

**ROBERTA CRISTINA ROMERO XAVIER**

**A IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA PARA A NAVEGAÇÃO DE  
CABOTAGEM E DE LONGO CURSO**

Monografia apresentada 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

Rio de Janeiro

2013

**ROBERTA CRISTINA ROMERO XAVIER**

**A IMPORTÂNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA PARA A NAVEGAÇÃO DE  
CABOTAGEM E DE LONGO CURSO**

Monografia apresentada como exigência para  
obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas  
Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado  
pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

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

Orientador (a): 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira

Graduação em Meteorologia e Mestrado em Meteorologia

---

Assinatura do Orientador

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

Aos meus pais, irmão e irmã, tudo em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de tudo, agradeço a Deus que sempre soube o que fazer de minha vida. Ao meu anjo da guarda que me protege.

Ao meu pai, que sempre está ao meu lado. À minha mãe pela preocupação e apoio. Aos meus irmãos por servirem de exemplo.

Ao meu namorado pelas inúmeras ajudas e opiniões que me deu.

Ao Professor Tenente Vinícius Oliveira pela paciente e excelente orientação desta monografia. Seu direcionamento de pesquisa, suas sugestões e apontamentos para o bom desenvolvimento do trabalho.

*Para conquistar coisas importantes, devemos não apenas agir, mas também sonhar, não apenas planejar, mas também acreditar.  
(ANATOLE FRANCE).*

## RESUMO

Ao se estudar a Meteorologia, aprende-se muito sobre a dinâmica terrestre e passa-se a compreender melhor o que acontece ao nosso redor diariamente. A previsão tem como principal objetivo reduzir e prevenir acidentes que antes eram inevitáveis. Muitos ocorreram na busca do homem pela sobrevivência e expansão de territórios ao ter se lançado no mar, ou na busca de especiarias na época das Grandes Navegações. Este trabalho pretende mostrar quão importante é o conhecimento da meteorologia para os marítimos e também para a população do continente. Foi o caso do Furacão Sandy que afetou a costa leste dos Estados Unidos, tendo sido previsto graças aos adventos da meteorologia e assim evitado danos maiores. Pelo fato das operações marítimas serem sensíveis às condições ambientais, informações envolvendo as apropriadas medidas a serem tomadas a fim de prover a segurança da embarcação e da tripulação e, as ferramentas à disposição do marítimo para auxiliar na prevenção, podem ser encontradas neste trabalho. Além disso, uma grande quantidade de informações sobre a dinâmica terrestre com foco no Oceano Atlântico e em sua influência tanto econômica como climática em nossas vidas estão presentes, para garantir compreensão dos fenômenos e como encará-los a partir disso. Será ressaltado ainda nesse trabalho o papel fundamental do navegante em saber interpretar de forma correta as informações meteorológicas transmitidas. Com as informações em mãos o oficial deve ter segurança e certeza em suas decisões, pois uma falha pode causar muitas perdas. Será, enfim, ressaltado que é possível interpretar o tempo analisando fenômenos ao nosso redor, como o vento e ondas, ressacas e estudando a dinâmica do planeta.

Palavras-chaves: Navegação. Oceano Atlântico. Atividades Convectivas. Previsão Meteorológica.

## **ABSTRACT**

By studying meteorology, much is learned about the terrestrial dynamics and we can better understand what happens around us daily. The forecast has as main objective to reduce and prevent accidents that were unavoidable. Many occurred in man's quest for survival and expansion of the territories who have cast into the sea, or in search of spices in the Great Navigations time. This work aims to show how important is the knowledge of meteorology for seafarers and also for the continent's population. It was the case of the Hurricane Sandy which affected the east coast of the United States, having been foreseen thanks to the advent of meteorology and so avoided further damage. Since maritime operations are sensitive to environmental conditions , information involving the appropriate actions to be taken in order to ensure the safety of the vessel and crew, and the tools available to the seafarers to assist in the prevention , can be found in this work. In addition, a large amount of information on the terrestrial dynamics focusing on the Atlantic Ocean and its influence on both economic and climate in our lives are present, to ensure understanding of the phenomena and how to face them from that. Will be highlighted further in this work the role of the sailor to know the correct way to interpret weather information transmitted. With the information in hand the officer must have security and certainty in their decisions, because a failure can cause many losses . Will finally be noted that it is possible to interpret the weather analyzing phenomena around us, such as the wind and waves, tidal waves, and studying the dynamics of the planet .

**Key-words:** Navigation. Atlantic Ocean. Convective Activities. Weather Forecast.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Classificação das nuvens. Fonte: [pre-vestibular.arteblog.com.br/22438/NUVENS-DEFINICAO-FORMACAO-E-CLASSIFICACAO](http://pre-vestibular.arteblog.com.br/22438/NUVENS-DEFINICAO-FORMACAO-E-CLASSIFICACAO) \_\_\_\_\_ 20

**Tabela 2:** Escala Saffir-Simpson. Categoria dos furacões. Fonte: [www.infopedia.pt](http://www.infopedia.pt) \_\_\_\_\_ 27

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Ilustração dos tipos de nuvens e sua classificação. Fonte: [pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem](http://pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem); acessado em 3 de janeiro de 2012 \_\_\_\_\_ 21
- Figura 2:** Ilustração da ZCIT próxima ao Equador. Fonte: Imagem do satélite METEOSAT 5, setorizada, no canal infravermelho, em 15/03/94 às 18:00 TMG (Melo, 1997) \_\_\_\_\_ 23
- Figura 3:** Identificação do Oceano Atlântico. Fonte: [www.eb23-cmdt-conceicao-silva.rcts.pt/sev/hgp/1.5.htm](http://www.eb23-cmdt-conceicao-silva.rcts.pt/sev/hgp/1.5.htm); acessado em 21 de julho de 2013 \_\_\_\_\_ 28
- Figura 4:** fase positiva da NAO. Fonte: [www.ipma.pt/pt](http://www.ipma.pt/pt) \_\_\_\_\_ 31
- Figura 5:** fase negativa da NAO. Fonte: [www.ipma.pt](http://www.ipma.pt) \_\_\_\_\_ 32
- Figura 6:** Serie temporal do Índice de Oscilação Mutidecadal do Atlântico (OMA) de 1856 – 2008. Fonte: [www.esrl.noaa.gov](http://www.esrl.noaa.gov) \_\_\_\_\_ 33
- Figura 7:** Carta Sinótica. Fonte: [www.dhn.mar.mil.br](http://www.dhn.mar.mil.br); acessada em 23 de julho de 2013 \_\_\_\_\_ 37
- Figura 8:** Carta Sinótica representando o Furacão Sandy. Fonte: [www.dhn.mar.mil.br](http://www.dhn.mar.mil.br); acessado em 23 de outubro de 2012 \_\_\_\_\_ 40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAS	Altas Subtropicais do Atlântico Sul
AAN	Altas Subtropicais do Atlântico Norte
Cb	Cumulunimbus
COE	Centros de Operações de Emergência
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
FF	Frente Fria
FO	Frente Oclusa
FQ	Frente Quente
HN	Hemisfério Norte
HPC	Hydrometeorological Prediction Center
HS	Hemisfério Sul
IR	Imagem Infravermelha
NHC	Centro de Hidrografia Nacional
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NWS	National Weather Service
OAN	Oscilação do Atlântico Norte
OMA	Oscilação Multidecadal do Atlântico
PNM	Pressão ao Nível do Mar
REB	Registro Especial Brasileiro
St	Stratus
TMG	Tempo Médio de Greenwich

TSM      Temperatura da Superfície do Mar

ZCIT      Zona de Convergência Intertropical

# SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	14
1.1) Objetivo	15
<b>2 – DEFINIÇÃO DE NAVEGAÇÃO</b>	16
2.1) Navegação de Cabotagem	16
2.2) Navegação de Longo Curso	17
<b>3- SISTEMAS METEOROLÓGICOS</b>	19
3.1) Desenvolvimento de Atividade Convectivas	19
3.2) Nuvem Cumulonimbus (Cb) sobre o Oceano	20
3.3) Sistemas Tropicais	21
3.3.1) ZCIT	22
3.3.2) Onda Tropical	23
3.3.3) Tempestade Tropical (Tormenta)	25
3.3.4) Ciclone Tropical (Furacão)	25
3.4) Influência do Oceano Atlântico no clima e na navegação	28
3.4.1) Dados e importância econômica	28
3.4.2) Dipolo positivo e negativo no Oceano Atlântico	29
3.4.3) Oscilação do Atlântico Norte (OAN)	30
3.4.4) Oscilação Multidecadal do Atlântico Norte (OMA)	32
<b>4- PREVISÃO METEOROLÓGICA</b>	34
4.1) Interpretação de informações meteorológicas	34
4.1.1) Imagens de satélites	34

4.1.2) Cartas Sinólicas de Pressão a Nível Médio do Mar	35
<b>5- ESTUDO DE CASO</b>	<b>38</b>
CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

O homem desde a pré-história, precisava se locomover para garantir sua sobrevivência. Esta necessidade levou-o naturalmente a descobrir os caminhos do mar.

Devido à imensidão dos oceanos, possivelmente os rios tenham sido os primeiros caminhos marítimos experimentados pelo homem. Assim o medo do desconhecido diminuía, conhecimentos e experiências eram adquiridos e aplicados para as novas expedições que foram avançando e seguindo os cursos naturais até chegar ao mar e, do mar, ao oceano.

Em suas experiências no mar povos primitivos criaram as primeiras técnicas de navegação, as primeiras embarcações. Para adquirir tais conhecimentos a observância do vento, das ondas e das marés, das chuvas e do mal tempo também foram levados em consideração. Por muitas vezes a chuva pegava os navegantes desprevenidos causando desastres e perdas.

Até mesmo depois de certa evolução das navegações cerca de quinze séculos depois, muitas caravelas eram perdidas nas expedições às Índias em busca de especiarias, no Cabo da Boa Esperança, já conhecido com Cabo das Tormentas localizado bem ao Sul da África, caracterizado pelas violentas tempestades e fortes ventos.

Durante muito tempo as previsões meteorológicas demoravam cerca de seis meses para serem concluídas, o que é totalmente inviável. Havia a necessidade de se poder saber o estado do mar, as condições do tempo e como e quando ele mudaria. Por isso, atualmente existem inúmeros satélites meteorológicos para analisar a dinâmica das nuvens, existem cartas sinóticas para se analisar o tempo presente e fazer um prognóstico para alguns dias, e ainda os boletins meteorológicos para avisos de mau tempo.

A previsão não somente ajudou a população no próprio continente, sendo possível evacuar áreas com ameaças de tornados, diminuindo perdas de vida, como principalmente o navegante, que se encontra à mercê do estado do mar. A previsão meteorológica é um grande avanço dado pela humanidade para evitar perdas tanto no mar quanto em terra.

## 1.1 Objetivo

- Geral: Mostrar a influência do Oceano Atlântico no cenário mundial em relação ao comércio e sua influencia no clima terrestre.
- Específico: A influencia do Oceano Atlântico, para o navegante.

## **CAPÍTULO 2**

### **DEFINIÇÃO DE NAVEGAÇÃO**

#### **2.1 Navegação de Cabotagem**

Navegação de cabotagem é a circunscrita ao território nacional que tem por finalidade a comunicação e o comércio entre os portos do país, abrangendo inclusive os rios que correm em seu território. Existe ainda o termo "cabotagem internacional", o qual é utilizado frequentemente para designar a navegação costeira envolvendo dois ou mais países, como por exemplo, Brasil e Uruguai.

O transporte de cabotagem foi muito utilizado na década de 1930 no transporte de carga a granel, sendo o principal modelo de transporte utilizado quando as malhas ferroviária e rodoviária apresentavam condições precárias para o transporte.

Incorre nas penas do crime de contrabando e descaminho àquele que pratica Navegação de Cabotagem fora dos casos permitidos em lei.

Lei nº 9432/1997 – Dispõe Sobre a Ordenação do Transporte Aquaviário.

É a Navegação realizada entre Portos ou Pontos do Território Nacional, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores.

Dentre os aspectos favoráveis ao desenvolvimento desse tipo de navegação no Brasil tem-se a extensa costa marítima dotada de portos e terminais portuários em contínuo processo de modernização e ampliação da capacidade de movimentação de cargas, a concentração ao longo da costa dos setores produtivos e consumidor e investimentos na infraestrutura de transportes terrestres permitem o desenvolvimento do transporte multimodal porta-a-porta.

Como vantagens, podemos citar menor custo unitário, menor índice de avarias, menor índice de sinistros, redução do desgaste das malhas rodoviárias, redução de acidentes nas estradas, menor consumo de combustíveis e ainda, menor índice de poluição.

## 2.2 Navegação de Longo Curso

A Navegação de Longo Curso é a navegação realizada entre portos de diferentes nações, utilizando a via marítima e as vias navegáveis interiores.

A navegação de longo curso no país teve grande impulso nos anos 70 com a implementação de diversos planos de construção naval apoiados em fortes incentivos e subsídios governamentais. Até então, todas as empresas eram estatais - Fronape (granel líquido), Docenave (granel sólido) e Lloyd Brasileiro (carga geral). Somente após a introdução de forte controle do governo sobre todas as etapas relativas à operação (rotas, fretes, parcerias etc.), as empresas privadas se lançaram nesta atividade. O desenvolvimento verificado desde então, ocorreu de forma rápida e contínua até meados da década de 80. Após este período, foram postas em prática diversas medidas que alteraram profundamente o ambiente de forte proteção à indústria nacional, resultando numa imediata retração dos investimentos.

A partir de 1986, a frota se reduz de forma acentuada. A perda de embarcações que operam no longo curso pode ocorrer, basicamente, em quatro situações. A venda para empresas estrangeiras; transferência para subsidiárias no exterior (ex: Docenave); transferência da operação do navio para a navegação de cabotagem (ex: Lloyd) e, retirada de operação do navio (ex: Lloyd). Assim, a frota sob bandeira brasileira era semelhante à existente em 1976.

Foi definida então, a criação do Registro Especial Brasileiro - REB, pelo o qual as empresas armadoras podem transferir o registro de suas embarcações, contando com diversos benefícios fiscais e trabalhistas. O REB, previsto na Lei, incorpora conceitos utilizados internacionalmente tanto nos países que oferecem Registro Livre, quanto naqueles que possuem 2º Registro. Ressalte-se que há estímulos ao retorno da frota brasileira registrada sob bandeira de conveniência (flag-in), pois é oferecido aos armadores, sem quaisquer ônus, o registro no REB de suas embarcações sob bandeira de conveniência.

A principal empresa afretadora no longo curso é a Petrobrás, respondendo por 77% dos gastos computados neste tipo de navegação. Isso se justifica porque apesar de, em regra, o longo curso ser aberto aos armadores, às empresas de navegação e às embarcações de todos os países, todas as Empresas Brasileiras de Navegação que transportam petróleo e derivados têm a obrigatoriedade de registrar os seus

afretamentos para exportação desses produtos (monopólio da União), como de solicitar autorização para afretar embarcações destinadas ao transporte marítimo de hidrocarbonetos de origem estrangeira (carga prescrita).

Outras empresas também apresentaram significativos gastos com afretamentos em 2011, é o caso da Aliança Navegação e Logística, a Flumar Transportes de Químicos e Gases e a Empresa de Navegação Elcano.

## CAPÍTULO 3

### SISTEMAS METEOROLÓGICOS

#### 3.1 Desenvolvimento das Atividades Convectivas

O processo convectivo baseia-se na ascensão natural e espontânea do ar quente. Com a incidência da radiação solar na superfície terrestre o ar dessa região fica aquecido ocorrendo assim uma leve ascensão do ar por ser menos denso que o ar frio. Essa ascensão desencadeia a redução da pressão atmosférica à superfície, facilitando a convergência de ar, de forma contínua. Se esse ar que está convergindo continuar a se aquecer, a ascensão de ar quente se manterá, dando prosseguimento ao processo convectivo. Quando este processo é intensificado pelo aquecimento em superfície e com presença de vapor d'água, resulta na formação de nuvens tipo Cumulus e estas em Cumulonimbus, conseqüentemente em trovoadas, relâmpagos e precipitação. Portanto, é útil que o navegante saiba identificar as condições propícias para o desenvolvimento das atividades convectivas.

As atividades convectivas por serem formadas pelo ar seco mais vapor d'água possuem enorme quantidade de energia armazenada na forma de calor latente de evaporação e liberada na forma de calor latente de condensação. No ar seco não há água para possuir essa energia armazenada, pois não contem vapor d'água. Por isso, quando o processo ocorre na região marítima, observa-se grande contribuição da umidade para o seu desenvolvimento. A energia que sustenta os furacões provem das altas temperaturas nas regiões dos trópicos, conseqüentemente mais armazenamento de calor latente de evaporação. Por essa razão os furacões perdem sua força inicial quando penetram no continente e se dissipam.

O desenvolvimento das atividades convectivas na costa, afeta a navegação de cabotagem e é intensificada. Na costa, o processo inicia-se pela manhã e desenvolve-se ao longo do dia, conforme o continente vai sendo continuamente aquecido pelo Sol. A existência de uma região com aquecimento mais acentuado que as regiões próximas resulta em um gradiente horizontal de temperatura e conseqüentemente em gradiente horizontal de pressão.

É interessante então, o navegante estar atento à ocorrência desses fatores, na área marítima de seu interesse (LOBO et al., 2007).

### 3.2 Nuvem Cumulonimbus (Cb) sobre o oceano

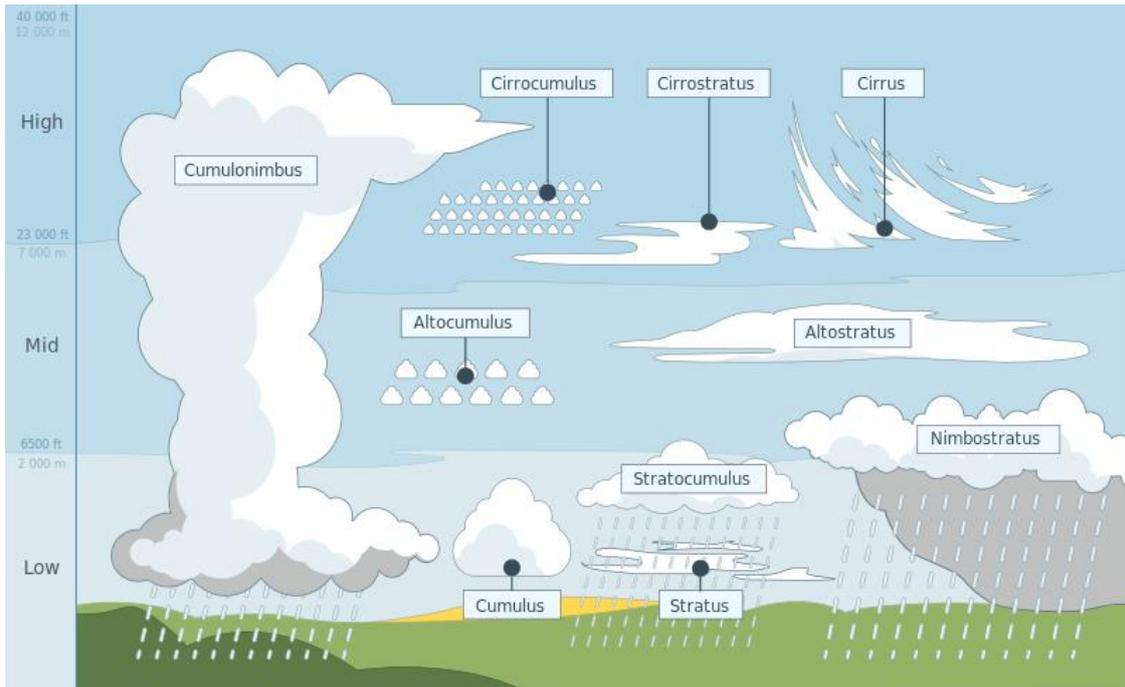
Uma nuvem consiste num agregado visível de pequenas gotas de água ou cristais de gelo suspensos no ar. As nuvens são classificadas internacionalmente em dez tipos, tendo como referência a altura de sua base em relação à superfície do mar ou do solo. Os tipos de nuvem são divididos em altas, médias e baixas como mostra a tabela 1.

**Tabela 1: Classificação das Nuvens.**

FAMILIA	GENERO	
Nuvens Altas	Cirro	Ci
	Cirrocúmulo	Cc
	Cirrostrato	Cs
Nuvens Médias	Alto cúmulo	Ac
	Alto strato	As
	Nimbostrato	Ns
Nuvens Baixas	Estrato cúmulo	Sc
	Estrato	St
	Cúmulo	Cu
	Cunulonimbo	Cb

A identificação dos diversos tipos de nuvens deve ser feita de forma rápida para não criar dúvidas ao observador, requerendo experiência e cuidados do navegante.

De acordo com a Figura 1, as nuvens baixas têm suas bases situadas abaixo do nível de 2000 metros, nuvens médias possuem sua base entre 2000 metros e 7000 metros, já as nuvens altas possuem base acima de 7000 metros.



**Figura 1: Ilustração dos tipos de nuvens e sua classificação. Fonte: [pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem](http://pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem); acessado em 3 de janeiro de 2012**

A nuvem Cb apesar de ser considerada uma nuvem cuja sua base é baixa, ocupa todos os níveis da atmosfera devido ao seu grande desenvolvimento vertical (PETTERSEN 1968). É a principal nuvem responsável por criar grandes trovoadas e tempestades que o navegante costuma enfrentar. Esse tipo de nuvem apresenta grande quantidade de vapor d'água, água e gelo, possui movimento constante, correntes de ar ascendentes e descendentes, provocando grandes trovoadas e atingindo a superfície com fortes rajadas de vento.

Ainda segundo Pettersen 1968, a presença de uma Cb na atmosfera causa a ocorrência de precipitação, relâmpagos, trovões, ventos muito fortes (rajadas de vento superiores a 30 nós precedem o temporal), rápidas quedas de temperatura, e até mesmo variação de pressão que pode causar trombas d'água.

Portanto pode-se considerar a nuvem Cb como a de maior relevância para o navegante, baseado no fato de que sua presença sempre é associada a ventos forte, ondas grandes, mal tempo, trovoadas e até de tornados.

### 3.3 Sistemas Tropicais

Os sistemas convectivos são importantes nas regiões tropicais, pois são responsáveis pela maior parte da precipitação. Além disso, eles são os principais responsáveis pelas

transferências verticais de energia na troposfera tropical. Neste capítulo serão citados os principais sistemas tropicais, seu desenvolvimento e relevância para o navegante.

### 3.3.1 ZCIT

Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é a área que circunda a Terra, próxima ao equador, onde os ventos originários dos hemisférios norte e sul se encontram. No hemisfério norte, os ventos alísios se movem de nordeste para sudoeste, enquanto no hemisfério sul eles vão de sudeste para noroeste. Quando a ZCIT está posicionada ao norte ou ao sul do equador, essas direções variam conforme a força de Coriolis, provocada pela rotação da Terra. Por exemplo, quando a ZCIT está ao norte do equador, o vento alísio de sudeste muda para sudoeste quando cruza o equador.

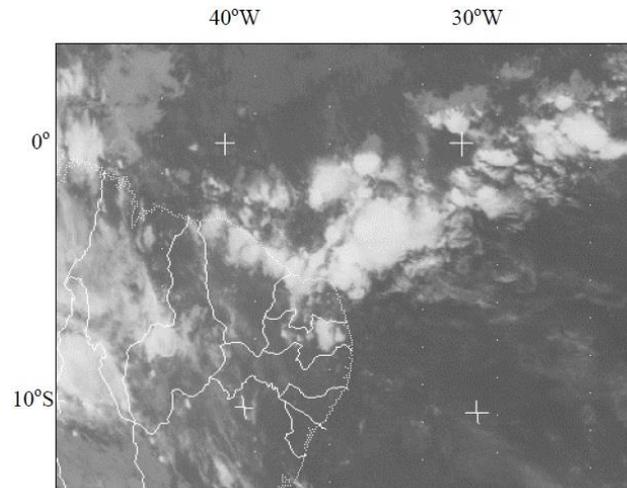
O movimento ascendente de ar, gerado pela convergência dos ventos alísios nos baixos níveis, é facilmente observado nas fotos de satélite pela área de nebulosidade convectiva que se forma na faixa equatorial em volta do globo (Figura 2). Além de exercer influência direta sobre a região equatorial, a ZCIT é fundamental para o balanço térmico global. A ZCIT está localizada no ramo ascendente da célula de Hadley e tem grande importância na transferência meridional de energia (WALISER; SOMERVILLE, 1994).

É formada a partir da interação entre a confluência dos ventos alísios, a região do cavado equatorial, as áreas de máxima temperatura da superfície do mar (TSM) e de máxima convergência de massa (UVO, 1989). A principal característica deste sistema é se posicionar sobre as áreas oceânicas com anomalias de TSM positivas e anomalias de Pressão ao Nível do Mar (PNM) negativas (HASTENARTH, 1991).

A posição média da ZCIT encontra-se um pouco ao norte do Equador, entretanto a sua localização latitudinal apresenta grande variação com a estação do ano e a longitude. Sobre a região do Atlântico Equatorial, normalmente, a ZCIT desloca-se de 14°N (agosto e setembro) a 2°S (março e abril) (PHILANDER et al., 1996).

A ZCIT se apresenta como uma faixa de nuvens com grande desenvolvimento vertical (Cb), de 3 a 5 graus de largura, frequentemente de tempestades, que circunda o globo próximo ao equador. Estas nuvens agrupam-se, também, em formações denominadas ‘aglomerados’, que se caracterizam pelo transporte de calor da superfície.

A ZCIT é formada pelo movimento vertical em grande parte derivado da atividade convectiva de tempestades provocadas pelo aquecimento solar, as quais efetivamente sugam o ar; esses são os ventos alísios. A ZCIT é na verdade um marcador do trecho ascendente da célula de Hadley, e é úmida.



**Figura 2: Ilustração da ZCIT próxima ao Equador. Fonte: Imagem do satélite METEOSAT 5, setorizada, no canal infravermelho, em 15/03/94 às 18:00 TMG ( Melo, 1997)**

### 3.3.2 Onda Tropical

Distúrbios tropicais que se deslocam na circulação da célula de Hadley são conhecidos como depressões tropicais se a velocidade média do vento em um minuto não excede 33 nós, são tormentas tropicais se o vento médio varia entre 33 e 64 nós; e são designadas como ciclones tropicais somente se os ventos excedem 64 nós, medidos em um minuto.

Uma onda tropical ou uma onda no Oceano Atlântico oriental é uma área alongada de relativamente baixa pressão orientada de norte a sul. Ele se move de leste a oeste nos trópicos causando áreas de nuvens e tempestades que costumam ser vistos por trás do eixo da onda. Estas ondas são formadas por fissuras numa alta subtropical, que geralmente está localizada na região central de um oceano. As ondas tropicais também podem ser formar em fissuras numa área de alta pressão permanente estacionada ao norte ou ao sul da ZCIT.

Ondas tropicais são transportadas para oeste pelos ventos alísios, que sopram paralelamente aos trópicos, e podem levar á formação de ciclones tropicais na bacia do

Oceano Atlântico, norte e nordeste do Pacífico. Uma onda tropical geralmente segue uma área de baixa intensidade de ar seco que sopra do Nordeste.

A onda tropical na bacia do Atlântico desenvolve-se de distúrbios decorrentes da África para o Oceano Atlântico. Estes são reforçados ou gerados pelo jato leste. O tempo de circulação do grande transoceânico anticiclone dos Açores centrado nas proximidades da ilha homônima, dirigindo ondas que se deslocam para leste das áreas costeiras do norte da África para a América do Norte.

Como zonas de instabilidades atmosféricas, as ondas tropicais têm um papel fundamental na ciclogênese tropical de ciclones tropicais. Aproximadamente 60% dos ciclones tropicais são provenientes de ondas tropicais, enquanto que cerca de 85% dos mais intensos furacões no Atlântico (categoria 3 ou mais na escala Saffir-Simpson Hurricane representada pela tabela 2) desenvolvem-se a partir dessas ondas. Os ciclones tropicais às vezes podem se degenerar em uma onda tropical novamente. Geralmente, isso ocorre devido a um forte cisalhamento em altura. Se ele diminui, a tempestade pode crescer novamente.

Se uma onda tropical se move rapidamente, pode ter ventos tão ou mais intensos do que uma tempestade tropical. No entanto, não será considerado como tal, a menos que tenha uma circulação fechada. Um exemplo disso foi o furacão Claudette em 2003, onde os ventos de onda originais atingiram 39 nós antes de desenvolver a circulação.

O número de ondas geradas não parece estar relacionado com o número de ciclones no Atlântico anualmente. Diz-se que quase todos os ciclones tropicais no leste do Oceano Pacífico pode ter se originado na África (ÁVILA E PÁSCOA, 1995).

Desconhece-se atualmente como o número de ondas tropicais muda de ano para ano, tanto em intensidade e localização, devendo-se manter atenção constantes às cartas sinóticas de pressão ao nível do mar, para obter informações atualizadas para monitorar a posição e o desenvolvimento de uma onda tropical. Na figura 7, tem-se uma Carta Sinótica com uma onda tropical representada nela.

### **3.3.3 Tempestade Tropical (Tormenta)**

É uma tempestade intensa, mas de menor proporção que um furacão. Pode-se formar sobre a terra ou o mar. Caracteriza-se pela rápida ascensão de ar quente e úmido de baixa altitude em direção às partes mais altas da atmosfera.

Tempestades marítimas tropicais violentas, quando completamente desenvolvidas se tornam ciclones tropicais. Frequentemente possuem uma forma circular, com pressões muito baixas na região central e ventos superiores a 64 nós. Em geral a velocidade do vento é superior a 97 nós, e eles são um dos mais devastadores e amedrontadores fenômenos naturais. A previsão do desenvolvimento destes sistemas é um dos maiores problemas não resolvidos da meteorologia atual.

Tormenta tropical consiste em uma enorme massa de ar quente e úmida acompanhada de nuvens espessas, ventos muito fortes e precipitação abundante, que pode cobrir uma área normalmente circular, com diâmetro entre 400km a 2000km. Uma perturbação meteorológica poderá provocar a formação de uma onda no escoamento dos ventos de leste, com geração de circulação fechada, a qual poderá evoluir para a ocorrência de uma tormenta tropical. (SANNINO,1968).

### **3.3.4 Ciclone Tropical (Furacão)**

Segundo Ahrens (p.294), um furacão é uma intensa tempestade de origem tropical que sustentam ventos que excedem 64 nós e se formam sobre o morno Atlântico Norte e no leste do oceano Pacífico Norte. Para esse mesmo tipo de tempestade é dado diferentes tipos de nomes em diferentes regiões do mundo. No oeste do Pacífico Norte é chamado de tufão, na Índia de ciclone e na Austrália de ciclone tropical. Por um acordo internacional, ciclone tropical é o termo geral para designar toda tempestade tipo furacão que é originado sobre águas tropicais.

Conforme Donn (p.305), o furacão pode ser considerado como uma simples máquina de calor dirigida pela diferença de temperatura entre o centro e as margens. A coluna central

tem que ser mais quente que em sua volta em cada nível a fim de manter uma forte convecção, da qual depende a sua existência.

Um ciclone tropical é definido como um vórtice atmosférico com rotação ciclônica (horária no Hemisfério Sul e anti-horária no Hemisfério Norte) que varia de algumas centenas de km até 3.2 mil km aproximadamente. Estão associados com um centro de baixa pressão e nuvens convectivas organizadas em bandas espirais, com uma massa de nuvens convectivas sustentadas próximas ao centro. São caracterizados e guiados pela liberação de grandes quantidades de calor latente, que ocorre quando ar úmido é levado para cima e seu vapor se condensa. Este calor é distribuído verticalmente em torno do centro do ciclone. Também é um sistema barotrópico (apresentam apenas variação na pressão) enquanto os sistemas extratropicais são sistemas baroclínicos (apresentam variação de pressão e temperatura).

Um ciclone extratropical é uma área de baixa pressão atmosférica em seu centro ou ciclone de origem não tropical. Fenômeno que apresenta temperaturas baixas no seu interior e ventos girando no mesmo sentido desde a superfície até os altos níveis. Geralmente encontrado nas médias e altas latitudes.

Segundo Byers (p.376) algumas características de um ciclone são as seguintes: Formam-se apenas em áreas do oceano cuja temperatura de superfície é alta, 26° ou 27°C a temperatura mais baixa já encontrada no lugar e tempo de formação; pressão e outras propriedades são simetricamente distribuídas ao redor do centro; não estão associados com o movimento dos anticiclones; sua energia deriva do calor latente de condensação; geralmente é um terço do diâmetro de um ciclone extratropical; muitas vezes são mais intensos que os ciclones extratropicais tendo a pressão de nível central de 900mb ou menos e com ventos na superfície de 100 nós.

Em relação à sua localização, Byers (p.378) diz que há oito regiões de ciclones tropicais: um no Atlântico Norte, dois no norte do Pacífico, dois na região da Índia, um no Pacífico Sul, e dois no sul do oceano Índico. De todas as regiões do planeta, o sudoeste do Pacífico Norte apresenta o maior número de ciclones tropicais. O oeste do Atlântico Norte e o mar do Caribe é talvez a região de furacões mais conhecida no mundo. Os furacões desta região, apesar de serem menos intensos que do oriente recebem muito mais atenção devido ao estrago que causam.

Os furacões são medidos de acordo com a escala Saffir-Simpson, desenvolvida no começo dos anos 1970 pelo engenheiro Herber Saffir e o diretor do Centro Nacional de Furacões dos EUA, Robert Simpson. A escala é que indica o potencial de destruição de um furacão, levando em conta pressão mínima, vento e ressaca causada pela tormenta.

**Tabela 2: Escala Saffir-Simpson. Categoria dos furacões.**

CATEGORIAS	VENTOS (km/h)	ALTURA (metros)	PRESSÃO ATMOSFÉRICA (hPa mb)
1 Danos mínimos	119 - 153	1,2 - 1,6	Igual ou maior que 980
2 Danos moderados	154 - 177	1,7 - 2,5	965 - 979
3 Danos extensos	178 - 210	2,6 - 3,8	945 - 964
4 Danos extremos	211 - 249	3,9 - 5,5	920 - 944
5 Danos catastróficos	Mais que 249	Mais que 5,5	Menor que 920

Ahrens (p.301) complementa apontando que eles se formam sobre oceanos tropicais, exceto no Atlântico Sul e no leste do Pacífico Sul. A temperatura de superfície da água é muito fria nessas áreas para o seu desenvolvimento.

O desenvolvimento de um ciclone tropical ocorrerá apenas quando condições muito específicas existirem. Um furacão origina-se como um distúrbio tropical com ventos relativamente fracos, uma área de baixa pressão, nebulosidade extensa e alguma precipitação. A principal fonte de energia é um ar quente e úmido sobre o oceano; portanto, requer que o oceanos esteja com temperatura por volta de 27° C. A superfície de ar sobre o oceano deve estar muito quente e úmida. Conforme o ar quente sobe (circulação direta), o vapor se condensa em água líquida. A energia desprendida nesse processo na forma de calor latente é o principal combustível de um furacão.

Por serem formados sobre grandes massas de água morna, os ciclones perdem sua intensidade assim que se movem sobre terra. Por isso regiões costeiras são geralmente as áreas mais afetadas pela passagem de um ciclone tropical; regiões afastadas da costa são geralmente poupadas dos ventos mais fortes.

### 3.4 Influência do Oceano Atlântico no clima e na navegação

#### 3.4.1 Dados e importância econômica

O Oceano Atlântico é o segundo maior do mundo em extensão (80 milhões de quilômetros quadrados) ficando atrás apenas do oceano Pacífico. Sabe-se que suas águas cobrem aproximadamente 20% da superfície terrestre; possui uma profundidade média de 3.700 metros; seu nível de salinidade das águas varia de 3 a 4%. Na região central do fundo deste oceano, apresenta-se uma extensa cadeia montanhosa (de norte a sul) chamada de Dorsal Mesoatlântica.

O Oceano Atlântico possui uma rica biodiversidade marinha com milhares de espécies (peixes, mamíferos marinhos, crustáceos entre outros). Além da pesca, este oceano é de extrema importância para a navegação (turismo e transportes de mercadorias). É o primeiro em importância política e econômica (nele se situam 2/3 dos portos mundiais). Em algumas regiões da costa da América, há uma grande quantidade de reservas de petróleo e gás. Sua localização é situada à Leste da América e a Oeste da África e Europa. Ao norte localiza-se o Oceano Glacial Ártico e ao sul a Antártida. A figura 3 ilustra sua identificação no mapa.



Figura 3: Identificação do Oceano Atlântico. Fonte: [www.eb23-cmdt-conceicao-silva.rcts.pt/sev/hgp/1.5.htm](http://www.eb23-cmdt-conceicao-silva.rcts.pt/sev/hgp/1.5.htm); acessado em 21 de julho de 2013

Os países banhados por esse oceano são: os litorâneos das Américas do Norte e do Sul (Canadá, Estados Unidos, Brasil, Uruguai, Argentina); pelo Mar do Caribe parte do Atlântico banha os países no norte da América do Sul; os da América Central e todos os insulares do Caribe; os países do litoral oeste da África; os países litorâneos do oeste da Europa e os do Báltico; pelo Mar Mediterrâneo são banhados os países litorâneos do sul da Europa, Norte da África, oeste da Ásia Menor.

Seus principais mares são: Mar Mediterrâneo, Mar do Norte, Mar do Caribe, Canal da Mancha e Mar da Irlanda. 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. A principal corrente marinha do Oceano Atlântico é a corrente do Golfo.

### **3.4.2 Dipolo positivo e negativo do Oceano Atlântico**

Hastenrath e Heller (1977) enfatizaram que estações chuvosas extremamente deficientes ou abundantes sobre o norte do Nordeste estariam relacionadas com o deslocamento das Altas Subtropicais do Atlântico Sul (AAS) e Norte (AAN) em direção ao equador, respectivamente. Anos de seca, por exemplo, estão associados com a expansão das AAS em direção ao equador e a retração da AAN em direção ao pólo, conjuntamente com o deslocamento para o norte do cavado equatorial. Nestes anos, a ZCIT se posiciona ao norte de sua posição climatológica. O inverso ocorre em anos chuvosos: deslocamento da AAN em direção ao Equador e retração da AAS em direção ao pólo, quando o posicionamento da ZCIT pode atingir até 50 a 60 de latitude sul.

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) presente no Pacífico Equatorial, e o gradiente meridional de anomalias de TSM sobre o Atlântico Tropical (Dipolo do atlântico tropical) controlam conjuntamente uma grande parte da variância interanual do clima sobre a América do Sul. O ENOS e o Dipolo do Atlântico tropical afetam diretamente o posicionamento da ZCIT que por sua vez influencia a distribuição da pluviometria sobre a bacia do Atlântico e norte da América do Sul. No entanto, embora a variabilidade interanual das TSM e ventos sobre o Atlântico Tropical seja significativamente menor do que a

observada no Pacífico Equatorial, essas variáveis afetam substancialmente a variabilidade climática sobre a América do Sul (Hastenrath, 1984; Nobre and Shukla, 1996).

O padrão de “Dipolo” apresenta anomalias de TSM com sinais opostos ao norte e ao sul do equador sobre o Atlântico Tropical (Hastenrath and Heller, 1977; Moura and Shukla, 1981). Tal padrão de anomalias de TSM possibilita a ocorrência de gradientes meridionais de anomalias de TSM, os quais influenciam bastante na posição latitudinal da ZCIT, alterando assim a distribuição sazonal de precipitação pluviométrica sobre o Atlântico Equatorial, parte norte do Nordeste do Brasil, até a parte central da Amazônia (Nobre and Shukla, 1996). Nos anos em que as TSM sobre o Atlântico Tropical Sul (entre a linha do equador e 15°S) estão mais altas do que a média de longo período durante março-abril-maio (MAM) e o Atlântico Tropical Norte (entre 5°N e 20°N) está menos aquecido do que a média, há formação de um gradiente meridional de anomalias de TSM no sentido de norte para sul. Nessa situação observa-se no mesmo período uma pressão ao nível do mar (PNM) mais baixa do que a média sobre o Atlântico Sul e mais alta do que a média sobre o Atlântico Norte, os alísios de sudeste mais fracos do que a média e os alísios de nordeste mais intensos do que a média, o eixo de baixa pressão à superfície e confluência dos ventos alísios deslocado mais para sul, relativamente ao seu posicionamento médio, e totais pluviométricos acima da média sobre o norte do Nordeste (Hastenrath and Heller, 1977).

Nos anos em que o fenômeno ENOS coincide com a época da estação chuvosa sobre o norte do Nordeste (de fevereiro a maio) os fenômenos atmosféricos e oceânicos sobre a bacia do Atlântico Tropical são estatisticamente mais significativos para a variabilidade interanual do clima sobre o Nordeste do Brasil do que os fenômenos sobre o Pacífico (Chu, 1984; Hastenrath et al., 1987). Muito embora as anomalias de TSM do Pacífico Equatorial ainda afetem na pluviometria.

### **3.4.3 Oscilação do Atlântico Norte (OAN)**

A Oscilação do Atlântico Norte (North Atlantic Oscillation) ou La Niña é o modo principal de variabilidade da pressão ao nível do mar no Norte do Oceano Atlântico. O padrão espacial da OAN consiste num dipolo com orientação aproximada Norte/Sul com um dos centros localizado sobre a Islândia e o outro, de sinal oposto, estendendo-se pelas latitudes médias do Atlântico Norte e centrado cerca dos 35°N, na zona dos Açores.

A oscilação representada neste modo significa que uma depressão intensa na Islândia tende a ocorrer com um anticiclone forte nos Açores (fase positiva da OAN) e uma depressão fraca na Islândia tende a ocorrer com um anticiclone fraco nos Açores (fase negativa da OAN).

A OAN tem uma grande influência no tempo da Europa e na parte leste da América do Norte, nomeadamente na temperatura à superfície, precipitação e vento. Apresenta também impactos na ecologia dos sistemas, tanto marinhos como terrestres.

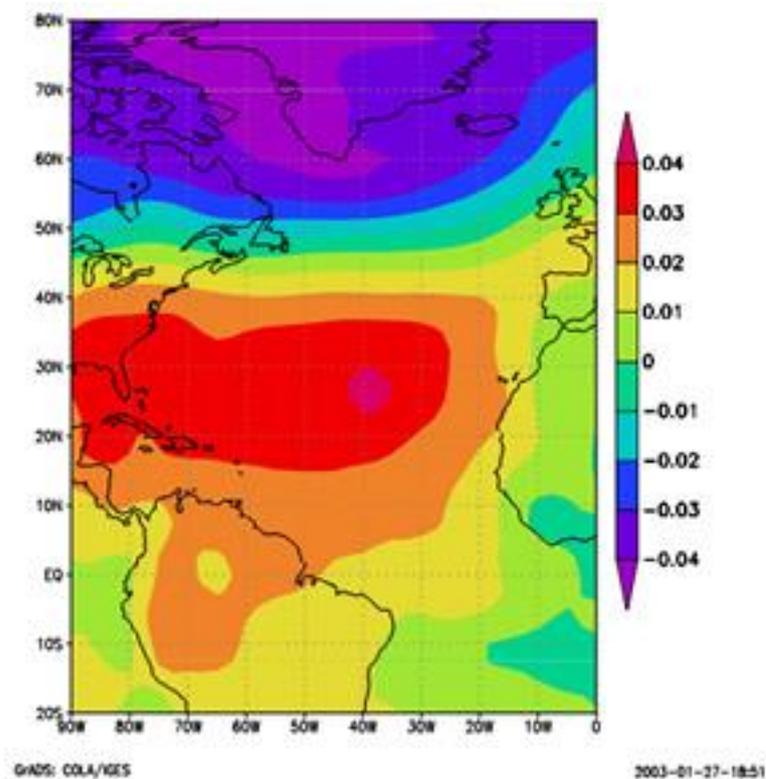


Figura 4 fase positiva da OAN. Fonte: [www.ipma.pt/pt](http://www.ipma.pt/pt)

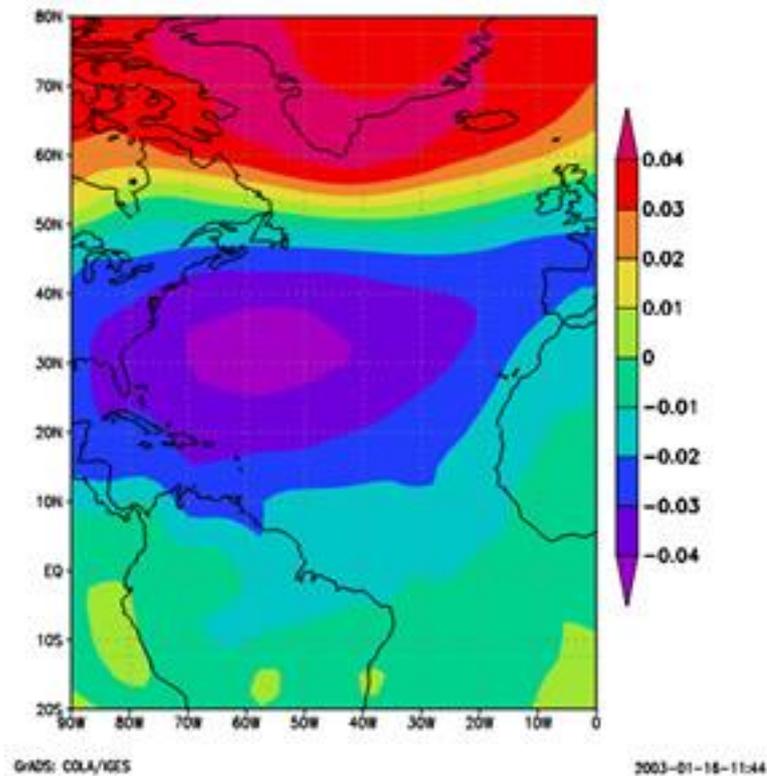


Figura 5 fase negativa da OAN. Fonte: [www.ipma.pt/pt](http://www.ipma.pt/pt)

### 3.4.4 Oscilação Multidecadal do 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  $0^{\circ}$  N a  $70^{\circ}$  N. Apresenta duas fases mostradas na Figura 3, 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 (OLIVEIRA, 2010).

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 30 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.

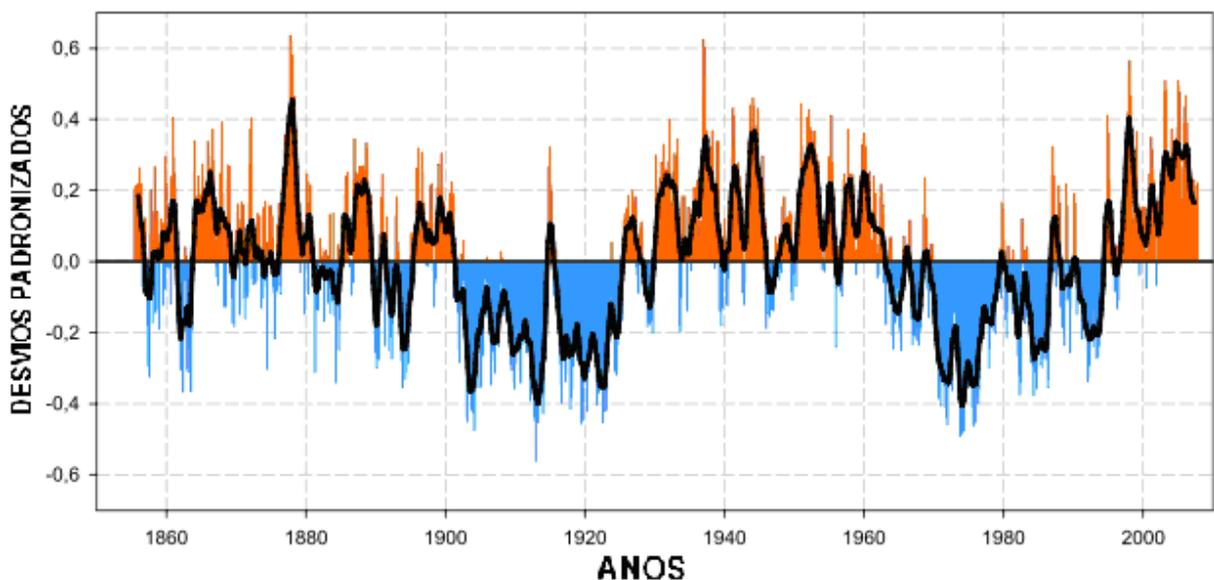


Figura 6: Serie temporal do Índice de Oscilação Mutidecadal do Atlântico (OMA) de 1856 –2008. Fonte: [www.esrl.noaa.gov](http://www.esrl.noaa.gov)

## **CAPÍTULO 4**

### **PREVISÃO METEOROLÓGICA**

#### **4.1 Interpretação de informações meteorológicas**

Neste capítulo serão apresentadas as características das imagens de satélites meteorológicos e das cartas sinóticas de pressão à superfície, que tem por objetivo auxiliar os navegantes com suas informações que interpretadas de forma correta permitem a percepção da evolução do estado do mar.

##### **4.1.1 Imagens de Satélites**

Imagens de satélite são poderosas ferramentas para observação do tempo. A principal função desse sistema é o monitoramento da atmosfera terrestre para a realização das previsões e estudos climatológicos, através de satélites geoestacionários, a 36 mil km de altitude que fornecem imagens circulares de uma face da Terra. Analisando a sequência de imagens, é possível avaliar tendências do desenvolvimento do tempo pelo deslocamento das nuvens, sua evolução, sua intensidade e as características da sua trajetória. A sequência de varias imagens seguidas nos ajuda a entender como o tempo esta se desenvolvendo e é um grande auxilio, junto às cartas do tempo, na previsão do tempo.

Além de coletar as imagens das nuvens, aparecem nas imagens a poluição, tempestades de areia, gelo ou neve, auroras, mudança das características da superfície dos continentes e dos oceanos e mudança na vegetação de uma determinada área. As imagens podem ser no canal de espectro visível ou no canal de espectro infravermelho, permitindo assim diferenciar tipos de nuvens, sistemas frontais no globo e furacões.

A imagem infravermelha (IR) é mais usada é mais divulgada. Este tipo de imagem tem

como fundamento a temperatura da coluna de ar interno. Possibilitando o recolhimento de dados em diferentes níveis como nuvens altas, nuvens baixas, nuvens médias, nevoeiros e superfície do solo ou oceano. Com esse tipo de imagens somos capazes de identificar os tipos de nuvens e de forma mais apurada descrever o estado do tempo, os fenômenos e os sistemas sinóticos que estão ocorrendo. Pode-se de forma simples interpretar uma imagem IR. As partes brancas indicam regiões com presença de nuvens. As nuvens Cumulus e Stratus aparecem na imagem IR de forma menos clara o que indica que são nuvens menos espessas. E quanto menos clara aparece um stratus mais baixo ela está.

É sempre importante que o navegante tenha habilidade na interpretação das imagens recebidas para evitar no que possível acidentes.

#### **4.1.2 Cartas Sinóticas de Pressão a Nível Médio do Mar**

Consistem em linhas isóbaras (linhas com as mesmas pressões), com seus valores discriminados, representam a pressão atmosférica à superfície. Pela análise de uma carta sinótica, pode-se determinar: a direção do vento, intensidade da atividade convectiva na ZCIT, nível de nebulosidade, sistemas frontais e atividades convectivas, pode se prever tormentas e a direção e intensidade de ondas e vagas. Essas informações obtidas nas cartas sinóticas são de grande importância para que o navegante possa prever o tempo nas próximas horas na região de seu interesse, na prevenção de acidentes e determinação da rota.

A Carta Sinótica é um mapa que também apresenta a localização dos centros de alta pressão e centros de baixa pressão. Esses centros de alta ou baixa são representados por cristas e cavados respectivamente no Hemisfério Sul (HS), que são centros de baixa com suas isóbaras em uma configuração bastante alongada, formados pela alteração do Escoamento Zonal (alteração da componente meridional dos ventos de Noroeste (NW) no Hemisfério Norte, e de Sudoeste (SW), no HS). O cavado apresenta a zona de separação das massas de ar com características diferentes de temperatura, umidade e pressão, que recebem o nome de Frentes. Se ar frio avança em direção do ar quente, dá-se o nome de Frente Fria (FF), e se o ar quente avança em direção do ar frio, se dá o nome de Frente Quente (FQ). Porém, as massas de ar deslocam-se em velocidades diferentes devido a sua diferença de densidades e pelas influências do movimento da Terra. Por isso pode ocorrer uma Frente Oclusa (FO), ou seja,

um encontro da FF com a FQ. A FF é representada pela cor azul com triângulos, a FQ pela cor vermelha com semi-círculos, a FO é representada pelas duas cores com triângulos e semi-círculos intercalados no mesmo sentido e uma Frente Estacionária é representada pelas duas cores com triângulos e semi-círculos intercalados porém em sentidos opostos como representado na Figura 7.

Neste tipo de carta também temos uma linha de instabilidade que é representada graficamente por meio de duas pequenas linhas paralelas que podem ser acrescida da simbologia de tempo presente (chuva, chuvisco, pancadas...). A importância da análise das frentes nas cartas sinóticas ocorre porque o processo de oclusão favorece as atividades convectivas, como a formação de Cb, sistemas tropicais e ZCIT.

O eixo do cavado, que é a parte da frente fria posicionada sobre o alongamento das isóbaras, é uma configuração bastante notória em uma imagem de satélite, pois é a área que apresenta um branqueamento maior, devido à intensa formação de Cb sobre o seu eixo, e sobre o eixo da frente quente, há formação de nuvens do tipo Stratus, que também apresentam uma configuração esbranquiçada, mas não tão intensa quanto à do eixo do cavado, devido ao menor acúmulo de água. Na apresentação da frente oclusa, há uma mistura das duas características. É importante ressaltar que, com a mudança, de uma frente para outra, a direção do vento muda, um importante indicativo para detecção de sua passagem.

Na interpretação de uma Carta Sinótica devem-se identificar os cavados e cristas. Com eles identificados é possível se determinar a direção e intensidade dos ventos e conseqüentemente das ondas, em uma determinada região. Por exemplo, quando as isóbaras de um centro de baixa pressão estão muito alongadas, é um indício de ventos contínuos. Outro fator a se analisar, é o espaçamento entre as isóbaras, quanto mais estreitas mais intenso o vento, este também sopra paralelamente as isóbaras. O próximo passo é identificar os centros de baixa pressão, onde ocorrem a ascendência do ar (atividade convectiva, formação de nebulosidade) e os centros de alta pressão, onde ocorrem a descendência do ar e bom tempo. E por fim, identificar as frentes frias, quentes e oclusas, que são o encontro de massas de ar com diferentes temperaturas. Nas cartas sinóticas, também é identificado a ZCIT, além da própria linha do equador. A seguir é apresentada uma carta sinótica de pressão à superfície.

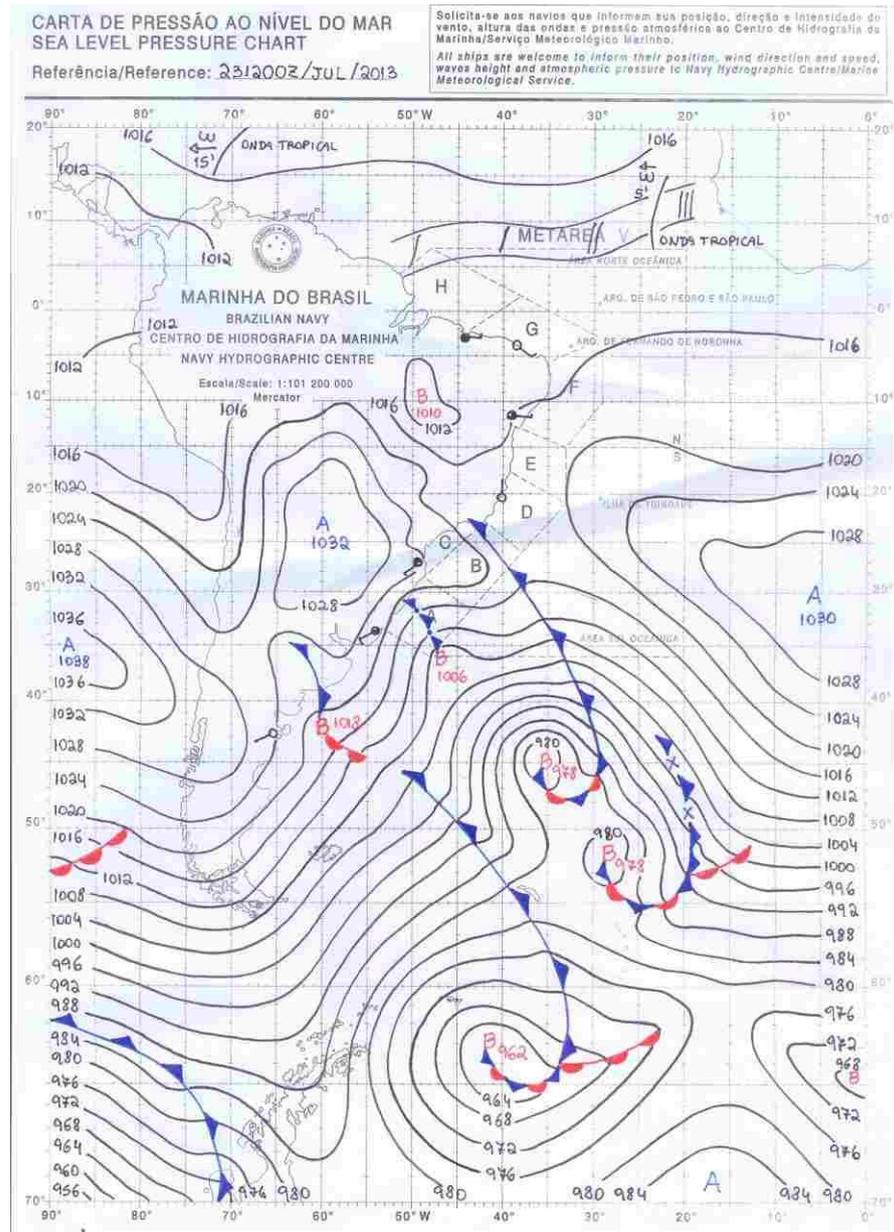


Figura 7 - Carta sinótica. Fonte: [www.dhn.mar.mil.br](http://www.dhn.mar.mil.br); acessado em 23 de julho de 2013

Para representa a direção do vento é usado uma seta com um pequeno círculo numa extremidade e traço na outra. A extremidade com traço indica de onde o vento sopra. A cobertura do céu é indicada pelo pequeno círculo na outra extremidade. Quando as isóbaras tiverem com longos trechos retílineos perpendiculares à costa teremos ressaca que é caracterizada por ondas forte no litoral e portos menos protegido.

## **CAPÍTULO 5**

### **ESTUDO DE CASO**

O Ciclone Tropical Sandy foi único em muitos aspectos. Seu percurso historicamente sem precedentes se aproximou de Nova Jersey e Nova York a partir do leste, tempestades tropicais, porém, geralmente se aproximam pelo Sul. Sandy também fez uma transição atípica para o status de pós-tropical. A tempestade evoluiu quando um ciclone tropical se fundiu com um sistema de baixa pressão intensa e aumentou dramaticamente em tamanho antes de se atingir terra firme.

Sandy atingiu terra firme ao longo da costa sul de Nova Jersey em 29 de outubro de 2012, causando devastação histórica e perda substancial de vida. O Centro Nacional de Furacões, que relatou o ciclone tropical, estimou que o número de mortes causadas pelo furacão foram 147 de forma direta. Nos Estados Unidos, o ciclone causou 72 mortes diretas em oito estados: 48 em Nova York, 12 em Nova Jersey, 5 em Connecticut, 2 na Virginia e na Pensilvânia, e 1 cada em Nova Hampshire, West Virginia e Maryland.

O furacão também causou 75 mortes de forma indireta (ou seja, relacionadas às condições inseguras ou prejudiciais à saúde que existiam durante a fase de evacuação, na ocorrência do furacão, ou durante a fase pós-furacão). Esses números tornaram o Sandy o mais devastador furacão a atingir os Estados Unidos no continente desde o Katrina em 2005, assim como o mortal furacão que atingiu a costa dos EUA desde o Agnes em 1972.

Os danos causados pelo Sandy excederam US \$ 50 bilhões, com vinte e quatro estados afetados. Sandy era tão grande que os ventos com força de tempestade tropical se estenderam por uma área de mil milhas em diâmetro. Sandy fez os níveis de água subirem ao longo de toda a costa leste do EUA a partir da Flórida. A maior tempestade e maior inundações, que atingiu níveis recordes, ocorreu em Nova Jersey, Nova York e Connecticut, especialmente em torno da área metropolitana de Nova York. Em muitos destes locais, especialmente ao longo das costas do centro e norte de New Jersey, Staten Island, e para o sul, o aumento foi acompanhado por fortes ondas prejudiciais. A tempestade causou inundações superiores a oito pés acima do nível do chão em alguns locais.

Gestores de Emergência (Emergency Managers, EMs), a mídia, e prestadores de serviços meteorológicos comerciais acreditaram que o Serviço Nacional do Clima (National Weather Service, NWS) havia previsto o Sandy de forma eficiente.

As previsões da NHC juntamente com a HPC (Hydrometeorological Prediction Center) foram altamente precisas, dando a primeira indicação de que Sandy era uma ameaça para o nordeste dos Estados Unidos. Gestores de emergência em nível estadual e local, de forma consistente afirmaram que estavam bem conscientes da grave ameaça representada pelo Sandy com vários dias de antecedência.

O aviso prévio para essa significativa tempestade forneceu informações vitais para a tomada de decisões, resultou em declarações de Estados de Emergência e ativação de vários Centros de Operações de Emergência (COE) muito antes do furacão atingir terra firme.

No geral, a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) teve um bom desempenho em prever os impactos dessa extremamente grande tempestade. NOAA emitiu relógios de vento e avisos com antecedência de seu impacto associado e estendeu-os até o interior para incluir porções do vale do Ohio. NHC emitiu na previsão inicial inundação da tempestade de 4 a 8 pés acima do nível do solo para Nova Jersey, Nova York, Connecticut nas costas em 27 de outubro, bem mais de dois dias antes do desembarque do centro do ciclone.

Embora as previsões tenham sido consistentes com as condições observadas enquanto o ciclone se aproximava do continente, a quantidade de tempo necessário para evacuação e a forma como ele foi comunicado representam duas áreas que necessitam de melhoria.

O caso do Sandy reafirma o que foi dito nesse trabalho a respeito da prevenção de acidentes. Sabe-se que é dever do Oficial de Náutica sempre checar a previsão do tempo da derrota planejada a fim de evitar imprevistos. A correta interpretação possibilita isso. A importância da previsão se mostra ainda analisando os estragos e perdas causados pelo Furacão Sandy. Tendo afetado tanto assim o continente, onde os ciclones perdem sua força, teria feito danos irreparáveis a um navegante desprevenido.

O Oficial de Náutica deve ficar muito atento aos avisos meteorológicos, analisando as cartas sinóticas de pressão ao nível do mar, que indicam a existência de uma onda tropical, acompanhando seu desenvolvimento. Principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro, que apresentam grande frequência dessas ondas que podem evoluir para uma tempestade tropical e conseqüentemente em um ciclone tropical (furacão). Foi o caso do

furacão Sandy, que ocorreu no mês de outubro. Durante esse mês, ondas tropicais foram representadas nas cartas sinóticas de pressão ao nível do mar todos os dias, e as responsáveis pela evolução do Sandy aproximadamente desde o dia 21 de outubro de 2012, indo em direção ao Golfo do México e atingindo a costa leste dos Estados Unidos apenas em 29 de outubro de 2012. A figura 8 mostra o Sandy ainda sem sua força máxima, indo em direção ao Golfo do México.

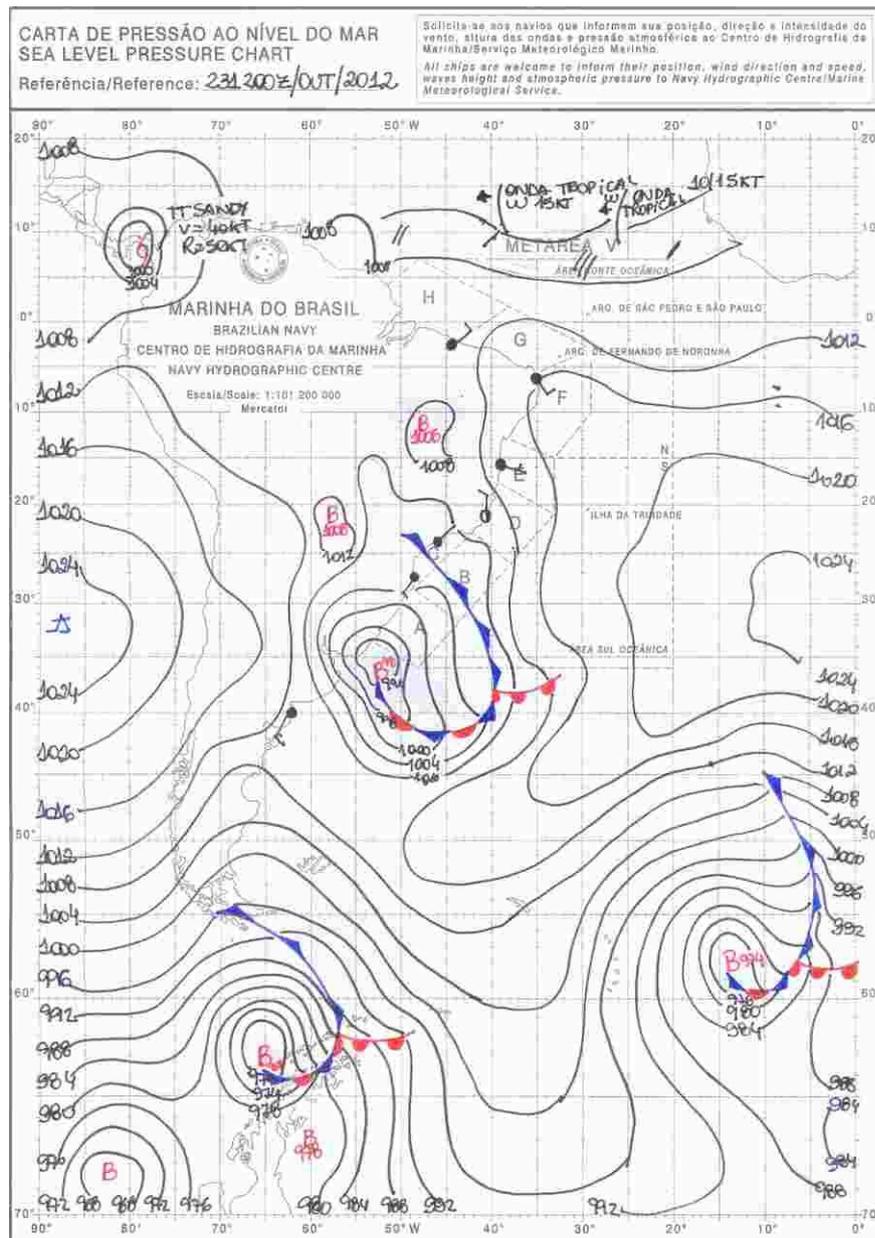


Figura 8 – Fonte: [www.dhn.mar.mil.br](http://www.dhn.mar.mil.br); acessado em 23 de outubro de 2012.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que as previsões são essenciais para a segurança do ser humano, podendo evitar enormes prejuízos e risco a vida humana. A evolução da meteorologia moderna favoreceu a observação de fenômenos, que passaram a ser vistos como efeitos de agentes da natureza. A previsão de maremotos e terremotos tem o poder de alertar sobre o possível acontecimento de catástrofes naturais, salvando milhares de vidas com a evacuação de áreas de risco.

Evidenciou-se nesse trabalho, o papel fundamental do navegante em saber interpretar de forma correta as informações meteorológicas transmitidas. Com as informações em mãos o oficial deve ter segurança e certeza em suas decisões, pois uma falha pode levar a um desastre ambiental, perda da carga, avaria ao navio e até mesmo perda de vidas. Evidenciou-se ainda que é possível interpretar o tempo analisando fenômenos ao nosso redor, como o vento e ondas, ressacas e estudando a dinâmica do planeta.

Gostaria de ressaltar que uma das principais causas de acidentes é a imprudência. O navegante não deve nunca ficar desatento em seu trabalho, caso contrário, mesmo com a tecnologia acidentes podem acontecer. Tem-se o exemplo do Costa Concordia. Foi um acidente que poderia ter sido evitado, não tendo ocorrido por falta de recursos.

Escolhi esse tema por achar que segurança e prevenção de acidentes são atividades que devem ser praticadas todos os dias como um costume, e pela meteorologia ajudar a compreender nosso planeta e assim evitar acidentes. Foi-me gratificante fazer esse trabalho por ter aprendido muitas coisas úteis para minha carreira e para a vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - AHRENS, C. Donald. **Essentials of Meteorology: An invitation to the atmosphere.** 4ed.
- 2 - AHRENS, D., 1994: **Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate and the Environment**, West Publishing Company.
- 3 - BEZERRA, A.C.N. **Aspectos da Circulação Atmosférica de grande escala sobre o Norte e Nordeste do Brasil relacionado com a Temperatura da Superfície do Mar.** 2006. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- 4 - BEZERRA, Ana Cleide Nascimento; CAVALCANTI, Enilson Palmeira. **Energia estática sobre o norte e nordeste do Brasil relacionada com a temperatura da superfície do mar.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.2, 239-263, 2008.
- 5 - BYERS, Horace Robert. **General Meteorology.** 3ed. 1959.
- 6 - BURGESS, Commander C. R. **Meteorology for seamen.** 3ed. 1972.
- 7 - DEWES, Candida de F; DIAS, Pedro L. da Silva. **Análise e validação da variabilidade climática do modelo IPSL\_CM4.** Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP) : São Paulo, 2006.
- 8 - DANTAS, Leydson Galvncio *et al.* **Oscilação decadal do Pacífico e multidecadal do Atlântico no clima da Amazônia Ocidental.** Revista Brasileira de Geografia Física 03 600-611, 2012.
- 9 - DONN, William L. **Meteorology.** 3ed. 1965.

- 10 - ESCOBAR, Gustavo Carlos Juan. **Meteorologia Sinótica Prática: Ciclogêneses na América do Sul.** Grupo da previsão de tempo (GPT), 2010.
- 11 - ESCOBAR, Gustavo Carlos Juan. **Meteorologia Sinótica Prática: Sistemas frontais clássicos, cavados baroclínico e frentes subtropicais sobre América do Sul.** Grupo da previsão de tempo (GPT), 2010.
- 12 - FERREIRA, N. S. **Zona de Convergência Intertropical.** Climanálise. IN: CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. MCT/INPE. Edição Especial de 10 anos. Cachoeira Paulista, SP. 1996. 235 p.
- 13 - GRIMML, Alice Marlene; SABOIA, João Paulo Jankowski. **Caracterização da variabilidade interdecadal da precipitação anual na América do Sul e de sua sazonalidade.** 2006.
- 14 - Leslie F. Musk. WEATHER SYSTEMS. Cambridge University Press, 1988.
- 15 - LOBO, Paulo Roberto Valgas. **Meteorologia e Oceanografia: usuário navegante.** Rio de Janeiro: FEMAR, 1999.
- 16 - MELO, A. B. C. de. **Previsibilidade da precipitação na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, durante a estação chuvosa, em função do comportamento diário das chuvas na pré-estação.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande-PB. 1997. 100 p.
- 17 - MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of the droughts in Northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulations model. **Journal of the Atmospheric Science**, v.38, n.12, p. 2653-2673, 1981.

18 - Musk ,Leslie F. **WEATHER SYSTEMS:** Capítulo 14. Cambridge University Press, 1988.Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.2, 239-263, 2008

19 - OLIVEIRA, Vinícius. **Influência do oceano Atlântico Sul na precipitação do Brasil com ênfase sobre o Rio Grande do Sul.** 2010. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

20 - PETTERSEN, S., 1956: **Weather Analysis and Forecasting**, Second Edition, Volume II, Weather and Weather Systems, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York, USA.

21 - TESÔ, José M. da Costa. **Considerações sobre a tempestade tropical delta e influencia na região autónoma da Madeira.** Instituto de Meteorologia, I.p, Portugal, 2006.

22 - UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na Região Norte do Nordeste Brasileiro.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE. São José dos Campos, SP. 1989.

23 - [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br)

24 - [www.nhc.noaa.gov](http://www.nhc.noaa.gov)

## FOLHA DE AVALIAÇÃO ESCRITA (FAE)

Nome:	Nº
Turma:	Data: ____/____/____
Tema:	Nota final:
Orientador (a):	Rubrica do Orientador (a):

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO		NOTA
<b>Elementos pré e pós-textuais</b>	Capa até o sumário; referências; apêndice; anexo e índice.	1,0
<b>Clareza</b>	Texto fácil de entender, ordenação das ideias, adequação da linguagem, coesão, coerência.  <i>Evitar: períodos longos ou muito curtos, linguagem rebuscada, conectores mal empregados, palavras que geram a ambigüidade.</i>	1,0
<b>Concisão</b>	Precisão/exatidão.  <i>Evitar: frases feitas e chavões, usar palavras a mais do que o necessário, adjetivação abundante, redundância, pleonismo, excesso de orações subordinadas desenvolvidas.</i>	1,0
<b>Originalidade</b>	Boa disposição das palavras, apresentação do texto, agradável leitura e precisão vocabular.  <i>Evitar: gírias, frases prontas, cacofonia, eco, colisão aliteração e abreviação.</i>	1,0
<b>Correção</b>	Norma culta: concordância, regência, colocação pronominal, seleção vocabular, ortografia, pontuação, acentuação, emprego de maiúsculas e minúsculas, crase.  <i>Evitar: estrangeirismo, barbarismo, cacografia, cruzamento léxico.</i>	1,0

<b>Adequação</b>	O texto tem origem no indivíduo, criatividade, capacidade crítica. <i>Evitar: plágio.</i>	1,0
<b>Partes do Texto</b>	Introdução: apresentação do trabalho.	0,5
	Desenvolvimento: argumentos fortes, nenhuma informação poderá ser subentendida. Tipo de texto: Dissertativo-argumentativo.	2,0
	Considerações Finais: confirmação da tese apresentada, apontando eventuais perspectivas.	0,5
<b>Pesquisa</b>	Aprofundamento (obras de autores renomados), material empregado, método, aplicabilidade de dados, fatos e comprimento do prazo determinado.	1,0
<b>Total</b>		<b>10,0</b>