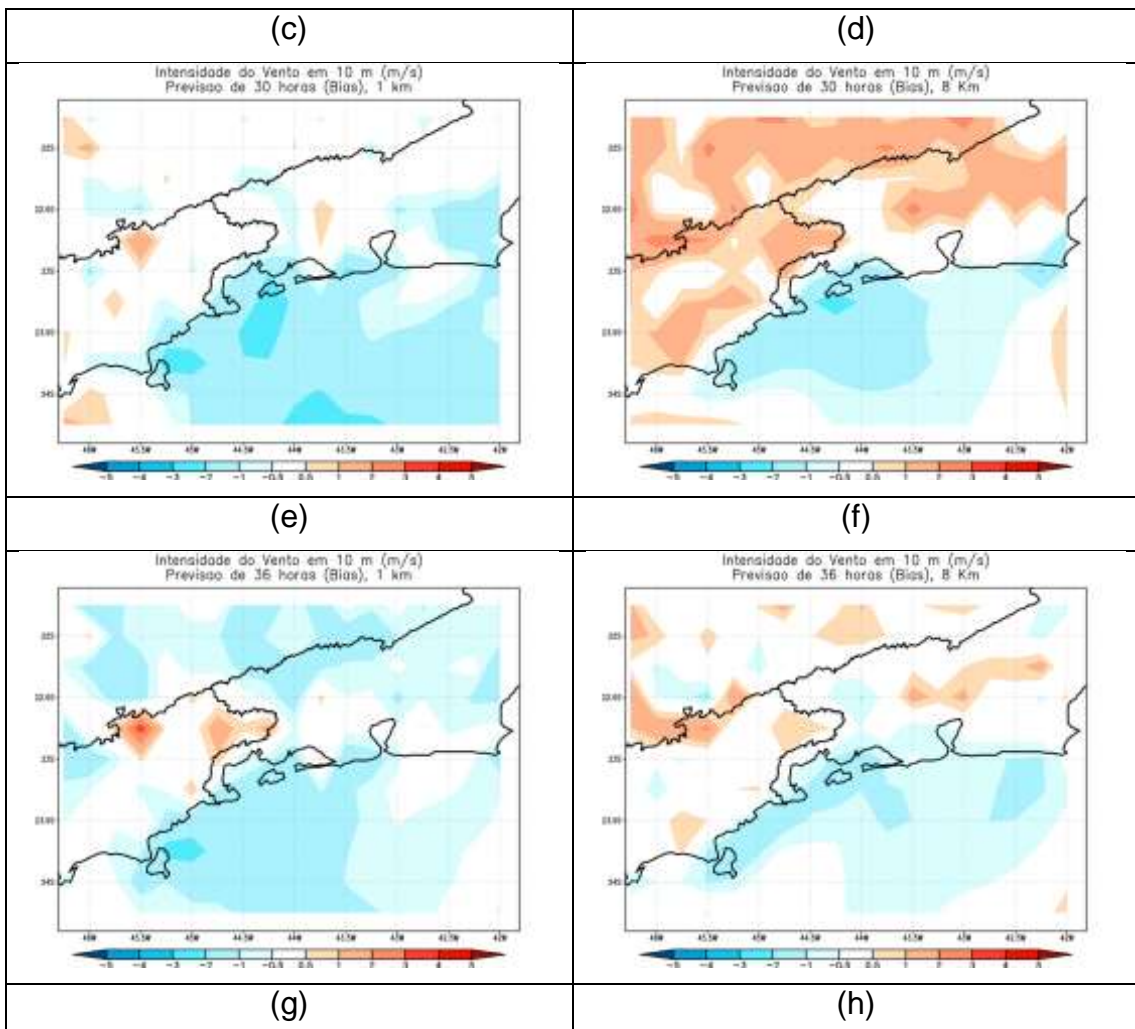
Figura 3.1 – Intensidade do vento em 10 metros (m/s), previsões de 24 a 72 horas (Bias).

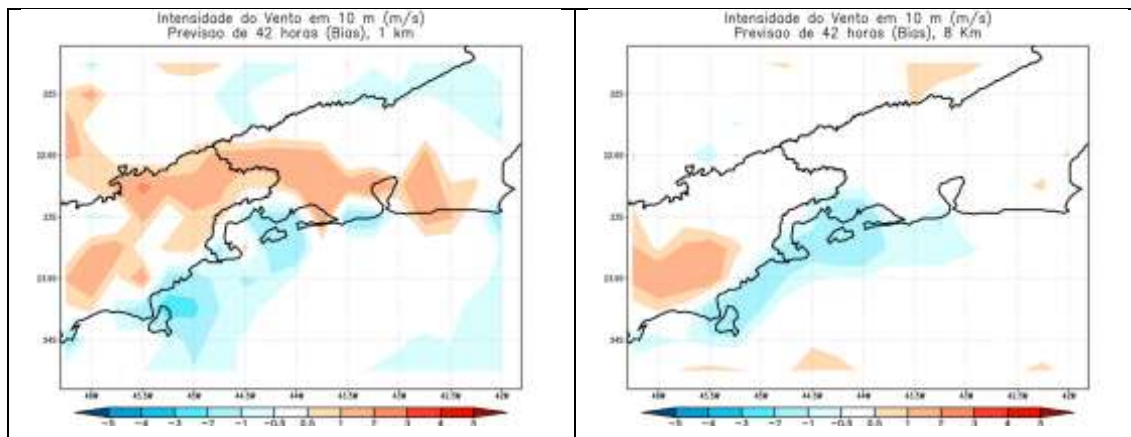
(a)	(b)
-----	-----



(Continua)

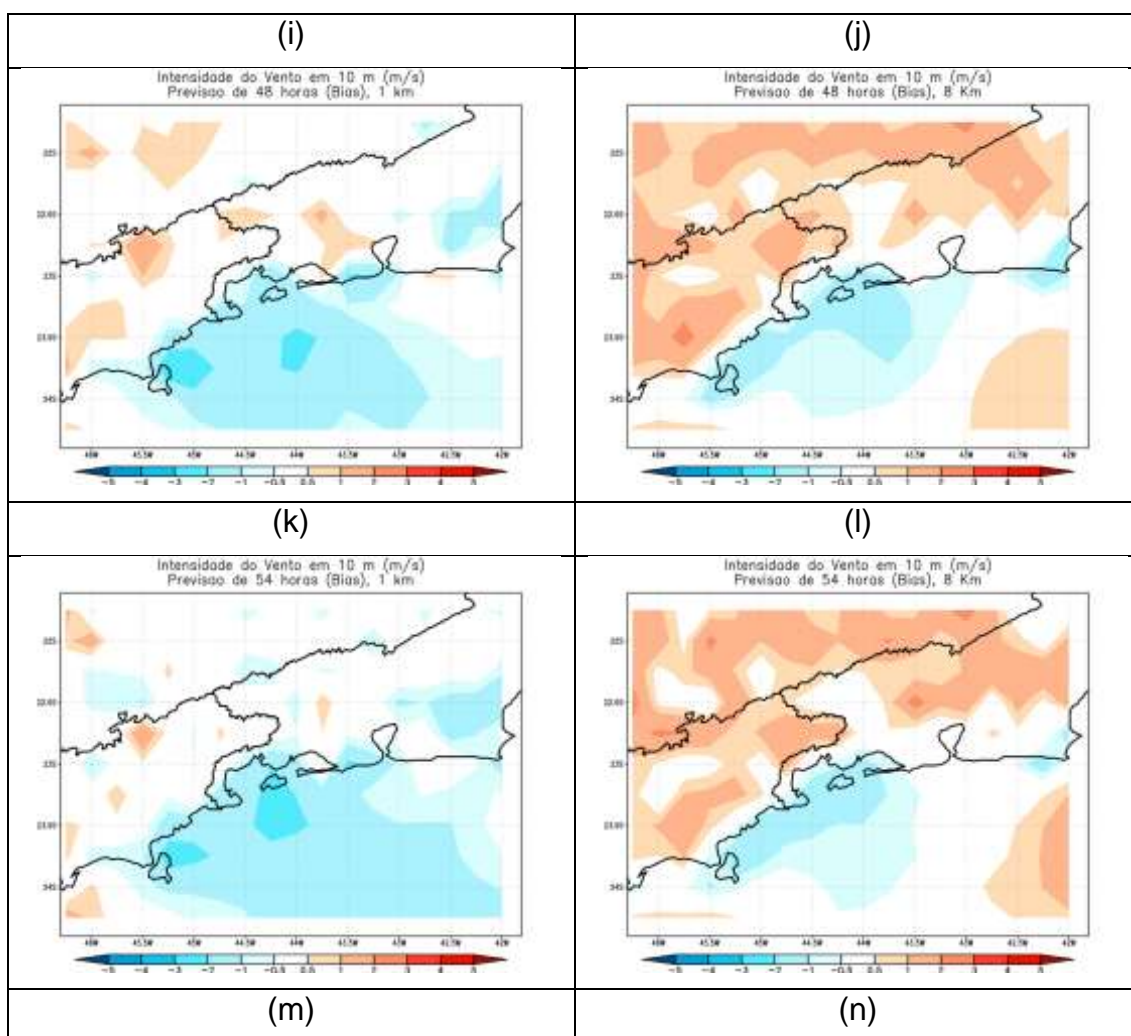
Figura 3.1 – Continuação.

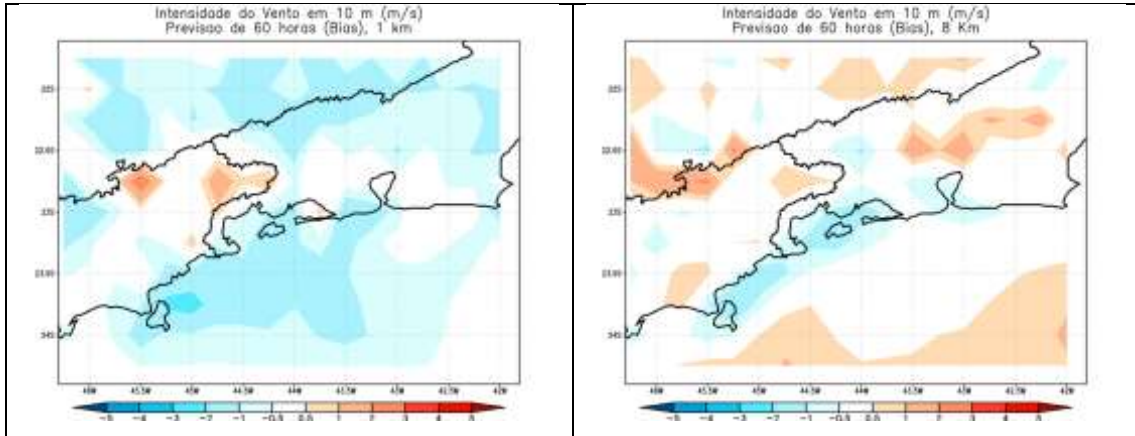




(continua)

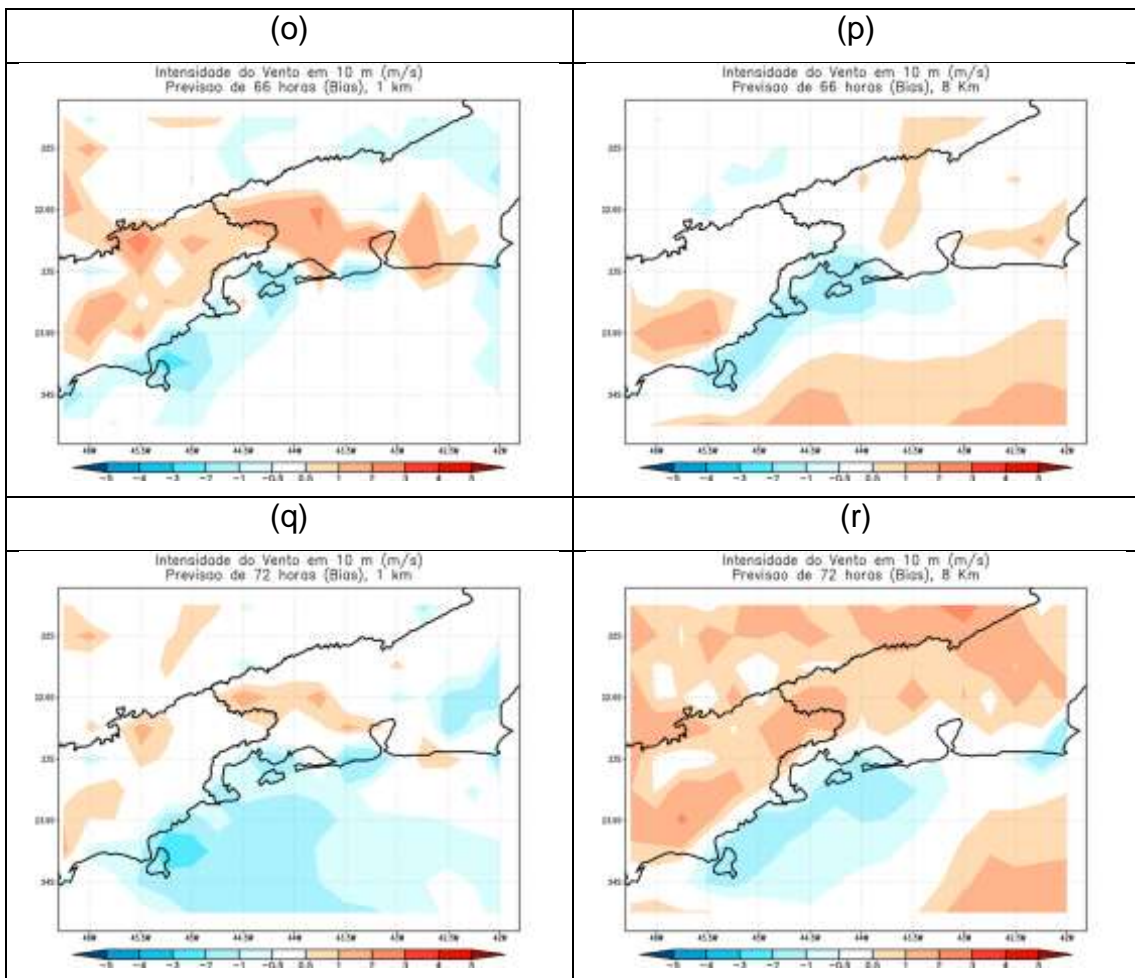
Figura 3.1 - Continuação





(continuação)

Figura 3.1 - Continuação



Conclusão

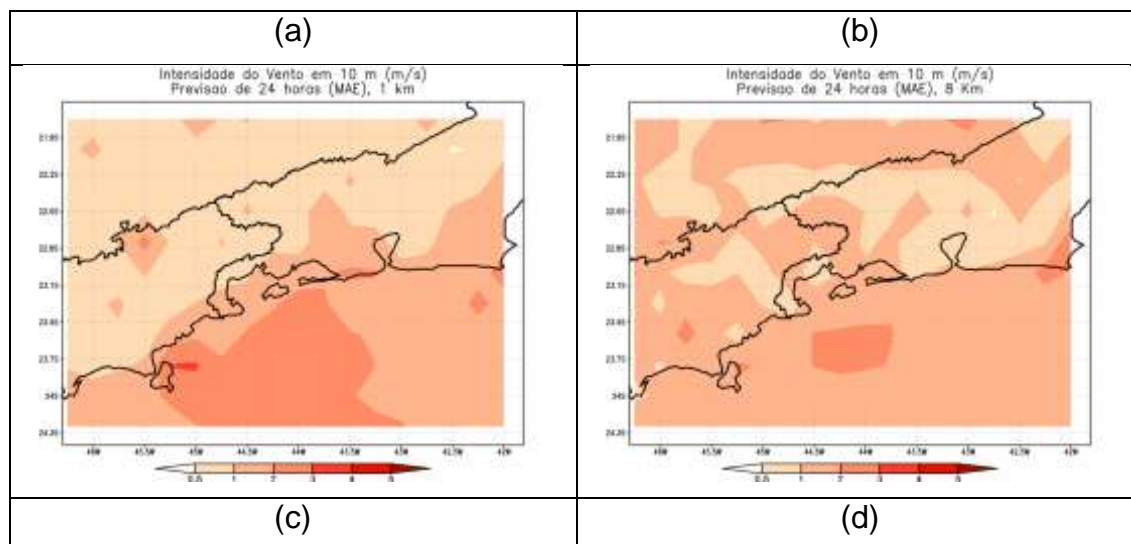
Erro médio (Bias) dos prazos de previsão de 24 a 72 horas da intensidade do vento em 10 metros (m/s). Sendo (a), (c), (e), (g), (i), (k) (m), (o) e (q) resolução de 1 km do Eta, (b), (d), (f), (h), (j), (l), (n), (p) e (r) resolução de 8 km do Eta.

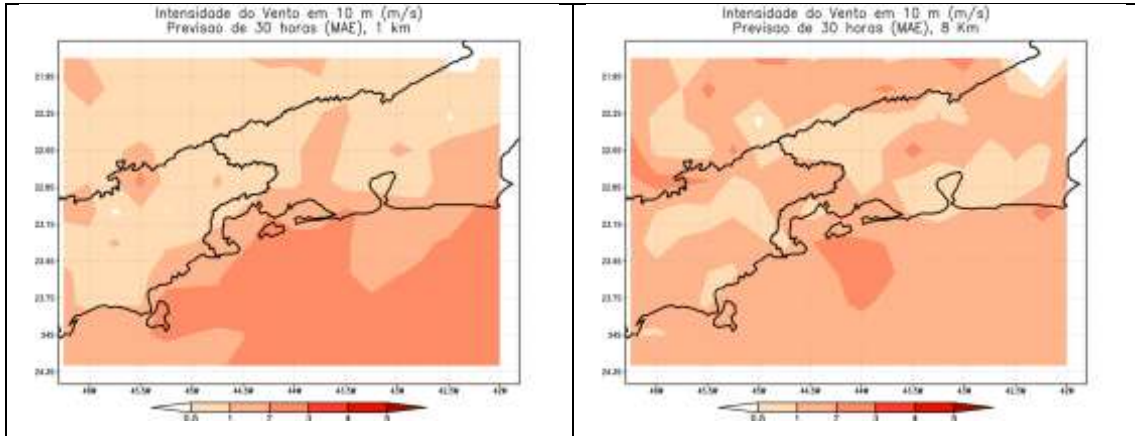
Fonte: Produção do autor.

3.1.2 Erro absoluto médio (MAE)

Na figura 3.2 estão presentes o quanto os valores do modelo desviam da referência. Observa-se que os erros sobre o oceano são maiores na resolução de 1 km do que a resolução de 8 km, sobre o continente, nas previsões de 00 (24, 48 e 72 horas) e 06Z (30 e 54 horas) o erro na resolução de 1 km é menor se comparado com a resolução de 8 km. Além disso, na resolução de 1 km os desvios sobre o continente possuem baixa flutuação, contudo há um suave aumento dos erros sobre uma porção do oceano com o aumento do prazo de previsão, enquanto a de 8 km apresenta uma baixa flutuação em todo o domínio.

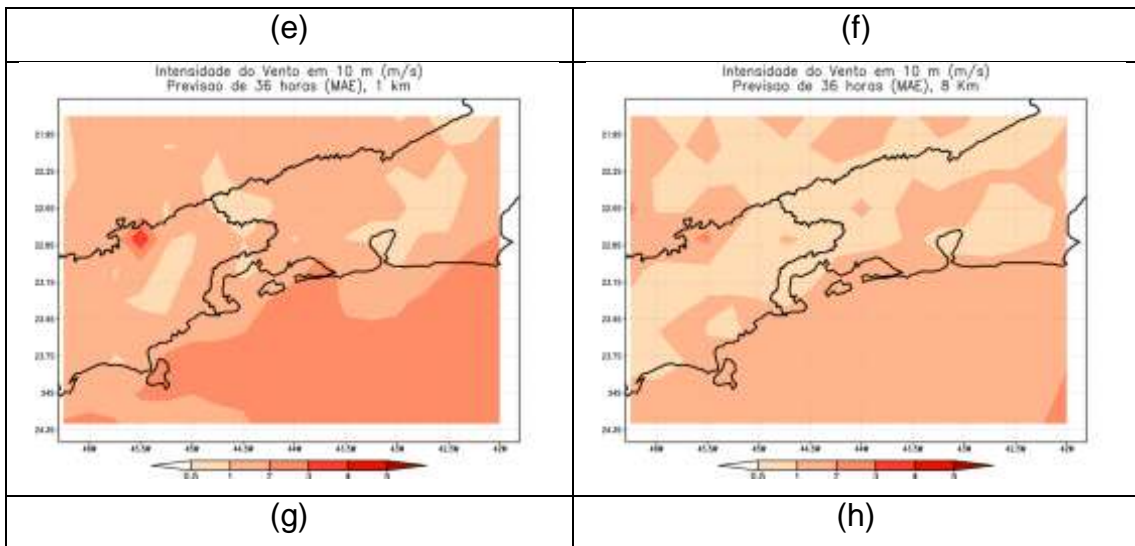
Figura 3.2 – Intensidade do vento em 10 metros (m/s), previsões de 24 a 72 horas (MAE).

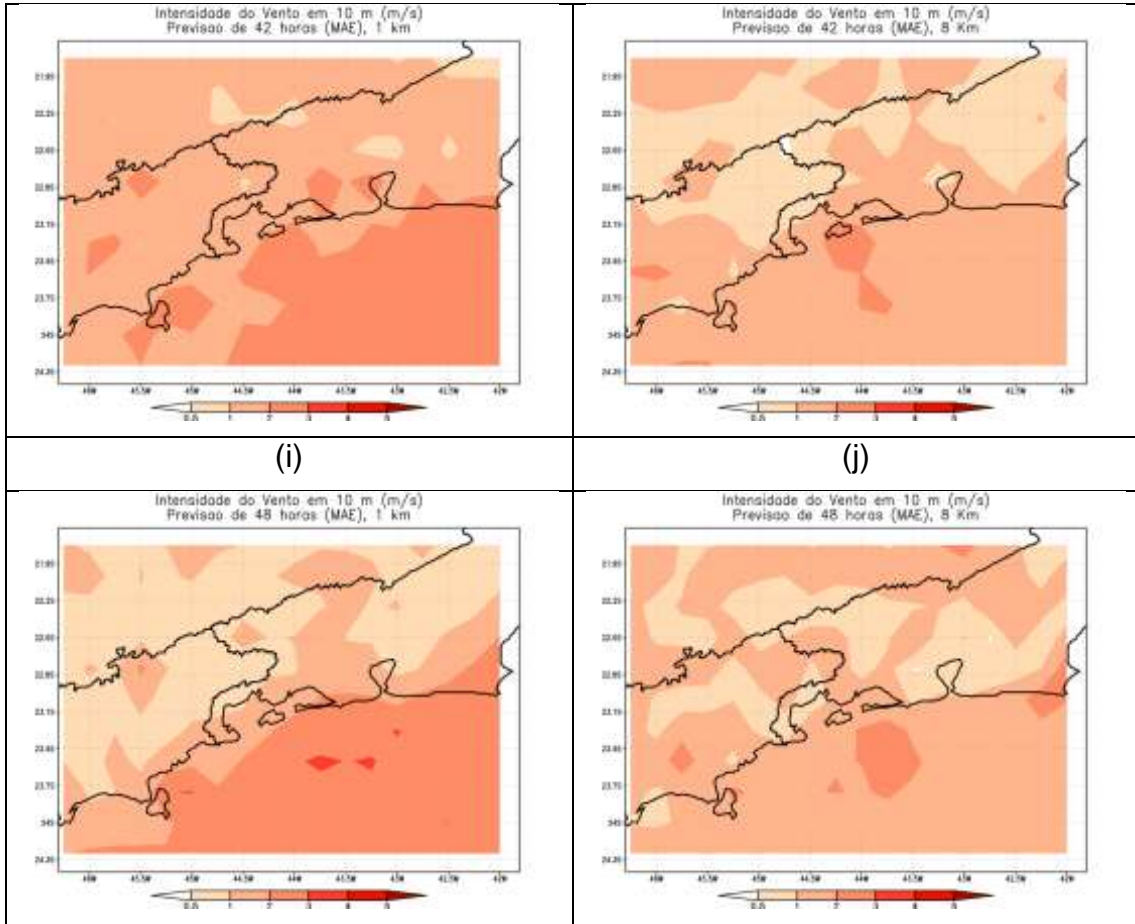




(Continua)

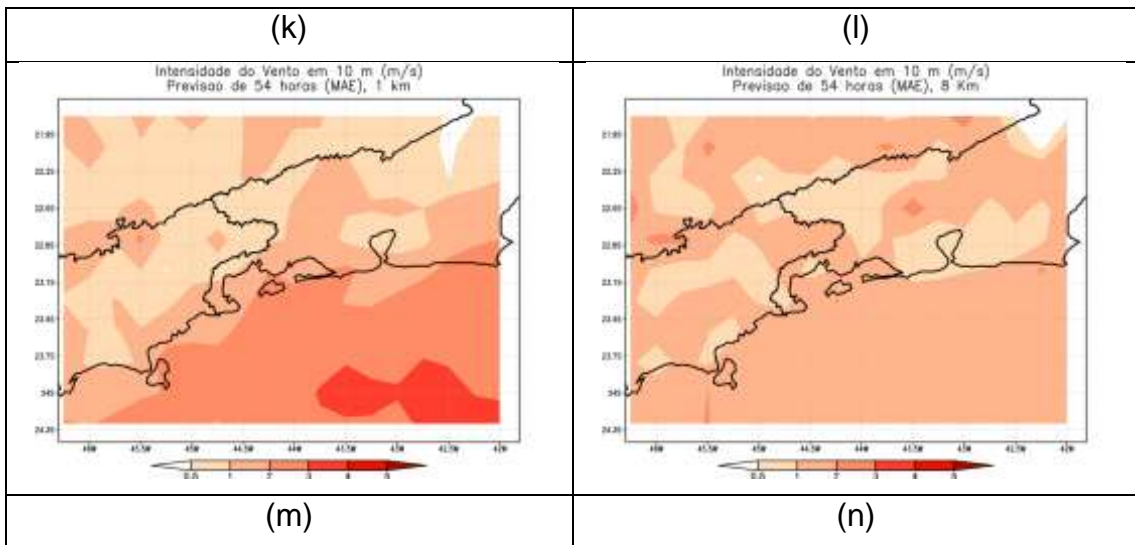
Figura 3.2 - Continuação.

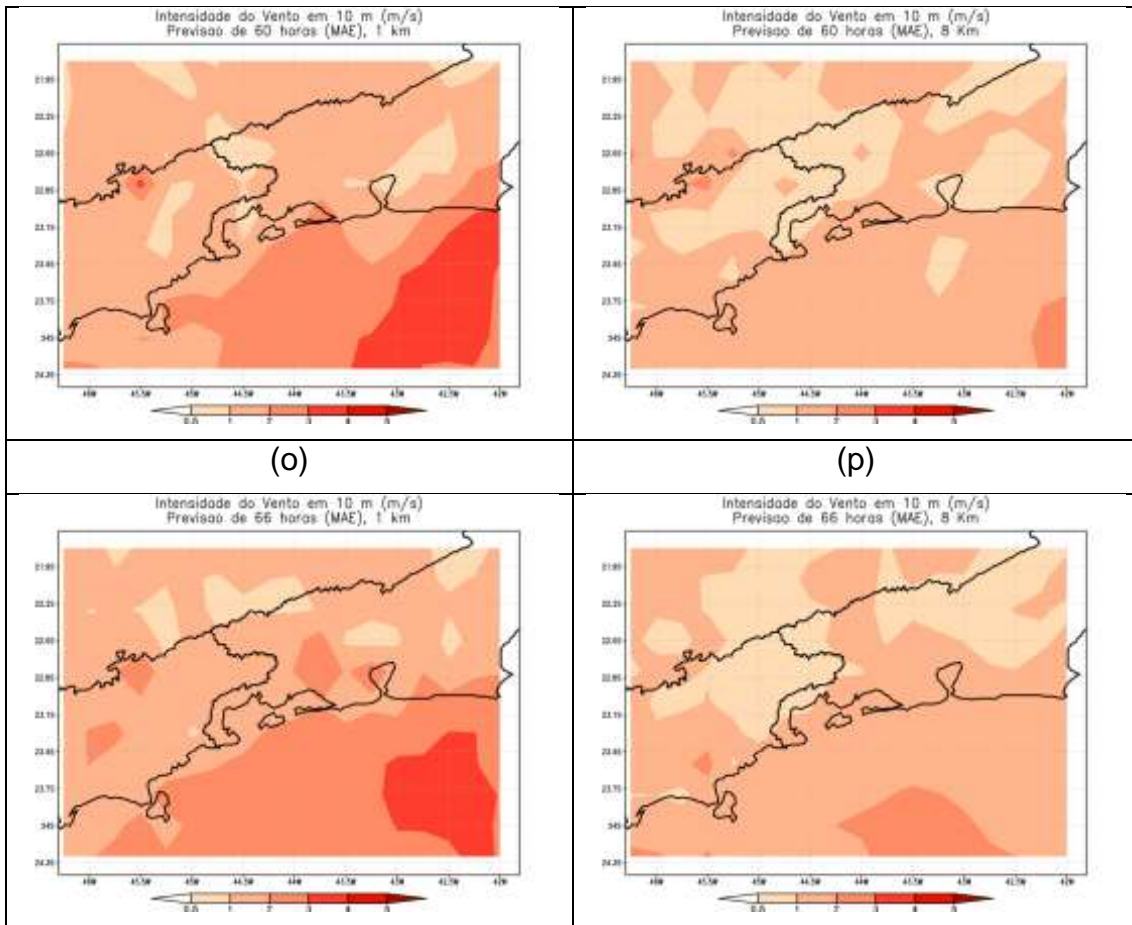




(continua)

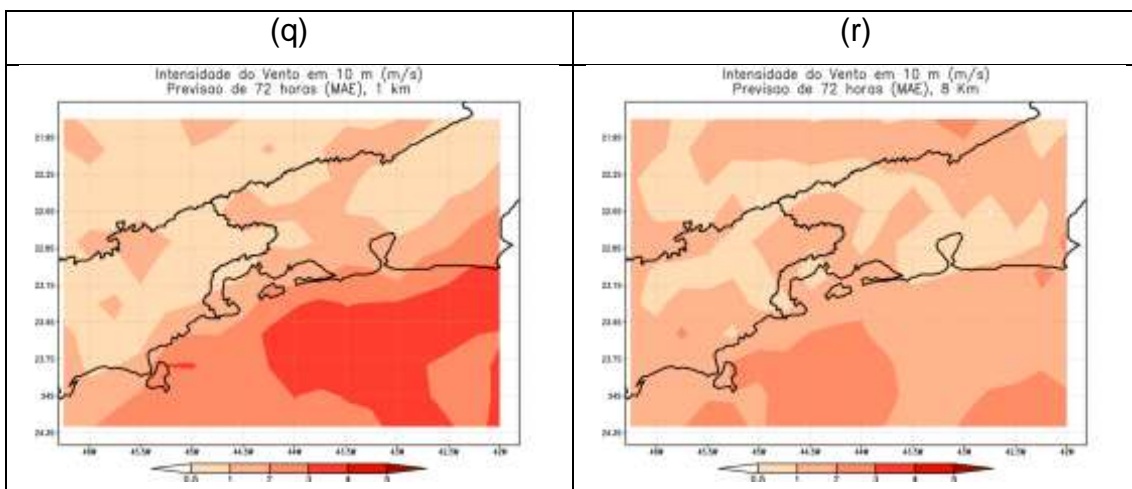
Figura 3.2 - Continuação.





(continua)

Figura 3.2 - Continuação.



Conclusão

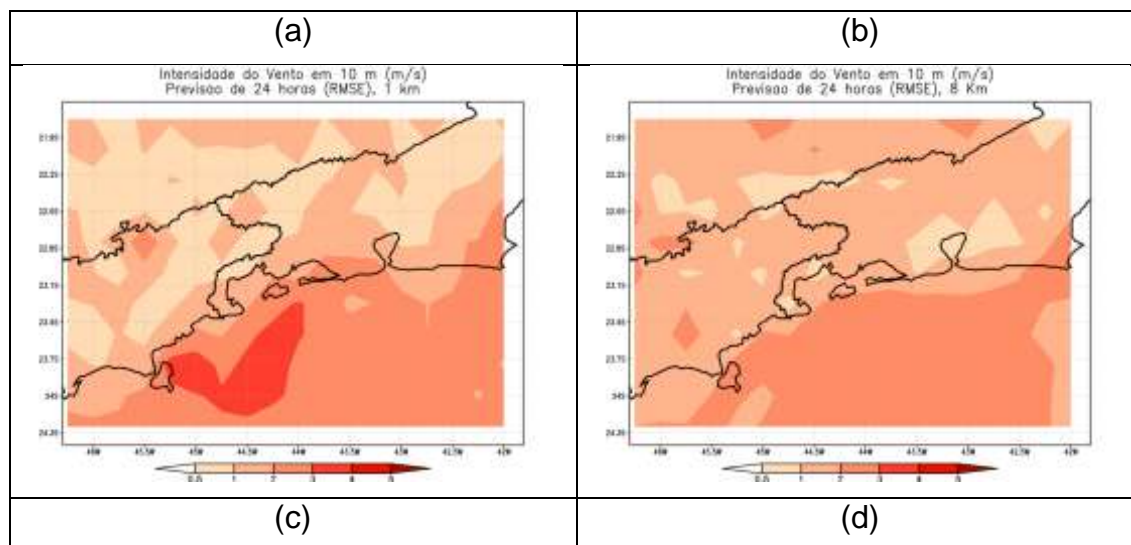
Erro absoluto médio (MAE) dos prazos de previsão de 24 a 72 horas da intensidade do vento em 10 metros (m/s). Sendo (a), (c), (e), (g), (i), (k) (m), (o) e (q) resolução de 1 km do Eta, (b), (d), (f), (h), (j), (l), (n), (p) e (r) resolução de 8 km do Eta.

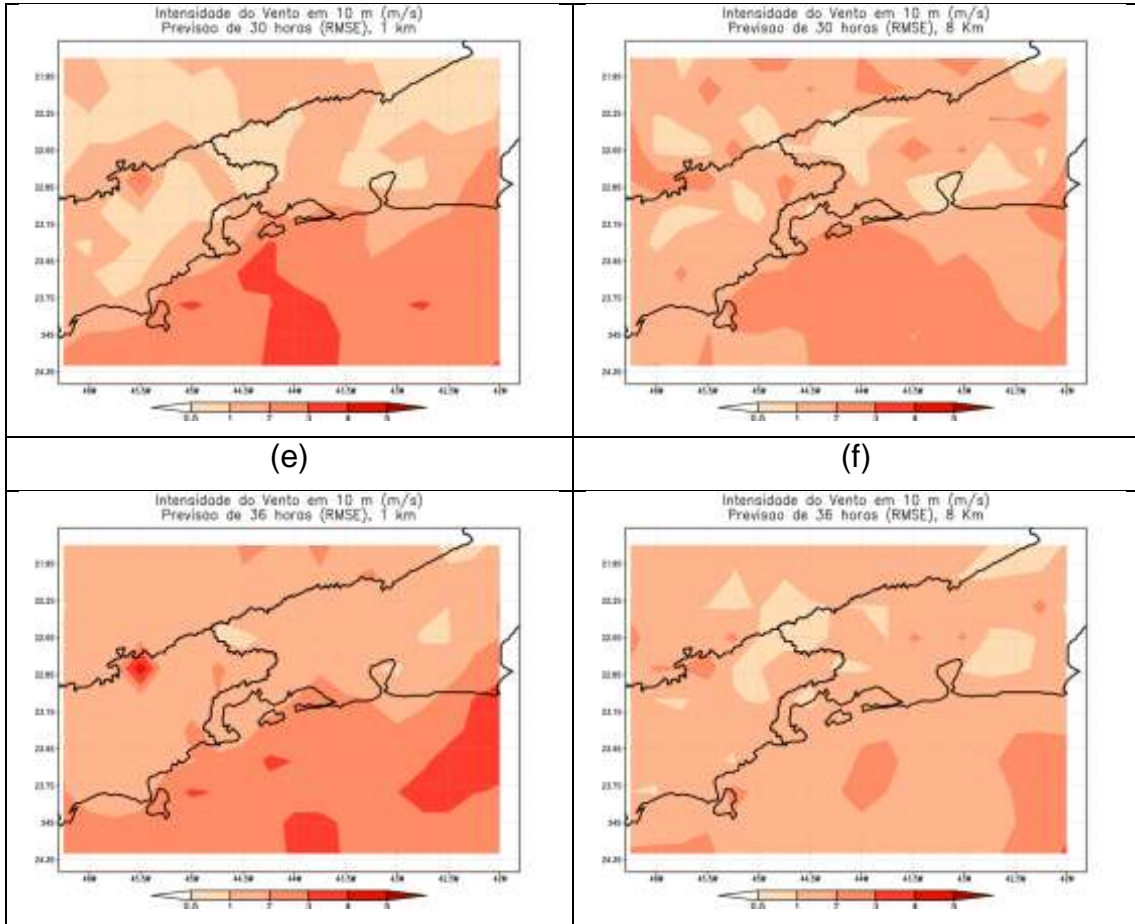
Fonte: Produção do autor.

3.1.3 Erro quadrático médio (RMSE)

Na figura 3.3 estão presentes o quanto os valores do modelo desviam da referência com aumento considerável em seu valor caso os desvios aumentem sua magnitude.. Nota-se que, semelhante ao observado na figura 3.2, os erros sobre o oceano são maiores na resolução de 1 km do que a resolução de 8 km. Na resolução de 1 km os desvios sobre o continente possuem baixa flutuação, contudo há um aumento dos erros sobre uma porção do oceano com o aumento do prazo de previsão e de intensidade um pouco maior ao erro absoluto médio (MAE), provavelmente associado a algum dado aberrante, enquanto a de 8 km apresenta baixa flutuação em todo o domínio.

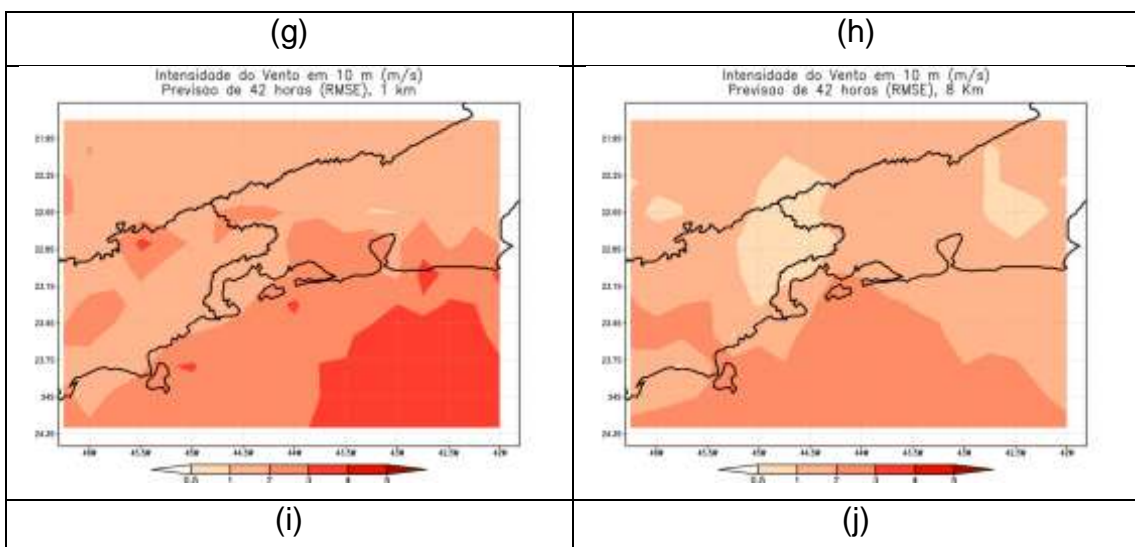
Figura 3.3 – Intensidade do vento em 10 metros (m/s), previsões de 24 a 72 horas (RMSE).

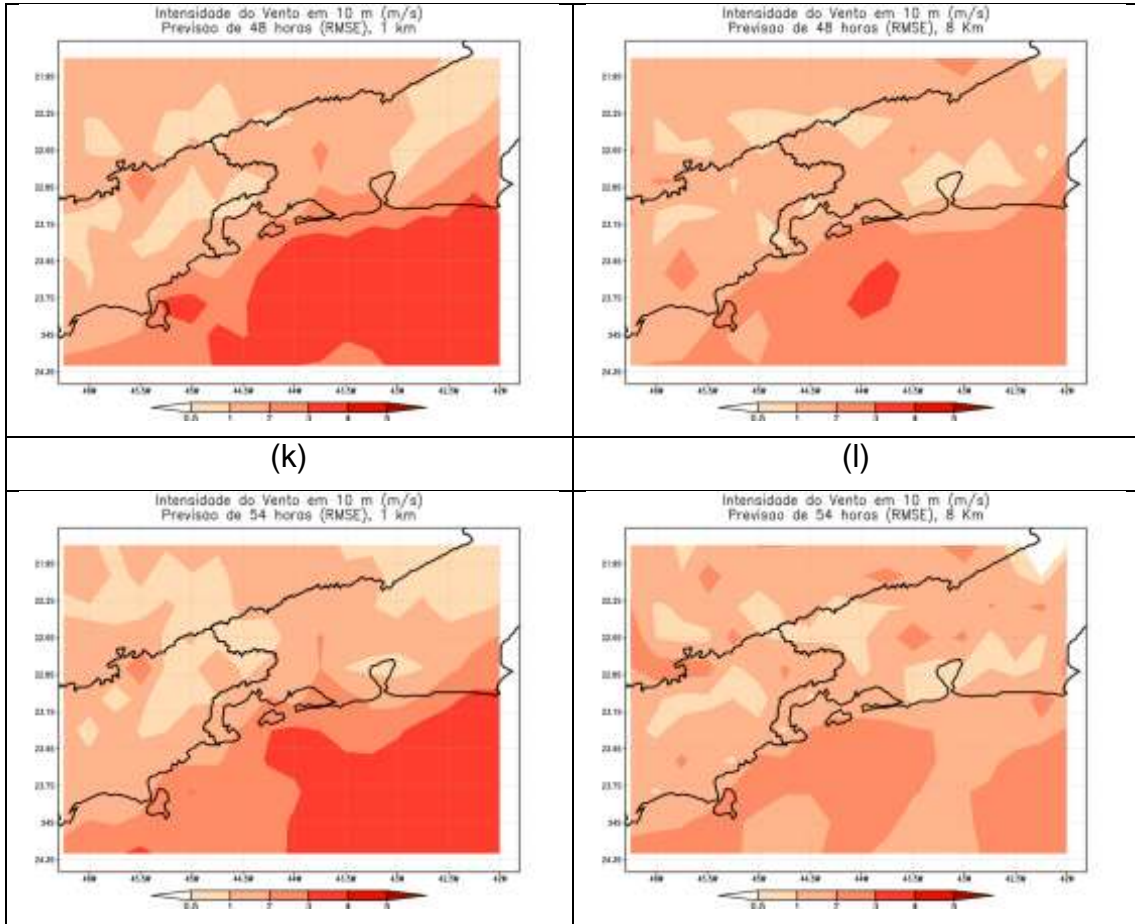




(continua)

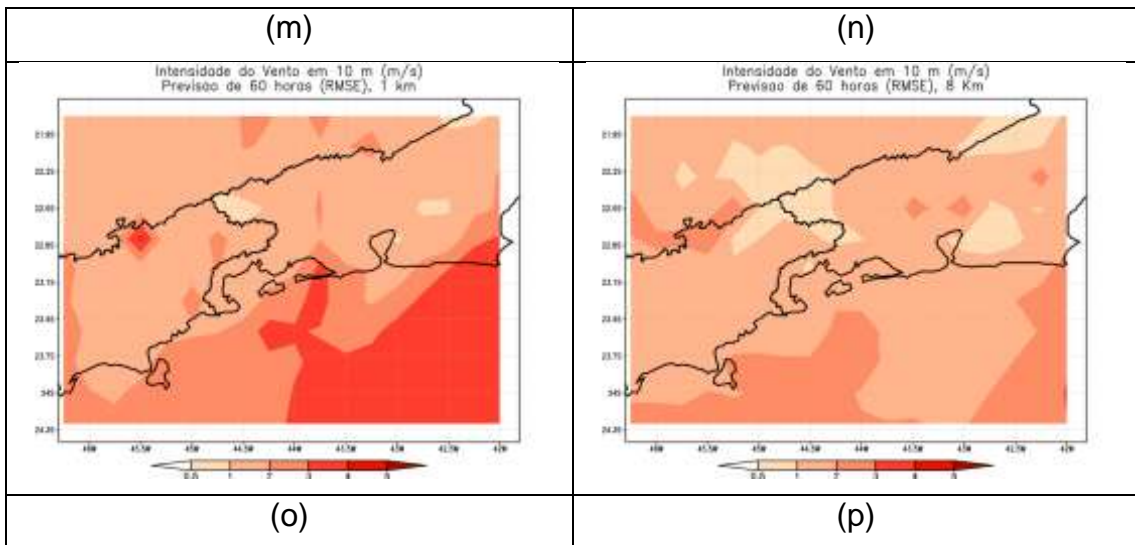
Figura 3.3 – Continuação.

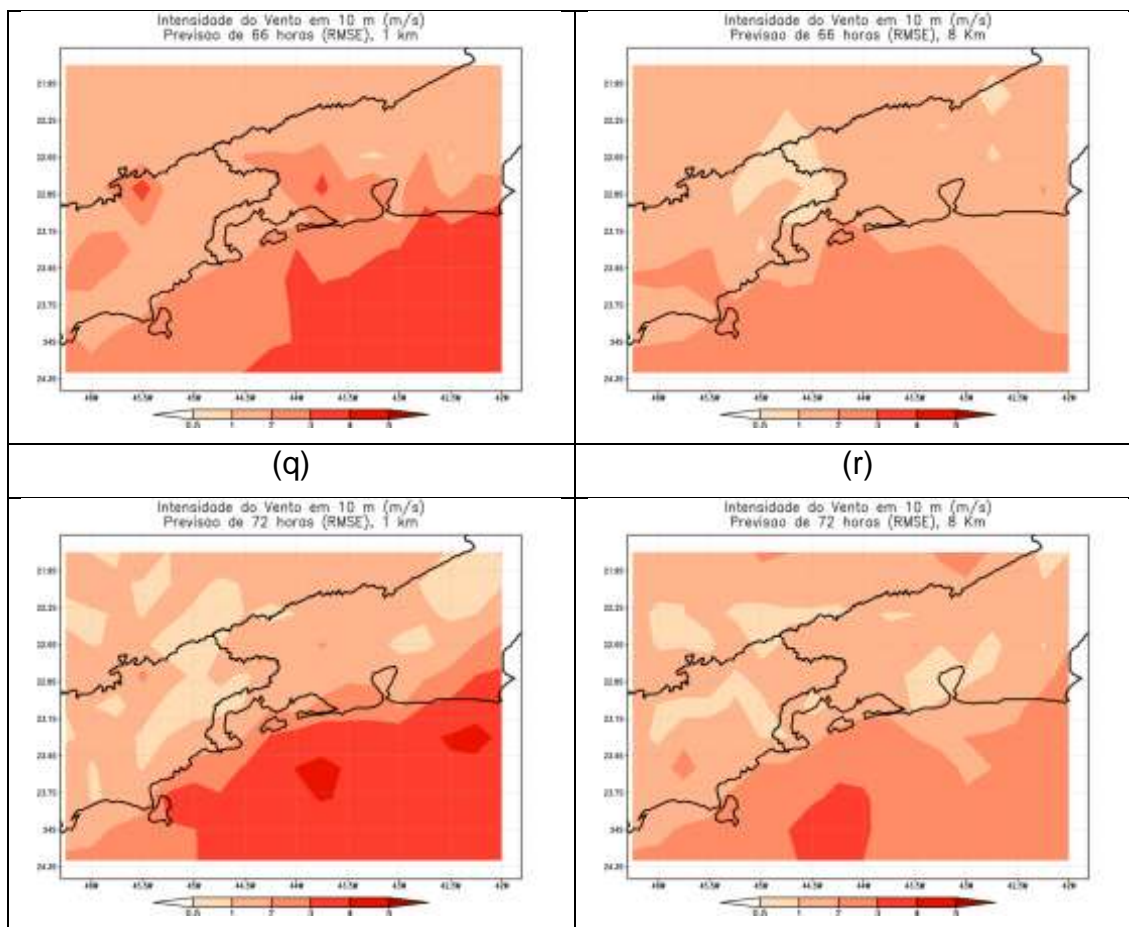




(continua)

Figura 3.3 – Continuação.





Conclusão

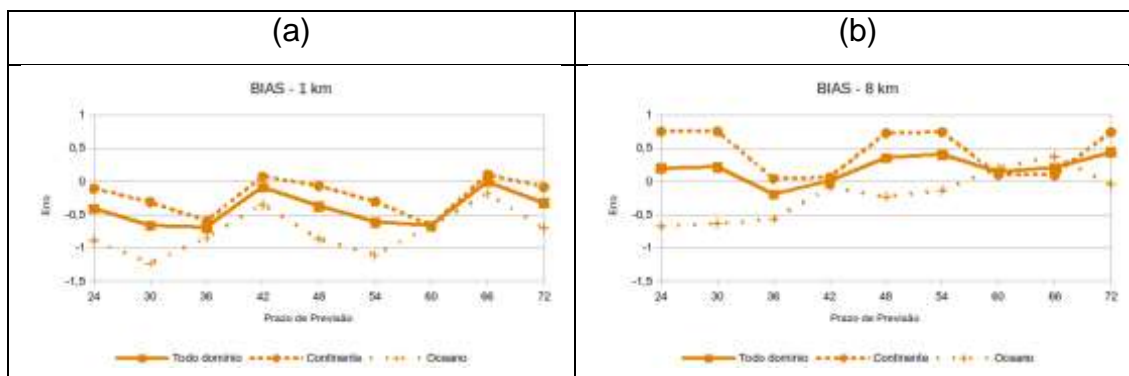
Erro quadrático médio (RMSE) dos prazos de previsão de 24 a 72 horas da intensidade do vento em 10 metros (m/s). Sendo (a), (c), (e), (g), (i), (k) (m), (o) e (q) resolução de 1 km do Eta, (b), (d), (f), (h), (j), (l), (n), (p) e (r) resolução de 8 km do Eta.

Fonte: Produção do autor.

3.2 Índices estatísticos para continente, oceano e todo o domínio

Na figura 3.4 mostra o Bias, considerando somente o continente, o oceano e todo o domínio do modelo, para todos os prazos de previsão. Verifica-se que os erros possuem um padrão de flutuação em torno de um valor médio, não crescendo com o prazo de previsão, . Os maiores valores de Bias foram observados sobre o oceano. Na resolução de 1 km as previsões de 00Z e 18Z são as que possuem os menos erros, enquanto na 8 km, as previsões de 12Z e 18Z são as que possuem os menores erros. Majoritariamente, a resolução de 1 km subestima e a 8 km superestima os valores, com exceção do oceano.

Figura 3.4 - Prazos de previsão do erro médio (Bias) sobre o continente, oceano e todo domínio.

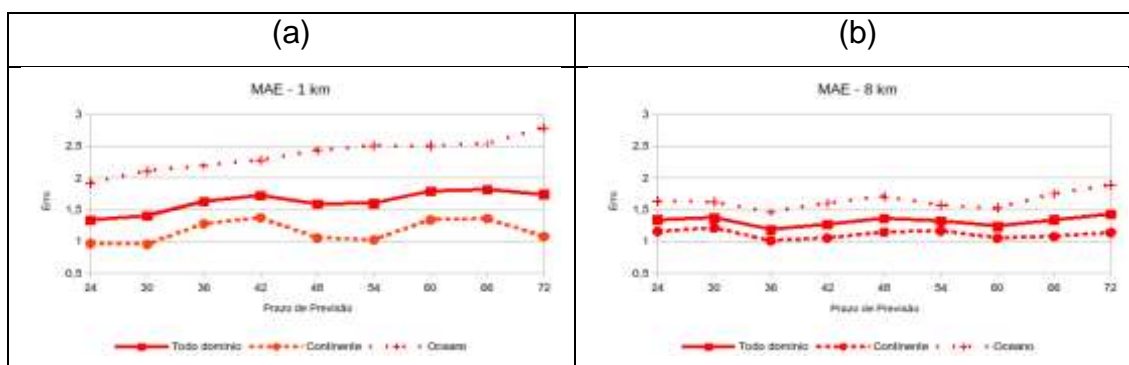


Gráficos do bias das previsões de 24 a 72 horas da intensidade do vento em 10 metros (m/s), (a) resolução de 1 km do Eta, (b) resolução de 8 km do Eta.

Fonte: Produção do autor.

Na figura 3.5 há um gráfico com os prazos de previsão do erro absoluto médio (MAE) sobre o continente, oceano e todo domínio. Verifica-se que ambas as resoluções possuem erros diurnos, citados anteriormente, e sobre o oceano encontram-se os maiores erros, e a resolução de 8 km os erros além de menores, tem menor variação temporal.

Figura 3.5 - Prazos de previsão do erro absoluto médio (MAE) sobre o continente, oceano e todo domínio.

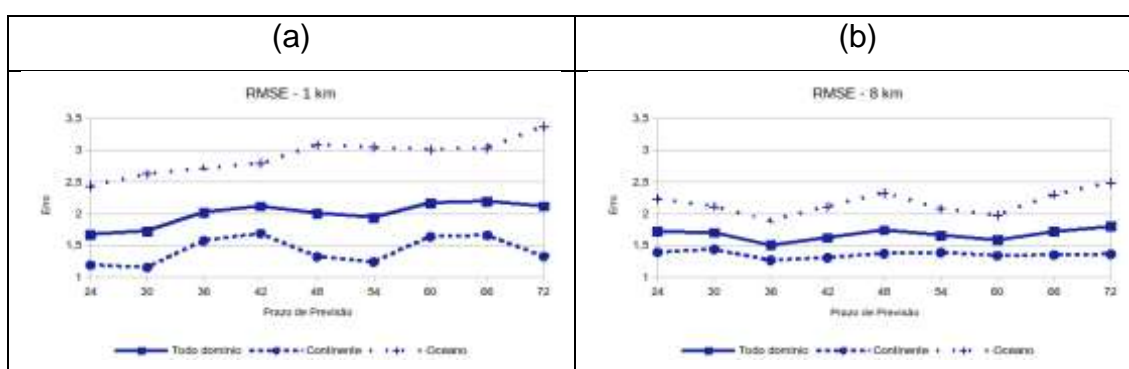


Gráficos do erro absoluto médio (MAE) das previsões de 24 a 72 horas da intensidade do vento em 10 metros (m/s), (a) resolução de 1 km do Eta, (b) resolução de 8 km do Eta.

Fonte: Produção do autor.

A Figura 3.6 mostra o RMSE, para todos os horizontes de previsão, para o continente, oceano e todo o domínio. Observa-se, em ambas resoluções, um padrão similar de evolução do erro, com o avanço da previsão, ao erro absoluto médio (Figura 3.5). A resolução de 8 km contém os menores erros e a menor variação temporal.

Figura 3.6 - Prazos de previsão do erro quadrático médio (RMSE) sobre o continente, oceano e todo domínio.



Gráficos do erro quadrático médio (RMSE) das previsões de 24 a 72 horas da intensidade do vento em 10 metros (m/s), (a) resolução de 1 km do Eta, (b) resolução de 8 km do Eta.

Fonte: Produção do autor.

4 CONCLUSÃO

Os resultados das análises mostram que, em geral, os erros não apenas aumentam com o tempo, eles oscilam ao longo do dia, são ditos erros “diurnos”. Verificou-se que, na maior parte dos casos, os maiores erros encontravam-se sobre os oceanos e os menores sobre o continente. Ademais, as previsões de 18z possuem os menores erros, exceto para MAE e RMSE da resolução de 1 km. As previsões de 00z e 18z possuem os menores valores de Bias e as de 00z e 06z possuem os menores valores de MAE e RMSE, para a resolução de 1 km. A resolução de 8 km se mostrou mais acurada do que a resolução de 1 km, dispondo de erros menores, com menor variação e menor taxa de crescimento temporal, entretanto, ambos representaram bem a intensidade do vento em 10 metros sobre parte do sudeste do Brasil, abrangendo a região de topografia complexa que o cerca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ECMWF. **Fact sheet: Reanalysis.** 2020. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/focus/2020/fact-sheet-reanalysis>.

Acesso em: 10 ago. 2021.

Oliveira Junior, J. F. de, 2008. Estudo da camada limite atmosférica na região de Angra dos Reis através do modelo de Mesoescala MM5 e de dados observacionais. Teste de Doutorado. COPPE/UFRJ, 272 p.

A Raia, JR Rozante, V Nogueira, R Moura, LR Tozzi, 2016. AVALIAÇÃO DA DESTREZA DOS MODELOS DE PREVISÃO DE TEMPO - GLOBAL CPTEC/COLA E REGIONAL ETA - PARA A AMÉRICA DO SUL. INPE.

Chou, S. C. MODELO REGIONAL ETA. Disponível em:

<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/27.html>. Acesso em: 15 ago. 2022.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **Glossário:** histórico. 2018. Disponível em:

<https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>. Acesso em: 19 ago. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. **Modelagem**

Atmosférica: Aula 7. 2022. Disponível em:

http://150.165.83.109/mna/aulas/MA_Aula07-2022.pdf. Acesso em: 28 ago. 2022.

MOURA, R. G.; HERDIES, D. L.; MENDES, D. e MENDES, M. C. D. Avaliação do Modelo Regional Eta utilizando as análises do CPTEC e NCEP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.1, 46 - 53, 2010.