

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA**  
**ESCOLA DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE**

**BRUNA OLIVEIRA SANTOS**

**A IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA DO OCEANO ATLÂNTICO**  
**PARA A NAVEGAÇÃO**

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**BRUNA OLIVEIRA SANTOS**

**A IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA DO OCEANO ATLÂNTICO  
PARA A NAVEGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Orientador (a): 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira  
Mestre em Meteorologia

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**BRUNA OLIVEIRA SANTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador: 1T (RM2 – T) Vinicius Oliveira

Graduação em Meteorologia e Mestrado em Meteorologia

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

Aos meus pais e ao meu irmão.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por sempre ter sido o meu ponto firme e assim o sendo me ajudou e me guiou em toda a minha vida até hoje.

Aos meus pais e ao meu irmão que sempre estiveram ao meu lado e me incentivaram em todas as minhas decisões.

Ao professor tenente Vinicius Oliveira por sua disponibilidade e por tantas informações dadas e explicadas. Sua ótima orientação e seu conhecimento foram de grande importância para que este trabalho fosse concluído.

[...] os homens fazem sua própria história, mas não a fazem arbitrariamente, sob circunstâncias escolhidas por eles mesmos, mas sob circunstâncias diretamente dadas e herdadas do passado. A tradição de todas as gerações mortas oprime como um pesadelo o cérebro dos vivos.

(MARX, 1974.)

## RESUMO

Com o aprimoramento do estudo da meteorologia, consegue – se revelar muitos fatores de fundamental importância, porém não apenas para o dia – a – dia. Na navegação, que é considerada um capítulo a parte, é visto e requer uma atenção criteriosa a respeito da meteorologia. Ao analisar cada fato, é notório o quão indispensável este recurso é e que a falta dele pode acarretar em sérios problemas ambientais e humanos. Este trabalho detalha, de forma esclarecedora, uma série de características da meteorologia. A sua previsão pode, além de evitar acidentes, mostrar – nos rotas alternativas visando a economia. Como principal ponto desta pesquisa, ressalta – se o Oceano Atlântico e seus fenômenos. Foi focado o Dipolo do Atlântico, que é um assunto não muito discutido e não muito conhecido pelos navegantes. O Dipolo do Atlântico é um fator de extrema relevância e que se faz presente de forma inimaginável. Ao analisar criteriosamente esta parte, houve uma busca para determinar quando ocorrem mais tempestades tropicais, se no dipolo positivo ou negativo, e se há uma possibilidade de previsão. Foram observados diversos gráficos e tabela para se adquirir uma opinião embasada em fatos. Entretanto, mesmo assim, é difícil estabelecer uma ideia fixa a respeito de tal assunto, pois os dados muitas vezes são vagos ou inconclusivos. Além disso, foi possível fazer um estudo inicial sobre o ano de 2005, que foi dipolo positivo e que pode indicar futuros estudos com um melhor desenvolvimento. Nestes estudos pode concretizar uma relação com o dipolo e alguns recordes que foram batidos neste ano. Em suma, é ratificado que a navegação necessita de informações provenientes da meteorologia, pois estas são imprescindíveis nos dias atuais e que não há forma de se navegar com segurança sem os seus recursos.

Palavra-chave: Navegação. Previsão Meteorológica. Oceano Atlântico. Dipolo do Atlântico.

## **ABSTRACT**

With the improvement of the study of meteorology, it can be proved many crucial factors, but not just for the day - to - day. Navigation, which is considered a separated chapter, has been seen and requires careful attention about the weather. To analyze each fact is notorious how this feature is indispensable and that the lack of it can result in serious environmental and human problems. This work details, enlightening way, a number of characteristics of meteorology. Your prediction may, in addition to preventing accidents, shows alternative routes aiming at economics. As a main point of this research emphasizes the Atlantic Ocean and its phenomena. Was focused on the Atlantic Dipole, which is not much discussed topic and not well known by mariners. The Atlantic Dipole is a very relevant factor and that is present in a way unimaginable. By carefully analyzing this part, there was a quest to determine when most tropical storms occur if the positive or negative dipole, and if there is a possibility of forecasting. Various graphs and table to get an opinion grounded in facts were observed. However, even then it is difficult to establish a fixed idea about the subject, because the data are often vague. In short, it ratified the navigation needs information from the weather, as these are essential nowadays and there is no way to navigate safely without their resources.

Key - word: Navigation. Weather Forecast. Atlantic Ocean. Atlantic Dipole.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Serie temporal do Índice de Oscilação Mutidecadal do Atlântico (OMA) de 1856 – 2008. Fonte: <a href="http://www.esrl.noaa.gov">http://www.esrl.noaa.gov</a>	20
Figura 2: Anomalia da TSM em JUN 2009. Fonte: <a href="http://img0.cptec.inpe.br/~rclima/historicos/mensal/global/asst0609.gif">http://img0.cptec.inpe.br/~rclima/historicos/mensal/global/asst0609.gif</a>	23
Figura 3: Anomalia da TSM em JUN 2009; modelo AGCM KUO. Fonte: <a href="http://clima1.cptec.inpe.br/gpc/pt">http://clima1.cptec.inpe.br/gpc/pt</a>	24
Figura 4: Anomalia da TSM em junho de 2009; modelo: AGCM RAS. Fonte: <a href="http://clima1.cptec.inpe.br/gpc/pt">http://clima1.cptec.inpe.br/gpc/pt</a>	24
Figura 5: Anomalia de ROL em junho de 2009. Fonte: <a href="http://img0.cptec.inpe.br/~rclima/historicos/mensal/global/aolr0609.gif">http://img0.cptec.inpe.br/~rclima/historicos/mensal/global/aolr0609.gif</a>	25
Figura 6: Carta sinótica do dia 9 de junho de 2009. Fonte: <a href="https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/C9060912.jpg">https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/C9060912.jpg</a>	26
Figura 7: Dipolo de TSM do Atlântico Sul entre 1964 até 2014. Fonte: <a href="http://www.funceme.br/produtos/manual/oceanografia/Campos_TSM/Dados/Dipolo/dipole_servain.gif">http://www.funceme.br/produtos/manual/oceanografia/Campos_TSM/Dados/Dipolo/dipole_servain.gif</a>	28
Figura 8: Oscilação da TSM do Atlântico Norte entre 1950 e 2014. Fonte: <a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/nao.timeseries.gif">http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/nao.timeseries.gif</a>	28
Figura 9: Temperaturas box 30°W - 10°E, 20°S - 0°. Fonte: <a href="http://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/atl/tsa.php">http://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/atl/tsa.php</a>	29
Figura 10: Temperaturas 40°W - 20°W, 5°N - 20°N. Fonte: <a href="http://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/atl/nat.php">http://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/atl/nat.php</a>	29
Figura 11: Quantidade de tempestades tropicais de 1966 até 2012. Fonte: <a href="http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html">http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html</a>	34
Figura 12: Quantidade de tempestades tropicais que evoluíram para furacões de 1966 até 2012. Fonte: <a href="http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html">http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html</a>	34

Figura 13: Quantidade de furacões que evoluíram para grandes furacões de 1966 até 2012. 35

Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html>

Figura 14: Numero de tempestades tropicais. Fonte: [http://www.gfdl.noaa.gov/historical-](http://www.gfdl.noaa.gov/historical-atlantic-hurricane-and-tropical-storm-records) 36

[atlantic-hurricane-and-tropical-storm-records](http://www.gfdl.noaa.gov/historical-atlantic-hurricane-and-tropical-storm-records)

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Dipolo positivo e negativo ao longo dos anos. 30

Tabela 2: Análise de tempestades tropicais e respectivas evoluções entre o ano 1965 e 2013. Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html> 32

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AAS	Altas Subtropicais do Atlântico Sul
AAN	Altas Subtropicais do Atlântico Norte
CGA	Circulação Geral da Atmosfera
HN	Hemisfério Norte
HS	Hemisfério Sul
OAN	Oscilação do Atlântico Norte
OMA	Oscilação Multidecadal do Atlântico
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ROL	Radiação de Ondas Longas
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>ELEMENTOS E SISTEMAS METEOROLÓGICOS</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Temperatura da Superfície do Mar (TSM)</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Ondas Tropicais</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>Tempestades Tropicais (tormentas)</b>	<b>16</b>
<b>2.5</b>	<b>Ciclones Tropicais (furacões)</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>INFLUÊNCIA DO OCEANO ATLÂNTICO NO CLIMA E NA</b>	<b>18</b>
	<b>NAVEGAÇÃO</b>	
<b>3.1</b>	<b>Dipolo positivo e negativo no Oceano Atlântico</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Influência do Atlântico Subtropical na navegação</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Oscilação Multidecadal do Atlântico Norte (OMA)</b>	<b>19</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)</b>	<b>20</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Dados e importância econômica</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>RELAÇÃO RADIAÇÃO DE ONDAS LONGAS (ROL) E</b>	<b>23</b>
	<b>TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (TSM) COM A ZONA</b>	
	<b>DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT)</b>	
<b>5</b>	<b>ANALISE DAS TEMPESTADES TROPICAIS E FURACÕES DESDE</b>	<b>27</b>
	<b>1965</b>	
<b>5.1</b>	<b>Influência do Dipolo do Atlântico Sul</b>	<b>27</b>
<b>5.2</b>	<b>Método do cálculo da Temperatura da Superfície do Mar (TSM)</b>	<b>27</b>
<b>5.3</b>	<b>Gráficos e suas análises</b>	<b>27</b>
<b>5.3.1</b>	<b>O ano de 2005</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A navegação é extremamente fundamental desde os primórdios da humanidade.

Na história é sabido que os fenícios deixaram um grande legado de conhecimento e ciência para que fosse administrada e desenvolvida. Além do alfabeto fonético, foi o momento de significativos avanços nas tecnologias náuticas e na criação de embarcações, pois houve um grande aumento do comércio que requeria este meio.

Após isto, o homem cada vez mais trabalhou e dedicou sua vida ao aperfeiçoamento deste modal.

Porém, com isso, veio responsabilidades. E dentre elas tem como exemplo a carga (humana ou não). Devia haver um cuidado com especial e bem regulamentado em leis para isto. Logo, houve a necessidade da previsão meteorológica, um dos principais fatores que impedem acidentes atualmente. A previsão meteorológica não só reprime acidentes, como também possibilita rotas mais rápidas.

Além disso, é notório que com um planejamento meteorológico da derrota da embarcação, gera um amplo “leque” de facilidades para navegar. As principais informações meteorológicas enviadas para o navegante são imagens de satélite, que analisam as nuvens (fator determinante para chuvas, por exemplo), cartas sinóticas (mostram frentes frias, frentes quentes, frentes oclusas, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), entre outros fenômenos, num certo dia e horário), e os boletins meteorológicos para avisos de mau tempo. Esta análise é importante para todo o tipo de navegação, porém com uma ênfase na navegação de longo curso.

No Oceano Atlântico há uma grande diversidade de elementos que conspiram contra o bom andamento de uma rota, então devido a este aspecto relevante, é obrigatório que haja um estudo profundo analisando suas características e consequências de seus elementos para que não ocorram adversidades indesejadas.

Hoje em dia não há um navio que navegue sem o conhecimento do que a natureza encaminha para os dias de viagem, assumindo assim um grande comprometimento com as pessoas e com as cargas que o navio transporta.

## 1.1 Objetivo

- Geral: Mostrar os principais fenômenos meteorológicos que influenciam de maneira geral a navegação na região do Oceano Atlântico.
- Específico: A influência do Dipolo na formação das tempestades tropicais.

## **2 ELEMENTOS E SISTEMAS METEOROLÓGICOS**

### **2.1 Temperatura da Superfície do Mar (TSM)**

A temperatura da superfície do mar é um dos fatores predominantes para caracterização, isto é, ocorrência real, de certos eventos meteorológicos. É determinante quando se relaciona o fato da troca de calor entre a superfície do mar e a atmosfera adjacente. Obtém-se o valor da TSM através de sensores orbitais que estão localizados em satélites da órbita polar NOAA (Administração atmosférica e Oceânica Nacional, proveniente dos Estados Unidos). O sensor é sensível a presença de nuvens e outros fenômenos na atmosfera, o que como resultado mostra a TSM. Outro meio de se obter informações sobre a TSM, são boias oceanográficas espalhadas sobre a superfície dos oceanos, mandando dados horários de TSM.

### **2.2 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)**

A confluência dos ventos de nordeste e sudeste, originados dos anticiclones subtropicais do Atlântico Norte e do Atlântico Sul, caracteriza uma região de baixa pressão atmosférica, de convecção profunda e intensa nebulosidade, com altos índices pluviométricos. Essa estreita banda de convergência dos Ventos Alísios e fluxo de umidade se estende pelas bacias oceânicas do Atlântico e do Pacífico, com uma orientação zonal, definindo a ZCIT (HASTENRATH, 1985).

Hastenrath (1985), em seu estudo, sugeriu que, na escala planetária, a ZCIT seja o ramo ascendente da Célula de Hadley, apresentando uma energética caracterizada pela importação de vapor d'água, concentrado nas camadas inferiores da atmosfera, e exportação de energia geopotencial e calor sensível pela alta troposfera, que resulta na transferência de calor da zona do cavado equatorial para latitudes mais altas, contribuindo para manutenção do balanço térmico global.

Segundo Fedorova (2001) existem duas teorias que buscam explicar as causas da formação da ZCIT. A teoria térmica da Circulação Geral Atmosférica (CGA), que atribui a formação desse sistema ao aquecimento da superfície na região equatorial e a teoria dinâmica, que diz que a convergência dos Ventos Alísios provoca a convergência do ar e movimentos ascendentes sobre o equador como a resposta aos processos de formação das famílias dos ciclones e anticiclones nas regiões polares.

### **2.3 Ondas Tropicais**

Onda tropical é um tipo de cavado atmosférico, com uma área alongada com relativamente baixa pressão atmosférica, orientada de norte ao sul, que se move de leste para oeste através dos trópicos apresentando áreas de nuvens e por vezes tempestades. Estas ondas são formadas por fissuras numa alta subtropical, que geralmente está localizada na região central de um oceano. Ondas atmosféricas que se movem para oeste podem formar-se também das pontas de uma frente fria nos subtrópicos e nos trópicos também podem ser chamados de ondas orientais, porém não podem ser consideradas ondas tropicais; estas ondas são uma forma de um cavado invertido em forma de "U" e nelas não há características tropicais como nas ondas tropicais. O movimento geral para oeste, características notável destas ondas, é atribuído pelas correntes de ar que se deslocam de leste para oeste nos trópicos e nos subtrópicos perto da linha do Equador. Como zonas de instabilidades atmosféricas, as ondas tropicais têm um papel fundamental na ciclogênese tropical de ciclones tropicais; cerca de 85% dos grandes furacões eram simples ondas tropicais nos seus estágios iniciais.

### **2.4 Tempestades Tropicais (tormentas)**

É um sistema barotrópico, ou seja, apresentam apenas variações de pressão atmosférica. A variação de pressão é associada à presença de ar bem quente e bastante úmido que favorece o desenvolvimento de intensa atividade convectiva, que é a principal característica meteorológica da região tropical. (LOBO et al., 2007).

Nas regiões um pouco mais afastadas do Equador, em latitudes maiores que 7 graus, o efeito da força de Coriolis tem atuação, contribuindo para o desvio do escoamento do ar. Nas áreas de baixa pressão, quando esse escoamento evolui para circulação fechada, as perturbações atmosféricas podem se intensificar e atingir o desenvolvimento de tormentas tropicais. Quando isso ocorrer, a situação do mar fica num estado bastante severo para o navegante devido ao vento forte e das grandes ondas que são originadas. (LOBO et al., 2007).

As tormentas tropicais surgem principalmente na época do verão, pois caracteriza – se pela rápida ascensão de ar quente e úmido de baixa altitude em direção às partes mais altas da atmosfera.

### **2.5 Ciclones Tropicais (furacões)**

Ciclones tropicais também são um sistema barotrópico, pois variam de acordo com a pressão atmosférica.

Há uma série de fatores que são pilares para a formação de ciclones tropicais, entre eles pode ser citado que a TSM deve estar acima de 27 graus Celsius. Esta característica não é observada no Atlântico Sul, assim não há ciclones tropicais na costa norte do Brasil.

Além da TSM, há a necessidade de que haja um aprofundamento dos cavados associados às ondas de leste e ausência de cisalhamento do vento provocado pelas ondas de Kelvin (ondas de oeste). Quando esse cisalhamento do vento é forte, ele inibe a formação de furacões. O cisalhamento do vento ocorre porque as ondas de Kelvin (W para E) se propagam em direção oposta as ondas de Leste (E para W). (LOBO et al., 2007).

A extraordinária intensificação de uma tormenta, transformando-a em furacão, deve – se à intensa liberação de calor latente na corrente de ar ascendente, possibilitada pela convergência em baixos níveis e favorecida pela forte interação oceano-atmosfera, que resulta em ar muito úmido. Ressalta – se que o ar muito úmido é fator fundamental para a intensificação do fenômeno, porque este armazena energia sob a forma de calor latente na corrente de ar ascendente que é favorecida pela interação oceano – atmosfera. Por essa razão um furacão só se desenvolve e sobrevive sobre o oceano, enfraquecendo – se ao penetrar no continente. (LOBO et al., 2007).

Na circulação ciclônica fechada de um furacão, a distribuição da intensidade do vento depende da distância ao olho do furacão e também da posição em relação à trajetória da tormenta. Devido a isto, o navegante deve ter especial atenção à trajetória do furacão, porque é na região intermediária, próxima ao olho, que o vento alcança a máxima intensidade, atingindo ventos superiores a 150 nós. Para o acompanhamento destes fatores há os boletins, cartas meteorológicas e as imagens de satélite meteorológico que indica o seu olho sem nebulosidade. (LOBO et al., 2007).

### 3 INFLUÊNCIA DO OCEANO ATLÂNTICO NO CLIMA E NA NAVEGAÇÃO

#### 3.1 Dipolo positivo e negativo

O dipolo do Atlântico é um fator de extrema importância, pois é o determinante da diminuição ou aumento da formação de nuvens, influenciando assim os índices pluviométrico no leste da Amazônia e litoral norte brasileiro (Amapá, Pará, Maranhão, Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte), incluindo também os estados da Paraíba, e Pernambuco. É um fenômeno resultante da interação oceano – atmosfera e é identificado como uma mudança anômala da TSM. Porém os picos de chuva e seca estão relacionados não apenas com o Dipolo, mas também com os fenômenos conhecidos como El Niño e La Niña.

Com relação aos campos de cobertura de nuvens e precipitação, particularmente para a região do Atlântico Equatorial, observa-se que, durante a fase negativa do Dipolo (as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais frias que as do Atlântico Tropical Sul), os padrões de TSM anormalmente quente e pressões mais baixas do que o normal sobre a Bacia do Atlântico Sul, aliados a ocorrência de intensos alísios de Nordeste e confluência-convergência do vento posicionado ao Sul do Equador, são condições favoráveis ao posicionamento e manutenção da ZCIT também ao Sul do Atlântico Equatorial. Em decorrência disso, sobre o setor Norte do Atlântico Equatorial nota-se a presença de anomalias negativas de nebulosidade e precipitação (atingindo o litoral Leste da Amazônia). (SOUZA, 1998).

Na fase positiva do Dipolo (as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais quentes que as do Atlântico Tropical Sul), novamente tem-se o padrão oposto: anomalias positivas de cobertura de nuvens e precipitação associados a atuação da ZCIT, atuando sobre o Atlântico Equatorial Norte, atingindo principalmente o litoral da África. Enquanto que, ao Sul do equador, verifica-se a presença de anomalias negativas de nebulosidade e precipitação cobrindo grande parte do Atlântico Equatorial Sul. (SOUZA, 1998).

Porém os picos de chuva e seca estão relacionados não apenas com o Dipolo, mas também com os fenômenos conhecidos como El Niño e La Niña. Pezzi e Cavalcanti (2001) conjecturaram que sobre condições de El Niño e Dipolo positivo no Atlântico Tropical, as precipitações ficam abaixo da média em toda a Região Nordeste, enquanto, El Niño e Dipolo negativo ocorrem chuvas acima da média no norte do Nordeste e abaixo nas demais áreas da Região. Pezzi e Cavalcanti (2001) ainda descreveram que sobre condições de La Niña e Dipolo negativo, observam-se chuvas acima da média; e La Niña com Dipolo positivo, precipitações abaixo da média em todo Nordeste. A Influência do Dipolo no Atlântico

Tropical sobre as chuvas no Nordeste é mais pronunciada nos períodos de La Niña do que nos de El Niño.

### **3.2 Influência do Atlântico Subtropical na Navegação**

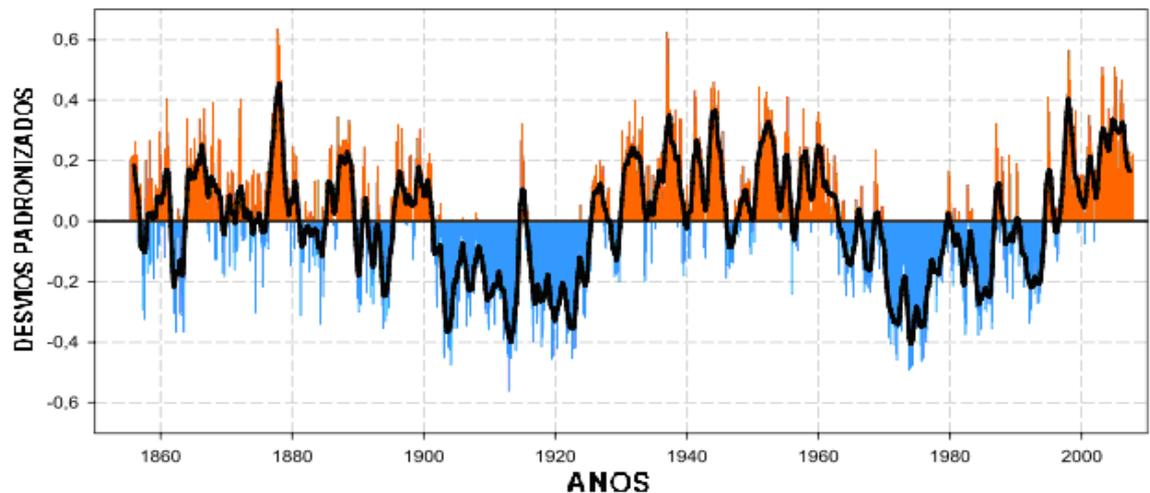
#### **3.2.1 Oscilação Multidecadal do Oceânico Atlântico (OMA)**

A OMA é uma oscilação de baixa frequência que ocorre nas TSM do Oceano Atlântico Norte. As variações ocorrem entre a região equatorial, aproximadamente o Golfo do México, e a Groenlândia, geralmente entre de 0° N a 70° N. Apresenta duas fases mostradas na Figura 1, fase fria e fase quente, com uma duração característica de 20 a 40 anos cada uma, num ciclo total de 60 a 70 anos. Esse fenômeno altera as temperaturas da superfície do mar, influenciando as correntes marinhas que levam calor dos trópicos para Europa e Ártico.

Estudos indicam que a OMA tem afetado as temperaturas do ar e a precipitação sobre grande parte do Hemisfério Norte, em particular, na América do Norte e Europa. Ela está associada a mudanças na frequência de secas na América do Norte. Quando a OMA está em sua fase quente, as secas tendem a ser mais frequentes e prolongadas e vice-versa. Reflete-se também na frequência de furacões do Atlântico Norte, uma vez que em sua fase quente os furacões tendem a aumentar o número de ocorrências assim como uma maior intensidade no Golfo do México, observando-se o contrário em sua fase fria.

Segundo D'Aleo (2008), a diminuição da camada de gelo ocorrida no Ártico, nos últimos anos, esteve associada à fase quente da OMA, uma vez que o degelo observado a partir do fim da década de 90 se equipara ao ocorrido entre as décadas de 30 e 40 e evidencia que esse tipo de mudança no Pólo Norte é decorrente de causas naturais e não pela intensificação do efeito estufa devida à maior liberação dos gases do efeito estufa. Ele notou, também, que quando o Atlântico Norte passa pela sua fase de aquecimento, como agora, aumenta a temperatura em Godthab Nuuk – capital da Groenlândia – e derretem as geleiras. Foi assim entre os anos 30 e 40 e está sendo assim nos últimos dez anos.

Figura 1: Serie temporal do Índice de Oscilação Mutidecadal do Atlântico (OMA) de 1856 – 2008



Fonte: <http://www.esrl.noaa.gov>

A OMA afeta a temperatura do ar e precipitação sobre grande parte do Hemisfério Norte, em particular, na América do Norte e Europa. Ela está associada a mudanças na frequência de secas na América do Norte e se reflete na frequência de furacões no Atlântico graves. Ela alternadamente obscurece e exagera o aumento global das temperaturas devido ao aquecimento global induzido pelo homem.

Não é de conhecimento até o momento uma forma para calcular a probabilidade de que uma mudança na OMA irá ocorrer dentro de um determinado período de tempo futuro. Quando for de ciência como fazer – o será de grande utilidade para o planejamento em longo prazo em aplicações sensíveis ao clima, como a gestão da água.

### 3.2.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

Segundo Celso Junior, a Zona de Convergência do Atlântico Sul é caracterizada como uma banda persistente de precipitação e nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde o sul da Amazônia até o Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros. A ZCAS pode ser identificada por imagens de satélite diárias na banda do infravermelho ou utilizando o campo de onda longa emergente.

Oliveira (1986) através de uma climatologia usando imagens de satélite geostacionário entre 1979-1984 notou que os sistemas frontais frequentemente se associam e interagem com convecção tropical, embora nem todos os sistemas frontais o façam com a mesma intensidade. Há uma variação mensal no número de eventos de associação de sistemas frontais com a convecção. Para haver forte interação entre os sistemas frontais e a convecção, parece ser necessário que os sistemas frontais apresentem ampla penetração continental,

sendo a região ente 15°S e 25°S uma das regiões preferenciais para essas ocorrências. Há anos que, durante o período de primavera-verão no Hemisfério Sul, sistemas frontais se posicionam preferencialmente sobre a parte central do continente sul-americano, com seu eixo orientado no sentido noroeste-sudeste, de inclinação variável, associados a uma zona de convergência de fluxo de umidade que inicialmente foi denominada de Zona de Convergência do Atlântico Sul (FIGUEROA et al, 1995) e posteriormente Zona de Convergência da América do Sul por Molion e Bernardo (2002). A ZCAS é de grande importância no transporte de momentum, calor e umidade para os trópicos.

### 3.2.3 Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)

Segundo Natalia Silva, a ASAS é o sistema com maior amplitude espacial, possui um diâmetro de aproximadamente 2000 km e constitui-se a partir do ramo descendente da célula de Hadley nas proximidades de 30°S.

A alta subtropical é caracterizada por ventos calmos no seu interior e por ventos anticiclônicos em suas bordas. O ar em seu centro tende a ir para as bordas num sentido anticiclônico, ou seja, horário no hemisfério norte ou anti-horário no hemisfério sul. Em sua borda equatorial, formam-se fissuras de baixa pressão que possibilitam a formação de ondas tropicais. As altas subtropicais são as responsáveis por criar os ventos alísios e as correntes ocidentais, ventos encontrados em médias latitudes que seguem para oeste. Trata-se de uma feição semipermanente que se responsabiliza pelos ventos predominantes dos quadrantes norte e nordeste na região costeira de grande parte do sudeste do Brasil.

A aproximação de anticiclones extratropicais (ou altas de retaguarda) posteriormente à passagem de frentes frias pode intensificar os ventos de nordeste e constituir um extremo para os ventos dessa direção, além de influenciar na altura do nível do mar na região sudeste do Brasil.

## 3.3 Dados e Importância econômica

O Oceano Atlântico é o segundo maior oceano do mundo, sendo superado apenas pelo Oceano Pacífico. O Atlântico possui uma área de aproximadamente 82 milhões de km<sup>2</sup> e uma profundidade média de 3.300 metros.

Ele divide as águas oceânicas do planeta. É ligado ao norte com o Oceano Ártico; a sudoeste, com o Oceano Pacífico; a sudeste, com o Índico; e ao sul, com o Antártico. Separa a Europa e a África da América.

O oceano em questão é dividido em duas partes, tomando como referência a linha do Equador, dando origem ao Atlântico Norte e Atlântico Sul. Fazem parte desse oceano o mar Mediterrâneo, Mar do Norte, Mar das Caraíbas, Báltico. Banha a costa brasileira e africana. O relevo oceânico do Atlântico possui uma grande cadeia de montanhas, denominadas de mesoatlântica.

Os grandes rios do mundo desembocam suas águas no Atlântico, dentre os quais podemos citar: Rio Amazonas, São Lourenço, Orinoco, Mississipi, Paraná, Congo, Níger e Loire.

Seus principais mares são: Mar Mediterrâneo, Mar do Norte, Mar do Caribe, Canal da Mancha e Mar da Irlanda. E suas principais ilhas são: Ilhas Malvinas (Falkland), Antilhas, Açores, Bermudas, Madeira, Groelândia, Ilhas Canárias, Fernando de Noronha, Terra do Fogo, ilha de Santa Catarina, Ilhas Feróes e ilhas Britânicas.

Na área econômica, este oceano desempenha uma grande importância. Grande parte do fluxo comercial circular por ele. Além da pesca, é alvo de turismo por milhões de pessoas. Em algumas regiões da costa da América, há uma grande quantidade de reservas de petróleo e gás.

#### 4 RELAÇÃO DA RADIAÇÃO DE ONDAS LONGAS (ROL) E TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (TSM) COM A ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT)

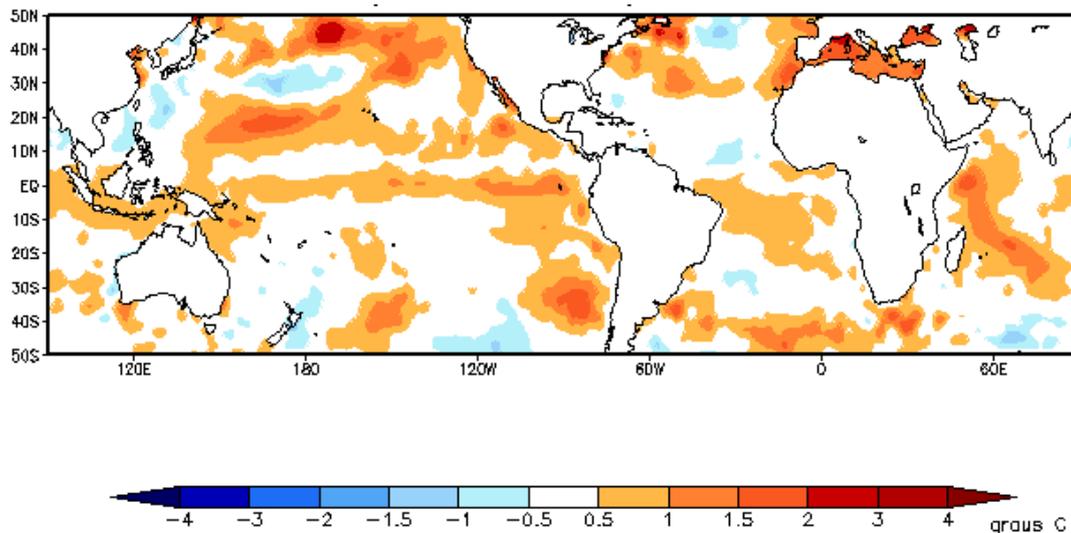
A emissão de ondas longas trazem informações importantes com relação a ZCIT que está diretamente relacionada com a TSM, logo também com o dipolo do Atlântico.

Um bom índice de chuva nos trópicos e, conseqüentemente, a posição da ZCIT, é obtida através da Radiação de Ondas Longas (ROL). Os valores baixos de ROL indicam nuvens com grande desenvolvimento vertical e forte precipitação, enquanto os valores de alto de ROL indicam o contrário, ou seja, poucas nuvens conseqüentemente céu limpo.

É importante ressaltar que as chuvas são pouco influenciadas pelo dipolo, e sim pela TSM. Entretanto, todos os fatores estão interligados.

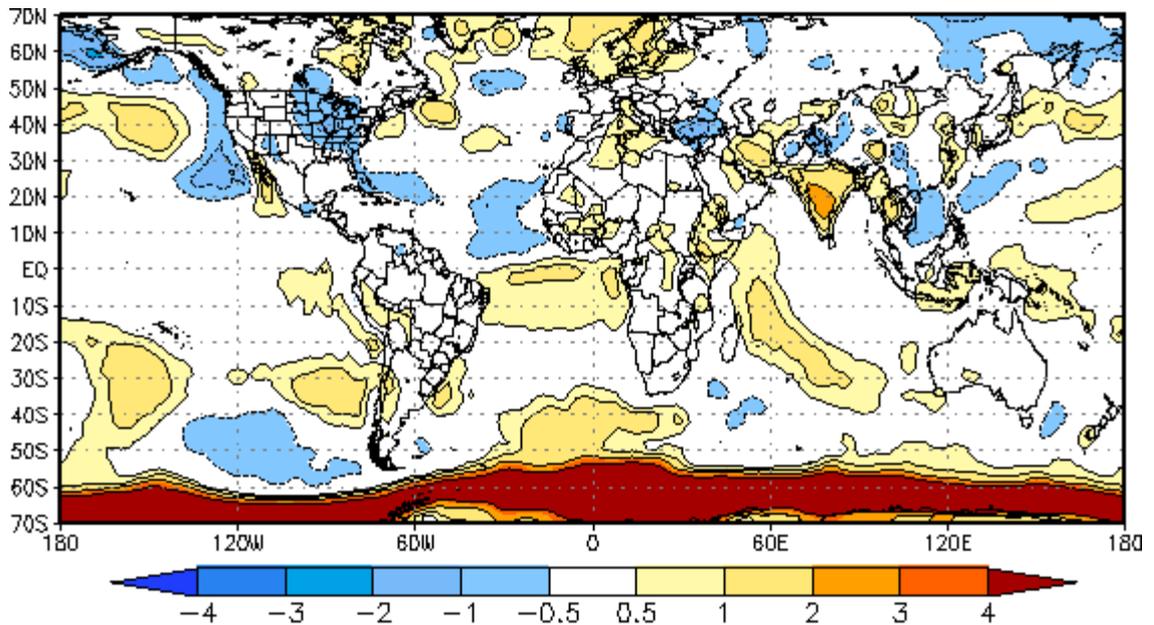
Como um exemplo foi estudado o ano de 2009, em junho.

Figura 2: Anomalia da TSM em JUN 2009.



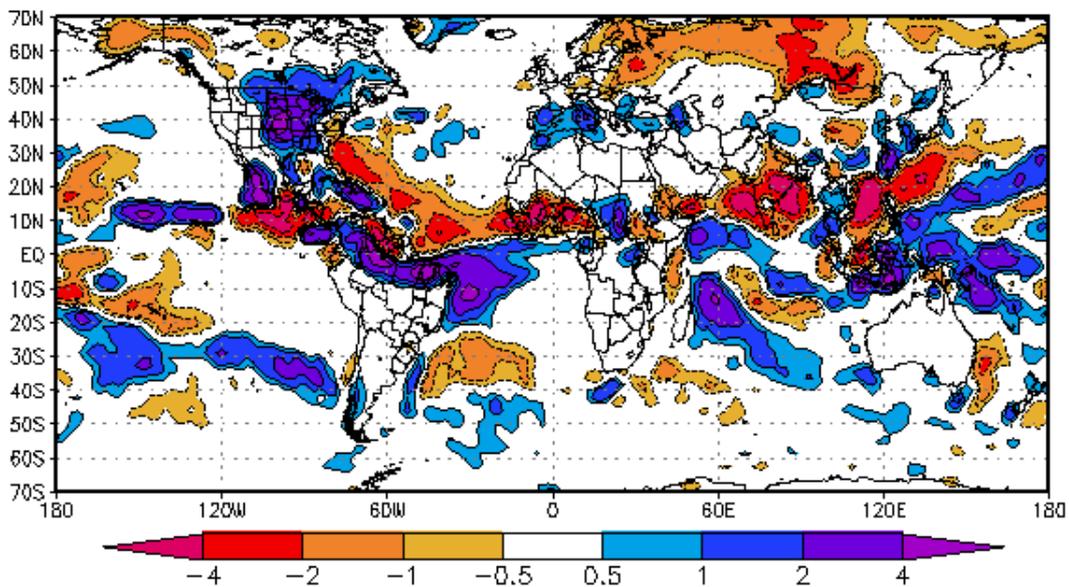
Fonte: <http://img0.cptec.inpe.br/~reclima/historicos/mensal/global/asst0609.gif>

Figura 3: Anomalia da TSM em JUN 2009; modelo AGCM KUO.



Fonte: <http://clima1.cptec.inpe.br/gpc/pt>

Figura 4: Anomalia da TSM em junho de 2009; modelo: AGCM RAS.



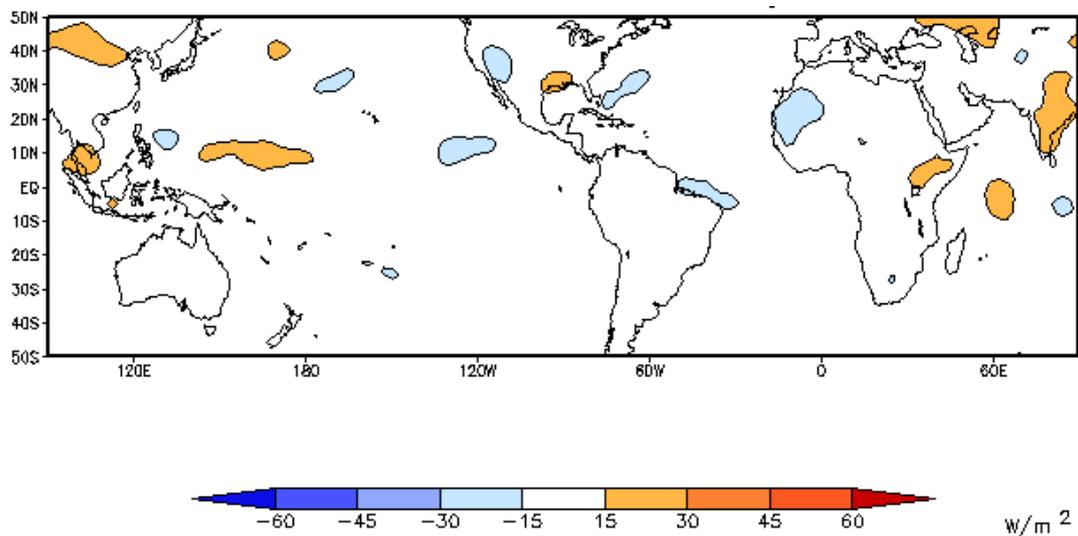
Fonte: <http://clima1.cptec.inpe.br/gpc/pt>

Enquanto o inverno é caracterizado como a época seca na maior parte do Brasil, é época de chuva no leste do Nordeste. É no meio do ano que chove mais na Região porque ocorre a intensificação do vento de leste, provocado por um sistema de alta pressão no mar, em níveis baixos da atmosfera. Eventualmente esses ventos trazem nuvens do mar, que vão

ficando mais carregadas até chegar ao litoral leste do Nordeste. Isso se deve ao fato de que a TSM, como visto na figura 2, 3 e 4 de diferentes formas, está mais quente aos 5 graus Sul do que aos 5 graus Norte. Quando isso ocorre, a ZCIT está mais abaixo da Linha do Equador causando assim esse índice acentuado de chuvas.

Além disso, há ainda a certeza de que quanto menor for a quantidade de ROL, mais chuva e vice - versa. Logo, na figura 5, na costa do Brasil, houve um numero menor de ROL, significando então que houve um maior número de nuvens, conseqüentemente mais chuva.

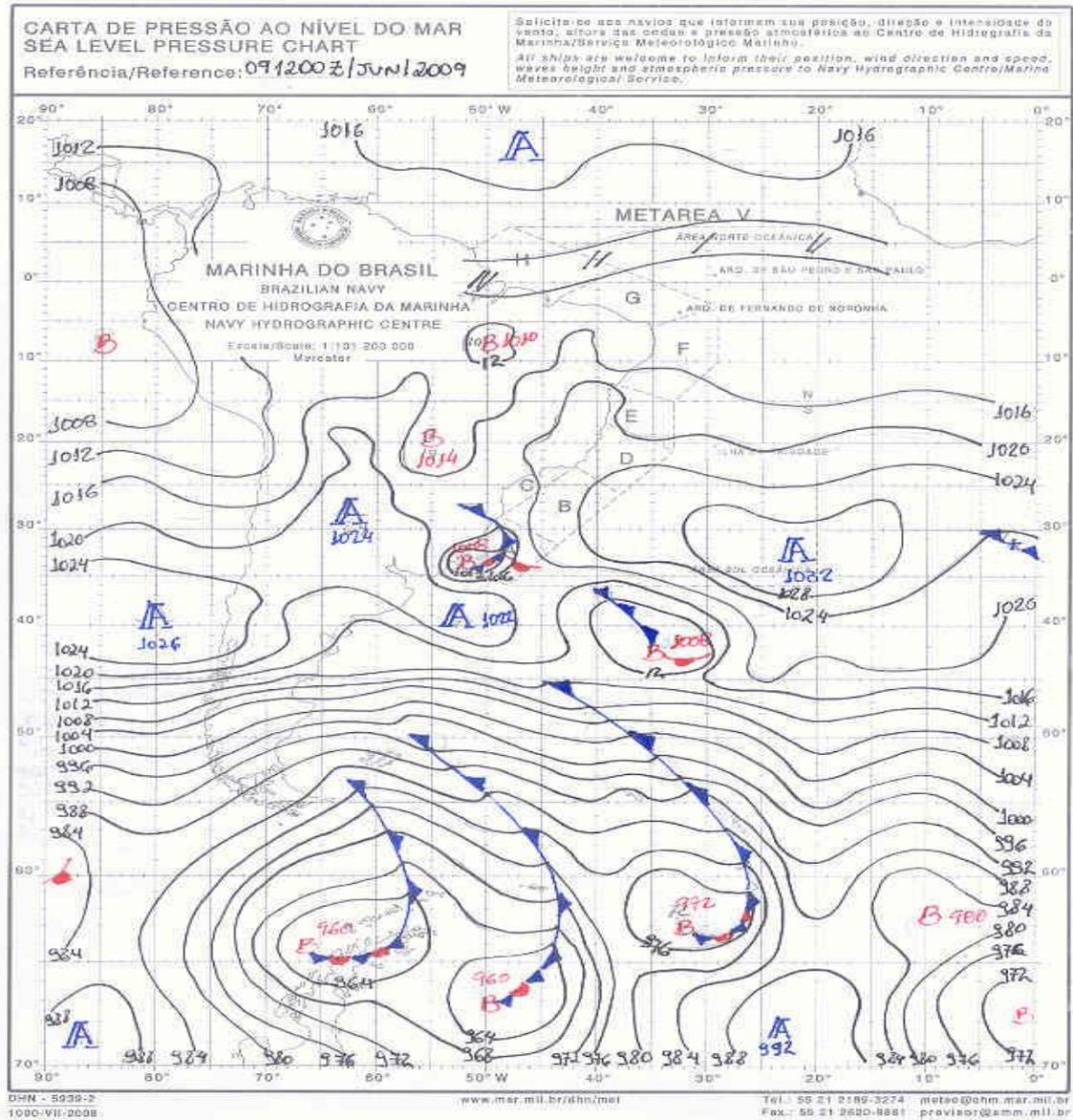
Figura 5: Anomalia de ROL em junho de 2009.



Fonte: <http://img0.cptec.inpe.br/~rclima/historicos/mensal/global/aolr0609.gif>

E, apenas como um acessório, visto que cartas sinóticas só caracterizam um bom exemplo se forem analisadas por pelo menos todo o mês, segue – se abaixo a do dia 9 de junho, exemplificando, mesmo que basicamente, a ocorrência de chuvas no Nordeste no mês de junho.

Figura 6: Carta sinótica do dia 9 de junho de 2009.



. Fonte: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/C9060912.jpg>

## 5 ANÁLISE DAS TEMPESTADES TROPICAIS E FURACÕES DESDE 1965

### 5.1 Influência do Dipolo do Atlântico Sul

Como explicado anteriormente no capítulo 3, o dipolo do Atlântico Sul possui um papel incisivo nos fenômenos meteorológicos que ocorrem, principalmente, no Brasil. Um dos fatores que ocorrem é o máximo e mínimo de chuvas na região sul e nordeste do Brasil combinados pelos fenômenos do El Niño e La Niña. Além disso, o dipolo também está relacionado com as tempestades tropicais, o principal ponto que será analisado.

### 5.2 Método de cálculo da Temperatura da Superfície do Mar

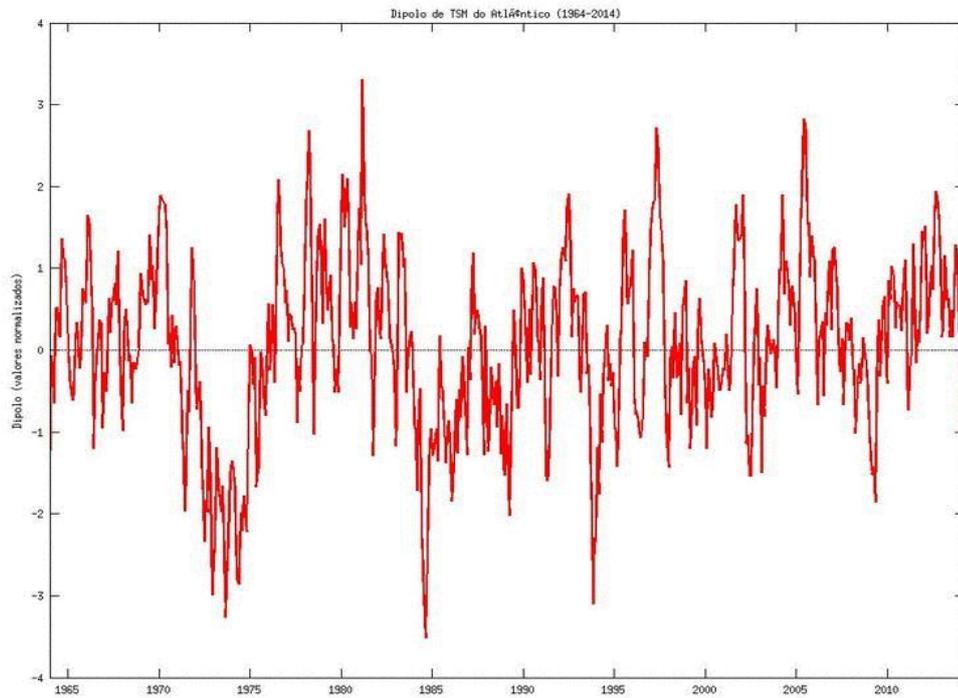
A primeira etapa consiste em calcular médias nas duas bacias norte e sul do Atlântico tropical para obter as séries mensais de TSM nessas duas bacias. A linha de separação das duas bacias é definida em 5°N, pois essa linha oferece uma boa representação do equador meteorológico. O limite norte da bacia norte é 28°N e o limite sul da bacia sul é 20°S. Calculam-se então a climatologia mensal e o desvio padrão da TSM em cada bacia, e as anomalias mensais nas duas bacias, normalizadas pelo desvio padrão. O dipolo de TSM é definido como diferença entre as anomalias normalizadas de TSM da bacia norte e as anomalias normalizadas de TSM da bacia sul. (J. SERVAIN, 1991)

### 5.3 Gráficos e suas análises

O gráfico dos últimos 12 meses é feito sobrepondo duas estimações do dipolo de TSM do Atlântico: a estimação mensal pelas observações dos navios mercantis (em vermelho) e a estimação diária pelas observações das boias do PIRATA (em azul). No caso do PIRATA, o dipolo é estimado como diferença entre as anomalias normalizadas de TSM da boia localizada em 35°W-15°N e da boia localizada em 10°W-10°S. O gráfico para a tendência para os 6 próximos meses baseia-se no método dos vizinhos mais próximos. Os 10 vizinhos mais próximos são isolados, as séries correspondendo a esses 10 anos são traçadas, bem como a série média desses 10 vizinhos (em vermelho). A linha preta representa os 12 últimos meses. (J. SERVAIN, 1991)

A partir do gráfico (figura 7) é possível observar as temperaturas da superfície do mar ao longo dos anos de 1965 até 2010.

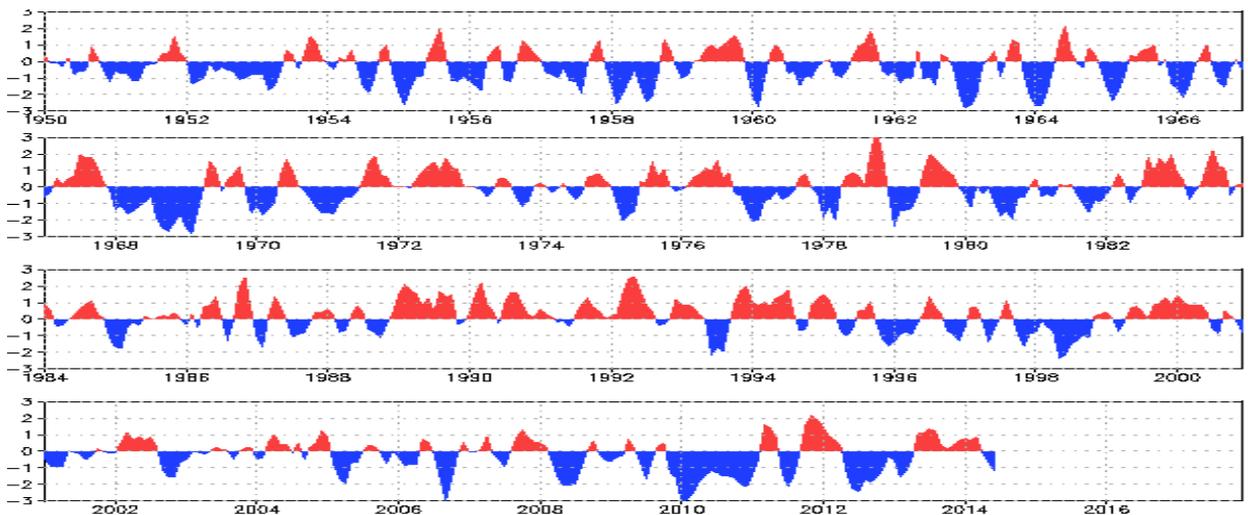
Figura 7: Dipolo de TSM do Atlântico Sul entre 1965 até 2010.



Fonte:

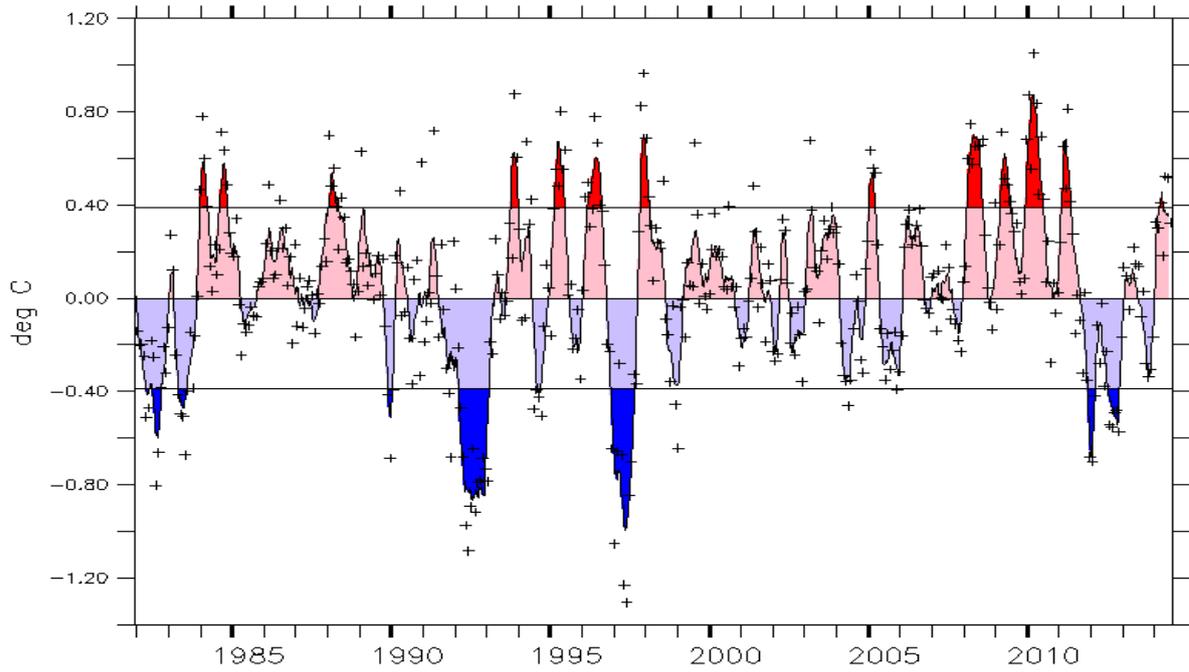
[http://www.funceme.br/produtos/manual/oceanografia/Campos\\_TSM/Dados/Dipolo/dipole\\_servain.gif](http://www.funceme.br/produtos/manual/oceanografia/Campos_TSM/Dados/Dipolo/dipole_servain.gif)

Figura 8: Oscilação da TSM do Atlântico Norte entre 1950 e 2014.



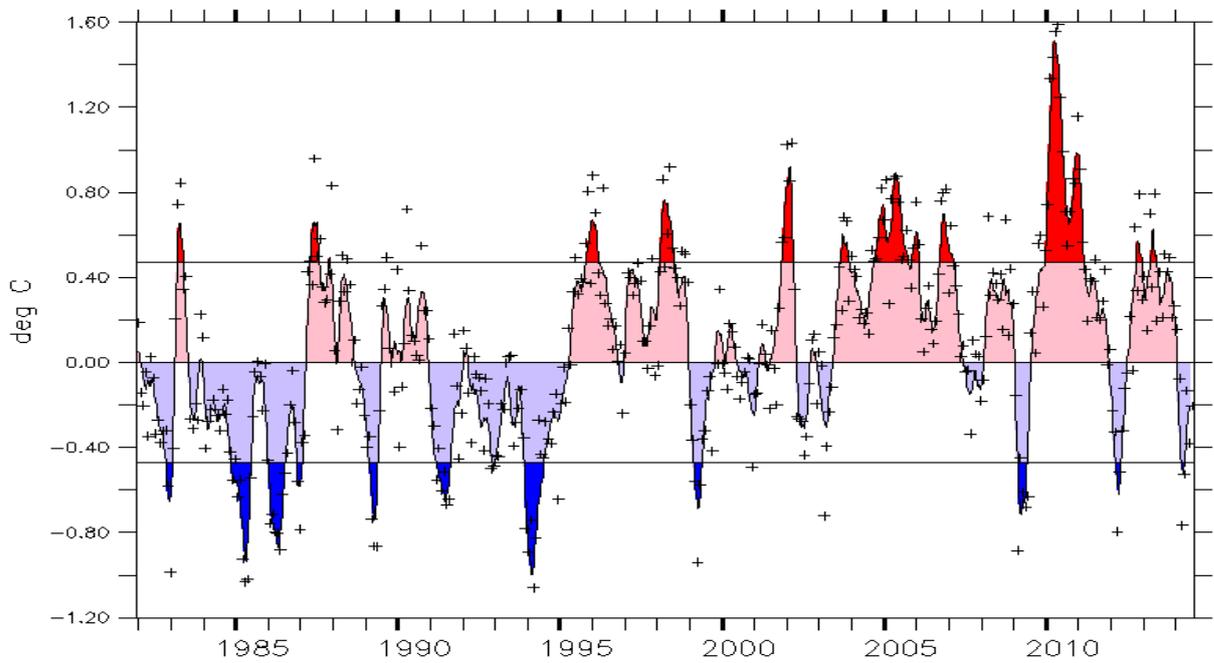
Fonte: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/nao.timeseries.gif>

Figura 9: Anomalia de temperaturas box 30°W - 10°E, 20°S - 0°.



Fonte: <http://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/atl/tsa.php>

Figura 10: Anomalia de temperaturas 40°W - 20°W, 5°N - 20°N



Fonte: <http://stateoftheocean.osmc.noaa.gov/sur/atl/nat.php>

Com base nestes quatro gráficos foi possível ser retiradas a informação que se refere se o dipolo foi positivo ou negativo em determinado ano. A tabela abaixo representa essa ideia.

Tabela 1: Dipolo positivo e negativo ao longo dos anos.

Anos	Dipolo (positivo ou negativo)
1964	Negativo
1965	Positivo
1966	Negativo
1968	Negativo
1970	Positivo
1972	Positivo
1974	Positivo
1975	Negativo
1976	Negativo
1978	Negativo
1980	Positivo
1982	Negativo
1984	Positivo
1986	Negativo
1987	Negativo
1988	Negativo
1989	Negativo
1990	Positivo
1991	Positivo
1992	Positivo
1993	Positivo

1994	Negativo
1995	Negativo
1996	Negativo
1997	Positivo
1998	Negativo
1999	Negativo
2000	Negativo
2001	Negativo
2002	Positivo
2003	Negativo
2004	Positivo
2005	Positivo
2006	Positivo
2007	Positivo
2008	Negativo
2009	Negativo
2010	Positivo
2011	Positivo
2012	Positivo
2013	Positivo

A tabela 2 mostra a quantidade de tempestades tropicais e a quantidade de furacões que se desenvolveram a partir das TT ao longo dos anos. Os furacões são na escala de 1 a 5 e os grandes furacões são de 3 a 5. A partir dessas três tabelas poderá se concluir a relação da TSM com as TT durante os anos.

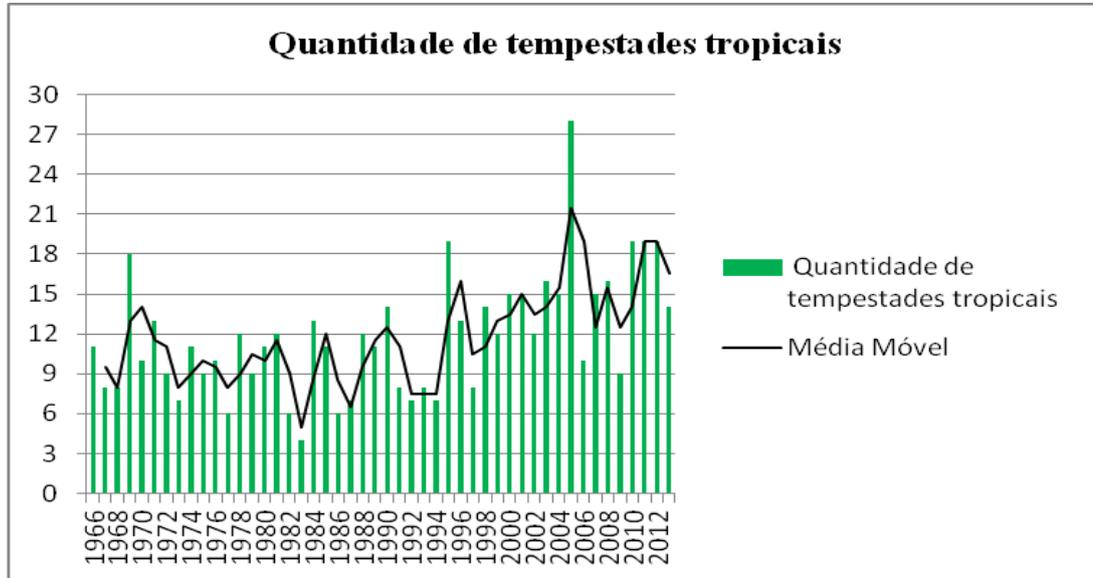
Tabela 2: Análise de tempestades tropicais e respectivas evoluções entre o ano 1965 e 2013. Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html>

Anos	Quantidade de tempestades tropicais	Quantidade que evoluiu para furacões	Quantidade de grandes furacões
1966	11	7	3
1967	8	6	1
1968	8	4	0
1969	18	12	5
1970	10	5	2
1971	13	6	1
1972	9	4	1
1973	7	3	0
1974	11	4	2
1975	9	6	3
1976	10	6	2
1977	6	5	1
1978	12	5	2
1979	9	5	2
1980	11	9	2
1981	12	7	3
1982	6	2	1
1983	4	3	1
1984	13	5	1
1985	11	7	3
1986	6	4	0
1987	7	3	1

1988	12	5	3
1989	11	7	2
1990	14	8	1
1991	8	4	2
1992	7	4	1
1993	8	4	1
1994	7	3	0
1995	19	11	5
1996	13	9	6
1997	8	3	1
1998	14	10	3
1999	12	8	5
2000	15	8	3
2001	15	9	4
2002	12	4	2
2003	16	7	3
2004	15	9	6
2005	28	15	7
2006	10	5	2
2007	15	6	2
2008	16	8	5
2009	9	3	2
2010	19	12	5
2011	19	7	4
2012	19	10	2
2013	14	2	0

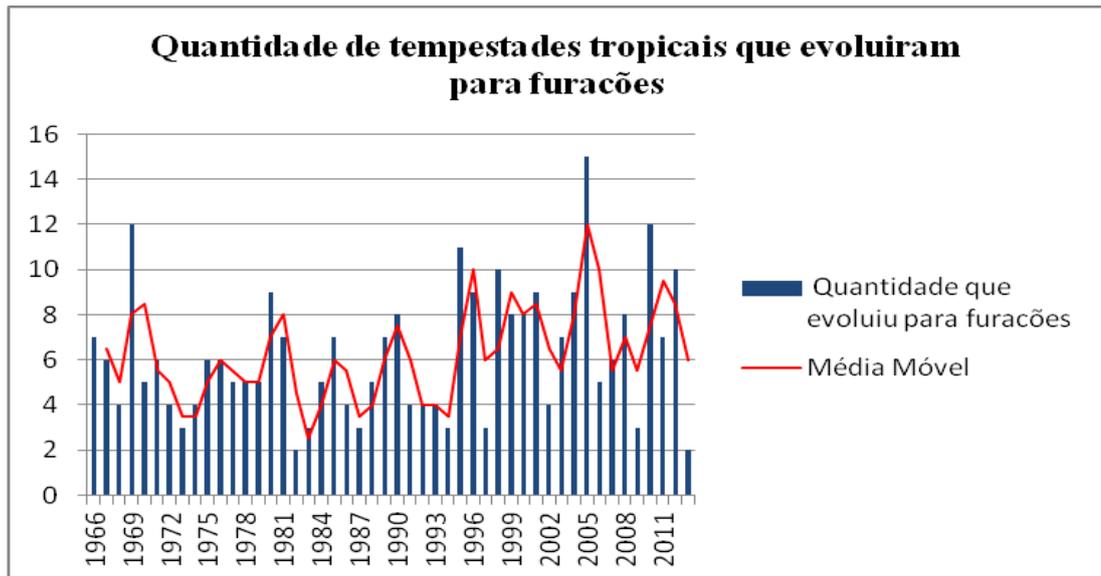
A partir desta tabela foi possível montar três figuras (gráficos) que mostram a média móvel dessas tempestades tropicais ao longo dos anos. Esse média móvel é muito importante para a análise geral da tabela em questão.

Figura 11: Quantidade de tempestades tropicais de 1966 até 2012.



Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html>

Figura 12: Quantidade de tempestades tropicais que evoluíram para furacões de 1966 até 2012.



Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html>

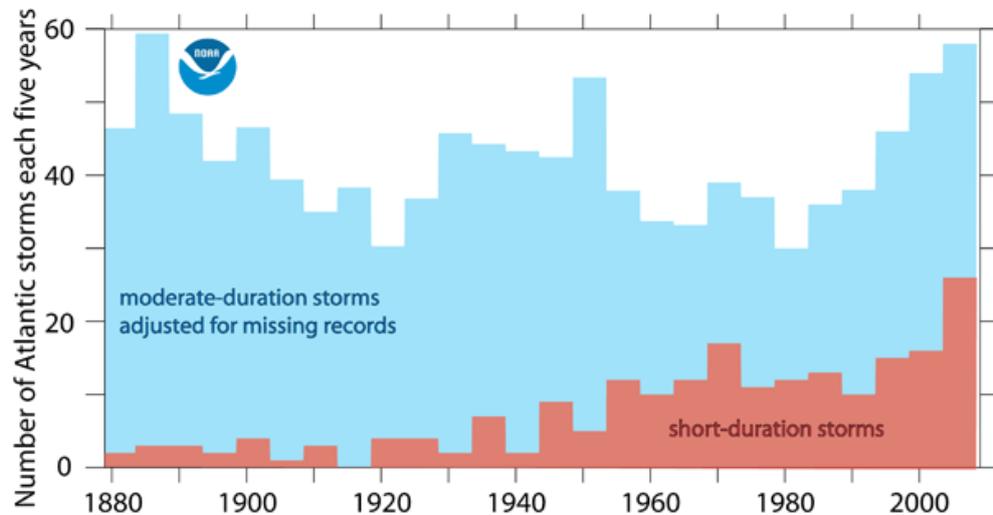
Figura 13: Quantidade de furacões que evoluíram para grandes furacões de 1966 até 2012.



Fonte: <http://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/E11.html>

A figura 14 mostra um índice da quantidade de tempestades tropicais ao longo dos anos. Há uma grande defasagem desse número nos anos iniciais no gráfico porque tempestades tropicais e furacões passam grande parte do seu tempo de vida sobre o oceano aberto, e muitas vezes não alcançam a terra. Logo, muitos sistemas foram "perdidos" durante o século 19 e início do século 20 (VECCHI et al., 2008). A partir de 1944, com o sistemático reconhecimento de aeronaves foi iniciada a monitoração de ambos os ciclones tropicais e distúrbios que tiveram o potencial de se transformar em tempestades tropicais e furacões. Isso fez fornecer muito melhor acompanhamento, mas ainda cerca de metade da bacia do Atlântico não estava coberto (de acordo com dados de 1990). Começando em 1966, as imagens de satélite diário tornou-se disponível no Centro Nacional de Furacões, e, assim, as estatísticas deste momento em diante são mais completo (MC ADIE et al., 2009).

Figura 14: Numero de tempestades Tropicais



Fonte: <http://www.gfdl.noaa.gov/historical-atlantic-hurricane-and-tropical-storm-records>

Analisando as figuras de 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 e cruzando com os dados da tabela 2 foi conseguido buscar um resultado para a questão gerada.

Analisando de 1985 em frente, onde há uma certeza maior dos dados visto que antigamente as técnicas não eram concretas e confiáveis, é visto que os anos de 1995, 2010, 2011 e 2012 se destacam. Nesses quatro anos houve a ocorrência de 19 tempestades tropicais catalogadas. Entre esses quatro anos, três foram dipolo positivos e apenas em 1995 foi dipolo negativo. Contudo, com uma análise mais a fundo o ano de 1995 foi percebido que em 1994 houve um pico de temperatura negativa no Atlântico Norte e em 1995 a temperatura já está gradualmente avançando para a parte positiva da régua enquanto que, observando o gráfico da temperatura no Atlântico Sul é notório que a temperatura está negativa também. Encaixando – se essas duas ideias, o ano de 1995 é um caso a parte onde a temperatura onde fica concretizado quando se analisa 1996 que também é dipolo negativo porém há uma drástica queda de quantidade de tempestades tropicais, com apenas 13.

De acordo com as figuras 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 novamente, os anos com maiores incidências de tempestades tropicais (14 ou mais) foram 1990 (dipolo positivo), 1995 (dipolo negativo), 1998 (dipolo negativo), 2000 (dipolo negativo), 2001 (dipolo negativo), 2003 (dipolo negativo), 2004 (dipolo positivo), 2005 (dipolo positivo), 2007 (dipolo positivo), 2008 (dipolo negativo), 2010 (dipolo positivo), 2011 (dipolo positivo), 2012 (dipolo positivo), 2013 (dipolo positivo).

Assim, foi observado que dentre os anos em que mais houveram tempestades tropicais, 6 foram dipolo negativo, 8 foram dipolo positivo. Logo, com uma simples conta de matemática, deduz – se que 57 % foram dipolo positivo, 42 % foram dipolo negativo. Diante desta informação, pode se concluir que nos anos de dipolo positivo houve uma maior quantidade de tempestades tropicais no Atlântico, apesar de não ser uma predominância tão forte, sendo assim um critério não determinante.

Com este conhecimento, determinando então que o dipolo não possui uma grande relação com a quantidade de tempestades tropicais, foi visto se é possível ou não buscar uma relação com a qualidade dessas tempestades, ou seja, a permanência delas. Tendo em vista os mesmos anos onde ocorreu a maior quantidade de tempestades tropicais (1990, 1995, 1998, 2000, 2001, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013) deve ser notado a quantidade de furacões e grandes furacões que se formaram. Após isso, foi concluído também que não há um parâmetro que possa ser desenvolvido.

Além dessa análise, há uma ressalva para o ano de 2005 que foi o ano com mais incidência de tempestades tropicais, onde foram 28 ao todo, entre essas 15 evoluíram para furacões e 7 para grandes furacões. Este número foi extremamente significativo e assim foi determinante para que houvesse um estudo a respeito deste recorde.

### 5.3.1 O ano de 2005

Em 2004, depois de uma das mais destruidoras temporadas de furacões, onde foram noticiadas 15 tempestades tropicais, das quais 9 evoluíram para grandes furacões, o professor William Gray, da Universidade do Colorado, disse que o ano de 2005 poderia ter uma grande quantidade de tempestades tropicais. Porém, sua análise previa apenas 13 tempestades, das quais 7 poderiam se tornar furacões, e 3 destes poderiam vir a ter ventos de mais de 180 km/h. Obviamente, houve uma grande surpresa pois em 2005 ocorreram 28 tempestades como já é sabido.

Foram 15 furacões em 2005, onde o recorde anterior era de 12 em 1969. Sete furacões foram considerados intensos (categoria 3 ou mais), igualando a marca estabelecida em 1950. Anteriormente, nunca tinham sido observados tantos furacões categoria 5. Foram ao todo 4: Emily, Katrina, Rita e Wilma. Os recordes anteriores eram de 1960 e 1961 com dois ciclones categoria 5 na escala Saffir-Simpson no mesmo ano.

O ano de 2005 apresentou também o segundo maior número de dias com ciclone tropical atuando no Atlântico Norte: 126,5. O recorde segue sendo de 136 em 1933.

Segundo cálculos da Organização Meteorológica Mundial (OMM), os desastres naturais ocorridos em 2005 causaram 350 mil mortes além dos prejuízos em US\$ 200 bilhões, somando – se isso deduz – se que foram as maiores perdas da história.

Desde 1995, observa – se um significativo aumento no número de tempestades tropicais que surgem a cada ano na bacia atlântica, segundo Jarraud. Esse aumento responde a um padrão de caráter cíclico.

Além disso, foi observado que em 2005 foi um dos quatro anos mais quentes desde que esse tipo de medição começou a ser feita em 1861. Por hemisférios, a temperatura média do norte foi a mais alta das registradas desde 1861, enquanto, no sul, foi a quarta mais elevada, com aumentos de 0,65 e 0,32 graus, respectivamente. Isso determina que houve um dipolo positivo no ano de 2005, porém, mesmo assim, a parte norte e a parte sul do Atlântico estavam bastante quentes. No entanto, para a OMM, não existem evidências de que, esse recorde, esteja relacionado ao aquecimento global, ao contrário do que muitos estudiosos defendem.

Em 2006 houve uma diminuição de tempestades tropicais, sendo relatadas apenas 10, onde 5 evoluíram para furacões e apenas 2 se tornaram grande furacões. De acordo com o meteorologista-chefe da MetSul Meteorologia, o principal fator para que a temporada de 2006 fosse tranquila foi o fenômeno do El Niño que se desenvolveu durante o inverno, alterando as correntes de vento no hemisfério norte e aumentando a divergência de vento na atmosfera, o que prejudica a formação e intensificação das tempestades. Outro motivo foi o deslocamento do vento de areia do deserto do Saara do norte da África para o Caribe, outra variável que reduz a atividade de ciclones tropicais. Entretanto, Hackbart adverte que em 1995 teve um início favorável à ocorrência de furacões intensos devido à OMA que ingressou numa fase positiva que tende a perdurar por vinte a trinta anos.

A fase positiva da OMA foi diretamente responsável pela grande atividade dos furacões entre 2003 e 2005, conforme Hackbart. Nos anos 30 e na década de 60, quando se produziram intensos e numerosos furacões, a oscilação também se encontrava numa fase positiva. Por sua vez, nos anos 70 e 80, quando o número e a intensidade de ciclones tropicais no Atlântico Norte foi menor, a OMA se encontrava negativa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho abordou conhecimentos gerais a respeito da meteorologia e o quão importante ela se faz em todas as atividades que a envolvem. Além disso, ela é um tema bastante amplo e com diversas interpretações, o que a torna interessante e intrigante, pois ainda há muita informação a ser descoberta e transmitida de forma que, um dia, haja um conhecimento definido e pontual a respeito desta.

Além disso, como ponto geral desse trabalho, ressalta – se que a meteorologia quando conhecida é vital para o navegante. Ela pode evitar que o navegante atravesse tempestades tropicais, ondas tropicais, furacões, entre outros. Até mesmo uma simples chuva pode ser contornada se todos os procedimentos forem adotados, como por exemplo, o cuidado ao analisar o boletim meteoromarinha (documento que transmite uma série de informações relevantes ao navegante) e o olhar atento ao navegar.

Como foco principal desta pesquisa, demonstra – se um caso pontual que se caracteriza por não haver a relação do dipolo do Atlântico com a quantidade e nem com a qualidade de tempestades tropicais ao longo dos anos. Entretanto, houve o ano de 2005, que foi dipolo positivo, e bateu muitos recordes. Este ano pode indicar que há alguma relação do dipolo com as tempestades tropicais, ainda que não seja nem a quantidade e nem a qualidade ou permanência destas.

Este tema foi escolhido por mim por demonstrar a sua importância para a profissão no mar e por ser necessária a compreensão para que seja feita uma navegação segura e confiável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BARNSTON, A. G., and R. E. Livezey, 1987: Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns.
- 2 - CHEN, W. Y., and H. van den Dool, 2003: Sensitivity of Teleconnection Patterns to the Sign of Their Primary Action Center.
- 3 - D’ALEO, J. 2008. [http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php.\\_texto=1020](http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php._texto=1020).
- 4 – DE SOUZA, E.B.; Alves, J.M.B., Nobre, P. Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do Nordeste Brasileiro em associação aos eventos do Padrão de Dipolo observados sobre o Atlântico Tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 2, p. 45-56, 1998.
- 5 - DE SOUZA, E.B.; Nobre, P. Uma revisão sobre o Padrão de Dipolo no Oceano Atlântico tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, p. 31-44, 1998.
- 6 - FEDOROVA, N. **Meteorologia Sinótica**. Publicada pela UFPEL, 2, p. 242, 2001.
- 7 - FIGUEROA, S. N., Satyamurty, P. e Silva Dias, P. L.S. Simulations of the summer circulation over the South American region with an ETA coordinate model. *J. Atmos. Sci.*, 52, 1573-1584, 1995.
- 8 - HASTENRATH, S.E. **Climate and Circulation of the Tropics. Atmospheric Sciences Library**. Published by D. Reidel Publishing Company,. 455 p, 1985.
- 9 - LANDSEA, C.W., G.A. Vecchi, L. Bengtsson, and T. R. Knutson, 2010: Impact of Duration Thresholds on Atlantic Tropical Cyclone Counts.
- 10 – LOBO, Paulo Roberto Valgas. **Meteorologia e Oceanografia: usuário navegante**. Rio de Janeiro: FEMAR, 1999.
- 11 – MC ADIE, C. J., C. W. Landsea, C. J. Neuman, J. E. David, E. Blake, and G. R. Hamner, 2009: **Tropical Cyclones of the North Atlantic Ocean, 1851-2006**. Historical Climatology Series 6-2, Prepared by the National Climatic Data Center, Asheville, NC in cooperation with the National Hurricane Center, Miami, FL, 238 pp.
- 12 - MOLION, L. C. B. e Bernardo, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de meteorologia**, 17, 11-10, 2002.
- 13 – NATALIA, Pillar Silva. Extremos de Vento Sobre o Oeste do Oceano - Atlântico Sul: Análise Direcional das Ocorrências.
- 14 - OLIVEIRA, A. S. Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção na Amazônia. São José dos Campos: INPE-4008-TDL/239, 1986. 115p. Dissertação. (Mestrado em Meteorologia).

- 15 - PEZZI, L. P.; Cavalcanti, I. The relative importance of ENSO and tropical Atlantic sea surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South America: A numerical study. **Climate Dynamics**, v.17, p. 205-212, 2001.
- 16 - SERVAIN, Jacques 1991: **Journal of Geophysical Research**, Vol. 96, N°C8, pp 15 15146.
- 17 - SHEETS, R.C., 1990: The National Hurricane Center - Past, present, and future.
- 18 - VAN DEN DOOL, H. M., S. Saha, and Å. Johansson, 2000: Empirical Orthogonal Teleconnections.
- 19 - VECCHI, G.A. and T. R. Knutson, 2008. "On estimates of historical North Atlantic tropical cyclone activity".
- 20 - Pezzi, L. P.; Cavalcanti, I. The relative importance of ENSO and tropical Atlantic sea surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South America: A numerical study. **Climate Dynamics**, v.17, p. 205-212, 2001.
- 21 - [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)
- 22 - [www.funceme.br](http://www.funceme.br)
- 23 - [www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)