



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

WESLEY LIMA BARBOSA

**SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO A
CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS**

São Luís, MA

2022

WESLEY LIMA BARBOSA

**SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO A
CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Klose Parise

São Luís, MA.
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Lima Barbosa, Wesley.
SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO
MARANHÃO A CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS :
IMPACTOS DE CENÁRIOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA TEMPERATURA DO
AR NO MARANHÃO / Wesley Lima Barbosa,Thalita Mirian dos
Santos Furtado,Adilson Matheus Borges Machado. - 2022.
48 p.

Orientador(a): Cláudia Klose Parise.
Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2022.

1. Aquecimento Global. 2. BESM. 3. MIROC. 4.
RCP8.5. 5. SSP8.5. I. Klose Parise, Cláudia. II.
Matheus Borges Machado, Adilson. III. Mirian dos Santos
Furtado, Thalita. IV. Título.

WESLEY LIMA BARBOSA

**SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO A
CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em 20 de janeiro de 2022

Banca Examinadora

Profa. Dra. Cláudia Klose Parise

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

ORIENTADORA

Prof. Dr. Denilson da Silva Bezerra

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

MEMBRO INTERNO

Me. Adilson Matheus Borges Machado

Universidade Federal do Ceará (UFC)

MEMBRO EXTERNO

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dar os meus agradecimentos às energias universais por me guiar pelos bons caminhos e me permitir chegar até aqui com determinação, esforço e muita coragem. Aos meus amados e incríveis pais, Joana Maria Bruce Lima e Eulálio de Jesus Almeida Barbosa, que sempre incentivaram meus estudos e que viveram esse sonho comigo. Toda admiração, gratidão, respeito e amor por vocês. E saibam que tudo isso é por vocês e para vocês. Aos meus irmãos, Werberth Lima, Julia Lima e Patrícia Lima que sempre estiveram próximos a mim nessa caminhada, saibam que essa conquista é de vocês também.

À minha orientadora professora Cláudia Klose Parise, por todos os ensinamentos e oportunidades ao longo desses quatro anos, por ter despertado em mim a paixão pela Meteorologia, assim como ter me permitido sempre aprender mais e aperfeiçoar os nossos trabalhos. Serei eternamente grato e um eterno admirador. Aos colegas do LaClima, Thalita Furtado, Adilson Borges, Ana Laura Torres, Michelly Queiroz, Gustavo Sousa, Bruna Reis, Atila Rocha, Ricardo Carvalho, Laisa Soares e Gabriel Cerveira, onde pudemos juntos vivenciar experiências, emoções, cumplicidade e conhecimento nessa jornada. Admiro cada um de vocês e tenho plena certeza que irão brilhar e serem os melhores onde quer que a vida leve vocês. Tenho orgulho de todos.

Aos meus colegas do curso de Oceanografia, especialmente Marina Rocha, Maria Klara e Atila Rocha que sempre estiveram me ajudando de alguma forma, seja com um sorriso ou com um motivo para continuar. OBRIGADO!!!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Limites territoriais do estado do Maranhão e as regiões; Norte, Leste, Centro, Sul e Oeste Maranhense.....	13
Figura 2 - Climatologia sazonal da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão entre os anos de 1980 a 2020 para as bases de dados: a) ERA5; b) INMET e c) RMSE entre ERA5 e INMET	16
Figura 3 – Climatologia sazonal da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão entre os anos de 1980 a 2005 para: a) Experimento Histórico do BESM; b) Reanálise ERA5; c) RMSE entre BESM e ERA5.....	18
Figura 4 - Climatologia sazonal da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão entre os anos de 1980 a 2015 para: a) Experimento Histórico do MIROC; b) Reanálise ERA5; c) RMSE entre MIROC e ERA5.....	19
Figura 5 – Climatologia sazonal da temperatura média do ar, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos; a) RCP8.5 (de 2006 a 2105); b) Histórico (de 1980 a 2005); c) Diferença entre o RCP8.5 e o Histórico.....	21
Figura 6 – Climatologia sazonal da temperatura média do ar, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos; a) SSP8.5 (de 2015 a 2100); b) Histórico (de 1980 a 2014); c) Diferença entre o SSP8.5 e o Histórico.....	22
Figura 7 – Funções Ortogonais Empíricas (FOEs) para a temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos do BESM: a) Histórico (de 1980 a 2005); b) RCP8.5 para o período de 2006 a 2055 (t=1); c) RCP8.5 para o período de 2056 a 2105 (t=2).....	24
Figura 8 – Filtro anual das 4 componentes principais da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos Histórico (linha Preta) e RCP8.5 para os períodos: a) t=1 (2005 a 2055 (linha azul)) e b) t=2 (2056 a 2105 (linha vermelha)).....	25
Figura 9 – Funções Ortogonais Empíricas (FOEs) para a temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos do MIROC: a) Histórico (de 1980 a 2014); b) SSP8.5 para o período de 2015 a 2057 (t=1); c) SSP8.5 para o período de 2058 a 2100 (t=2).....	26
Figura 10 – Filtro anual das 4 componentes principais da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos Histórico (linha Preta) e SSP8.5 para os períodos: a) t=1 (2014 a 2057 (linha azul)) e b) t=2 (2058 a 2100 (linha vermelha)).....	27
Figura 11 – Escalograma de Energia de Ondas e Espectro de Onda Global da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para as bases de dados: a-b) BESM; c-d) MIROC; e-f) ERA5; g-h) INMET.....	28
Figura 12 – Escalograma de Energia de Ondas e Espectro de Onda Global da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para as bases de dados: i-j) SSP8.5; k-l) RCP8.5.	29

SUMÁRIO

I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	7
II. CAPÍTULO 1	8
RESUMO.....	9
ABSTRACT	10
2. INTRODUÇÃO.....	11
3. METODOLOGIA.....	12
4. RESULTADOS	15
3.1 VALIDAÇÃO DA REANÁLISE ERA5, BESM E DO MIROC PARA A TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO	15
3.2 SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO PARA OS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS RCP8.5 DO BESM E SSP8.5 DO MIROC	19
4. DISCUSSÃO	30
5. CONCLUSÃO	32
AGRADECIMENTOS	33
REFERÊNCIAS	34
III. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	39

I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Esse documento de Trabalho de Conclusão de Curso foi elaborado na forma de Artigo Científico, o qual será submetido à revista científica *Ocean and Coastal Research* no prazo de até 31 de março de 2022.

O mesmo teve início com o estudo de iniciação científica PIBIC (Bolsa FAPEMA 01992/20), intitulada *Projeção do Cenário RCP8.5 do CMIP5 para a Temperatura do Ar no Estado do Maranhão*, executada pelo discente Wesley Lima Barbosa.

Inicialmente a pesquisa visava entender o comportamento da temperatura do ar no estado do Maranhão sob a influência de intensa constante radiativa ($8,5 \text{ W/m}^2$), a partir da análise de sensibilidade climática dos experimentos simulados pelo *Brazilian Earth System Model* (BESM), no âmbito do AR5/CMIP5.

Entretanto, a fim de se conhecer os impactos na temperatura do ar nos cenários de mudanças climáticas globais propostos pelo sexto relatório (*Assessment Report – AR6*) publicado recentemente pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), foi analisado também o experimento sob extrema forçante radiativa (o SSP8.5) simulado pelo *Model for Interdisciplinary Research on Climate* (MIROC), representando a atualização do RCP8.5 no âmbito dos experimentos do CMIP6. O objetivo deste trabalho é responder à seguinte questão: A temperatura do ar no estado do Maranhão apresenta alta sensibilidade aos cenários de mudanças climáticas globais?

Somada a essas **I. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**, este documento segue com o **II. CAPÍTULO 1**, constando o Artigo Científico a ser submetido à revista *Ocean and Coastal Research*, seguido das **III. CONSIDERAÇÕES FINAIS**, das **REFERÊNCIAS** e **ANEXOS** (Normas da Revista).

II. CAPÍTULO 1

SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO A CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

TÍTULO CORRIDO: IMPACTOS DE CENÁRIOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA TEMPERATURA DO AR NO MARANHÃO

Wesley L. Barbosa¹ <https://orcid.org/0000-0002-9279-5626>

Claudia K. Parise^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-9466-788X>

Thalita M.S Furtado¹ <https://orcid.org/0000-0002-3704-0511>

Adilson M. B. Machado¹ <https://orcid.org/0000-0002-4838-6913>

¹Laboratório de Estudos e Modelagem Climática (LACLIMA), Departamento de Oceanografia e Limnologia (DEOLI), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, 65080805, São Luís – MA – Brazil.

*Claudia K. Parise, Departamento de Oceanografia e Limnologia (DEOLI), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), av. dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga, 65080805, São Luís – MA – Brazil.

Telephone: +55 (98) 98163-4664. E-mail: claudiakparise@gmail.com.

RESUMO

O estado do Maranhão, situado na Região Nordeste do Brasil (NEB), cuja temperatura do ar média anual encontra-se entre de 20° a 28°C, tem se mostrado sensível à aceleração das mudanças climáticas globais. Diante dessa problemática, o presente estudo teve como objetivo principal avaliar a resposta da temperatura do ar no estado do Maranhão ao cenário climático de aquecimento global. Dados de temperatura média do ar (TA_{med}) foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da reanálise atmosférica ERA5 do European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), do Brazilian Earth System Model (BESM) experimentos (Histórico e RCP8.5) e do Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC) experimentos (Histórico e SSP8.5) simulados no âmbito do CMIP5 e CMIP6, respectivamente. Como métrica de validação foi calculada a raiz do erro médio quadrático entre a reanálise e os dados observados e entre a reanálise e os modelos. Para analisar a variabilidade climática da TA_{med} no estado do Maranhão para os cenários presente e futuro foram aplicadas as análises de Transformada em Ondaleta de Morlet e as Funções Ortogonal Empíricas. Os máximos de TA_{med} para o cenário climático de aquecimento global (RCP8.5 e SSP8.5) foram encontrados nas estações de primavera, verão e outono com valores de 32°C no Norte e Centro do estado. A maior variabilidade foi encontrada nos períodos de 12 meses (sazonal) e de 3 a 8 anos (interanual), com modos de variabilidade expressivos nas regiões Norte e Central do Maranhão. As altas TA_{med} nessas regiões podem estar associadas as mudanças nos padrões dos sistemas meteorológicos que atuam sobre a América do Sul e os Oceanos Pacífico e Atlântico sob a perspectiva de mudanças climáticas globais.

Palavras-chave: Aquecimento Global, RCP8.5, SSP8.5, BESM, MIROC, Clima Tropical.

ABSTRACT

The state of Maranhão, located in the Northeast Region of Brazil (NEB), whose average annual air temperature is between 20° to 28°C, has been sensitive to the acceleration of global climate change. Faced with this problem, the present study aimed to evaluate the response of air temperature in the state of Maranhão to climate scenarios of global warming. The mean air temperature data (TA_{med}) were obtained from the Meteorological Database for Education and Research of the National Institute of Meteorology (INMET), the atmospheric reanalysis ERA5 of the European Center for Medium-Term Weather Forecasts (ECMWF) the Brazilian Terrestrial System Model (BESM) experiments (Historical and RCP8.5) and the Model for Interdisciplinary Climate Research (MIROC) experiments (Historical and SSP8.5) both simulated within the scope of CMIP5 and CMIP6, respectively. As a validation metric, the root mean square error between the reanalysis and the observed data and between the reanalysis and the models was obtained. To analyze the climate variability of TA_{med} in the state of Maranhão for the present and future scenarios, the Morlet Wavelet Transform and the Empirical Orthogonal Function were applied. The maximum TA_{med} for the climate scenario of global warming (RCP8.5 and SSP8.5) were found in the spring, summer and autumn seasons with values of 32°C in the central and northern sectors of the state. The largest variability was found in the periods of 12 months (seasonal) and from 3 to 8 years (interannual), with expressive modes of variability in modes the central and northern sectors of Maranhão. The high TA_{med} in these regions are associated with changes in the patterns of meteorological systems that act over the South America and the Pacific and Atlantic Oceans from a perspective of global climate change.

Keywords: Global warming, RCP8.5, SSP8.5, BESM, MIROC, tropical climate.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o quinto Relatório de Avaliação (Assessment Report - AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014), há uma tendência de aumento de temperatura do ar e redução da precipitação no Nordeste do Brasil (NEB), com impactos diretos na produtividade agrícola, reduzindo a disponibilidade hídrica para irrigação e ameaçando a segurança alimentar especialmente das populações mais pobres. Recentemente, em 09 de agosto de 2021, foi publicado pelo IPCC o sexto Relatório de Avaliação (AR6) que conclui, pela primeira vez, que os seres humanos são responsáveis por um aumento de 1,07°C na temperatura média do planeta.

As projeções climáticas foram elaboradas pelo IPCC e enraizadas em um cenário socioeconômico (caminhos socioeconômicos compartilhados, SSPs), funcionando de forma harmônica com forçantes radioativas (em $W.m^2$) e concentrações de CO_2 (em partes por milhão – ppm), que são conhecidas como *Representative Concentration Pathways* (RCPs). Existem cerca de quatro perspectivas para o cenário socioeconômico, sendo o SSP5-8.5 a representação do desenvolvimento do combustível fóssil e a atualização do RCP8.5 do CMIP5 (Su et al., 2021). Os experimentos sob as maiores forçantes radioativas e concentrações de CO_2 são os RCP6.0 e RCP8.5, com potencial de elevar a temperatura da superfície terrestre global em até 2°C nas regiões tropicais (JESUS, 2020).

O Brasil possui vulnerabilidades climáticas comprovadas através de artigos científicos e dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) que mostram que o cenário climático brasileiro acompanha a mesma tendência de aquecimento global. O Nordeste do Brasil é uma região cujo clima predominante é o semiárido, no entanto, o cenário pessimista mostra uma ligeira redução da precipitação de cerca de 0,3 mm até o ano de 2100. Entre as regiões mais afetadas no Brasil, estão a Amazônia e o Nordeste. Para alguns estudos de modelagem, as projeções do clima futuro mostram uma savanização de partes da Amazônia e desertificação da região da Caatinga (TORRES et al. 2017).

As projeções futuras para o NEB indicam um aumento gradual de temperatura do ar entre 2071 a 2100 (HAMADA, 2012), variando de 1,5 a 2,5°C entre os anos de 2041 a 2100 (GUIMARÃES et al., 2016). Experimentos de regionalização climática através do acoplamento dinâmico entre o Modelo Brasileiro de Sistema Terrestre (*Brazilian Earth System Model – BESM*) e o modelo regional ETA mostraram uma tendência de aumento (da ordem de 2°C) da temperatura do ar na cidade de Patos, no estado da Paraíba, para os experimentos RCP4.5 e RCP8.5, evidenciando que o NEB é sensível aos cenários de mudanças climáticas globais (SANTOS et al., 2019).

O estado do Maranhão, situado no NEB na interface entre os biomas Amazônia e Cerrado, com temperatura do ar média anual entre 20° a 28°C, também tem se mostrado cada vez mais sensível à aceleração das mudanças climáticas globais (NOGUEIRA *et al.*, 2012; BEZERRA *et al.*, 2018), a exemplo do aumento dos focos de queimadas associados a eventos extremos de seca (SILVA JUNIOR *et al.*, 2015).

A população rural é a mais vulnerável aos focos de queimadas, uma vez que os danos ocorrem nos seus ambientes de trabalho. Somado ao deficiente suporte governamental, a mesma registra também os piores índices de desenvolvimento humano (SILVA *et al.*, 2017).

A agropecuária constitui-se uma atividade econômica de destaque no estado, especialmente aquela voltada à exportação de soja e arroz, apresentando-se vulnerável às mudanças climáticas globais e locais (NOGUEIRA *et al.*, 2012). Diante disso, este trabalho teve como objetivo responder a seguinte questão; A temperatura do ar no estado do Maranhão apresenta sensibilidade aos cenários de mudanças climáticas globais?

2. METODOLOGIA

Área de estudo

O estado do Maranhão está localizado na zona de transição entre a região nordeste (bioma Cerrado) e norte (bioma Amazônico), entre as latitudes de 1°S e 10°S, longitudes de 41,5°O e 48,6°O (JANUARIO, 2018) e limitado ao norte pelo Oceano Atlântico Equatorial, sendo composto por sete microrregiões (SILVA *et al.*, 2017). A vegetação reflete as características climáticas e condições edáficas das zonas de transição, resultando em vários ecossistemas, desde a presença de manguezais até florestas densas com características típicas da Amazônia (FEITOSA *et al.*, 2018). Na Figura 1 estão descritas as cinco regiões do estado.

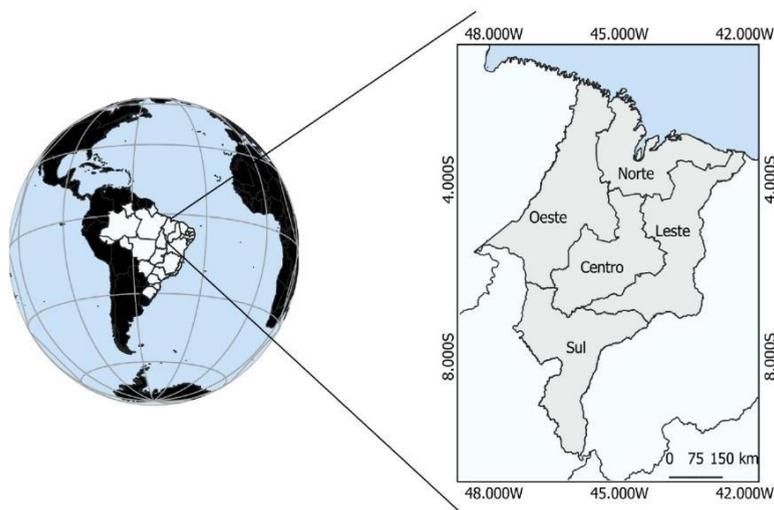


Figura 1 – Limites territoriais do estado do Maranhão e as regiões; Norte, Leste, Centro, Sul e Oeste Maranhense.

Dados

Os dados de temperatura média do ar em superfície (TA_{med}) foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para 19 estações meteorológicas automáticas, sendo 13 delas localizadas em território maranhense e as outras 6 alocadas nos estados vizinhos do Pará e Piauí. Neste estudo foram utilizados os dados mensais do INMET para o período de janeiro de 1980 a dezembro 2020 (41 anos). De forma análoga, também foram utilizados neste estudo os dados mensais de TA_{med} (2m) da Reanálise Global ERA5 (HERSBACH *et al.*, 2020), desenvolvida pelo *European Center for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) e disponibilizada pelo *Copernicus Climate Change Service*, para o período de janeiro de 1980 a dezembro de 2020 (41 anos) em superfície.

As simulações do clima atual (experimento Histórico) e futuro (experimentos RCP8.5 e SSP8.5) realizadas com o BESM e MIROC (NOBRE *et al.*, 2013), no âmbito do CMIP5 e CMIP6, foram utilizadas para analisar os impactos do aquecimento global na TA_{med} do estado do Maranhão. O cenário RCP8.5 é influenciado por uma forçante radiativa crescente que atinge $8,5 \text{ W m}^{-2}$ no ano de 2100 (CAPISTRANO *et al.*, 2020) e sugere um crescimento contínuo da população associada a um desenvolvimento tecnológico lento, resultando em acentuadas emissões de dióxido de carbono.

Este cenário é considerado o mais pessimista para o século XXI em termos de emissões de gases do efeito estufa, sendo consistente com nenhuma mudança política para reduzir as emissões e forte dependência de combustíveis fósseis. Os dados mensais do experimento Histórico utilizados neste estudo compreendem o período de janeiro de 1980 a dezembro de 2005, enquanto que os dados mensais do experimento RCP8.5 representam projeções futuras para o período de janeiro de 2006 a

dezembro de 2105 (100 anos) em superfície.

Além do cenário RCP8.5 do CMIP5, foram utilizadas informações retiradas dos arquivos do CMIP6, desenvolvido para atender a demanda de uma população mundial crescente e de baixo desenvolvimento tecnológico, as narrativas das projeções futuras foram estabelecidas em 4 cenários caracterizados como SSP1–2.6, SSP2–4.5, SSP3–7.0 e SSP5–8.5. Em uma abordagem socioeconômica os SSPs são considerados combinações de vulnerabilidade social baixa com um nível de emissão baixo (SSP1–2.6), vulnerabilidade social intermediária com uma faixa de emissão intermediária (SSP2–4.5), vulnerabilidade social comparativamente alta com uma faixa de forçante média a alta (SSP3–7.0), e emissões mais altas que impõem alta mitigação, mas baixos desafios de adaptação (SSP5–8.5) (MONDAL et al., 2021). Foram utilizados os dados de TA_{med} dos experimentos de clima atual (experimento Histórico) e futuro (experimento SSP5-8.5) do Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC) em superfície para os períodos de janeiro de 1980 a dezembro de 2014 e janeiro de 2015 a dezembro de 2100.

Análises

A espacialização dos dados pontuais de TA_{med} das estações meteorológicas do INMET foi realizada através da interpolação bilinear dos mesmos para uma malha com resolução horizontal de $0,1^\circ$ (ENGWIRDA, 2005; ENGWIRDA, 2019). Os dados mensais do INMET, da reanálise ERA5, dos experimentos Histórico e RCP8.5 do BESM, Histórico e SSP5-8.5 do MIROC foram espacializados para a grade não-estruturada criada para o estado do Maranhão.

A fim de validar os dados da reanálise ERA5, do BESM e do MIROC foi calculada a Raiz do Erro Médio Quadrático (*Root Mean Square Error* – RMSE) entre as climatologias sazonais da reanálise e dos dados observados (INMET) e também entre as climatologias sazonais dos modelos e da reanálise.

Para a analisar a variabilidade da TA_{med} por meio da decomposição de sinal foi aplicada a Transformada em Ondaleta de Morlet sobre os dados brutos, a qual descreve um conjunto de funções com formas de pequenas ondas geradas por dilatações e translações de uma função simples $\psi(t)$ de uma variável real t (DA SILVA, 2014).

A fim de encontrar os padrões de variabilidade espaço-temporais da TA_{med} foram calculadas as Funções Ortogonais Empíricas (FOEs), também conhecidas como Análise de Componente Principal. A FOE é uma técnica utilizada para decomposição do campo geofísico de um conjunto de padrões espaciais ortogonais. Os modos de variabilidades denominados FOEs são obtidos a partir dos autovalores da matriz de covariância do domínio, já a série temporal ou componentes principais surgem como coeficiente de expansão dos modos de variabilidade (MONAHAN e FYFE, (2006);

NORTH et al., 1982).

3. RESULTADOS

3.1 VALIDAÇÃO DA REANÁLISE ERA5, BESM E DO MIROC PARA A TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO

A Figura 2 mostra a climatologia sazonal (SON, DJF, MAM e JJA) da TA_{med} para a ERA5 e o INMET, bem como o RMSE utilizado para avaliar o quanto os valores de TA_{med} das bases de dados utilizadas neste estudo diferem entre si. A climatologia sazonal da TA_{med} para os dados da reanálise ERA5 e do INMET apresentou padrões heterogêneos, com a TA_{med} no estado variando entre 20 a 30°C (Figura 2 - a,b). Na primavera (SON), os máximos de TA_{med} estiveram entre 28 a 30°C nas duas bases de dados. As temperaturas do INMET indicam a presença de massas de ar mais quentes se estendendo de Norte a Sudoeste do estado (Figura 2-b). Os padrões de distribuição obtidos de cada base de dados apresentaram um ciclo sazonal de avanço e recuo das massas de ar dentro do continente, como pode ser observado durante o verão (DJF), quando as massas de ar ocorridas na primavera começaram a recuar para o Norte apresentando máximas de 29°C (Figura 2-b). Da mesma forma ocorreu com a língua quente presente na ERA5, que começou a recuar para o Leste ficando menos intensa e estreita na primavera (Figura 2-a). No outono (MAM), quando ocorre os máximos pluviométricos no Norte do Maranhão (BARRETO et al., 2019), observam-se temperaturas mais frias, em associação com o bioma amazônico. Essas temperaturas mais frias (em torno de 24°C) estendem-se de Oeste a Sudeste e de Sul ao Centro do Maranhão. Durante o inverno (JJA) as TA_{med} mais frias começam a recuar e as massas de ar quente se intensificam e ganham esbeltez, iniciando o ciclo.

Na primavera (SON), boa parte do domínio, o RMSE foi próximo a 0°C, indicando um bom desempenho da reanálise em simular a TA_{med} em superfície. Nos extremos das regiões Oeste e Leste do estado, entretanto, observam-se erros da ordem de 3°C entre ERA5 e INMET (Figura 2-c). No verão (DJF), a validação da ERA5 apresentou erros além das extremidades Oeste e Leste, com variação de 3°C no Centro-Oeste e Sul, e menores RMSE (de 0 a 1°C) no Norte e Nordeste do estado (Figura 2-c).

Nas estações de outono (MAM) e inverno (JJA), erros de 0 a 1°C da ERA5 predominaram em boa parte do Maranhão, exceto em alguns setores do extremo Oeste onde os erros foram próximos a 6°C (Figura 2-c).

Os menores valores de RMSE entre os dados da reanálise ERA5 e das estações meteorológicas do INMET encontrados para a TA_{med} estejam relacionados em parte à habilidade da

reanálise em simular fielmente os principais sistemas meteorológicos que governam a dinâmica atmosférica em escala regional. Somado a isso, ressalta-se que, enquanto os dados da ERA5 foram obtidos para o nível de superfície, os dados do INMET foram medidos ao nível da estação meteorológica, o qual varia entre os pontos.

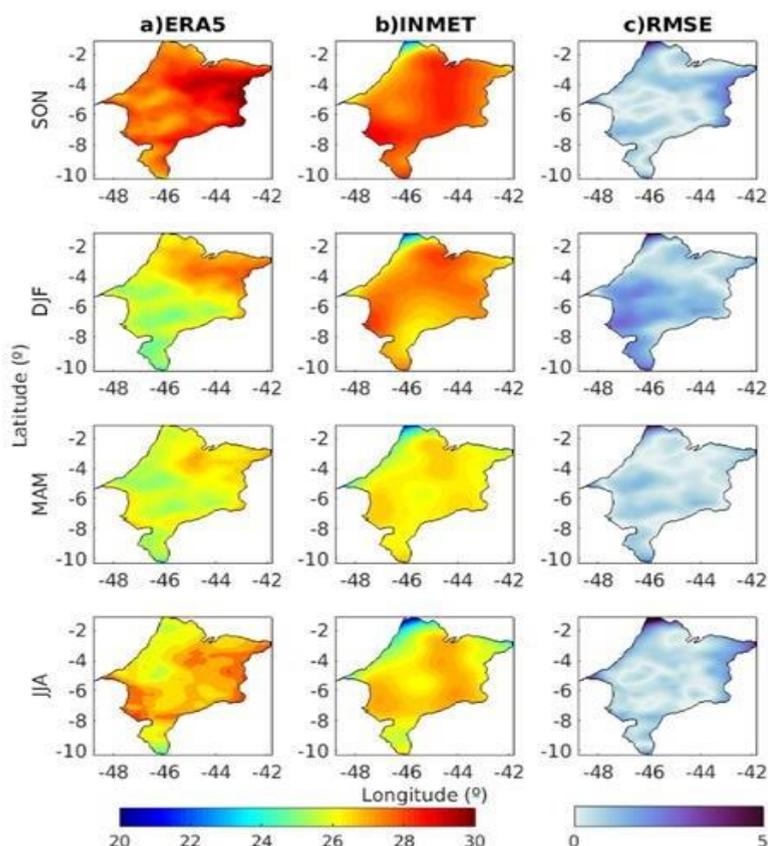


Figura 2 - Climatologia sazonal da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão entre os anos de 1980 a 2020 para as bases de dados: a) ERA5; b) INMET e c) RMSE entre ERA5 e INMET

Na Figura 3-a podemos observar a climatologia do Histórico e como o experimento conseguiu capturar as massas de ar que também foram registradas sob efeito de maior radiação. Foi possível observar TA_{med} acima de $27^{\circ}C$ em quase todo o domínio do estado para as estações de primavera (SON), verão (DJF), outono (MAM) e temperaturas variando entre 20 e $25^{\circ}C$ durante o inverno (JJA). Na primavera (SON) o experimento Histórico apresentou um núcleo de ar quente com temperaturas em torno de $30^{\circ}C$ na região Central do estado, esse núcleo se manteve até a chegada do verão (DJF) quando começou a se retrair e perder temperaturas nas extremidades, sobretudo nas regiões do extremo Norte e extremo Sul do próprio núcleo. Nos meses de outono (MAM) o núcleo se apresentou bem mais fraco em relação as estações anteriores, com TA_{med} em torno de $27^{\circ}C$, já no inverno (JJA) os padrões do núcleo desapareceram completamente, dando espaço para a entrada de uma massa de ar oriunda da Amazônia (20 a $24^{\circ}C$) que se expande até o Centro-Oeste e converge com uma massa de ar ($25^{\circ}C$) que adentra o estado pelo litoral.

Na validação do experimento Histórico (Figura 3-c) é possível observar variações de RMSE com valores entre 0 e 5°C em todo o estado. Nos meses de primavera (SON), a região Norte apresentou RMSE próximo de 3°C enquanto que no Sul do estado ocorreram RMSE próximos de 5°C, evidenciando os maiores erros para esta estação. Durante o verão (DJF), os menores RMSE foram observados na região Norte na ordem de 0°C e os maiores RMSE foram encontrados nas regiões Centro-Oeste e Leste por volta de 2°C. Nos meses de outono (MAM) as regiões do extremo Norte apresentaram os RMSE mais baixos, com valores entre 0 e 1°C. Entretanto, a região Centro-sul apresentou os maiores RMSE variando entre 2 e 3°C. Esse padrão ocorreu de forma oposta na estação de inverno (JJA), tendo como consequência os menores RMSE (0°C) nos extremos Norte-Sul e maiores RMSE (2 a 3°C) no Centro-norte.

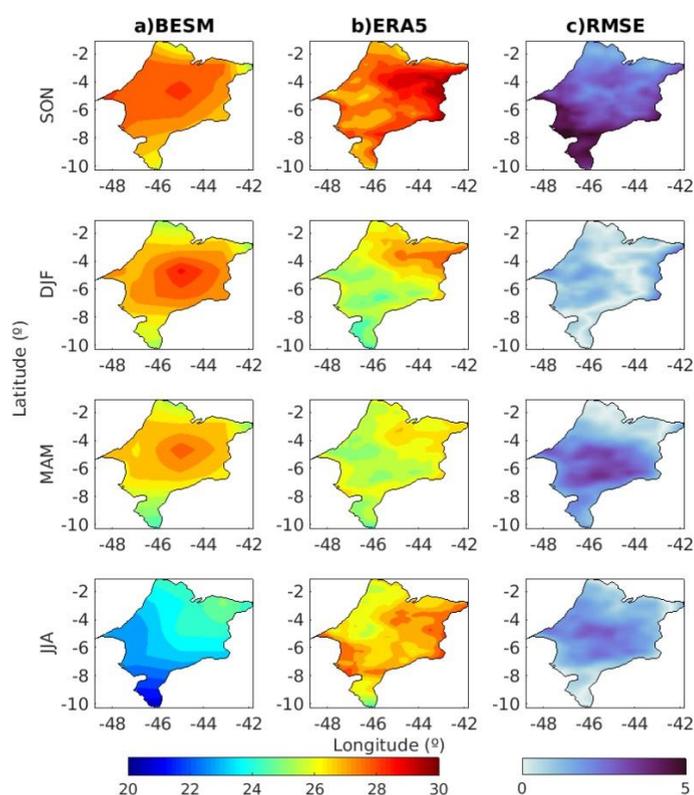


Figura 3 – Climatologia sazonal da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão entre os anos de 1980 a 2005 para: a) Experimento Histórico do BESM; b) Reanálise ERA5; c) RMSE entre BESM e ERA5.

Com relação as projeções em superfície do MIROC, foi possível notar uma brusca variação de temperatura (35°C) entre as latitudes de 2 a 6 graus (Figura 4-a). Na estação de primavera (SON) um padrão zonal foi observado com temperaturas de 30 a 35°C entre o Norte e Sul do estado, as regiões onde ocorreram as menores temperaturas foi no litoral e extremo Sul. As maiores TA_{med} incidentes são provenientes de uma massa de ar que surge na porção Noroeste e vai em direção ao Leste, essa massa de ar perde suas características térmicas com a chegada do verão (DJF) e apresenta temperaturas por volta de 30 a 32°C , neste mesmo período ela recua em direção ao bioma amazônico e dá espaço para a entrada de uma massa de ar mais fria (25°C) advinda da região Sul do estado.

Nos meses em que ocorre o outono (MAM) a massa de ar que até então apresentava as maiores TA_{med} sobre o estado enfraqueceu em sua totalidade, marcando características térmicas de 26°C no Noroeste, enquanto isso, as outras regiões do Maranhão apresentaram temperaturas homogêneas de 25°C . Durante o inverno (JJA) a massa de ar volta a apresentar temperaturas entre 30 a 32°C no setor Noroeste, além dos gradientes térmicos em volta do centro da massa de ar.

Em comparação as TA_{med} da ERA5, o MIROC apresentou RMSE variando entre 0 e 5°C (Figura 4-c). Durante a primavera (SON), os menores RMSE observados ocorreram na região Sul com valores entre 0 e 1°C , enquanto que os maiores RMSE (5°C) apresentaram-se sobre a região

Noroeste e boa parte do Centro-Norte, regiões onde surgiram as maiores temperaturas. Os RMSE para o verão (DJF) ocorreram em seu valor máximo (5°C) em boa parte do estado, diferenciando apenas o litoral e o setor Sul do Maranhão, com valores na ordem de 3 a 4°C.

No outono (MAM) os mesmos padrões que ocorreram durante a primavera (SON) foram observados, com valores de RMSE mais altos (4°C) no Noroeste, esses RMSE diminuem a medida que a massa de ar (que até então se encontra sobre o Noroeste) avança em direção ao leste, apresentando valores entre 3 a 0°C. No setor Sul os RMSE estão próximos 1°C. Já no inverno (JJA) os maiores RMSE ocorreram sobre o Noroeste e o setor Leste com valores na ordem de 1°C, enquanto que nas porções Central, Norte e Sul ocorreram os menores RMSE (0°C), isso se explica devido ao fato da reanálise ERA5 também ter apresentado a massa de ar que adentra o estado pelo bioma amazônico nos meses de inverno.

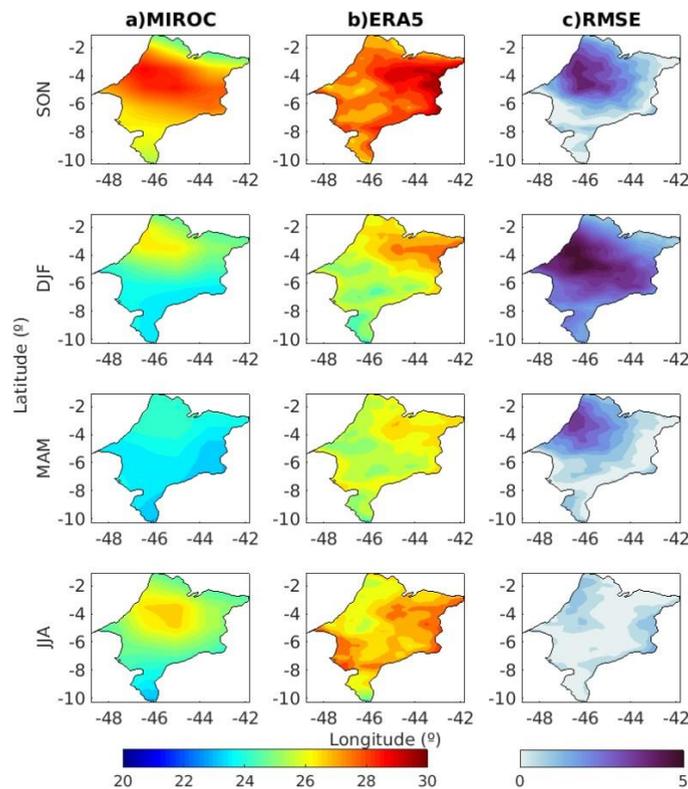


Figura 4 - Climatologia sazonal da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão entre os anos de 1980 a 2015 para: a) Experimento Histórico do MIROC; b) Reanálise ERA5; c) RMSE entre MIROC e ERA5.

3.2 SENSIBILIDADE DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO PARA OS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS RCP8.5 DO BESM E SSP8.5 DO MIROC

Nesta seção iremos abordar os principais padrões climatológicos da temperatura média do ar e da precipitação sobre o estado do Maranhão em cenários de aquecimento global por uma

constante radiativa de $8,5 \text{ W/m}^2$. Na Figura 5, os experimentos RCP8.5 e HIST (Histórico) apresentam a espacialização climatológica da TA_{med} em superfície. É notório que nos meses de primavera (SON) uma massa de ar com características térmicas flui da região Oeste para Nordeste, essa massa de ar apresenta um núcleo mais quente (32°C) e periferias com temperaturas mais frias, entre 26 e 18°C sobre os extremos Sul-Leste e Norte.

Com a chegada do verão (DJF) pôde-se observar que essa massa de ar começa a se resfriar da periferia ao centro, neste momento, temperaturas mais frias (18 a 23°C) adentram o estado pelo litoral e região Sul, com a tendencia de homogeneizar a região Central a qual apresenta o núcleo quente (30°C) da massa de ar.

Embora as TA_{med} em volta do núcleo tenham aumentado 1°C em relação a estação anterior, a tentativa de homogeneizar a região Central continua com a chegada do outono (MAM). Neste período a massa de ar apresenta um núcleo com gradientes menos intensos de temperatura (28 a 30°C) e periferias de 26 a 27°C . Paralelo a isso as temperaturas mais frias (18 a 23°C) provenientes do extremo Sul e litoral continuam avançando em direção aos domínios central do estado. Essa perspectiva muda completamente com a chegada do inverno (JJA), quando o núcleo da massa de ar que até então estava sobre os domínios central desaparece e dá espaço para a entrada de temperaturas mais frias (23 a 25°C) que empurram o núcleo quente para fora do estado.

Em relação ao HIST, o RCP8.5 apresentou durante a primavera (SON) diferenças (DIFF) positivas em todo o território maranhense (Figura 5-c), as maiores DIFF ocorreram nas regiões Centro-Sul com valores de 2°C , enquanto que as menores DIFF apresentaram-se sobre a região Norte na ordem de 1 . Já nos meses de verão (DJF) esse padrão zonal muda para um padrão meridional, onde as maiores DIFF ocorrem de Oeste para Leste na ordem de 1 a 2°C , acentuando a massa de ar que predomina sobre a região Central do Maranhão. Referente ao outono (MAM) o padrão zonal volta a incidir, marcando maiores DIFF (2°C) no extremo Sul e menores (1°C) sobre o Centro-Norte. De forma análoga ocorreu nos meses de inverno (JJA), período em que há a entrada de temperaturas mais frias provenientes do bioma amazônico, caracterizadas por DIFF de 2°C no Sul, diferentemente do Cento-Norte que apresentou DIFF de 1°C .

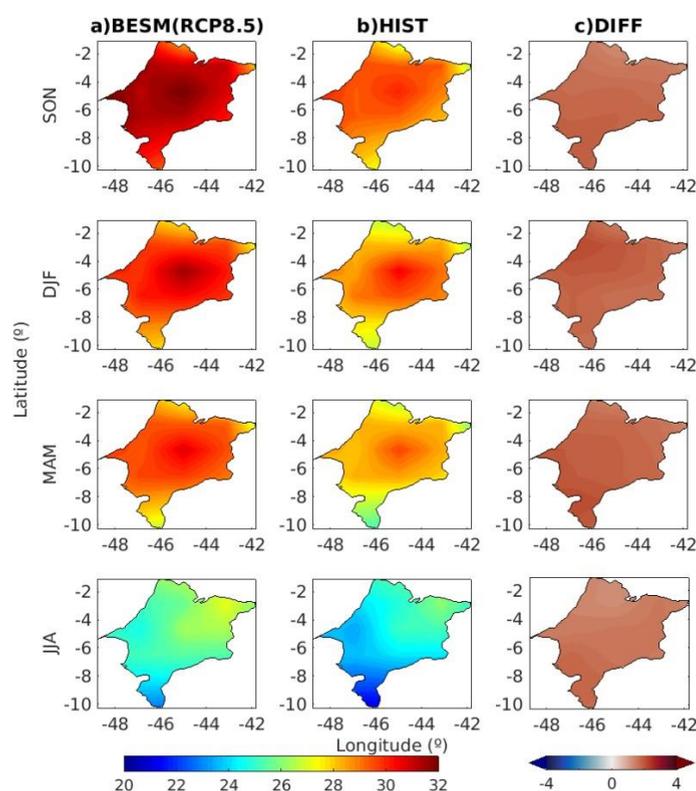


Figura 5 – Climatologia sazonal da temperatura média do ar, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos; a) RCP8.5 (de 2006 a 2105); b) Histórico (de 1980 a 2005); c) Diferença entre o RCP8.5 e o Histórico.

As projeções do cenário SSP8.5 apresentaram variações de TA_{med} em todo o domínio do estado, sobretudo na estação de primavera (SON), quando uma massa de ar invade o estado pelo Noroeste e se espalha por toda a região Centro-Sul até os limites territoriais do Leste, essa massa de ar é marcada por altas temperaturas ($32^{\circ}C$) e se caracteriza como uma língua quente que tem movimentos meridionais. Os setores do extremo Sul e do litoral são marcados por temperaturas inferiores as da massa de ar, na ordem de 26 a $29^{\circ}C$. O movimento meridional da massa de ar recua para o Noroeste nos meses do verão (DJF), mas mantém suas características de língua quente com temperaturas entre 30 a $32^{\circ}C$, consonante a isso, temperaturas mais frias ($28^{\circ}C$) surgem em volta da massa de ar, essas TA_{med} mais frias são alimentadas por uma outra massa de ar amena ($27^{\circ}C$) oriunda da região Sul que empurra a língua quente em direção ao estado do Pará.

Esse processo é melhor observado nos meses de outono (MAM), quando a língua quente ($32^{\circ}C$) recua ainda mais às fronteiras do Noroeste, se apresentando de forma menos intensa quando comparada com as estações anteriores. Paralelo a isso, foi possível observar a ocorrência de temperatura inferiores ($28^{\circ}C$) a da língua que surgiram em larga escala sobre o estado, tendo origem no setor Sudoeste e Leste. Todo esse processo muda completamente com a chegada do inverno (JJA), período em que foi possível observar a intensificação da língua quente ($32^{\circ}C$), além dos

movimentos meridionais, que deixam o Noroeste em direção ao Leste e se intensifica até o Sul na estação seguinte (primavera), evidenciando o início do ciclo sazonal.

Assim como o RCP8.5, o experimento SSP8.5 também apresentou DIFF positivas em relação ao experimento Hist (Figura 6-c). Essas DIFF são bem evidenciadas na primavera (SON) com a ocorrência do padrão zonal de TA_{med} que marca as maiores DIFF ($\sim 4^{\circ}C$) na região Sul e menores DIFF ($\sim 2^{\circ}C$) na região Norte. Na estação seguinte (verão) notou-se que boa parte do estado apresentou DIFF em torno de $1^{\circ}C$ sobretudo na região central. De forma análoga ocorreu no outono (MAM), mesmo que tenha ocorrido uma subdivisão entre o Norte e Sul, com DIFF mais próximas de $0^{\circ}C$ no setor Norte e $1^{\circ}C$ no setor Sul. As maiores DIFF ($4^{\circ}C$) voltam a ocorrer nos meses de inverno (JJA) em uma grande faixa latitudinal que flui do Noroeste ao Sudeste, enquanto que DIFF próximas de $2^{\circ}C$ atuam em todo o litoral.

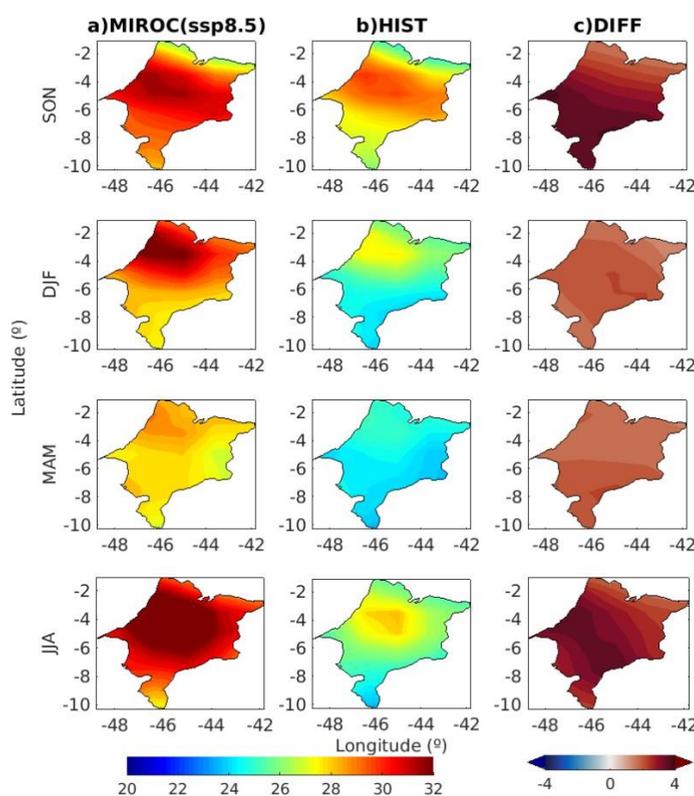


Figura 6 – Climatologia sazonal da temperatura média do ar, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos; a) SSP8.5 (de 2015 a 2100); b) Histórico (de 1980 a 2014); c) Diferença entre o SSP8.5 e o Histórico.

3.3 VARIABILIDADE E MODOS DAS COMPONENTES PRINCIPAIS DA TEMPERATURA DO AR NO ESTADO DO MARANHÃO PARA OS MODELOS BESM E MIROC

Nesta seção iremos discutir a distribuição espacial dos quatro primeiros modos de variabilidades da Temperatura média do ar. Na Figura 7 podemos observar o primeiro modo de

variabilidade (EOF1) que apresenta um padrão dipolo e responde 94,5% da variância total das anomalias explicadas para as regiões do extremo Sul e Norte, sendo representadas por um sinal positivo. Enquanto que a região Central apresentou sinal negativo indicando temperaturas amenas que contrapõem as observações climatológicas do HIST. Já no segundo modo (EOF2) o padrão dipolo apresentou um comportamento zonal que explica 3,3% da variância, sendo a região Norte a menos expressiva em relação as altas temperaturas, enquanto que a região Sul capturou a máxima variância explicada para este modo. Embora tenha registrado a menor variância (1,0%), o terceiro modo conseguiu melhor representar os padrões espaciais que ocorreram nas climatologias sazonais, com uma fase positiva extrema na região central e fases negativas nos extremos Norte e Sul. O quarto modo apresentou características meridionais com um dipolo que divide o estado em Oeste e Leste, sendo o setor Oeste a região que melhor representou a fase positiva, indicando maiores temperaturas, enquanto que os domínios do Leste registraram a fase negativa com variância de 0,6%.

Em relação ao RCP8.5, pode-se observar que os modos de variabilidade para os tempos $t=1$ e $t=2$ foram muito semelhantes aos modos do HIST, embora exista algumas especificações. O primeiro modo (EOF1) por exemplo apresentou uma variância explicada de 94,9% com sinal negativo nas regiões dos extremos Norte e Sul, se contrapondo aos sinais positivos presentes nessas mesmas regiões no experimento Histórico. Em relação ao segundo modo percebe-se uma fase positiva menos intensa quando comparada a fase positiva encontrada na região Sul do HIST, com uma variância de 2,9%. O terceiro modo apresentou uma variância (0,9%) muito semelhante ao terceiro modo do experimento Histórico, com fases positivas na região central e negativas nos extremos Norte e Sul, corroborando assim, com as climatologias para o experimento RCP8.5. Em contrapartida o quarto modo de variabilidade apresentou padrões meridionais com fases positivas nas regiões Oeste e fases negativas na região Leste com variância explicada de 0,5% no $t=1$ e 0,6% no $t=2$.

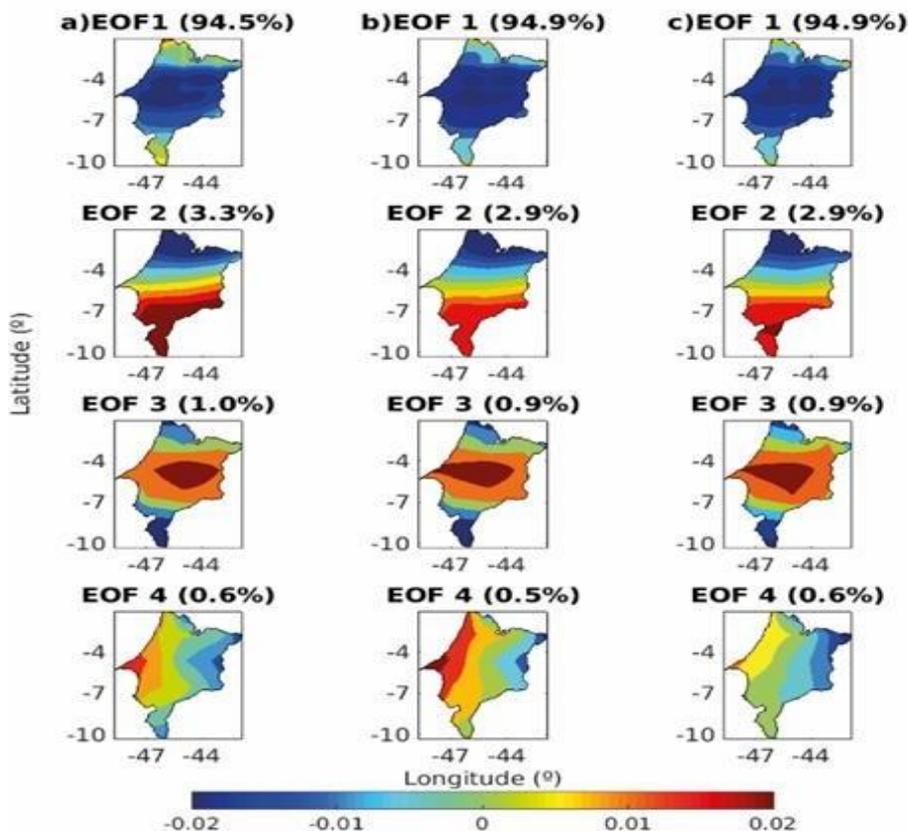


Figura 7 – Funções Ortogonais Empíricas (FOEs) para a temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos do BESM: a) Histórico (de 1980 a 2005); b) RCP8.5 para o período de 2006 a 2055 (t=1); c) RCP8.5 para o período de 2056 a 2105 (t=2).

Os coeficientes de expansão (CE) referentes aos modos de variabilidade para a TA_{med} do BESM indicaram um alta frequência na ocorrência das fases no primeiro modo, tanto para o HIST quando para o RCP8.5, dando a entender que as fases positivas e negativas não mantiveram as características térmicas das massas de ar por muito tempo (Figura 8). Diferentemente dos CE encontrados no primeiro modo, verificou-se uma baixa frequência entre os anos de 1980 a 2055 na ocorrência das fases para o segundo modo, e uma maior frequência foi registrada no período entre os anos de 2056 a 2105. Semelhante a isso os CE do terceiro e quarto modo de variabilidade apresentaram baixa frequências nos primeiros anos (1980 a 2055) e alta frequência nos anos de 2056 a 2105.

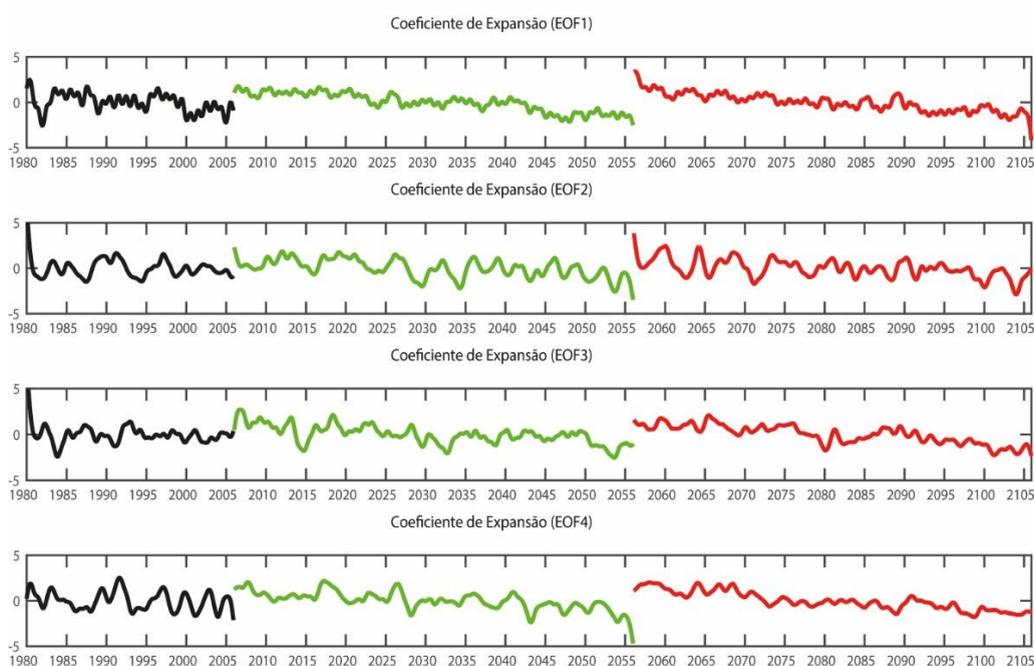


Figura 8 – Filtro anual das 4 componentes principais da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos Histórico (linha Preta) e RCP8.5 para os períodos: a) t=1 (2005 a 2055 (linha azul)) e b) t=2 (2056 a 2105 (linha vermelha)).

No que tange as variâncias de anomalias explicadas pelo MIROC (Figura 9), foi possível observar padrões nos modos de variabilidade semelhantes a aqueles encontrados no primeiro modo do BESM, com fases negativas na região Central e positivas no extremo Norte, mais especificamente sobre as reentrâncias Maranhenses, com variância de aproximadamente 90% nos experimentos HIST e SSP8.5. O segundo modo do HIST também apresentou um dipolo com fase positiva na região Sul e fase negativa na região Norte, com uma anomalia explicada de 6%. Esse dipolo é invertido no SSP8.5 tanto para t=1 quanto para t=2, com fase positiva no Norte e fase negativa no Sul explicando aproximadamente 6% das anomalias encontradas.

O terceiro modo apresentou fase positiva nas regiões de extremo Norte e Sul para o HIST e SSP8.5, entretanto essa fase se mostrou menos intensa no t=2, a região Central registrou uma fase negativa pra todos os tempos com uma variância próxima de 1%, se contrapondo aos padrões no terceiro modo de variabilidade encontrados para o BESM e aos padrões climatológicos para esta região. O quarto modo de variabilidade apresentou um dipolo meridional com fase positiva no Oeste e negativa no Leste do HIST com variância de 6%, esse dipolo é invertido no SSP8.5 o qual marcou fase negativa extrema no Oeste e positiva no Leste para o t=1, enquanto que no t=2 notou-se fases menos intensas nas regiões Oeste e Leste com uma variância de anomalia explica próxima de 1%.

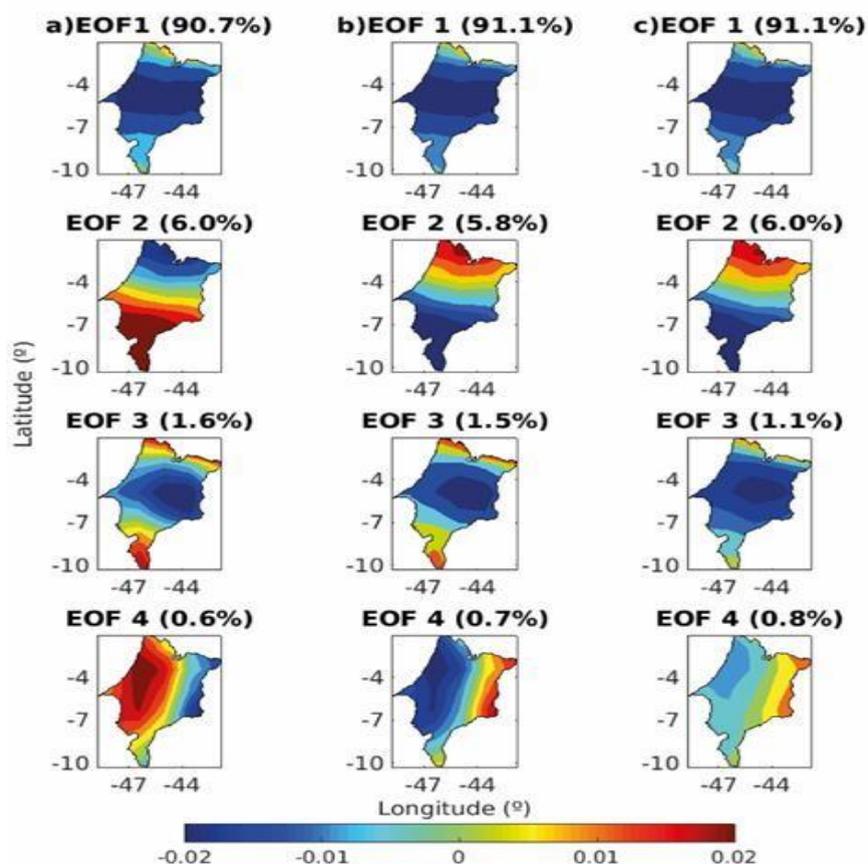


Figura 9 – Funções Ortogonais Empíricas (FOEs) para a temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos do MIROC: a) Histórico (de 1980 a 2014); b) SSP8.5 para o período de 2015 a 2057 ($t=1$); c) SSP8.5 para o período de 2058 a 2100 ($t=2$).

As fases encontradas no primeiro modo (EOF1) (Figura 10) apresentaram uma baixa frequência em quase todos os tempos, indicando uma variação interanual e decadal, com exceção dos anos de 2015 a 2025 que registraram uma alta frequência na ocorrência das variâncias associadas as fases positivas e negativas. Os padrões para o segundo modo (EOF2) apresentaram-se em alta frequência se comparados aos do primeiro modo, registrando as variações interanuais. De forma semelhante, foi observado nos modos da EOF3 e EOF4, onde ocorreram variações das fases em baixa frequência.

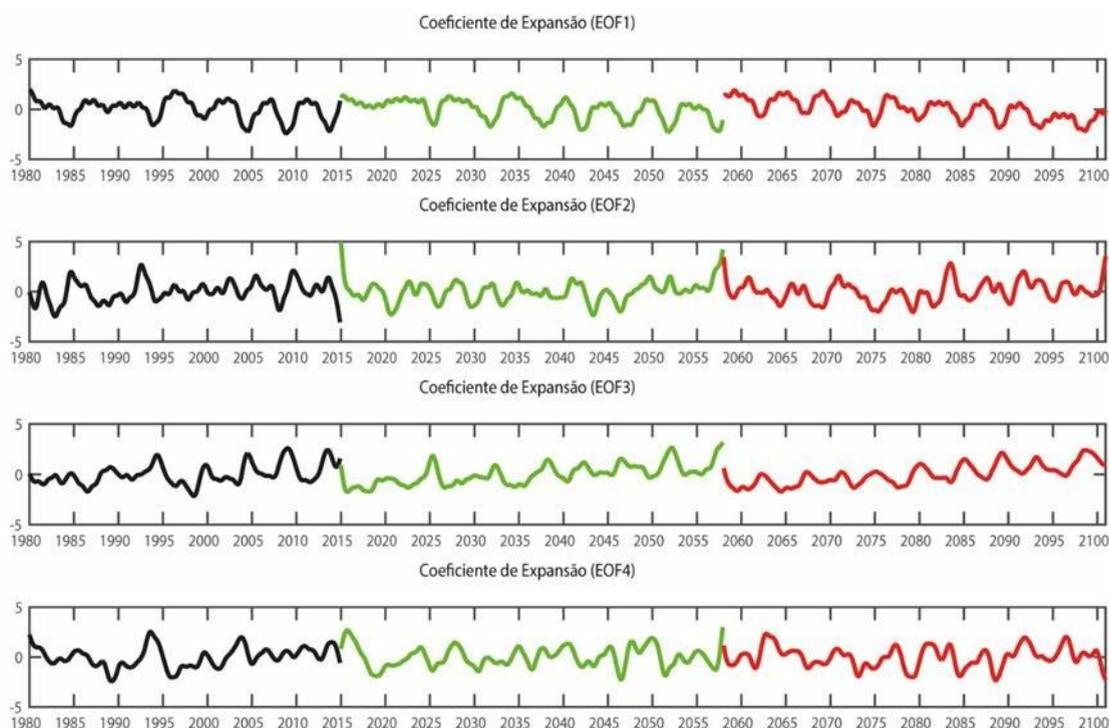


Figura 10 – Filtro anual das 4 componentes principais da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para os experimentos Histórico (linha Preta) e SSP8.5 para os períodos: **a)** t=1 (2014 a 2057 (linha azul)) e **b)** t=2 (2058 a 2100 (linha vermelha)).

A Figura 11 mostra a análise de ondaleta da TA_{med} para as diferentes bases de dados analisadas. O escalograma de energia do BESM (Figura 11-a) registou três picos de variabilidade nos períodos de 6 meses e de 1 a 7 anos. O período de 6 meses apresentou maior variância ($\sim 10\text{degC}^2$) (Figura 11-b) com energia associada a alta frequência, enquanto que o período de 1 ano registrou menor variabilidade, com uma energia contínua e intensa ($\sim 30\text{degC}^2$) (Figura 11-b). O terceiro pico capturou energia em baixa frequência com pouca intensidade. Essas observações se validaram no MIROC (Figura 11-c), o qual apresentou os mesmos picos de variabilidade, embora com maior energia associada. O primeiro pico que ocorreu no período de 6 meses apresentou variabilidade interanuais e decadais, enquanto que o segundo pico se manteve contínuo em todos os anos. O terceiro pico de variância que ocorreu no período de 7 anos conseguiu registrar uma intensa energia entre os anos de 1987 a 2010.

Para as séries temporais do INMET e ERA5, a temperatura média do ar no estado do Maranhão apresentou dois períodos de maior variância, um na escala de 11 meses (anual) e o outro na escala de 4 a 8 anos (interanual) (Figura 11). O primeiro pico de variância nos dados do ERA ($\sim 25\text{degC}^2$) (Figura 11-e,f) foi similar ao valor encontrado nos dados do INMET (Figura 11-g,h) ($\sim 30\text{grausC}^2$).

O segundo pico energético nos dados do INMET apresentou maior variabilidade em comparação aos dados do ERA5, uma vez que a variância encontrada de 4 a 8 anos mostrou-se contínua no tempo (Figura 11-g). Entre os anos de 1995 a 2002 esse segundo pico de variância

apresentou uma frequência ainda maior, com períodos de 2 a 4 anos (Figura 11-g,h). Os dados do ERA5 também apresentaram o segundo pico de variabilidade na escala de 4 a 8 anos (Figura 11-e), embora com menos energia associada (Figura 11-f). As periodicidades de maior variância encontrada para a TA_{med} do estado do Maranhão (ou seja, de 11 meses e de 3 a 8 anos) refletem a atuação da variabilidade sazonal (relacionada ao período chuvoso e seco) e interanual (relacionada ao fenômeno ENOS).

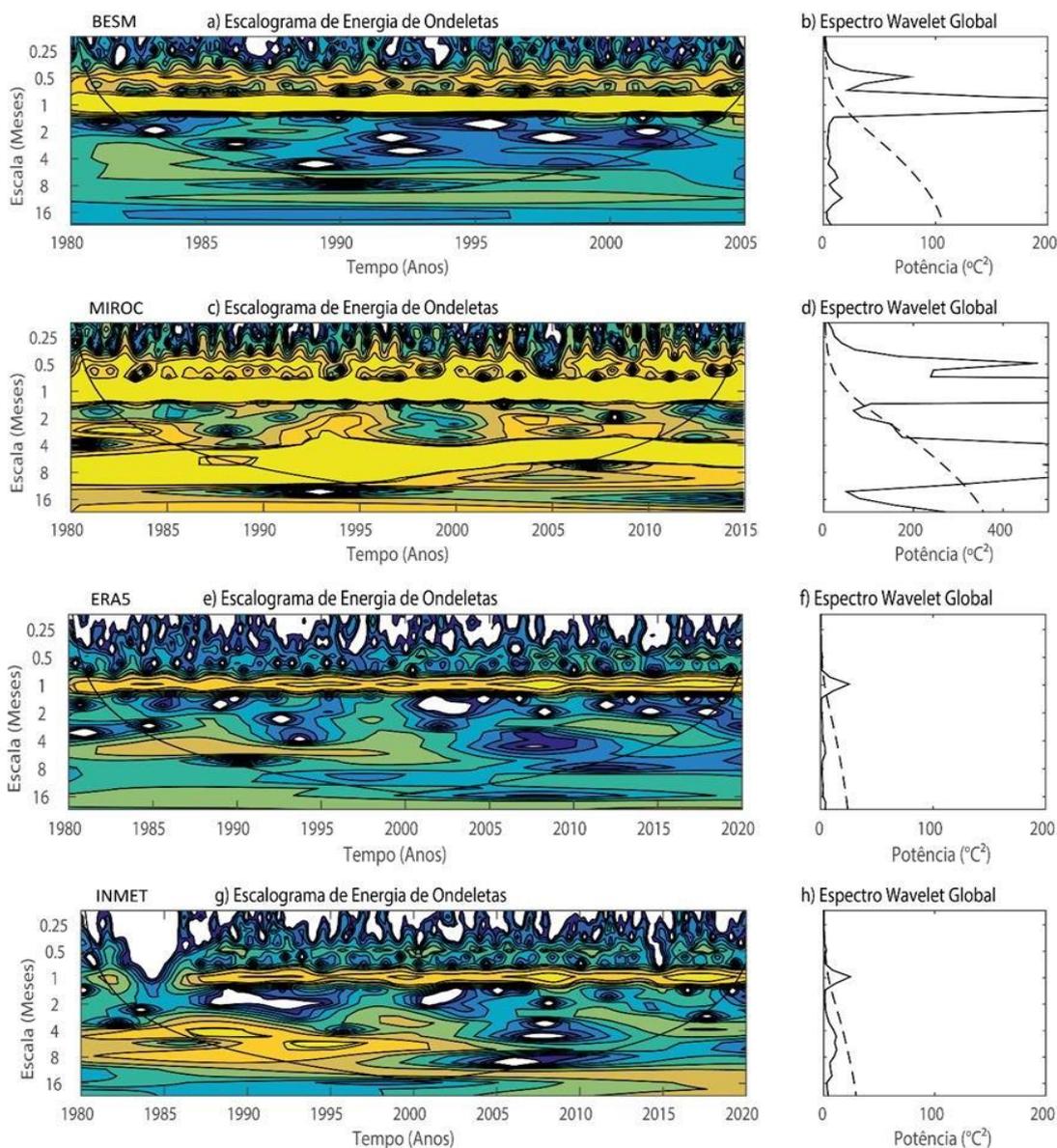


Figura 11 – Escalograma de Energia de Ondas e Espectro de Ondas Global da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para as bases de dados: **a-b)** BESM; **c-d)** MIROC; **e-f)** ERA5; **g-h)** INMET.

A variabilidade do sinal no âmbito do SSP8.5 e RCP8.5 apresentaram (Figura 12-i,k) os mesmos padrões de variância, entretanto o SSP8.5 registou a maior potência de energia. Para o

período de 6 meses o SSP8.5 capturou picos de variabilidade com assinatura de variações decadais, enquanto o RCP8.5 assimilou variações anuais com energia menos intensa. Já no segundo pico de variância, foi possível notar que os dois cenários de mudanças climáticas apresentaram uma energia continua ao longo de todos os anos. Em relação ao terceiro pico, pode-se observar que o SSP8.5 foi mais representativo em relação ao RCP8.5 quando registrou um sinal de alta potência de energia no sétimo período para os anos de 2025 a 2095, essa energia também foi captura pelo RCP8.5, porém em forma de núcleos que ocorreram nas décadas de 20, 60 e 80 com uma assinatura de energia menos intensa.

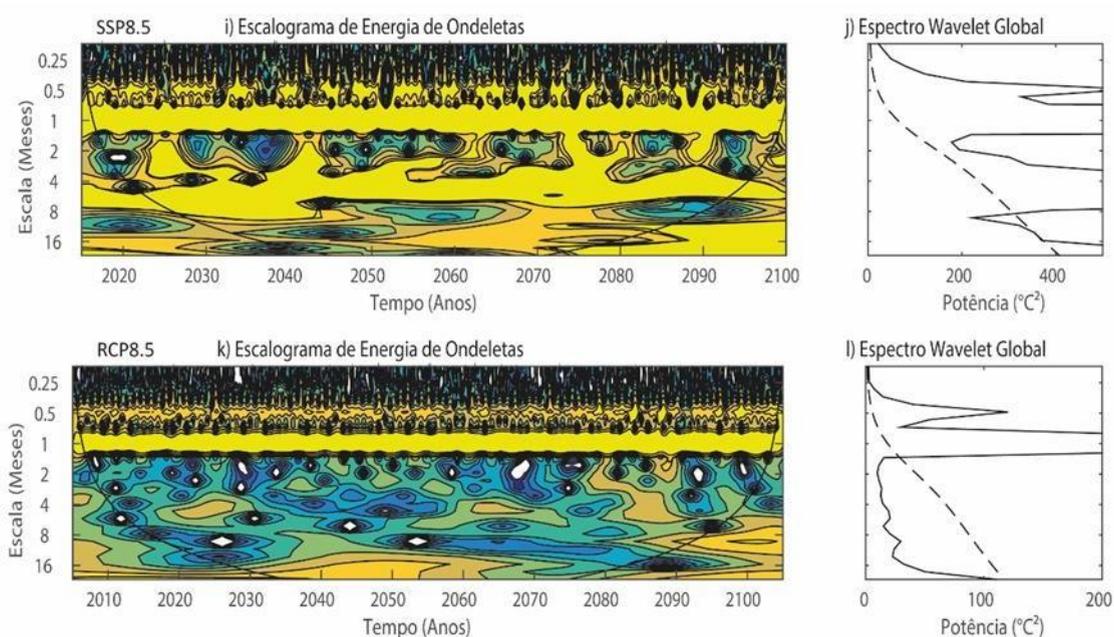


Figura 12 – Escalograma de Energia de Ondeletas e Espectro de Ondaleta Global da temperatura do ar média, em superfície, no estado do Maranhão para as bases de dados: **i-j)** SSP8.5; **k-l)** RCP8.5.

4. DISCUSSÃO

A ocorrência de temperaturas mais frias no período chuvoso do estado nos dados de reanálise e observacional deve-se à atuação conjunta de dois sistemas meteorológicos, o Vórtice Ciclônico de altos Níveis (VCAN) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que trazem alta nebulosidade e, por conseguinte, intensas chuvas sobre as regiões Norte e Nordeste do estado (DO NASCIMENTO *et al.*, 2015). Os valores de TA_{med} inferiores a 25°C durante o verão e o outono na região Sul podem estar associados a atuação de sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Frentes Frias (FF), os quais trazem chuva para o Maranhão entre novembro e abril, explicando as temperaturas amenas encontradas (DO NASCIMENTO *et al.*, 2015). A presença de massas de ar mais frias nas regiões Central e Sudoeste do Maranhão (Figura 2-a,b) podem estar relacionadas as ocorrências de TA_{med} mais frias no outono citada no parágrafo anterior. Santos (2019) notou que a região central sofre menor influência das massas de ar Equatorial Atlântica e Equatorial Continental.

As climatologias sazonais da TA_{med} no estado do Maranhão para os cenários de mudanças climáticas globais se comportam de forma heterogênea, com uma dinâmica de massas de ar bem definida nas 4 estações do ano. Os padrões espaciais de maiores TA_{med} ocorrem nas regiões Norte e Centro durante a primavera (SON), e se desintensificam aos poucos nas estações de verão e outono, voltando a se intensificar na estação de inverno. As maiores temperaturas no SON podem estar associadas ao enfraquecimento dos ventos alísios provenientes do Atlântico Tropical Sul (ATS) e Atlântico Tropical Norte (ATN) que proporcionam a redução do fluxo de humidade para o continente causando baixos índices pluviométricos sobre a região tropical. A ausência dos ventos e poucas chuvas favorecem a formação e permanência de massas de ar quente por mais tempo no estado (CALVALCANTI & SHIMIZU., 2012).

O enfraquecimento dos alísios no ATN e a ocorrência de maiores Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) proporciona o deslocamento da ZCIT para o Sul do Hemisfério Norte (MCFARLANE & FRIERSON., 2017) gerando secas e ausência de nuvem, além de maiores temperaturas no estado do Maranhão. Outra característica importante que pode estar causando esse aquecimento é o enfraquecimento da Alta da Bolívia (AB) a qual é responsável pela formação de um Cavado no Nordeste (CV) que normalmente leva chuva para essas regiões. (CALVALCANTI & SHIMIZU., 2012). Além desses aspectos naturais deve-se pensar na influência antrópica, sabe-se que há uma predileção em habitar as regiões costeiras que normalmente sofrem com o adensamento urbano e apresentam como consequência a redução de área vegetada, o que dá condições necessárias para a formação das ilhas de calor (ARAÚJO & RANGEL., 2012).

Com relação a variabilidade encontrada nas escalas interanual e decadal pode-se inferir que estão relacionadas aos fenômenos ENOS que exercem influências sobre a ocorrência de chuvas e seca no estado do Maranhão, a região do Niño 3.4, por exemplo, mostrou ter forte influência sobre o ciclo anual da temperatura média do ar em São Luís (GUEDES *et al.*, 2006). Para os cenários de clima futuro essa variabilidade sofre com os impactos do enfraquecimento do ramo ascendente da célula de Walker sobre a América do Sul em anos de El Niño (Silva., 2015), causando déficit nos índices pluviométricos do estado e aumento na variabilidade da temperatura do ar.

5. CONCLUSÃO

Através das técnicas de espacializações podemos concluir que os padrões climatológicos da temperatura média do ar possivelmente acompanham o regime de chuvas no estado e sofrem influências de fenômenos meteorológicos que são capazes de alterá-la de forma direta ou indireta. O aumento da nebulosidade no período chuvoso do estado acaba por amenizar os máximos de temperatura do ar nos trimestres entre março e agosto. Entretanto com a ausência de chuvas e a chegada da primavera (período seco) são constatadas as temperaturas mais quentes, com máximos de TA_{med} em torno de $30^{\circ}C$ em quase todo o estado.

Para os experimentos de clima futuro as maiores temperaturas ocorrem na ordem de $32^{\circ}C$ durante a primavera, verão e outono nas regiões Norte e Centro do estado, com variabilidade associada as alterações nos sistemas meteorológicos que dominam o clima da América do Sul e aos padrões de TSM sobre os oceanos Pacífico e Atlântico em cenários de aquecimento global.

Os resultados mostraram que a TA_{med} no Maranhão possui sua maior variabilidade no período de 12 meses (sazonal) e de 3 a 8 anos (interanual), estando o primeiro pico associado à alternância entre o período chuvoso e seco da região, que através das variações na porcentagem de cobertura de nuvens acaba por modificar a radiação solar incidente, e o segundo pico relacionado à atuação do fenômeno ENOS, que através de variações na circulação de Walker acaba por intensificar (no caso da La Niña) ou enfraquecer (no caso do El Niño) a subsidência de ar sobre o NEB e o estado do Maranhão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES aos Projetos “Estudos Avançados em Oceanografia de Médias e Altas Latitudes” (Processo 23038.004304 / 2014-28) e “Uso e Desenvolvimento do Modelo do Sistema Terrestre Brasileiro para o Estudo do Sistema Oceano-Atmosfera-Criosfera em Altas e Médias Latitudes - BESM / SOAC ”(Processo 145668 / 2017-00) e ao apoio financeiro do CNPq aos Projetos “Impactos do Aumento do Gelo Marinho da Antártica no Clima da América do Sul: Simulações por Conjunto x Reanálises ”(Processo 420406 / 2016-6) e “ Sistema de Observação de Modelagem Antártica - ATMOS ”(Processo 443013 / 2018-7). A publicação também teve o apoio da Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA (Processo 00850/17). L.P.P. é parcialmente financiado por meio de Bolsa de Produtividade Científica do CNPq (Processo 304858 / 2019-6). Os autores também agradecem à Equipe de Desenvolvimento do Modelo Climático BESM e MIROC por fornecer uma versão pública dos modelos e por todo o suporte técnico.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO RR, RANGEL MES. 2012. Crescimento urbano e variações térmicas em São Luís-MA. *Revista Geonorte*, 3.9: 308–318-308–318.
- BARRETO, HELEN N.; PARISE, C. K.; ALMEIRA JR, E. B. 2019 The Cocais Forest Landscape. In: André Augusto Rodrigues Salgado; Leonardo José Cordeiro dos Santos; Júlio César Paisani. (Org.). *The Physical Geography of Brazil*. 1ed.Switzerland: Springer, v. p. 151-167.
- BOLZAN, M. J. A. 2004. Transformada em ondeleta: uma necessidade. *Revista brasileira de ensino de física*, v.26, p.37-41.
- BEZERRA, D.S.; DIAS, B.C.C.; RODRIGUES, L.H.S; SANTOS, A.L.S.; SILVA JUNIOR, C.H.L. 2018. Análise dos focos de queimadas e seus impactos no Maranhão durante eventos de estiagem no período de 1998 a 2016. *Revista Brasileira de Climatologia*, 22(1) 446-462.
- BRITO, A.L.; VEIGA, J.A.P.; CORREIA F.W.; CAPISTRANO V.B. 2019 avaliação do desempenho dos modelos hadgem2-es e eta a partir de indicadores de extremos climáticos de precipitação para a bacia amazônica. *Revista Brasileira de Meteorologia* 34: 265–177.
- CAPISTRANO, V. B.; NOBRE, P.; VEIGA, S. F.; TEDESCHI, R.; SILVA, J.; BOTTINO, M.; DA SILVA J.R.M.B.; MENEZES NETO, O.L.; FIGUEROA, S.N.; BONATTI, J.P.; KUBOTA, P.Y.; FERNANDEZ, J. P. R.; GIAROLLA, E.; VIAL, J.; AND NOBRE, C. A. 2020. Assessing the performance of climate change simulation results from besm-oa2.5 compared with a CMIP5 model ensemble, *geoscience. Model dev.*, 13, 2277–2296, <https://doi.org/10.5194/gmd-13-2277-2020>.
- CHAI, T.; DRAXLER, R. R. 2014. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? *Geoscientific Model Development Discussions*, v. 7, p. 1525–1534.
- CAVALCANTI, I. F. A., & SHIMIZU, M. H. (2012). Climate fields over South America and variability of SACZ and PSA in HadGEM2-ES.
- DA SILVA, D. F.; COSTA, I. M.; MATEUS, A. E. 2014. Escalas temporais e tendências observadas nas temperaturas máximas no estado do Ceará. *Revista ambiência*. Guarapuava (PR) v.10 n.2 p. 465 - 487.
- DO NASCIMENTO, F.C. ARAÚJO.; ARAÚJO, F.R.C.D.; CAMPOS, C. 2015. Análise dos padrões espaciais e temporais da precipitação no estado do Maranhão-Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 8.02: 422-430.
- DOS SANTOS, ALEXANDRE MANUEL. 2003. Uma medida para avaliação global de qualidade de malhas triangulares não-estruturadas e uma métrica de qualidade local para seus elementos: a relação perimetral - rp. In: IV Semana do Programa de Pós-graduação do Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia: 2003, Curitiba: Universidade Federal do Paraná – UFPR. v. I. p. 15-33.
- ENGWIRDA, D. 2005. Unstructured mesh methods for the Navier-Stokes equations, Honours Thesis, (School of Aerospace), Mechanical and Mechatronic Engineering, The University of Sydney.
- ENGWIRDA, D. 2019. Locally-optimal Delaunay-refinement and optimisation-based mesh generation, Ph.D. Thesis, School of Mathematics and Statistics, The University of Sydney.
- FERREIRA, A. G.; Mello N. G. S. 2005. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. *Revista*

Brasileira de Climatologia 1, 14-22.

FEITOSA F.E.C.S.; BELO R.C.R.; SANTOS, J.R.N.; ARAUJO, M.L.S.; SANTOS, J.S; SILVA, F.B. 2018. Influência das mudanças de tempo e variabilidade climáticas sobre a produção de energia fotovoltaica no estado do Maranhão (risco climático para produção de energia fotovoltaica no estado do Maranhão). *Revista Brasileira de Geografia FÍSICA*, v. 10, p. 1959-1973.

GUIMARÃES S.O.; COSTA A.A.; VASCONCELOS, J.F.C.; SILVA, E.M.; SALES, D.C.; ARAÚJO JÚNIOR L.M., et al. 2016. Projeções de mudanças climáticas sobre o nordeste brasileiro dos modelos do cmip5 e do cordex. *Revista Brasileira de Meteorologia*. Sep;31(3):337–65.

GUEDES, R.G. et al., 2006: modulação do ciclo anual de variáveis de superfície em São Luís (Maranhão) por oscilações de baixa frequência. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 21(2), 245-255.

HAMADA, E.; MAIA, A.H.N.; THOMAZ, M.C. 2012. Temperaturas médias projetadas pelos modelos climáticos globais do quarto relatório do ipcc para o nordeste brasileiro. *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Jaguariúna/SP*.

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp

HERSBACH, H.; BELL, B.; BERRISFORD, P., et al. 2020. The ERA5 global reanalysis. *Q J R Meteorol Soc*. 146: 1999– 2049.

JANUARIO, I.R.; MENEZES, R.H.N.D.; BONFIM, O.E.T. 2018. Análise de risco climático para semeadura do arroz no sul do estado do Maranhão. *Revista BRASILEIRA DE GEOGRAFIA FÍSICA*, v. 11, p. 1241-1250.

JESUS, EDUARDO MARCOS DE. 2020. *Ciclones e ciclones subtropicais sobre o sudoeste do oceano atlântico sul: projeções climáticas e ventos associados*. 2020. 142 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meteorologia, Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MCFARLANE, A. A., & FRIERSON, D. M. (2017). The role of ocean fluxes and radiative forcings in determining tropical rainfall shifts in RCP8.5 simulations. *Geophysical Research Letters*, 44(16), 8656-8664.

MEDEIROS, S.S.; CECÍLIO, R.A.; MELO JÚNIOR, J.C.F.; SILVA, J.L.C. 2005. Estimativas e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na região nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.2, p.247-255.

MORLET, J. 1983. *Sampling Theory and Wave Propagation*. In: CHEN, C. H. (Org.). *Issues in Acoustic Signal — Image Processing and Recognition*. Berlin, Heidelberg: Springer, p. 233–261. (NATO ASI Series).

MONAHAN, A.H. & FYFE, J.C. 2006. On the nature of zonal jet EOFs. *Journal of climate*, 19(24), 6409-6424.

MONDAL, SANJIT KUMAR et al. Doubling of the population exposed to drought over South Asia: CMIP6 multi-model-based analysis. *Science of The Total Environment*, v. 771, p. 145186, 2021.

NOBRE, PAULO, et al. 2013. "Climate simulation and change in the Brazilian climate model." *Journal of Climate* 26.17:6716-6732.

NORTH, G.R.T.L.; BELL, R.F.; CAHALAN, F.J.M. 1982. Sampling errors in the estimation of empirical orthogonal functions. *Mon. Wea. Rev.*, 110, 699–706.

NOGUEIRA, V.F.B.; CORREIA, M.F.; NOGUEIRA, V.S. 2012. Impacto do plantio de soja e do oceano pacífico equatorial na precipitação e temperatura na cidade de chapadinha - ma. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, p.708 –724.

SALES, D.C.; COSTA, A.A.; SILVA, E.M.; VASCONCELOS JÚNIOR, F.C.; CAVALCANTE, A.M.B.; MEDEIROS, S.S.; MARIN, A.M.P.; GUIMARÃES, S.O.; ARAUJO JUNIOR, L.M.; PEREIRA, J.M.R. 2015. Projeções de mudanças na precipitação e temperatura no nordeste brasileiro utilizando a técnica de *downscaling* dinâmico. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 30, n. 4, p. 435-456.

SANTOS, P.R. de A; SILVA, LOUISE.; RIBEIRO, G.M. da S.; MEDEIROS, S.E.L.; ABRAHÃO, R. 2019. Análise das tendências climáticas e projeções futuras para patos-pb. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

SANTOS, A.L.S. et al. 2019. Propriedades multifractais da temperatura do ar diária no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 34.1: 23-31.

SILVA JUNIOR, C.H.L.; FREIRE, A.T.G.; ANDERSON, L.O.; ARAGAO, L.E.O.E. C.; SILVA, F.B.; MENDES, J.J. 2015. A zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado no estado do Maranhão. Parte II: Caracterização preliminar dos dados de área queimada (Produto MODIS MCD45A1). In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa. Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 7478-7485.

SILVA, F.B.; SANTOS, J.R.N.; FEITOSA, F.E.C.S.; SILVA, I.D.C.; ARAÚJO, M.L.S.; GUTERRES, C.E.; SANTOS, J.S.; RIBEIRO, C.V.; BEZERRA, D.S.; NERES, R.L. 2017. Evidências de mudanças climáticas na região de transição amazônia - cerrado no estado do Maranhão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 3, p. 330-336.

SILVA, J. V. 2015. El Niño e seus impactos na América do sul: clima atual e cenários futuros. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.

SU, BUDA et al. Insight from CMIP6 SSP-RCP scenarios for future drought characteristics in China. *Atmospheric Research*, v. 250, p. 105375, 2021.

TORRENCE, C. & COMPO, G.P. 1998. *A Practical Guide to Wavelet Analysis. Bulletin of the American Meteorological Society.*

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que a Temperatura do Ar no estado do Maranhão apresenta uma dinâmica sazonal das massas de ar que se intensificam na estação de primavera (SON) e enfraquecem nas estações de verão (DJF), outono (MAM) e inverno (JJA). Essas características nos permitiram levantar as seguintes questões:

- i) A Temperatura do Ar obedece ao regime de precipitação no estado do Maranhão?
- ii) A temperatura do Ar sofre influência dos sistemas meteorológicos que governam o clima da América do Sul?

Foi possível corroborar que o período chuvoso são os meses que a Temperatura do Ar se mostrou amenas em quase todo o estado. Essa relação é provocada pela formação de nuvens que recobre a troposfera inferior e provoca uma menor incidência da radiação solar sobre a superfície (CARVALHO, 2020). Além disso, os sistemas meteorológicos que regem o clima da América do Sul como a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e Vórtice Ciclônico de Altos Níveis contribuem para a formação de chuvas no estado durante os meses de menor ocorrência da temperatura de ar.

A sensibilidade da temperatura do ar sob os Cenários de Mudanças Climáticas Globais mostrou que as massas de ar sobre o estado apresentam o mesmo padrão sazonal que ocorre no clima atual. Entretanto, os padrões espaciais refletem uma condição diferente, sobretudo nas regiões Norte e Centro do estado que apresentaram-se mais sensíveis a constante radiativa, com diferenças de temperaturas entre 2 a 8 °C. Semelhante ao clima atual, as projeções de clima futuro, também são suscetíveis a influência dos mecanismos que modelam o clima da América do Sul. O enfraquecimento dos ventos alísios, por exemplo, pode causar presença ou ausência de chuva sobre o estado o que modifica o comportamento sazonal da temperatura. De forma análoga, o enfraquecimento da Alta da Bolívia nos cenários de Mudanças Climáticas Globais pode responder o aquecimento diferenciado durante as estações do ano (CALVALCANTI & SHIMIZU, 2012).

Esses resultados permitiram o levantamento de questões para trabalhos futuros:

- i) A temperatura do Ar no estado do Maranhão sofre influência do Niño do oceano Atlântico em Cenários de Mudanças Climáticas Globais?

- ii) A temperatura do Ar no estado do Maranhão sofre influência das teleconexões do ENOS e do Modo Anular da Antártica em Cenários de Mudanças Climáticas Globais?

REFERÊNCIAS

CARVALHO, W.K.M. 2020. Análise de mudanças climáticas no estado do maranhão: estudo das temperaturas e radiações solares. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. Cap. 2.

CAVALCANTI, I. F. A., & SHIMIZU, M. H. 2012. Climate fields over South America and variability of SACZ and PSA in HadGEM2-ES.

ANEXOS

1) NORMAS DA REVISTA

Instruções para autores

- [Tipos de Publicações](#)
- [Preparação do manuscrito para submissão inicial](#)
- [Submissão online de manuscritos](#)
- [considerações gerais](#)
- [Seções do manuscrito](#)
- [Diretrizes adicionais](#)
- [Preparação de figuras e tabelas](#)
- [Ética de Publicação](#)

Tipos de Publicações

Os manuscritos em *Ocean and Coastal Research* não têm restrições de extensão (exceto para Comunicações Breves), embora devam ser concisos.

Os manuscritos submetidos à *Ocean and Coastal Research* devem ser redigidos em inglês e não ter sido publicados anteriormente nem estar sendo considerados para publicação em outro periódico. Os tipos de artigo são os seguintes:

- **Os artigos originais** são elaborados para relatar resultados detalhados de investigações exclusivas e inovadoras por meio de abordagens, modelos e experimentos cientificamente sólidos.
- **Comunicações breves** são apropriadas para investigações de curto prazo contendo informações básicas importantes ou informações preliminares significativas que valem a pena publicar.
- **Artigos de revisão** são manuscritos que devem fornecer uma síntese da literatura relevante disponível para uma questão de pesquisa importante, aplicando uma abordagem crítica e fornecendo sugestões para pesquisas futuras.
- **Ensaio** é um tipo de manuscrito adequado para reflexão detalhada, com maior liberdade do autor para defender uma determinada posição, que visa aprofundar a discussão ou apresentar uma nova contribuição / abordagem a respeito de um tema relevante.
- **As discussões** são contribuições convidadas relacionadas a um artigo específico ou questão de um periódico.
- **Posicionamento coletivo** é um documento que divulga uma posição ou consenso de grupo de múltiplos pesquisadores especialistas em determinado assunto.
- **Relatos de caso** são relatórios sobre um estudo de caso ou aplicativo.
- **Editorial** é um artigo de opinião, declaração política ou comentário geral, escrito por um membro do conselho editorial ou por um editor convidado.

Independentemente do tipo de artigo, a *Ocean and Coastal Research* não aceita manuscritos que não abordem os resultados e conclusões da pesquisa no contexto da literatura relevante. Projetos não estruturados ou relatórios de reuniões e notas técnicas sem formação em literatura serão prontamente rejeitados pelo Escritório Editorial sem revisão por pares.

Preparação do manuscrito para submissão inicial

A **primeira página de cada manuscrito** (independentemente do tipo de contribuição) deve conter o título, título corrente, informações completas do autor (nome (s), afiliação (ões), ORCID (s), indicação do autor correspondente) e declaração de conflito de interesses (se houver). As seções Contribuições dos Autores e Referências também são obrigatórias em todos os manuscritos e devem ser colocadas no final do texto, seguidas de Figuras e Tabelas (se houver).

Os Artigos Originais devem apresentar esses componentes na seguinte seqüência: Resumo, Palavras-chave, Introdução, Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Contribuições dos Autores, Referências, Tabelas e Figuras. Contagem máxima de palavras: sem limite.

As comunicações breves devem apresentar: Texto completo sem títulos, exceto para agradecimentos, contribuições dos autores e referências. Contagem máxima de palavras: 3.500. São permitidos até duas figuras e uma mesa.

Os artigos de revisão devem incluir o seguinte: Resumo, Introdução, Subseções relacionadas ao tema, Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Contribuições dos Autores e Referências. Contagem máxima de palavras: sem limite. Revisões estruturadas e meta-análises devem estar em conformidade com as diretrizes **PRISMA** (consulte <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777> e referências nele).

Outros tipos de manuscritos são de formato livre, mas devem conter as seções obrigatórias mencionadas acima.

Os manuscritos aceitos para publicação estarão sujeitos a formatação mais detalhada por parte da editora, de acordo com as normas da revista.

Submissão online de manuscritos

Os manuscritos para pesquisa *oceânica e costeira* devem ser submetidos online no portal **ScholarOne** (<https://mc04.manuscriptcentral.com/ocr-scielo>). O registro e o login são necessários para a submissão online e gerenciamento do manuscrito.

Durante o processo de submissão do manuscrito, o endereço de e-mail de cada autor contribuinte será solicitado. Certifique-se de que todos os endereços de e-mail fornecidos estejam corretos para evitar atrasos no processamento do manuscrito. O autor correspondente deve ter circulado o manuscrito entre todos os co-autores antes da submissão final, e todos os co-autores devem estar cientes de que o manuscrito está sendo submetido à *Ocean and Coastal Research*.

Formatos de arquivo aceitos

O manuscrito completo (incluindo tabelas e figuras) deve ser carregado no portal **ScholarOne** em formato DOC ou DOCX. Um **modelo em Word** está disponível para facilitar o processo de edição e garantir a formatação adequada. O uso desse modelo não é obrigatório, mas irá agilizar a produção do manuscrito em caso de aceitação.

Observação: Durante o processo de submissão, as Tabelas e Figuras serão solicitadas a serem carregadas em um arquivo separado do arquivo de texto principal. Cada tabela do manuscrito deve ser incluída como um arquivo de texto separado (por exemplo, .doc, .docx, etc) com suas legendas incluídas no mesmo arquivo, com o texto da legenda antes da tabela. Cada figura deve ser enviada separadamente e o texto da legenda da figura será incluído diretamente no portal de envio. Exclua Tabelas, Figuras e suas respectivas legendas do arquivo de texto principal (caso contrário, elas aparecerão duplicadas no arquivo final de submissão do manuscrito). Todas as Tabelas e Figuras serão incluídas automaticamente no arquivo de prova final do manuscrito antes da submissão final.

Carta de apresentação e revisores propostos

Os autores devem enviar uma carta de apresentação com cada submissão de manuscrito e adicioná-la ao campo apropriado nos formulários de submissão de manuscrito. A carta de apresentação deve

ser concisa e relatar o significado da contribuição no contexto do conhecimento atual sobre o tema e a aderência ao escopo da revista. Os autores devem confirmar que o manuscrito não foi submetido simultaneamente a outra revista ou publicado em outro lugar na sua forma completa ou parcial.

Durante o processo de submissão no portal **ScholarOne**, o usuário será solicitado a sugerir os nomes dos revisores propostos e excluídos. Esses nomes devem ser fornecidos no sistema de submissão, não na carta de apresentação. É muito importante observar que os revisores propostos não devem ter nenhum conflito de interesse com os autores (por exemplo, colegas próximos, pesquisadores do mesmo departamento / instituição ou colaboradores frequentes). Os nomes propostos são considerados sugestões e serão avaliados pelos editores para eventual conflito de interesses com os autores. Qualquer pessoa que tenha vínculos pessoais, institucionais e econômicos com os autores não deve se envolver no processo de revisão, a fim de evitar decisões tendenciosas com base nesses vínculos.

Considerações Gerais

Os manuscritos devem ser escritos em inglês. Se o inglês não for a língua nativa do autor ou se ele não tiver experiência anterior na redação de artigos científicos em inglês, uma **revisão profissional completa do inglês é obrigatória** antes da submissão inicial. A grafia do inglês americano ou britânico deve ser consistente com apenas uma versão do inglês usada ao longo do manuscrito.

Na submissão inicial, se o Editor-Chefe detectar a necessidade de aprimoramento para o inglês, o manuscrito será devolvido ao autor responsável sem nova revisão. A reapresentação somente será aceita acompanhada de certificado de revisão por profissional ou empresa especializada em revisão de artigos científicos. Durante o processo de revisão por pares, os manuscritos podem sofrer modificações robustas. Assim, recomendamos fortemente contar com revisores linguísticos que estão dispostos a investir tempo e esforço na revisão final do manuscrito.

Manuscritos com inglês incorreto serão rejeitados após duas rodadas de revisão, mesmo que o conteúdo científico tenha sido considerado satisfatório.

Manuscritos que não cumpram as instruções para os autores, estejam fora do escopo da revista, ou não forneçam os elementos básicos de um artigo científico, podem ser prontamente rejeitados pelo Editor-Chefe, sem serem submetidos aos pares. processo de revisão.

Os manuscritos enviados passam por um rigoroso processo de revisão por pares. Um Editor Associado solicitará pelo menos dois relatórios de revisão de cientistas que trabalhem o mais próximo possível no tópico do artigo submetido. Os revisores avaliarão e classificarão o manuscrito de acordo com quatro categorias: **aceitar, revisão secundária, revisão principal ou rejeição**. Caso seja necessária uma revisão, os autores serão solicitados a submeter uma nova versão do manuscrito, incorporando os comentários e sugestões dos revisores. Uma carta de refutação abordando cada ponto levantado pelos revisores será obrigatória nesta fase. Uma segunda rodada de revisão pode ser necessária se os revisores ou editores acharem que outras mudanças são necessárias após a revisão inicial. O manuscrito será rejeitado se a nova versão revisada não atender às alterações solicitadas, ou se os autores não tiverem explicações convincentes para não aceitar as recomendações do revisor. Os autores devem ter cuidado ao revisar seu manuscrito, porque geralmente uma terceira rodada de revisão não será concedida caso a segunda revisão seja insatisfatória. A decisão final sobre a aceitação do manuscrito será tomada pelo Editor-Chefe.

Antes da apresentação, siga as *orientações facilidade para Autores e tradutores*, livremente disponíveis em muitos idiomas em [www.ease.org.uk/publicações / Autor-diretrizes](http://www.ease.org.uk/publicações/Autor-diretrizes). A adesão deve aumentar as chances de aceitação dos manuscritos submetidos.

Essas seções devem aparecer em todos os tipos de manuscritos

- **Título:** O título deve ser inserido no topo da página, centralizado; deve ser conciso, relevante e claramente relacionado aos achados do manuscrito. Todas as palavras do título principal devem estar em negrito e os nomes científicos devem estar em itálico.
- **Título corrido:** um título corrido resumindo o título do manuscrito com **até seis palavras** e 60 caracteres (incluindo espaços) deve ser fornecido após a citação " **Título** corrido:"
- **Lista de Autor:** Nome (s) completo (s) do (s) autor (es) devem ser fornecidos logo após pular uma linha do título corrente. Quando houver mais de um autor, os nomes devem ser separados por vírgulas (.). Não use "e" ou "&" antes do sobrenome do autor. Pelo menos um autor deve ser designado como autor para correspondência, o que será indicado por um asterisco. O endereço de e-mail e demais dados devem ser incluídos no final da seção de afiliação, após a citação "autor para correspondência". Por favor, leia os critérios para se qualificar para autoria acima. O identificador **ORCID**® (*Open Researcher and Contributor ID*) é obrigatório para todos os autores.
- **Afiliações:** pule uma linha da lista de autores para inserir afiliações. As afiliações de todos os autores devem ser fornecidas e incluir um endereço completo para correspondência (informações de endereço completo, incluindo cidade, código postal, estado / província e país), de preferência incluindo o nome de uma instituição que o autor representa antes do endereço, que será incluído entre parênteses logo após o nome da instituição. No caso de mais de um autor, os números sobrescritos devem seguir cada nome com uma afiliação diferente. Se todos os autores compartilham uma única afiliação, os números sobrescritos não devem ser usados.
- **Resumo:** O resumo deve ter no **máximo 300 palavras** e deve fornecer uma compreensão completa do manuscrito, incluindo o (s) objetivo (s) principal (is) ou hipótese / hipóteses, métodos resumidos, resultados principais e observações finais / conclusivas. Não use subtítulos no corpo do resumo (como "objetivo" ou "resultados"). Não cite referências.
- **Palavras-chave (Artigos Originais e Resenhas):** Devem ser adicionadas até **cinco** palavras-chave após o Resumo. As palavras-chave devem ser separadas por vírgulas. Não inclua nomes de países, estados / províncias, estações, abreviações e termos gerais como "salinidade". As palavras-chave devem ser específicas do artigo e comuns à disciplina. Evite a repetição de palavras que já aparecem no título.

Seções do manuscrito

- *Introdução (artigos originais e resenhas):*

A introdução deve ser concisa e colocar o manuscrito em um contexto mais amplo. O texto deve apresentar o estado atual do conhecimento no tópico relacionado à pesquisa, compartilhando as informações básicas e citando publicações importantes e relevantes. A introdução deve delinear o significado e o propósito do trabalho e descrever claramente as hipóteses específicas que estão sendo testadas, no (s) último (s) parágrafo (s). Os autores são livres para descrever seu (s) objetivo (s) como uma ou mais hipóteses a serem testadas, ou como uma pergunta a ser respondida, ou mesmo como uma característica / fenômeno ambiental interessante / importante a ser descrito. A introdução deve ser direta ao ponto, de preferência sem subtítulos. Os autores devem ter em mente que a introdução deve ser compreensível para cientistas de outras áreas de pesquisa não relacionadas ao tema do manuscrito.

- *Métodos (artigos originais):*

Esta seção deve ser descrita com detalhes suficientes para permitir que outros repliquem e construam sobre os resultados publicados. Novos métodos e protocolos devem ser descritos em detalhes, enquanto métodos bem estabelecidos podem ser descritos resumidamente e citados de forma adequada. Recomendamos fortemente que os autores façam referência ao estudo / pesquisa no tempo e no espaço, se aplicável. Os autores devem descrever as principais características da área pesquisada e / ou do desenho experimental. A descrição das análises de dados é fortemente recomendada. O nome e a versão de qualquer software ou código de computador relevante para o estudo devem ser citados ou disponibilizados. Inclua todos os códigos de pré-registro. As autorizações de pesquisa devem ser colocadas nesta seção sempre que necessário.

- *Resultados (artigos originais):*

Esta seção deve abordar os principais resultados obtidos a partir dos procedimentos de amostragem, desenho do levantamento e / ou trabalho experimental descritos na seção Métodos. Os autores são livres para usar subtítulos específicos para compartilhar melhor os resultados mais importantes que apoiam ou rejeitam suas hipóteses de pesquisa ou que melhor descrevem as características oceanográficas que estão sendo tratadas no manuscrito. As informações na seção Resultados devem seguir a mesma apresentação lógica fornecida na seção Métodos. Tabelas e figuras podem ser usadas para resumir ou ilustrar os resultados. Dados adicionais (tabelas grandes, figuras extras, imagens, vídeos, etc.) podem ser compartilhados como Material Suplementar caso o manuscrito seja aceito. Identifique corretamente esse material no momento do envio.

- *Discussão (artigos originais e resenhas):*

A discussão deve começar com uma exposição dos principais achados, de preferência em uma frase, sem repetir os resultados. Os autores devem então indicar os pontos fortes e fracos de seus resultados, em perspectiva com outros estudos, e abordar o significado de seus achados sem entrar em raciocínios especulativos ou circulares. Perguntas não respondidas e direções de pesquisas futuras também podem ser mencionadas. Cite tabelas e figuras somente quando for essencial para chamar a atenção do leitor para um ou mais resultados importantes. Os autores são livres para usar subtítulos específicos e úteis de acordo com os requisitos do manuscrito para discutir melhor os resultados.

- *Conclusões (pode estar presente em todos os tipos de manuscrito, exceto para Comunicações Breves):*

Esta seção não é obrigatória, mas pode ser adicionada para enfatizar as principais descobertas e futuras direções da pesquisa, geralmente dentro de um ou dois parágrafos. Esta seção deve ter uma forte ligação com os principais objetivos, questões ou hipóteses. Evite frases como "em conclusão ..." ou "em resumo ...". Use a seção para destacar o valor de sua pesquisa e posicionar suas descobertas em um contexto mais amplo.

No caso de *Comunicações Breves*, todas as seções acima devem aparecer em sequência, sem títulos e subtítulos.

- *Materiais Suplementares:*

Descreva qualquer material complementar publicado online junto com o manuscrito (figura, tabelas, vídeo, planilhas, etc.). O nome e o título de cada elemento devem ser: Figura S1: [legenda], Tabela S1: [legenda] etc.

- *Agradecimentos:*

Os agradecimentos devem ser breves e diretos ao ponto. Agências de financiamento e outras fontes de financiamento devem ser divulgadas, com o (s) respectivo (s) número (s) de concessão, se necessário. Mantenha os nomes originais e siglas da língua nativa das instituições e patrocinadores. Considere adicionar um breve agradecimento aos revisores, pois eles podem ter contribuído com idéias e conselhos para melhorar o seu manuscrito.

- *Contribuições do autor (presentes em todos os tipos de manuscrito):*

Ocean and Coastal Research segue os critérios *CRediT* para designação de papel de autoria. Todos os coautores devem ter pelo menos (1) participado ativamente da discussão dos resultados e (2) revisado e aprovado a versão final do manuscrito. Selecione a (s) função (ões) de cada autor conforme expresso no site do *CRediT* e informe-os nesta seção, usando as iniciais do autor, seguidas da (s) respectiva (s) função (ões).

Exemplo para três autores:

ABC: conceituação; Investigação; Redação - rascunho original; Escrita - revisão e edição;

DEFG: Metodologia; Programas; Análise formal; Investigação; Escrita - revisão e edição;

HI: Supervisão; Recursos; Administração de Projetos; Aquisição de financiamento; Escrita - revisão e edição.

- *Conflitos de interesse:*

Os autores devem estar preparados para informar conflitos de interesse existentes ou potenciais durante o processo de submissão online do manuscrito. Um conflito de interesses pode ser de natureza pessoal, comercial, política, acadêmica ou financeira quando os autores, revisores ou editores têm interesses que podem influenciar a preparação ou avaliação dos manuscritos.

- *Referências:*

Ocean and Coastal Research segue o estilo de *Harvard* de referência de literatura. Para agilizar os processos de revisão e publicação, sugerimos fortemente que os autores usem o estilo '*Ocean and Coastal Research*' disponível no gerenciador de referências *Zotero*. O arquivo *Citation Style Language* (.CSL) também está disponível em nossa página (www.ocr-journal.org) e também pode ser baixado diretamente em muitos softwares gerenciadores de referência, como *Mendeley*, *Papers*, *ReadCube* e outros (visite <https://citationstyles.org/> para uma lista completa). Os usuários do *EndNote*TM podem baixar nosso estilo de citação (.ENS) aqui.

É responsabilidade dos autores verificar novamente a lista de referências e suas citações no texto principal. Preparar as referências usando o software apropriado ajudará a evitar erros de digitação, referências duplicadas e problemas de formatação. Prevenir esses problemas é importante para acelerar a produção do manuscrito e a publicação final.

São permitidas citações e referências em arquivos complementares, desde que também apareçam no texto principal e na lista de referências. A lista de referências é organizada em ordem alfabética. Referências a teses, dissertações e relatórios são permitidas, desde que inclua uma URL válida e ativa apontando para o texto completo, juntamente com a data de acesso.

As citações inline no texto principal devem incluir os nomes dos autores e ano de publicação em

ordem cronológica, seguindo o estilo ' *Ocean and Coastal Research* '.

Exemplo: "(Lusher et al., 2013; Besseling et al., 2015; Lusher et al., 2015; Lusher et al., 2018; Ostle et al., 2019; Neto et al., 2020)"

Principais exemplos de referências bibliográficas

Revistas: impressas e online.

Um autor

Exemplo no texto: (Schneider, 2015).

Exemplo de lista de referência:

SCHNEIDER, EK 2015. Análise da trajetória do mecanismo de propagação para oeste das ondas de Rossby. *Journal of the Atmospheric Sciences* , 72, 2178-2182.

Dois autores

Exemplo no texto: (Fruman e Achatz, 2015).

Exemplo de lista de referência:

FRUMAN, MD & ACHATZ, U. 2015. Validação de métodos de simulação de grande turbilhão para quebra de onda gravitacional. *Journal of the Atmospheric Sciences* , 72, 3537-3562.

Três ou mais autores

Exemplos no texto: (Roberts et al., 2006); Natalio et al. (2017); Albright et al. (2016).

Exemplos de lista de referência:

ROBERTS, JM, WHEELER, AJ & FREIWALD, A. 2006. Recifes das profundezas: a biologia e geologia dos ecossistemas de corais de água fria. *Science*, 312, 543-547.

NATALIO, LF, PARDO, JCF, MACHADO, GBO, FORTUNA, MD, GALLO, DG & COSTA, TM 2017. Efeito potencial dos caranguejos violinistas na distribuição de matéria orgânica: uma abordagem experimental combinada de laboratório e de campo. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 184, 158-165.

ALBRIGHT, R., CALDEIRA, L., HOSFELT, J., KWIATKOWSKI, L., MACLAREN, JK, MASON, BM, NEBUCHINA, Y., NINOKAWA, A., PONGRATZ, J., RICKE, KL, RIVLIN, T., SCHNEIDER, K., SESBOUE, M., SHAMBERGER, K., SILVERMAN, J., WOLFE, K., ZHU, K. & CALDEIRA, K. 2016. A reversão da acidificação do oceano aumenta a calcificação líquida do recife de coral. *Nature*, 531, 362-365.

Livros: impressos e online

Um autor

Exemplo no texto: (Lurton, 2010).

Exemplo de lista de referência:

LURTON, X. 2010. Uma introdução à acústica subaquática: princípios e aplicações, Berlin, Springer - Verlag.

Dois autores

Exemplo no texto: (Jakobse e Ozhigin, 2011)

Exemplo de lista de referência:

JAKOBSE, T. & OZHIGIN, VK 2011. The Barents Sea: ecosystem, resources, 23 management, Trondheim, Tapir Acad. Pressione.

Três ou mais autores

Exemplos no texto: Liu et al. (2015); (Mann et al., 2000); Quintell et al. (2015).

Exemplos de lista de referência:

LIU, Y., KERKERING, H. & WEISBERG, RH 2015. Coastal ocean observing systems, Amsterdam, Academic Press.

MANN, J., CONNOR, RC, TYACK, PL & WHITEHEAD, H. 2000. Sociedades de cetáceos: estudos de campo de golfinhos e baleias, Chicago, University of Chicago Press.

QUINTRELL, J., LUETTICH, R., BALTES, B., KIRKPATRICK, B., STUMPF, RP, SCHWAB, DJ, READ, J., KOHUT, J., MANDERSON, J., MCCAMMON, M., CALLENDER, R., TOMLINSON, M., KIRKPATRICK, GJ, KERKERING, H. & ANDERSON, EJ 2015. A importância das parcerias federais e regionais na observação costeira. In: LIU, Y., KERKERING, H. & WEISBERG, RH (eds.) Coastal ocean observing systems. Boston: Academic Press.

Capítulo em livro de um único autor

Exemplo no texto: Bourdieu (2011).

Exemplo de lista de referência:

BOURDIEU, P. 2011. Na frente das câmeras e nos bastidores. Na televisão. Cambridge: Polity.

Exemplos de mapas em texto:

Exemplo no texto: (Bourillet et al., 2012); (Centro de Monitoramento e Avaliação Costeira, 2001)

• *Exemplos de lista de referência:*

BOURILLET, JF, DE CHAMBURE, L., LOUBRIEU, B., BRETON, C. & MAZE, JP 2012. Mapa geomorfológico do cânion Blackmud ao cânion Douarnenez . Escala: 1/1000 000 (N 46 graus) Elipsóide de projeção de Mercator WGS84. Versalhes: Editions Quae. 1 mapa.

CENTRO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO COSTEIRA (EUA) 2001. Habitats bênticos de Porto Rico e das Ilhas Virgens dos EUA. Silver Spring: Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos EUA.

• *Autores corporativos*

• *Exemplos no texto:* (BSI, 1985); (ISO, 1997); (University of Chicago Press, 2010); (OMS, 1993)

• *Exemplos de lista de referência:*

BSI (British Standards Institution). 1985. Especificação para abreviações de palavras de título e títulos de publicações. Londres: BSI.

ISO (International Organization for Standardization). 1997. Information and Documentation — Bibliographic References. Parte 2, Documentos eletrônicos ou partes dos mesmos. ISO 690-2. Nova York: American National Standards Institute.

IMPRENSA DA UNIVERSIDADE DE CHICAGO. 2010. O manual de estilo de Chicago. 16ª ed. Chicago: University of Chicago Press.

OMS (Organização Mundial da Saúde). 1993. Manual de estilo editorial da OMS. Genebra: Organização Mundial da Saúde.

Diretrizes adicionais

Abreviaturas e acrônimos devem ser reduzidos ao mínimo e definidos entre parênteses na primeira vez que aparecerem no resumo, no texto principal e nas legendas das figuras ou tabelas, e usados de forma consistente a partir daí.

Unidades SI (Sistema Internacional de Unidades) devem ser usadas. As unidades imperiais, costumeiras dos EUA e outras unidades devem ser convertidas em unidades SI sempre que possível.

Os números de acesso das sequências de RNA, DNA e proteínas utilizadas no manuscrito devem ser fornecidos na seção Métodos.

As equações devem ser escritas usando o **Microsoft Equation Editor** ou o complemento **MathType**. As equações devem ser editáveis pela redação e não devem aparecer como imagens.

Dados de pesquisa e materiais suplementares (SM): Observe que a publicação de seu manuscrito implica que você deve disponibilizar aos leitores todos os materiais, dados e protocolos associados à publicação. Divulgue na fase de envio quaisquer restrições à disponibilidade de materiais ou informações. Uma seção SM está disponível para publicação de materiais que não cabem no texto principal, incluindo imagens, arquivos de vídeo, tabelas grandes etc.

Notas de rodapé não são permitidas. Todas as informações devem ser inseridas no texto principal.

Preparando Figuras, Esquemas e Tabelas

Figuras e esquemas em uma resolução suficientemente alta (mínimo de 1000 pixels de largura / altura ou uma resolução de 300 dpi ou superior) podem ser carregados em um campo apropriado na plataforma de envio. **Certifique-se de que as figuras tenham definição de pixel suficiente antes do envio.** Formatos comuns são aceitos; no entanto, TIFF, JPEG e EPS são preferidos.

O texto dentro das figuras e gráficos deve estar em um tamanho de fonte grande o suficiente para ser perfeitamente legível após a redução para se ajustar ao formato da página do periódico. **A Ocean and Coastal Research** pode publicar arquivos multimídia em artigos ou como materiais complementares. Entre em contato com a redação para maiores informações.

Todas as Figuras e Tabelas devem ser numeradas seguindo sua ordem de aparecimento (Figura 1, Figura 2, Tabela 1, *etc.*).

Todas as Figuras e Tabelas devem ter legenda autoexplicativa. As siglas devem ser identificadas nas legendas das tabelas e figuras, mesmo que tenham sido descritas no texto principal.

Todas as colunas da tabela devem ter um título explicativo. Para facilitar a edição de cópias de tabelas maiores, fontes menores podem ser usadas, mas não menos que 8 pt. no tamanho. Os autores devem usar a opção Tabela do Microsoft Word para criar tabelas.

Os autores são incentivados a preparar figuras coloridas (RGB de 8 bits por canal).

Durante o processo de submissão na Central de Manuscritos do ScholarOne, as Tabelas e Figuras serão enviadas em um arquivo separado do texto principal. Cada tabela do manuscrito deve ser incluída como um arquivo de texto separado (por exemplo, .doc, .docx, etc) com suas legendas incluídas no mesmo arquivo, com o texto da legenda antes da tabela. Cada figura deve ser enviada separadamente e o texto da legenda da figura será incluído diretamente no portal de envio. Todas as Tabelas e Figuras serão incluídas automaticamente no arquivo de prova final do manuscrito antes da submissão final.

Ética de Publicação

Fronteiras e Territórios

Sugerimos que os autores evitem o uso de referências geopolíticas, como nomear Estados, Províncias ou Países nos títulos. A investigação em oceanografia deve ser do interesse de leitores internacionais, independentemente do estado, província ou país em que foi realizada. Recomendamos o uso de termos georreferenciados em oceanografia / ciências marinhas.

Bioética e bem-estar animal

Se a pesquisa foi conduzida com experimentos com organismos vivos, deve-se atender às normas de ética para tratamento de animais, quando aplicável. Os autores precisam certificar nos formulários de submissão online que nenhum organismo individual foi prejudicado na realização da pesquisa ou devem apresentar a certificação de ética animal assinada pela instituição onde o experimento foi realizado.

Editores e equipe do periódico como autores

A independência editorial é extremamente importante para a Ocean and Coastal Research. A equipe editorial ou os editores não se envolverão no processamento de seus próprios manuscritos submetidos. Submissões de autoria de equipe editorial ou editores serão atribuídas a pelo menos dois revisores externos independentes. As decisões serão tomadas pelos membros do conselho editorial que não possuem conflito de interesses com o (s) autor (es). O portal ScholarOne impede que todos os procedimentos editoriais e trilhas de auditoria sejam visíveis aos autores que pertencem à equipe editorial da revista, incluindo o Editor-Chefe, Editores Associados, membros do Conselho Consultivo e equipe administrativa.

OBS: Todas as normas e regras de submissão podem ser acessadas em:

<https://www.ocr-journal.org/index.php/instructions-for-authors#manuscriptsections>