

# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

Tayronne de Almeida Rodrigues  
João Leandro Neto  
Dennyura Oliveira Galvão  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Tayronne de Almeida Rodrigues**  
**João Leandro Neto**  
**Dennyura Oliveira Galvão**  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 4**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 4 [recurso eletrônico]  
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

## APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro. Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR	
Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL	
José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>17</b>
TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA	
Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL	
Luthiene Alves Dalanhese Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>38</b>
TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES	
Rosely Santos de Queiroz Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 45**

**UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL**

Tatiana da Silva Sant'Ana  
Thaís Cardozo Almeida  
Sávio de Meneses Leite Asevedo  
Isabella Muniz Monteiro Neves  
Elisa Barbosa Marra  
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura  
Moisés Teles Madureira  
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.3091916046**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

**REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO**

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque  
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo  
Ana Alice Quintans de Araújo  
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima  
Kely Dayane Silva do Ó  
Wilton Silva Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.3091916047**

**CAPÍTULO 8 ..... 65**

**REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA**

Daniel Mantovani  
Aline Takaoka Alves Baptista  
Luís Fernando Cusioli  
Paulo Cardozo Carvalho Araújo  
Renan Araújo De Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.3091916048**

**CAPÍTULO 9 ..... 73**

**REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul**

Delzuite Teles Leite  
Adcleia Pereira Pires  
Fabricio Chagas Sobrinho  
Claudia Oliveira dos Santos  
Edson Braz Santana

**DOI 10.22533/at.ed.3091916049**

**CAPÍTULO 10 ..... 79**

**SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H<sub>2</sub>S)**

Abraão Evangelista Sampaio  
Almira dos Santos França Carvalho  
Marylia Albuquerque Braga  
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160410**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>89</b>
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA	
Roberto Rodrigues Cunha Lima Gabriela Medeiros dos Santos Paulla Beatriz França de Sousa Paulo Douglas Santos de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160411</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>101</b>
ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTE FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB	
Jéssica Silva Ramalho Adriano Lucena da Silva Maria Deise da Dores Costa Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>111</b>
ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS	
Geisiane Aparecida de Lima Fábio Moreira Teixeira Marcos Vinícius da Silva Rudolf Huebner Lucas Paglioni Pataro Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>120</b>
ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT	
Stéfano Teixeira Silva Sergio Roberto de Paulo Adriel Martins Lima Leomir Batista Neres Ricardo Vanjura Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>134</b>
LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA ( <i>MANIHOT ESCULENTA CRANTZ</i> ) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM	
Erika Micheilla Brasil Aurelio Diaz Sonia Maria Bezerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160415</b>	



<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>141</b>
MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	
Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos Aurora Mariana Garcia de Franca Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>148</b>
NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING	
Nilsa Toyoko Azana Pei Jen Shieh Talita Mazon Natanael Lopes Dias Antônio Carlos Camargo do Amaral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>157</b>
NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B	
Francisco Xavier Nobre Rosane dos Santos Bindá Elton Ribeiro da Silva Rodrigo Muniz de Souza José Milton Elias de Matos Lizandro Manzato Yurimiler Leyet Ruiz Walter Ricardo Brito Paulo Rogério da Costa Couceiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>175</b>
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR	
Marcelo Vitor Ferreira Machado José Brant de Campos Marilza Sampaio Aguilar Vitor Santos Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>184</b>
BATERIAS LI-O <sub>2</sub> E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO	
Gustavo Doubek Leticia Frigerio Cremasco André Navarro de Miranda Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160420</b>	

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>197</b>
BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES: TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS	
Cleber Alexandre de Amorim Kate Cristina Blanco Ivani Meneses Costa Adenilson José Chiquito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30919160421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>214</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS DE PHBV COM ELASTÔMEROS	
Fernanda Menezes Thais Ferreira da Silva Fábio Roberto Passador Ana Paula Lemes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>227</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO DO ENSACAMENTO	
Fábio Oseias dos Reis Silva José Darlan Ramos Nathalia Vállery Tostes Iago Reinaldo Cometti Alexandre Dias da Silva Letícia Gabriela Ferreira de Almeida Renata Amato Moreira Miriã Cristina Pereira Fagundes Verônica Andrade dos Santos Giovani Maciel Pereira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042123</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>233</b>
CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE JACARANDÁ-DA-BAHIA ( <i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.)	
Tatiana Reis dos Santos Bastos Jacqueline Rocha Santos Cleidiane Barbosa dos Santos Jerffson Lucas Santos Otoniel Magalhães Morais	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042124</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>239</b>
ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S	
Cássia Carla de Carvalho Anderson Costa Marques Alexandre de Souza Campos Felipe Olobardi Freire Filipe Martel de Magalhães Borges	

Juan Alberto Chavez Ruiz

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA  
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042126**

**CAPÍTULO 27 ..... 261**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,  
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042127**

**CAPÍTULO 28 ..... 271**

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE  
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042128**

**CAPÍTULO 29 ..... 283**

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE  
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042129**

**CAPÍTULO 30 ..... 290**

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC  
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042130**

**CAPÍTULO 31 ..... 296**  
**APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO**  
**DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS**

Cleber Alexandre de Amorim  
Kate Cristina Blanco

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042131**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 311**

## TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL

### Luthiene Alves Dalanhese

Universidade Federal Fluminense, Observatório Oceanográfico, Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Campus Praia Vermelha, Rua Passo da Pátria, 156 SI E350C. CEP: 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: ludalanhese@id.uff.br  
andrebelem@id.uff.br (A. Belem).

### Thaís Lobato Sarmiento

Universidade Federal Fluminense, Observatório Oceanográfico, Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Campus Praia Vermelha, Rua Passo da Pátria, 156 SI E350C. CEP: 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

Email: thaislobato@id.uff.br

### André Luiz Belém

Universidade Federal Fluminense, Observatório Oceanográfico, Programa de Pós-graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra, Campus Praia Vermelha, Rua Passo da Pátria, 156 SI E350C. CEP: 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

E-mail: andrebelem@id.uff.br

**RESUMO:** A variabilidade interanual do El Niño (El Niño Southern Oscillation ou ENSO) se destaca sobre outros processos da dinâmica oceano-atmosfera, agindo como um processo sinérgico com outros eventos climáticos conectados as mudanças climáticas globais, podendo resultar em tanto em consequências ambientais quanto impactos econômicos. Da mesma forma, o

SAM, ou Modo Anular Austral, representa o movimento norte-sul do cinturão de ventos oeste que circunda a Antártica, dominando os processos em latitudes médias e mais altas do hemisfério sul. Tal deslocamento no traçado principal dos ventos de oeste resulta em um potencial gerador de tempestades mais fortes causadas por sistemas de baixa pressão que se deslocam sobre o Atlântico Sudoeste, podendo potencializar a zona de ciclogênese no Atlântico Sul. Neste trabalho, séries de ondas históricas do Atlântico Sudoeste dentro da METAREA V, sob responsabilidade brasileira, foram analisados de 2005 a 2016 utilizando dados de hindcast fornecidos pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) através do modelo WAVEWATCH III (WWIII). Utilizando dados de onda fornecidos pelo Programa Nacional de Boias (PNBOIA) aqui no Brasil para a mesma área, foi realizada então a calibração dos dados de séries históricas de onda fornecidos pelo NOAA. As séries temporais obtidas com o WWIII foram comparadas com o Multivariate El Niño Index (MEI) e o Marshall Southern Anular Mode Index (MSAM) para as mesmas posições do PNBOIA, sendo possível observar uma teleconexão clara entre os padrões de intensidade (altura) das ondas e a ocorrência dos fenômenos climáticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ondas, Mudança climática, El Niño, Modo Anular do Sul, Atlântico

Sudoeste.

**ABSTRACT:** The interannual variability of El Niño (El Niño Southern Oscillation or ENSO) stands out over other ocean-atmosphere processes, acting as a synergistic process with other climatic events connected to global climate change, that may result in both environmental consequences and economic impacts. Likewise, the SAM, or Southern Annular Mode, represents the north-south movement of the west wind belt that surrounds Antarctica, dominating the processes at the upper and middle South hemisphere. Such displacement in the main trajectory of the westerlies results in a potential generator of stronger storms caused by low pressure systems that move over the Southwest Atlantic, being able to potentialize the cyclogenesis zone in the South Atlantic. In this work, historical waves series of the Southwest Atlantic within METAREA V, under Brazilian responsibility, were analyzed from 2005 to 2016 using hindcast data provided by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) through the Wavewatch III (WWIII) model. Using wave data provided by the Brazilian National Buoy Programme (PNBOIA) for the same area, the calibration of historical wave series data provided by NOAA was then performed. The time series obtained with WWIII, for the same PNBOIA buoy position were then compared to the Multivariate El Niño Index (MEI) and the Marshall Southern Annular Mode Index (MSAM), being possible to observe a clear teleconnection between the intensity patterns (height) of the waves and the occurrence of climatic phenomena.

**KEYWORDS:** Waves, Climat Change, El Niño, Southern Annular Mode, Southwest Atlantic.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os ecossistemas marinhos nas regiões costeiras da América do Sul tanto a do Atlântico como do Pacífico sofrem distúrbios dramáticos devido a fenômenos relacionados a interação oceano-atmosfera, justamente pelo fato da dinâmica populacional de diversos organismos apresentar ciclos de frequência inferior ao de alguns fenômenos climáticos. Dentre os inúmeros processos que estão dentro da variabilidade natural do clima Terrestre, o El Niño Southern Oscillation (ENSO) é o mais importante (Ludescher et al. 2013). Estudos como os de Kousky & Cavalcanti (1984) e os realizados por Tomczac & Godfrey (2003) afirmam que tal fenômeno se caracteriza pelo aquecimento anômalo das águas na superfície do oceano Pacífico Equatorial Oriental em decorrência da propagação e interação de ondas equatoriais de Kelvin e Rossby, ocasionando uma mudança no padrão de correntes e domínio de águas mais quentes em superfície com consequentemente modificações climáticas como o enfraquecimento de ventos alísios, interferência no padrão de transporte de umidade, variação no regime e distribuição de chuvas sobre a América do Sul, dentre outros efeitos. O padrão possui uma variabilidade positiva e negativa, que neste último

caso é denominado de La Niña, que se caracteriza pelo resfriamento anômalo das águas superficiais na mesma região (Grimm et al. 1998; Cesare 2015). Ambas as condições, e também a atividade neutra de tais eventos apresentam teleconexões climáticas com outros fenômenos e são considerados dominantes na variabilidade climática cíclica em escala de tempo sub decadal (Yeh et al. 2009; NOAA 2015), com fortes indícios de extensão interdecadal e secular. O ENSO não é o único fenômeno climático cujas forçantes interferem na variabilidade do clima da América do Sul. Alguns trabalhos em latitudes mais altas tem mostrado que o Modo Anular Austral (Southern Anular Mode ou SAM) também influencia o clima (L'Heureux & Thompson 2006). Tal fenômeno se caracteriza por anomalias de pressão atmosférica ao nível médio do mar, já descritas por Walker em seu trabalho de 1928 sobre a circulação atmosférica inter-hemisférica. O Modo Anular Austral (Southern Anular Mode ou SAM) representa o movimento norte-sul do cinturão de ventos oeste (westerlies) que circunda a Antártica nas latitudes entre 50° e 60°S, dominando os processos em latitudes médias e mais altas do hemisfério sul. Este deslocamento no traçado principal dos ventos de oeste resulta em um potencial gerador de tempestades mais fortes causadas por sistemas de baixa pressão que se deslocam sobre o Atlântico Sudoeste, principalmente na potencialização da zona de ciclogênese no Atlântico Sul. Quando observado em escalas de tempo interanuais, é possível detectar uma estreita ligação entre SAM e ENSO, e essa correlação tem sido considerada em diferentes estudos climáticos (Carvalho et al. 2005; Fogt et al. 2010).

Tais interações geram consequências ambientais e socioeconômicas drásticas com impactos que variam de sazonais a interanuais. Regiões costeiras são ambientes naturalmente móveis e dinâmicos e que devem se adaptar de forma constante em resposta às forçantes naturais como as ondas oceânicas - sejam elas de gravidade ou de longo período -, vento e tempestades, mas também em resposta as intervenções humanas (Bio et al. 2015). O comportamento natural do tempo e ondas em áreas oceânicas é um assunto que requer grande atenção em países com vasta faixa costeira, como é o caso do Brasil. A economia brasileira encontra-se hoje fortemente atrelada à exploração direta ou indireta de seus recursos naturais marinhos, seja ela através da extração/exploração petrolífera, indústria pesqueira ou atividades relacionadas a região costeira (portos e turismo). A dinâmica existente entre o oceano e a atmosfera e os fenômenos aqui descritos têm o potencial de interferir nestas atividades de forma bastante significativa. Ao passo que, a ocupação e atividades ligadas à orla costeira aumentam, efeitos erosivos antes desconsiderados por não causarem um grande impacto financeiro ou ambiental passam então a ser observados como um grande fator de riscos, devido as implicações tanto econômicas como sociais (Muehe 2006). Em mar aberto, tais eventos podem ainda ser completamente perigosos e destrutivos quando afetam produção e transporte de recursos minerais e/ou exploração dos recursos pesqueiros. Geralmente, somente quando há perda de vidas e/ou de patrimônio, tais eventos são noticiados. Desta forma, o estudo das interações climáticas e os

efeitos deletérios de eventos extremos faz-se cada vez mais necessários para que então possamos ter uma maior compreensão dos acontecimentos relacionados a eles (Innocentini & Caetano Neto 1996; Candella 1997).

Estudos mostram que as anomalias de pressão conectadas ao SAM e de temperatura superficial da água do mar vinculados ao ENSO podem contribuir para o aumento de precipitação, tempestades e ciclones em distintas áreas do planeta (Fraedrich & Muller 1992; Camargo et al. 2007). Conexões como estas levantam a hipótese de que os eventos climáticos globais e suas teleconexões podem interagir (positivamente ou negativamente) com eventos climáticos de mesoescala no Atlântico Sul. Paralelamente, duas perguntas advêm desta hipótese: (a) se tais eventos influenciam na quantidade de acontecimentos relacionados a ressacas e tempestades e (b) se estes acontecimentos estão aumentando, em frequência e intensidade, ao longo do tempo. Para testar esta hipótese e responder a estas perguntas, utilizamos neste trabalho dados pretéritos de onda nos últimos 12 anos, em parte através do modelo WAVEWATCH III organizados pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). O WWIII é fornecido na forma de hindcast - que se caracteriza como um módulo utilizado para se realizar “previsões” de um período pretérito dos campos de onda -, que recorre a uma combinação ponderada de valores de previsão direta (forecast) e previsão inversa (backcast) para estimar de modo recorrente os valores omissos. O WWIII é baseado na modelagem de ondas através da forçante natural do vento sobre o oceano, considerando a profundidade e as condições de desenvolvimento do mar e propagação das ondas, em duas diferentes grades alojadas em direções distintas que em conjunto formam uma grade global com resolução espacial de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ . Apesar desta solução tecnológica ser de enorme precisão, o processo de reanálise com dados observacionais só é realizado pela NOAA para o hemisfério norte. Com isso, inexistente uma solução direta de reanálise para o WWIII no Atlântico Sul.

O presente estudo tem como objetivo validar os dados obtidos através do modelo WWIII para a região do Atlântico Sul, mais especificamente a METEAREA V e as regiões sul e sudeste da costa brasileira, além de investigar as possíveis interações e teleconexões entre os fenômenos ENSO e SAM e de que forma os mesmos influenciam na formação e no clima de ondas de tempestade na região offshore sul-sudeste do Brasil.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados séries históricas de dados de onda NOAA – WWII, e comparados com dados observacionais do Programa Nacional de Boias (PNBOIA), coordenado pela Marinha do Brasil. Os dados do NOAA contam com diferentes parâmetros em sua composição, que são: altura de onda significativa da onda (Hs), Período e Direção de Pico (Tp e Dp), Período e Direção de Pico de vento – windsea -.



Os principais parâmetros considerados no presente estudo foram os dados de altura e período das ondas (swell) bem como sua direção. Para a avaliação dos parâmetros citados, foram selecionados cinco pontos distintos de cruzamento, que se estendem pela área sul-sudeste da costa brasileira, e coincidentes com as posições geográficas referentes as boias do programa PNBOIA que estão estrategicamente distribuídas em 4 sub-regiões oceânica do METAREA V (denominadas “alfa”, “bravo”, “charlie” e “delta”), cobrindo a porção externa da plataforma continental em profundidades ao redor de 100 m desde a costa do Rio Grande – RS até Vitória – ES. As coordenadas das boias (Figura 1) são: Rio Grande 31.5°S e 49.8°W, Santa Catarina em 28.5°S e 47.3°W, Santos em 25.2°S e 44.9°W, Cabo Frio em 22.9°S e 42.1°W e Vitória localizada a 19.9°S e 39.7°W. As boias se encontram posicionadas na porção externa da plataforma continental sobre uma coluna d’água de aproximadamente 100 m. Esta característica se dá pelo fato de que nesta profundidade as ondas geradas pelo vento e/ou propagadas para estas posições ainda não sofrem influência do arrasto do fundo marinho (Gomes 2003; Dalinghaus et al. 2015). É importante notar que a medida que avançam sobre a plataforma em direção a costa, a interação da onda com o fundo causa uma diminuição da velocidade do trem de onda (Meirelles & Violante-Carvalho 2007) e aumento da altura significativa. Sendo assim, o posicionamento das boias próximos ao fim da plataforma permite que os dados ali coletados tenham pouca influência da batimetria.

O procedimento de validação dos dados cruzando o WWIII com as observações do PNBOIA é similar ao processo de validação da NOAA para o Hemisfério Norte. O modelo foi construído com uma grande malha de grades acopladas, onde cada grade funciona como um modelo de onda único, que sobrepostas, fornecem um mosaico de grades alojadas em dois sentidos (Tolman 2007; Tolman 2008). A grade utilizada (denominada pelo WWIII como multi\_1) possui resolução de 0,5° x 0,5° e abrange o período que se inicia em fevereiro de 2005 e se estende até a presente data, (NOAA 2017).

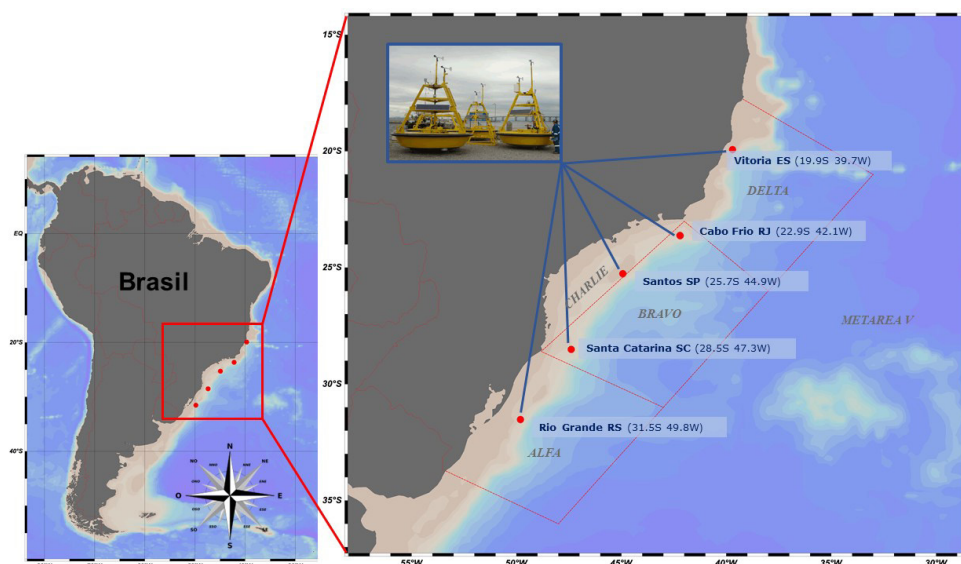


Figura 1: Área de estudo e pontos de localização das boias do PNBOIA. Note a denominação de cada boia e sua inserção nas áreas de monitoramento da METAREA V, denominadas Alfa, Bravo, Charlie e Delta.

Para calibração do WWIII, foram utilizados dados oriundos do Programa Nacional de Boias (PNBOIA - <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-goos/pnboia.html>), por serem dados observacionais, estão sujeitos a falhas de medição, transcrição e transmissão de dados automáticos, além de apresentarem gaps significativos nas séries associados a problemas logísticos (troca e manutenção do equipamento, por exemplo). Por isso, antes de serem utilizados na calibração, passaram por um extenso pós-processamento para limpeza da série, incluindo um alinhamento temporal para avaliar a sua utilização como observação real no período de estudo. Buscando identificar e eliminar dados ruins ou outliers (dados estatisticamente não coerentes em relação ao conjunto observado), foram estabelecidos alguns critérios de validação.

O primeiro, foi o cálculo da taxa de variação da altura significativa de onda ( $H_s$ ) pelo tempo ( $\Delta H_s/\Delta t$ ). Entende-se aqui que mesmo em processos de geração de mar totalmente desenvolvido, a taxa de aumento (ou diminuição) da  $H_s$  pelo tempo deve obedecer a uma distribuição normal. A partir desta análise ficou estabelecido que caso  $\Delta H_s/\Delta t$  seja maior que 2x o desvio padrão da população, o dado é considerado um outlier. Foram realizados 3 passes por cada série até que todos os outliers fossem totalmente removidos. O segundo critério é o de sensibilidade mínima da boia para detectar uma onda. Neste processo foram descartadas todas as observações com ondas de altura muito pequena ( $< 0.3\text{m}$ ). As demais variáveis foram então analisadas seguindo o mesmo padrão de  $H_s$ , uma vez que caso o valor de altura significativa não fosse considerado válido, em uma determinada data, os demais parâmetros também deveriam ser descartados nesse mesmo ponto.

De forma secundária, as alturas de onda convertidas para  $H_{1/3}$  (médias mensais de 1/3 das ondas mais altas) e período foram convertidas em potência, utilizando a equação

$$P = \frac{\rho g^2}{64\pi} H_{m0}^2 T_e \approx \left(0.5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3 \cdot \text{s}}\right) H_{m0}^2 T_e$$

onde  $P$  representa o fluxo de energia da onda por unidade de comprimento da crista de onda,  $H_{m0}$  a altura de onda significativa (neste caso utilizamos a média mensal de 1/3 das ondas mais altas),  $T_e$  o período de onda médio,  $\rho$  a densidade de água e  $g$  a aceleração por gravidade. A fórmula descrita acima indica que a potência da onda será proporcional ao período de energia da onda e ao quadrado da altura da mesma. Quando a altura de onda significativa é dada em metros e o período de onda em segundos, o resultado é a potência de onda em quilowatts (kW) por metro de comprimento de frente de onda (Tucker & Pitt 2001).

Os dados do modelo WWIII foram então correlacionados ponto a ponto com os dados pós-processados do PNBOIA e gerados parâmetros de onda calibrados e

regularmente espaçados no tempo para cada posição do PNBOIA correspondente. O índice multivariado do El Niño (MEI) com resolução mensal foi obtido através da Divisão de Ciências Físicas da NOAA (<https://www.esrl.noaa.gov/psd/ens0/mei/>) conforme descrito por Wolter e Timlin (2011). O SAM foi obtido através de Marshall et al. (2016) <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/marshall-southern-annular-mode-sam-index-station-based>. Análises de *cross wavelet* comparativas com os índices MEI e SAM foram realizadas com base em uma função com média zero localizada na frequência de tempo com largura de banda definida como forma de verificar a coerência entre duas séries de tempo. Neste trabalho, foi utilizado o toolbox desenvolvido por (Grinsted et al. 2004) e comparados os valores de H1/3 mensais ao MEI e ao SAM, respectivamente.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comparação dos dados disponíveis do PNBOIA para validar o *hindcast* do WWIII em todas as posições das boias, os resultados apresentados na Figura 02 mostram que, em termos gerais, os dados modelados do WWIII possuem boa correlação quando comparados as observações do PNBOIA. Ainda assim, o Hs do WWIII mostrou-se sistematicamente menor que o Hs do PNBOIA (~ 0.1 m em média), e as correlações para direções e períodos acompanharam essas diferenças (gráficos não apresentados) ao redor de  $10^\circ$  (direção de onda) e  $<1$  seg (período de onda).

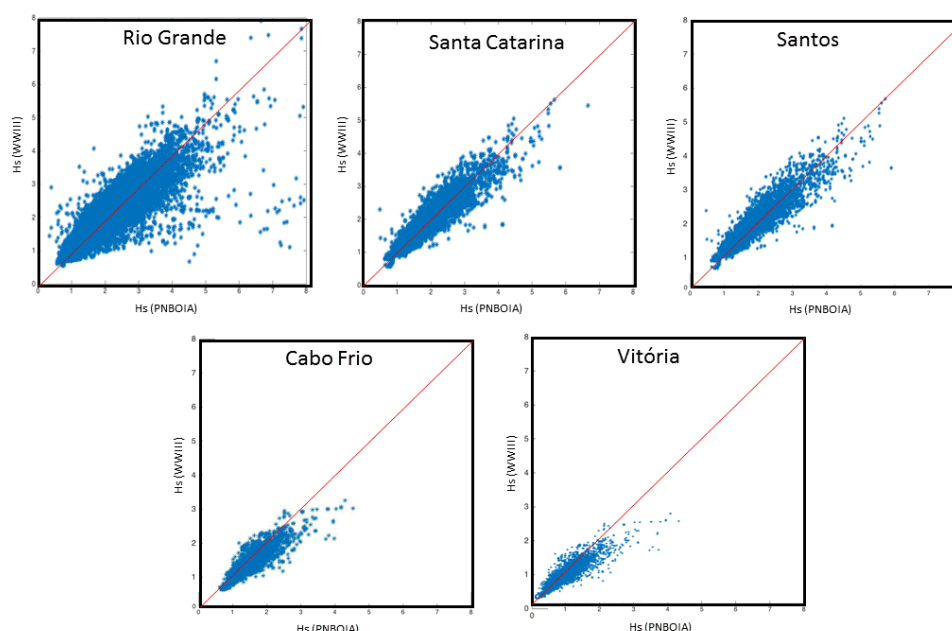


Figura 2: Comparação entre altura de onda (Hs) do modelo WWIII e das observações do PNBOIA

Assumindo, portanto, que os dados de *hindcast* do WWIII são precisos o suficiente para utilizarmos como uma série temporal, os dados subsequentes de Energia de Onda

e as análises *wavelet* foram realizadas com base nas séries extraídas diretamente dos campos do WWIII. A Figura 03 mostra a característica essencialmente sazonal da energia de onda para cada uma das localidades estudadas. Nota-se ainda que a energia transportada em cada região é similar, porém com uma clara diminuição nos valores de potência média quando comparadas as áreas Alfa (Rio Grande e Santa Catarina), Charlie (Santos) e Delta (Cabo Frio e Vitória), com exceção da série correspondente a boia de Cabo Frio. Esta discrepância é dada pelo posicionamento da boia de Cabo Frio. Naquele local, as linhas batimétricas de 50 e 20 metros são muito mais próximas o que de certa forma mostra que a propagação de ondas na região deve sofrer uma forte influência da plataforma interna e profundidades mais baixas. Os dados absolutos de  $H_s$  devem, portanto, serem utilizados com cautela.

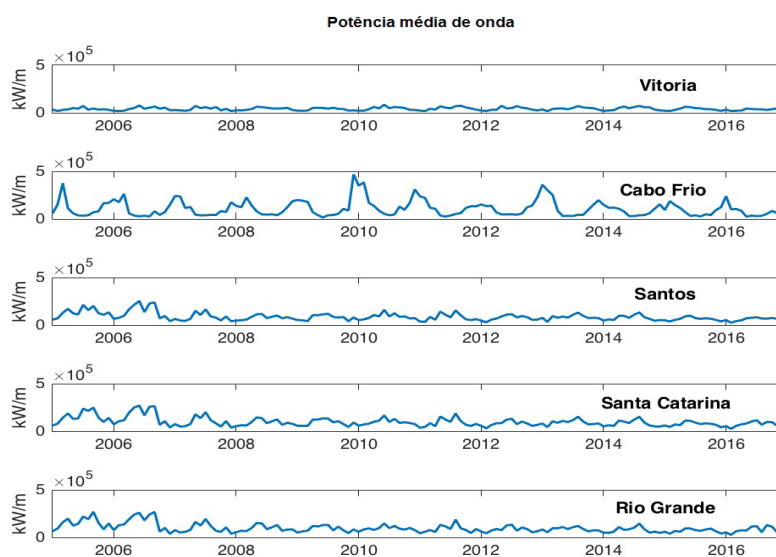


Figura 3: Séries temporais de Potência Mensal Média de onda para as localidades do PNBOIA (dados do WWIII calibrados). Note a diferença na série correspondente a boia de Cabo Frio.

A análise *cross wavelet* entre o índice multivariado do El Niño (MEI) e a média mensal de  $H_{1/3}$  calibrada (Figura 04) mostra uma forte correlação entre as duas séries na banda sazonal, como esperado. As setas tendendo para a direita indicam que esta correlação é em fase (MEI negativo, ou La Niña significa  $H_{1/3}$  maior). Além disso, na frequência do fenômeno *El Niño* (entre 3 e 4 anos), todas as localidades apresentaram um aumento da energia espectral relativa em  $H_{1/3}$  embora apenas nas localidades de Santa Catarina (norte da área Alfa) e na de Santos (área Charlie), a significância desta correlação foi notada, como indicada pelas áreas circundadas pela linha sólida preta. Estas áreas no gráfico correspondem a significância de 99% de correlação entre as duas séries. Infelizmente, pelo fato de a série ser de apenas 11 anos, não é possível aprofundar a análise dentro da frequência dominante do El Niño.

Já a análise de *cross wavelet* entre *SAM* e a série média mensal de  $H_{1/3}$  (Figura 5), apresenta uma boa correlação na frequência sazonal, porém com significância entre os anos 2007-2008 e posteriormente entre 2014-2016, sem intensidades significativas

na frequência do ENSO.

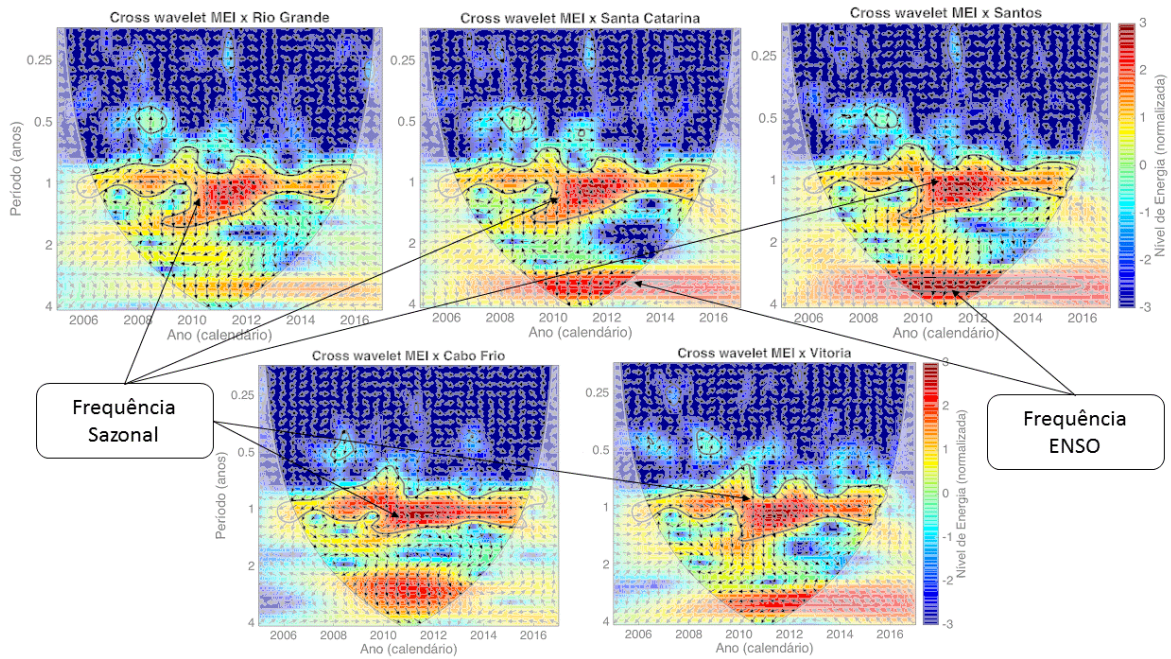


Figura 4: Análise wavelet para o cruzamento entre o MEI e médias mensais de  $H_{1/3}$  para cada uma das séries do WWIII nas localidades das boias do PNBOIA.

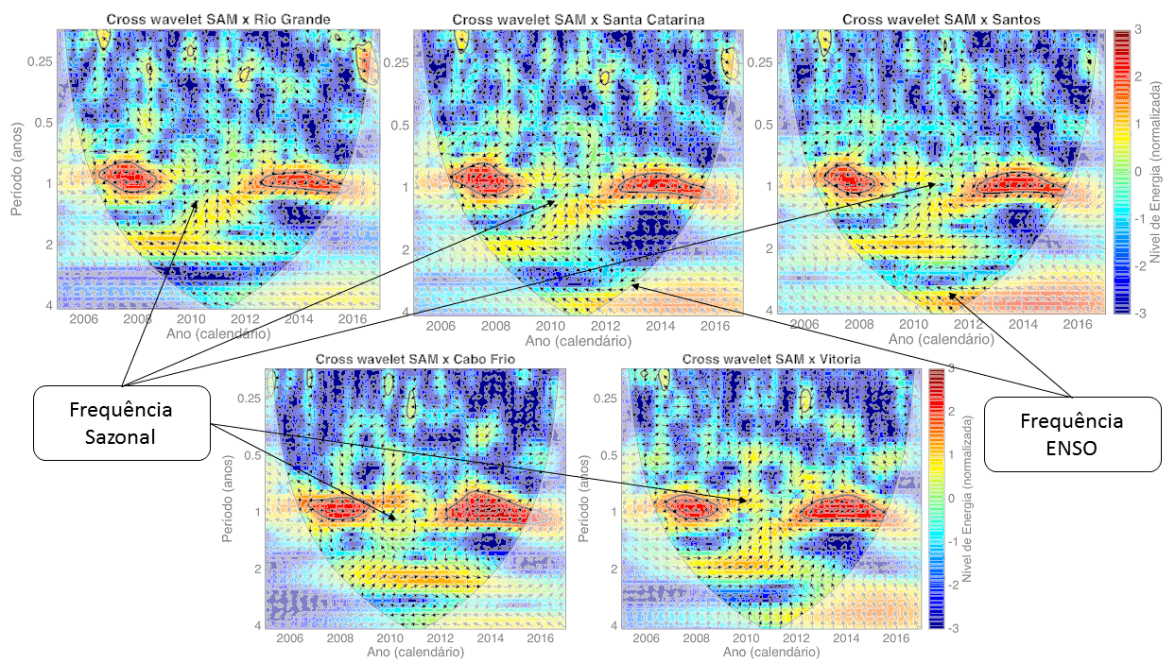


Figura 5: Análise wavelet para o cruzamento entre o índice SAM e médias mensais de  $H_{1/3}$  para cada uma das séries do WWIII nas localidades das boias do PNBOIA.

## 4 | CONCLUSÕES

Embora a calibração de dados do WWIII realizada no *hindcast* de ondas pela NOAA ser feita apenas com base em observações no hemisfério norte, o cruzamento

entre dados do PNBOIA e WWIII demonstraram diferenças pequenas e lineares. O método utilizado neste trabalho provou ser eficiente o suficiente para extrair séries temporais mais longas utilizadas nas análises cruzadas para a região oceânica sudeste e sul da METAREA V.

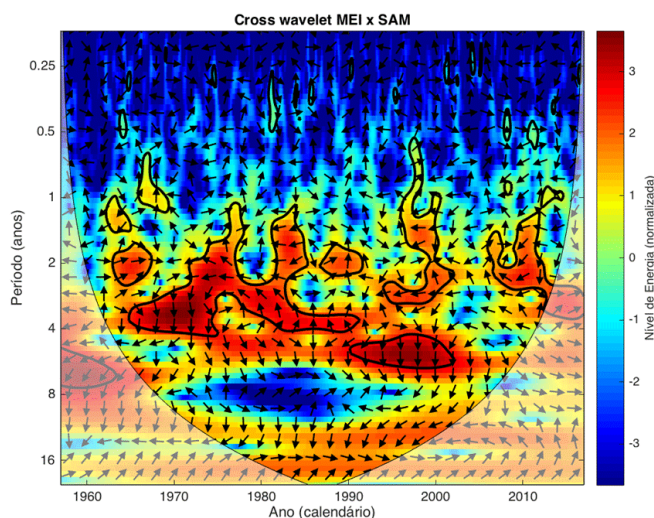


Figura 6: Análise cross wavelet entre o MEI e o índice SAM global.

Os resultados mostram ainda que a conexão entre ENSO e SAM é clara e direta (Figura 6) nas frequências do ENSO e de forma intermitente, com dominância do sinal do SAM sobre o ENSO. Sinais periódicos na faixa de 4 anos, período este dominante da oscilação sul, sugerem que para um SAM positivo e em fase com El Niño, eventos de ondas mais altas (H1/3 maior) no Atlântico Sul aconteceriam fora de fase. Esta situação é provavelmente devido a condições de bloqueio atmosférico que impede a passagem de ciclones com intensidade suficiente para gerar ondas mais altas. Além disso, eventos de SAM negativo e concomitante com La Niña teriam um forte efeito sobre as ondas em mar aberto, com eventos quase duas vezes mais fortes do que durante a fase positiva (El Niño). É possível ainda observar que, embora existam muitos dados disponíveis para a área em questão, sejam eles observacionais (PNBOIA) ou modelados (reanalise do WWIII), os períodos de observação não são longos o suficiente para uma análise mais precisa de eventos em escalas interanuais.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem primeiramente ao apoio do CHM – Centro de Hidrografia da Marinha pelo apoio na obtenção dos dados do PNBOIA. Agradecemos também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela auxílio financeiro às pós graduandas Luthiene Alves Dalanhese e Thais Lobato Sarmento.

## REFERÊNCIAS

- Bio, A. et al (2015) **Methods for coastal monitoring and erosion risk assessment: two Portuguese case studies.** RGCI, v. 15, p. 47-63.
- Camargo, S. J.; Emanuel, K. A.; Sobel, A. H. (2007) **Use of a genesis potential index to diagnose ENSO effects on tropical cyclone genesis.** J. Climate, 20, 4819–4834
- Candella, R. N. (1997) **Estudo de casos de ondas no Atlântico Sul através de modelagem numérica.** Dissertação de mestrado - Programa de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 80.
- Carvalho, L.M.V.; Jones, C.; Ambrizzi, T. (2005) **Opposite phases of the Antarctic Oscillation and relationships with intraseasonal to interannual activity in the tropics during the austral summer.** Journal of Climate, v. 18, p. 702-718.
- Cesare, C. (2015) **Developing El Niño could be strongest on record** Disponível em: <http://www.nature.com/news/developing-el-ni%C3%B1o-could-be-strongest-on-record-1.18184>. Acessado em 17/04/2017.
- Dalinghaus, C. et al. (2015) **Diferentes abordagens metodológicas para análise das consequências de marés de tempestade: ambientes praias antropizados e naturais** - Ressacas do Mar/Temporais e Gestão Costeira, 1ª ed, p 21.
- Fogt, R.L.; Bromwich, D.H. (2006) **Decadal variability of the ENSO teleconnection to the high-latitude south Pacific governed by coupling with the southern annular mode.** Journal of Climate, v. 19, p. 979-997.
- Fraedrich K.; Muller K. (1992) **Climate anomalies in Europe associated with ENSO extremes.** Int J Climatol 12 : 25–31
- Gomes, A. S. (2003) **Ondas Marinhas.** Disponível em: <http://www.uff.br/ecosed/ondas>. Acessado em 01 de março de 2017.
- Grimm, A. M.; Ferraz, S. E. T.; Gomes, J.; (1998) **Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events.** Journal of Climate, vol. 11, pp. 2863-2880
- Grinsted, A.; Moore, J.; Jevrejeva, S. (2004) **Application of the cross wavelet transform and wavelet coherence to geophysical time series.** Nonlinear Processes in Geophysics, v. 11, n. 5/6, p. 561-566.
- Innocentini, V.; Caetano Neto, E. E. S. (1996) **A case study of the 9 August 1998 South Atlantic storm: Numerical simulations of the wave activity.** Wea. Forecasting, 11, 78–88
- Kousky, V.E., E Cavalcanti, I.F.A. 1984. **Eventos Oscilação do Sul - El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação** Ciência e Cultura, 36(11): 11888-1899.
- L'heureux, M. L.; Thompson, D W. (2006) **Observed relationships between the El Niño–Southern Oscillation and the extratropical zonal-mean circulation.** Journal of Climate 276-287.
- Ludescher, J. et al. (2014) **Very Early Warning of next El Niño.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 111.6: 2064–2066. PMC.
- Marshall, G.; **The Climate Data Guide: Marshall Southern Annular Mode (SAM) Index (Station-based).** National Center For Atmospheric Research Staff (Eds). (2016)
- Meirelles, S.; Violante-Carvalho, N. (2007) **Modelagem computacional da propagação de ondas**

**superficiais no oceano: um subsídio para a compreensão dos fenômenos ópticos.** Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 29, n. 4, p. 555-563.

Muehe, D. (2006) **Rio Grande do Sul: variabilidade espaço-temporal.** In: MUEHE, Dieter (Org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 460-467.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration – (2015). Disponível em: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Acessado em 21 de março de 2017.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (2017). **Environmental Modeling Center – Waves.** Disponível em: <http://polar.ncep.noaa.gov/>. Acessado em 05 de março de 2017.

Tolman, H. L. (2007) **Development of a multi-grid version of WAVEWATCH III.** Tech. Note 256, NOAA/NWS/NCEP/MMAB, 88 pp. + Appendices.

Tolman H. L. (2008) **A mosaic approach to wind wave modeling.** Ocean Modeling, 25, 35-47.

Tomczak, M. & Godfrey, J.S., 2003. **Chapter 19: El Niño and the Southern Oscillation (ENSO).** Regional Oceanography: An Introduction.

Tucker, M. J., & Pitt, E.G. (2001). In Bhattacharyya, R.; McCormick, M.E. **Waves in ocean engineering** (1st ed.). Oxford: Elsevier. pp. 35–36. ISBN 0080435661.

Wolter, K., & Timlin, M. S. (2011) **El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext).** Intl. J. Climatology, 31, 14pp., 1074-1087

Yeh, S. et al (2009) **El Niño in a changing climate.** Nature, v. 461, n. 7263, p. 511-514.



## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**TAYRONNE DE ALMEIDA RODRIGUES:** Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: [tayronnealmeid@gmail.com](mailto:tayronnealmeid@gmail.com). com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

**JOÃO LEANDRO NETO:** Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: [joaoleandro@gmail.com](mailto:joaoleandro@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>

**DENNYURA OLIVEIRA GALVÃO:** Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: [dennyura@bol.com.br](mailto:dennyura@bol.com.br) LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-330-9

