

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

**RAFAEL DE CASTRO MACEDO**

**PREVISÃO METEOROLÓGICA NA NAVEGAÇÃO DE LONGO CURSO**

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**RAFAEL DE CASTRO MACEDO**

**PREVISÃO METEOROLÓGICA NA NAVEGAÇÃO DE LONGO CURSO**

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

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

**Rio de Janeiro**

**2014**

**RAFAEL DE CASTRO MACEDO**

**PREVISÃO METEOROLÓGICA NA NAVEGAÇÃO DE LONGO CURSO**

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica 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: \_\_\_\_\_

À minha família que significa tudo que sou e aos meus amigos que me ajudaram nesse desafio.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira pela paciência e auxílio na confecção desse trabalho e aos meus variados mestres que ao longo formação acadêmica despertaram o meu interesse no assunto.

*É melhor ler a previsão do tempo do que rezar por chuva.*  
(MARK TWAIN)

## RESUMO

A navegação de longo curso é muito importante para o comércio marítimo mundial. Esta é muito afetada pelo meio ambiente assim como afeta a ele, diversos fenômenos atmosféricos ocorrem de formas muito diferentes em cada ponto do planeta o que obriga o navegante a ter um conhecimento de cada uma dessas interações com a natureza e sua forma no local aonde se encontra. Com isso faz-se necessário o homem do mar saber meteorologia para se prevenir das intempéries do meio ambiente e saber interpretar o que está ocorrendo com o tempo no ponto aonde se encontra e o que pode acontecer no tempo futuro. Para elucidar tais conhecimentos esse trabalho mostra importância da previsão meteorológica navegação de longo curso. Aqui verá os principais fenômenos atmosféricos como os sistemas frontais que afetam os ventos e as precipitações, como surgem e suas principais diferenças. Veremos também os ciclones tropicais desde sua ciclogênese até seus efeitos e classificações, assim como os ciclones extratropicais e os icebergs e seus perigos na navegação. Após vamos seguir vendo os principais instrumentos de coleta de dados e previsão meteorológica como o barômetro, as cartas sinóticas, boletins e o mais novo recurso os satélites. Por último, veremos um breve estudo de acidentes no mar causados por efeitos de fenômenos meteorológicos como incidentes devido ao mau tempo e ciclones tropicais/furacões, analisando se houve ou não erros de leitura da previsão do tempo e se houve mortes e poluição do meio ambiente. Em todo trabalho a metodologia foi a pesquisa com diversos autores na área bem como relatórios da guarda costeira e órgãos de meteorologia bem como dos órgãos nacionais o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e CPTEC, e a DHN. Com isso tem objetivo de saber as consequências das decisões humanas diante da previsão do tempo nos mais diversos pontos da Terra. Conclui-se que cabe ao navegante entender que a meteorologia veio para ajudar ao próprio a chegar com segurança ao destino e deve ele utilizá-lo da forma mais correta.

Palavras-chave: Ciclone Tropical, coleta de dados, acidentes no mar.

## ABSTRACT

The navigation of long course is very important for the world maritime trade. This is greatly affected by the environment as well as affects him, various atmospheric phenomena occur in very different ways in each point of the planet that requires the officer to have a knowledge of each one of these interactions with nature and its form in place where there is. With this it is necessary to man of the sea know meteorology to prevent the weather and know how to interpret what is happening with the weather at the point where it is, and what can happen in future. To elucidate such knowledge this study shows importance of weather forecast in navigation of long course. Here you will see the main atmospheric phenomena as the front systems that affect the winds and precipitation, such as arise and their main differences. See also tropical cyclones since its cyclogenesis until its effects and classifications, as well as the extratropical cyclones and the icebergs and their dangers to navigation. After we will be seeing the main data collection instruments and weather forecast as the barometer, the synoptic charts, bulletins and more new feature satellites. Finally, we will see a brief study of accidents at sea caused by effects of meteorological phenomena such as incidents due to bad weather and tropical cyclones/hurricanes, investigating whether or not there have been errors in reading the weather and if there were deaths and pollution of the environment. In all the work, the methodology was the search with several authors in the area as well as reports of the coast guard and components of meteorology as a whole as well as of national bodies the INPE, CPTEC and DHN. With the objective to know the consequences of human decisions before the weather forecast in more different points of the Earth. . Therefore, the seafarer must know that meteorology came for helping him to arrive in safety to the destination and he have to use in the right way.

Key words: Tropical Cyclone, data collection, accidents at sea.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> Formação das Frentes Frias. <i>Fonte:</i> <a href="http://ocw.uci.edu/">http://ocw.uci.edu/</a> .	17
<b>Figura 2</b> Dinâmica das Frentes Quentes. <i>Fonte:</i> <a href="http://www.tutitempo.net/">http://www.tutitempo.net/</a> .	17
<b>Figura 3</b> Ciclone Extratropical. <i>Fonte:</i> <a href="http://satelite.cptec.inpe.br/">http://satelite.cptec.inpe.br/</a> .	19
<b>Figura 4</b> Sequência do Furacão Andrew 1992. <i>Fonte:</i> <a href="http://nhc.noaa.gov/">http://nhc.noaa.gov/</a> .	21
<b>Figura 5</b> Iceberg no Ártico. <i>Fonte:</i> <a href="http://ice-glaces.ec.gc.ca/">http://ice-glaces.ec.gc.ca/</a> .	23
<b>Figura 6</b> Anemômetro de bordo. <i>Fonte:</i> <a href="http://www.erh.noaa.gov">http://www.erh.noaa.gov</a>	25
<b>Figura 7</b> Barômetro de bordo antigo. <i>Fonte:</i> <a href="http://cobbco.co/">http://cobbco.co/</a> .	26
<b>Figura 8</b> Imagem do Satélite GOES no infravermelho do dia 29/08/2014 as 1200. <i>Fonte:</i> <a href="http://satelite.cptec.inpe.br/">http://satelite.cptec.inpe.br/</a> .	28
<b>Figura 9</b> Carta sinótica do dia 10/07/2014 das 1200 do horário de Greenwich. <i>Fonte:</i> <a href="http://www.mar.mil.br/dhn">http://www.mar.mil.br/dhn</a>	30
<b>Figura 10</b> Carta piloto do mês de Julho para o Atlântico Norte. <i>Fonte:</i> <a href="http://files.navegar-es-preciso.webnode.com/">http://files.navegar-es-preciso.webnode.com/</a> .	32
<b>Figura 11</b> Furacão Bertha de 1990. <i>Fonte:</i> <a href="http://nhc.noaa.gov/">http://nhc.noaa.gov/</a> .	34
<b>Figura 12</b> Navio Princess of the Stars emborcado. <i>Fonte:</i> <a href="http://www.theguardian.com/world/2008/jul/02/philippines">http://www.theguardian.com/world/2008/jul/02/philippines</a> .	36
<b>Figura 13</b> Poluição causada por acidente de navio no Mar Mediterrâneo. <i>Fonte:</i> <a href="http://bbc.co.uk/">http://bbc.co.uk/</a>	37
<b>Figura 14</b> Navio München ao enfrentar ondas gigantes. <i>Fonte:</i> <a href="http://flickr.com.br/">http://flickr.com.br/</a>	39

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TSM	Temperatura da Superfície do Mar
TPO	Temperatura do Ponto de Orvalho
Cb	Cumulonimbus
NHC	National Hurricane Center
NOAA	National Oceanic and Atmosphere Administration
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite
METEOSAT	Meteorological Satellite
USCG	United States Coast Guard
GMS	Geostationary Meteorological Satellite
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	13
<b>1.1. Objetivo</b>	14
<b>2 FENOMÊNOS METEOROLÓGICOS.</b>	15
2.1 Um breve histórico	15
2.2 Conceito de Frentes	16
2.2.1 Frente-Fria	16
2.2.2 Frente-Quente	17
2.3 Ciclones Extratropicais	18
2.4 Ciclones Tropicais	19
2.5 Icebergs	22
<b>3 PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES E COLETA DE DADOS</b>	24
3.1 Anemômetros	24
3.2 Termômetros	25
3.3 Barômetros	25
3.4 Higrômetros	26
3.5 Satélites Meteorológicos	27
3.6 Carta Sinótica	28
3.7 Boletim Meteoromarinha	30
3.8 Cartas Piloto	31
<b>4 ACIDENTES NO MAR ESTUDO DE CASOS</b>	33
4.1 Furacão Bertha	33
4.2 Princess of Star	34
4.3 Naufrágios no Mar Negro	36

4.4 MS Munchen	37
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	40
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	41

## 1. INTRODUÇÃO

A meteorologia (do grego meteoros, que significa elevado no ar, e logos, que significa estudo) é a ciência que estuda a atmosfera terrestre. Seus aspectos mais tradicionais e conhecidos são a previsão do tempo e a climatologia.

Esses fenômenos que acontecem na natureza afetando embarcações foram sendo estudados pela humanidade a medida que os conhecimentos evoluíam. Assim como aspectos para a navegação.

Com isso novas tecnologias foram inventadas e aplicadas na navegação em todo o planeta e já evitaram muitos desastres e tornaram o comércio marítimo um ambiente mais seguro para trabalhar.

Os instrumentos meteorológicos na navegação são inúmeros, mas ainda não substituem o fator humano.

Tendo em vista esses fatores explicitados vamos primeiramente fazer uma análise dos fenômenos meteorológicos que mais influenciam na navegação de longo curso explicando como cada um atua de maneira geral no planeta e com algumas figuras para exemplificar e ilustrar as explicações. Como o caso de Furacões que um sistema de baixa pressão que de acordo com (AHRENS, 2012) ganham podem ter velocidades de até 64 nós.

Depois, irá se explicar e mostrar as principais ferramentas utilizadas a bordo dos navios desde as mais simples e triviais até as que requerem alta tecnologia bem como analisaremos o como usa cada um destes e a formas interpretação dos resultados dados por estes equipamentos como exemplo as imagens de satélite que segundo (ACKERMAN, 2011) são dados que não são possíveis de retirar a bordo ou em terra.

Por último veremos exemplos de acidentes no mar causados principalmente por mau tempo com análise técnica de navegação, uso dos instrumentos para prever esses fenômenos bem como concluir se foi falha humana e se houve ou não erros de leitura do tempo, tudo isso explicando como cada fator influenciou para o sinistro acontecido a bordo. Com destaques a tragédias ocasionadas por sistemas barotrópicos como o ocorrido nas Filipinas e nos Estados Unidos.

## **1.1 Objetivo**

Geral: Análise dos fenômenos atmosféricos, previsão de meteorológica e a influência na navegação de longo curso.

Específico: O objetivo do trabalho é verificar se uma leitura errada ou má interpretação das previsões meteorológicas na navegação de longo curso podem causar acidentes, avarias na carga e danos à embarcação.

## 2 FENÔMENOS METEOROLÓGICOS

### 2.1 Um breve histórico

Os fenômenos atmosféricos sempre foram alvo de muita preocupação do homem, desde das épocas mais primitivas. Essa grande necessidade alavancou os estudos da Meteorologia que evoluíram de acordo com o avanço nos conhecimentos.

Segundo (AHRENS, 2012), A meteorologia tem sua origem em 340 A.C. no trabalho de Aristóteles “meteorológica”. Nesta obra ele descreve os fenômenos atmosféricos de acordo com os conhecimentos sobre a natureza do período.

Depois da idade média, no século XVI, Galileu Galilei, forma as primeiras bases científicas para os fenômenos meteorológicos com a ajuda do recém inventado termômetro e anemômetro.

Nos séculos XVII e XVIII, vem o advento do barômetro de mercúrio (1643), depois o termômetro de mercúrio (1714) e higrômetro de Saussure (1783) a meteorologia começou a estabelecer as bases científicas na qual os fenômenos meteorológicos são interpretados a partir das leis da física que estavam se desenvolvendo na época e sendo estabelecidas.

No século XIX, a meteorologia evolui mais rapidamente com o surgimento do telégrafo (1837), começa a transmitir informação quando a Diretoria de Meteorologia se desmembra da Astronomia e ficou sob a administração de Sampaio Ferraz. Novos observatórios foram instalados, com equipamentos mais modernos, incluindo radiossondas e adotando a previsão numérica do tempo. Entretanto, a partir de 1930, o desenvolvimento meteorológico estagnou-se, com o sucateamento dos observatórios e dos equipamentos meteorológicos, e o desinteresse na formação de novos profissionais na área.

Apesar dessa queda do no serviço meteorológico no Brasil em 1964 se torna rotineira o sistema de sondagens através de radiossondas.

Em 1993 o Brasil lançou o “SCD1”, Satélite de Coletas de Dados 1, inteiramente construído no país, e destinado a coletar nove vezes por dia os dados sobre marés,

índice de chuvas e níveis de poluição atmosférica obtidos pelos sensores distribuídos pelo território nacional.

## **2.2 Conceitos de Frente**

Assim como (CÍCERO, 2012 e AHRENS, 2012) dizem, quando há o encontro entre duas massas de ar, com diferentes temperaturas, tem-se uma frente. Portanto, frente nada mais é do que uma linha imaginária que limita essas massas de ar. Este encontro, porém, pode ocorrer de duas formas, surgindo assim a definição de frente fria e frente quente, que serão explicadas a seguir.

Primeiramente, para entendermos o conceito de frentes precisamos saber que massas de ar que são grandes quantidades de ar cobrindo uma extensa região com características particulares como umidade e temperatura. Essas massas de ar por serem de diferentes características elas possuem uma fronteira que se denomina superfície frontal.

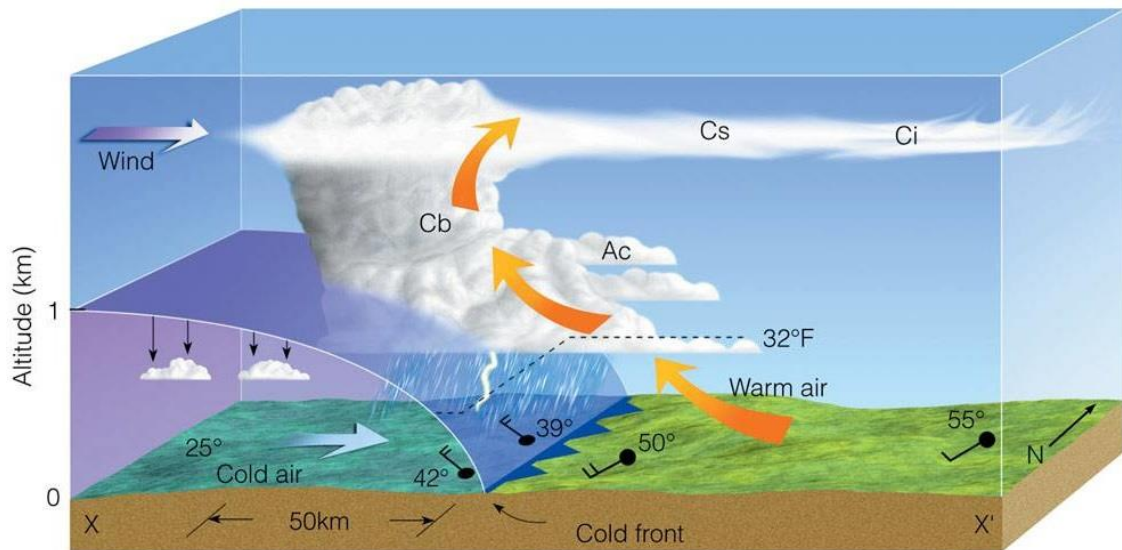
Assim como pode-se denominar frente como esse encontro de duas massas de ar com diferentes características, formando essa superfície frontal. Entretanto, ela pode se comportar de maneiras diferentes como a frente fria e frente quente que explicaremos a seguir.

### **2.2.1 Frente fria**

Segundo (LOBO e SOARES 1999 e AHRENS 2012), frente fria ocorre quando a massa de ar fria empurra a massa de ar quente, elevando a atividade convectiva na área de fronteira. Esta possui grande probabilidade de precipitações e ventos muito fortes. Também tem-se perto dessas uma inclinação muito acentuada que significa uma estreita faixa de nebulosidade. De muito perigo na navegação que entre os principais são mau tempo e visibilidade.



**Figura 1 Formação das Frentes Frias.**

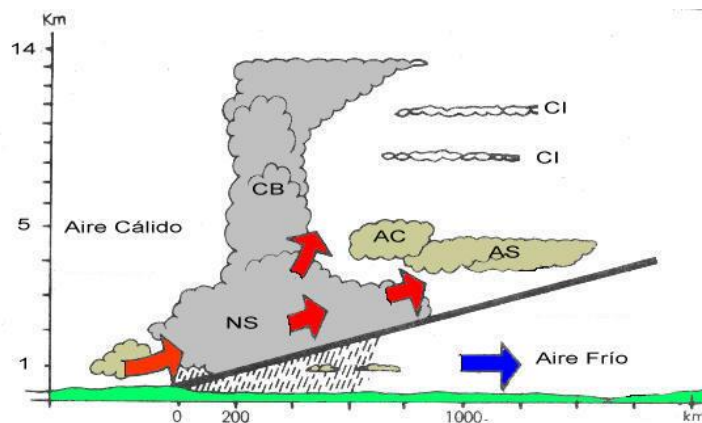


Fonte: <http://ocw.uci.edu/>

### 2.2.2 Frente quente

Para (CÍCERO, 2012), Na frente quente o que ocorre é a substituição do ar frio pelo ar quente na superfície. Isso se deve a uma massa de ar quente. A diferença também se encontra na inclinação bem mais suave que em consequência da uma menor atividade convectiva e nebulosidade em faixas mais alargadas

**Figura 2 Dinâmica das Frentes Quentes**



Fonte: <http://www.tutiempo.net/>.

### 2.3 Ciclone Extratropical

De acordo com (LOBO e SOARES, 1999), são sistemas de baixa pressão atmosféricas de escala sinótica de latitudes médias, que no Brasil e por isso de importante fator para o equilíbrio terrestre, pois envia calor para as regiões polares do equador. Tem-se ventos fortes e tempestades, além de desenvolverem gradientes de temperatura. São considerados fenômenos baroclínicos, pelo fato de variarem as pressões e as temperaturas. Obtém energia diferente da forma dos ciclones tropicais, sendo classificado como um sistema de núcleo frio. Assim constitui um importante aspecto da circulação atmosférica.

Os ciclones extratropicais são sistemas de longa duração, ou seja, duram muito tempo com áreas de baixa pressão com ventos em sentido horário no hemisfério sul e anti-horários no hemisfério norte. Possuem movimento ascendente do ar e alta atividade convectiva além de convergência na superfície.

Quanto a ciclogênese de sistema ele inicia-se com uma frente estacionária com baixa pressão entre os dois anticiclones. Com regiões das frentes frias e quentes paralelas, uma ao sul e outra ao norte. Vale ressaltar que essa dinâmica é alternada em cada um dos hemisférios do planeta.

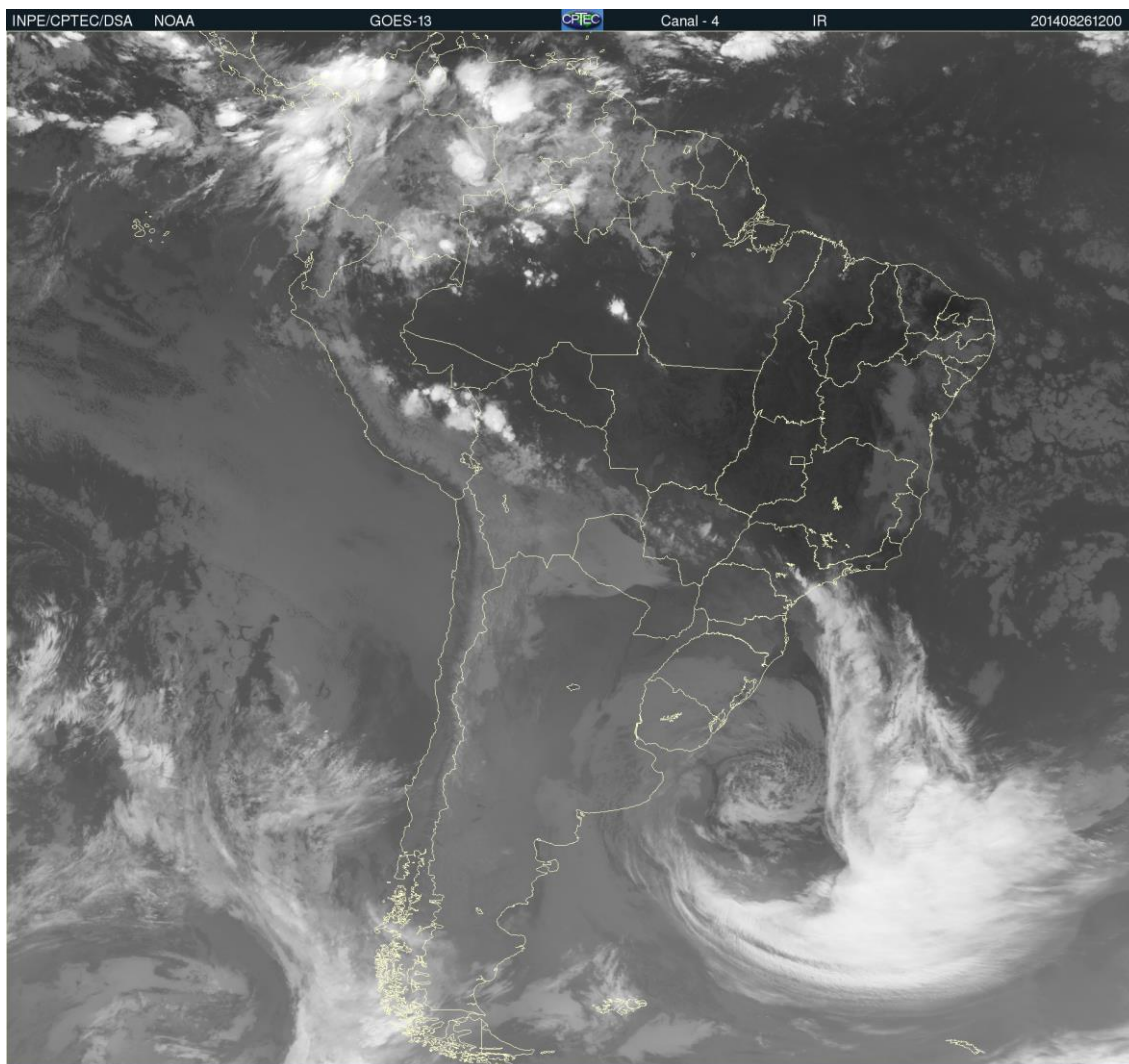
A segunda fase é a da onda frontal que com aproximação do cavado em altitude inicia o deslocamento das frentes, simultaneamente ocorre a formação de um centro de baixa pressão ligado as frentes, além dos gradientes de temperatura e banda de precipitação que se forma ao longo das zonas frontais e em alguns casos pode ocorrer zonas de precipitação no “setor quente” (LOBO e SOARES, 1999).

Na terceira fase, estágio maduro, caracteriza-se um sistema frontal bem definido assim como o deslocamento da frente fria por ser mais rápido que o da frente quente eles acabam por se encontrar formando a oclusão do sistema. Ocorre ventos e precipitações muito intensas no centro do ciclone. E se movimentam como um sistema frontal para leste em ambos hemisférios.

Na última fase do ciclone extratropical, a dissipação, nessa fase o ciclone começa a se destacar do sistema frontal ligado a ele e que o alimentara. Devido a TSM (Temperatura da Superfície do Mar) baixa nas águas em que ele se forma a tendência ao

desprender-se é a perda da intensidade até dissipar-se. Uma exceção a esse processo foi o ciclone “Catarina”, que foi um sistema híbrido, que ao se encontrar com as águas quentes do litoral de Santa Catarina e Rio Grande do Sul acabou por se intensificar e atingir cidades desses dois estados e perdendo força por causa do atrito com a superfície. Podemos observar na Figura 3, outro exemplo de um ciclone extratropical.

**Figura 3 Ciclone Extratropical.**



**Fonte:** <http://satelite.cptec.inpe.br>

## **2.4 Ciclone Tropical**

Fenômeno que ocorre nas regiões tropicais, de baixa latitude, quando tem deslocamento do ar quente para as altas latitudes. Estão associadas as altas temperaturas do vapor d’água que conforme são maiores mais intensos serão as proporções do

ciclone. São sistemas de núcleo morno e de baixa pressão o que produz ventos fortes e chuvas torrenciais. Também são considerados sistemas barotrópicos, ou seja, apresentam apenas variação de pressão (AHRENS, 2012).

Em regiões mais afastadas do Equador o efeito da força de Coriolis atua contribuindo para um desvio do escoamento do ar. Por precisarem de águas mornas para desenvolver eles têm uma temporada de maior intensificação que são nos meses de agosto, setembro e outubro. Se caracterizam por fortíssimo movimento ascendente do ar e conglomerados de Cumulonimbus (Cb) (LOBO e SOARES, 1999).

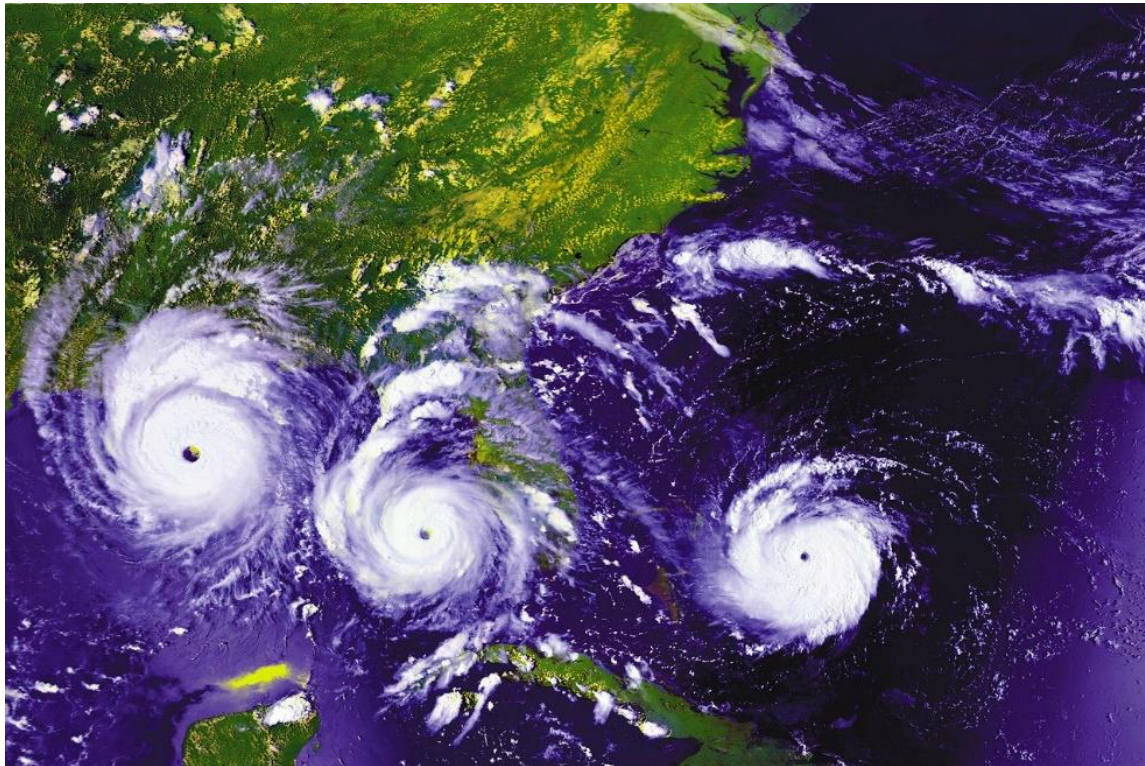
Para ocorrerem precisam de certas condições atmosféricas. Primeiramente precisa de forte cisalhamento horizontal dos ventos. Em segundo vem que por ser um fenômeno de águas mornas, a temperatura da superfície do mar (TSM) deve ser maior que 27°C para elevar a umidade relativa do ar quente ascendente o que ocasionará uma enorme alimentação energética no processo convectivo proveniente da liberação de calor latente a partir do nível de condensação. Isso vem a explicar por que os ciclones conseguem sobreviver somente no oceano. Além dessa interação oceano e atmosfera também é propício para a formação do ciclone uma perturbação inicial no continente africano para o Atlântico Norte e a interação de sistemas frontais em latitudes médias e os ventos de leste Oceano Índico (LOBO e SOARES, 1999).

Esses fenômenos têm nomenclaturas diferentes em fases distintas de sua formação como Tufão, Furacão, tormenta tropical, etc. Este é muito monitorado e se destaca nesse aspecto a National Hurricane Center (NHC) dos Estados Unidos. Com monitoramento de satélite e avisos aos navegantes além de programas educacionais ligados a esse órgão. Vale ressaltar que este é uma seção da NOAA.

Quanto aos estágios dos ciclones podemos organizar em seu nascimento como uma depressão tropical com aumento dos ventos a até 30 nós, inicia-se o acúmulo de nuvens além de queda da pressão na área. Após e com a evolução do sistema ele pode chegar as tempestades tropicais ou tormentas tropicais a pressão continua a diminuir quanto mais a interação entre este e o oceano se intensificam, os ventos continuam a aumentar e chegam até a 60 nós começam as nuvens a formar o olho do furacão e nessa fase a tempestade ganha um nome. Na fase madura ou furacão é o sistema já bem desenvolvido e com todas as características do ciclone como olho já bem formado, pressões baixas mais próximas ao centro, ventos superiores a 150 nós e de 500 a 900

quilômetros de diâmetro. Nessa fase ele recebe uma classificação quanto à força que vai de 1 a 5. E por último a fase de dissipação que compreende ao estágio em que o ciclone perde sua principal fonte de alimentação energética ao ir a terra ou em águas mais frias (ACKERMAN, 2011) (FIGURA 4).

**Figura 4 Sequência do Furacão Andrew 1992**



**Fonte: <http://nhc.noaa.gov/>.**

## 2.5 Iceberg

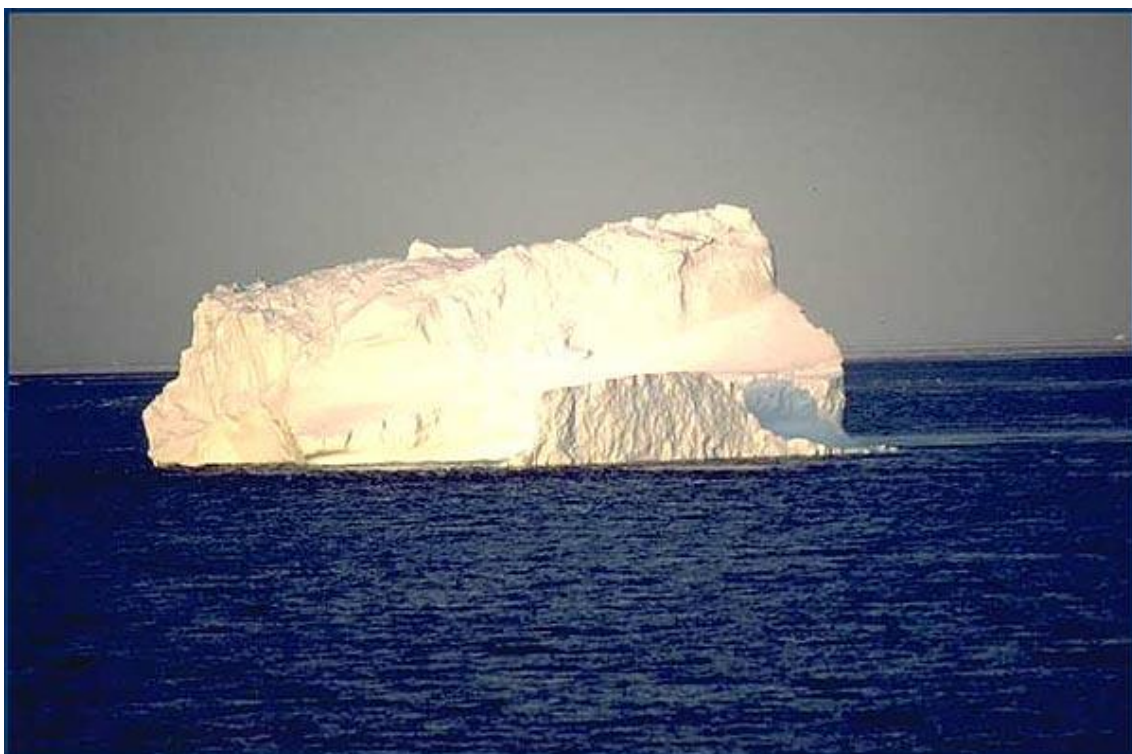
Os icebergs, observados na Figura 5, são grandes blocos de água doce que se desprendem de regiões polares durante o período do degelo nesses locais e viajam em direção a latitudes mais baixas, pois seguem as correntes marítimas tendo velocidade e direção guiadas por esta. Podem ter os mais variados tamanhos e alturas o que é um risco para a navegação pois mesmo os navios quebra-gelos não possuem um casco resistente a esses icebergs.

As temporadas de verão no norte e sul do planeta são as estações de maior incidência dos icebergs, pois acontece o degelo na Antártida e no Ártico. Sendo que este possui muito risco ao norte, pois chega as latitudes de locais como Nova Iorque que possui rota de navios intensa.

São classificados, de acordo com (LOBO e SOARES, 1999), como Icebergs Glaciais que são irregulares e variados em suas formas possuem altura emersa entre 10 e 40 metros e podem chegar a 1000 metros de comprimento, mas já foi observado icebergs com mais de 130 metros de altura sua altura depende de idade, quantidade de ar contida no gelo e forma. Com o passar do tempo eles são afetados pela erosão, fusão e separação de pedaços. Esses pedaços podem ser “Bergy Bits” que emergem até 5 metros ou “Growlers” que afloram menos de 1 metro. Este último é muito perigoso a navegação pelo fato de difícil detecção no radar.

Ainda em classificações temos os icebergs tabulares muito encontrados no polo sul, contudo também se formam no polo norte. Possuem formas retangulares e superfície plana, ambos aspectos de maneira aproximada. Expressão exclusiva de icebergs desprendidos da frente marítima do “ice shelf” antártico e do “ice island.” do hemisfério Norte. Quanto as dimensões são imensos e chegam distancias de 6 a 10 milhas náuticas em comprimento, na altura destes icebergs que emergem está entre 5 e 35 metros mas a parte submersa chega até 4 ou 5 vezes essa parte que aflora (LOBO e SOARES, 1999).

**Figura 5 Iceberg no Ártico.**



**Fonte:** <http://ice-glaces.ec.gc.ca/>.

### **3 PRINCIPAIS PUBLICAÇÕES E COLETAS DE DADOS**

Como visto no capítulo anterior os fenômenos meteorológicos são de grande preocupação dos navegantes no mundo inteiro pois num instante do dia o tempo pode variar bastante. Pensando nisso inúmeros instrumentos foram adotados para auxiliar as pessoas a bordo assim como comunicar com antecedência.

Neste capítulo serão colocados algumas das principais publicações utilizadas e aparelhos para coleta de dados e seu modo de operar num navio em viagens pelos mares.

#### **3.1 Anemômetros**

O anemômetro é um instrumento para medir força e intensidade dos ventos. O primeiro aparelho conhecido é datado por volta de 1450 por Leon Batista Alberti, este é utilizado tanto na meteorologia quanto na aerodinâmica e termo originário do grego anemos, que significa vento (AHRENS, 2012) (FIGURA 6).

Inicialmente era simplesmente uma haste com quatro conchas que giravam de acordo com a força do vento. Na medida que aconteceram as sofisticações tanto na física quanto os desenvolvimentos da eletrônica foram inseridos ao anemômetro moderno, este mais caracterizado na navegação na forma digital.

No navio geralmente possuem um anemômetro portátil e um fixo que fica no topo do tijupá. O primeiro possui formato de copo e tem todas as sofisticações digitais. O segundo já possui um sistema de informação integrado no passadiço.



**Figura 6 Anemômetro de bordo.**



**Fonte:** <http://www.erh.noaa.gov/>

### **3.2 Termômetros**

Palavra vinda do grego que significa medida do calor é utilizado para se coletar a temperatura no local aonde se encontra o navio. Sua invenção é creditada a Galileu Galilei. Inicialmente utiliza um sensor metálico, com uma escala graduada em Celsius ou Fahrenheit, ou Kelvin e seu valor é dado pela variação volumétrica do mercúrio.

Também foi altamente modificado com os avanços tecnológicos, chegando as formas digitais e integradas aos sistemas no passado. Porém as embarcações ainda possuem as formas tradicionais.

Tem como objetivo no navio entre outras coisas medir a temperatura na superfície do mar (TSM), a temperatura do ponto de orvalho (TPO), medir a temperatura da atmosfera para conseguir a umidade relativa do ar (BURGESS, 1997).

### **3.3 Barômetros**

Na Figura 7, visualizamos um barômetro, um instrumento que colhe os dados da pressão atmosférica no local, criado por volta de 1643 por Torricelli consiste em medir a partir da altura da coluna de mercúrio de acordo com as pressões existentes.

Antes do mercúrio se utilizava a água para medir a pressão atmosférica, mas era necessário um tubo com uma altura de 10 metros o que para o mercúrio só precisa de 76 centímetros.

Nos dias de hoje existem mais avançadas formas de barômetros, com leitores digitais e medidores integrados. Contudo ainda pode-se encontrar a bordo os clássicos barômetros de mercúrio. Este tem o objetivo de auxiliar a composição de gradientes de pressão formando os centros de baixa pressão e alta pressão.

**Figura 7 Barômetro de bordo antigo.**



Fonte: <http://cobbco.co/>

### 3.4 Higrômetros

Utilizado para medir a umidade do ar presente em uma concentração do ar atmosférico. O primeiro higrômetro foi inventado por Leonardo Da Vinci, no século XV. Este era muito arcaico media o peso do algodão embebido de água. Logicamente a quantidade de vapor de água na atmosfera era medido pelo peso do algodão que em ambientes mais úmidos são mais pesados e mais leves em ambientes secos (CÍCERO, 2012).

Atualmente, os higrômetros se utilizam da variação de resistência elétrica causada pela mudança dielétrica do meio, que varia com a umidade do ar.

### 3.5 Satélites Meteorológicos

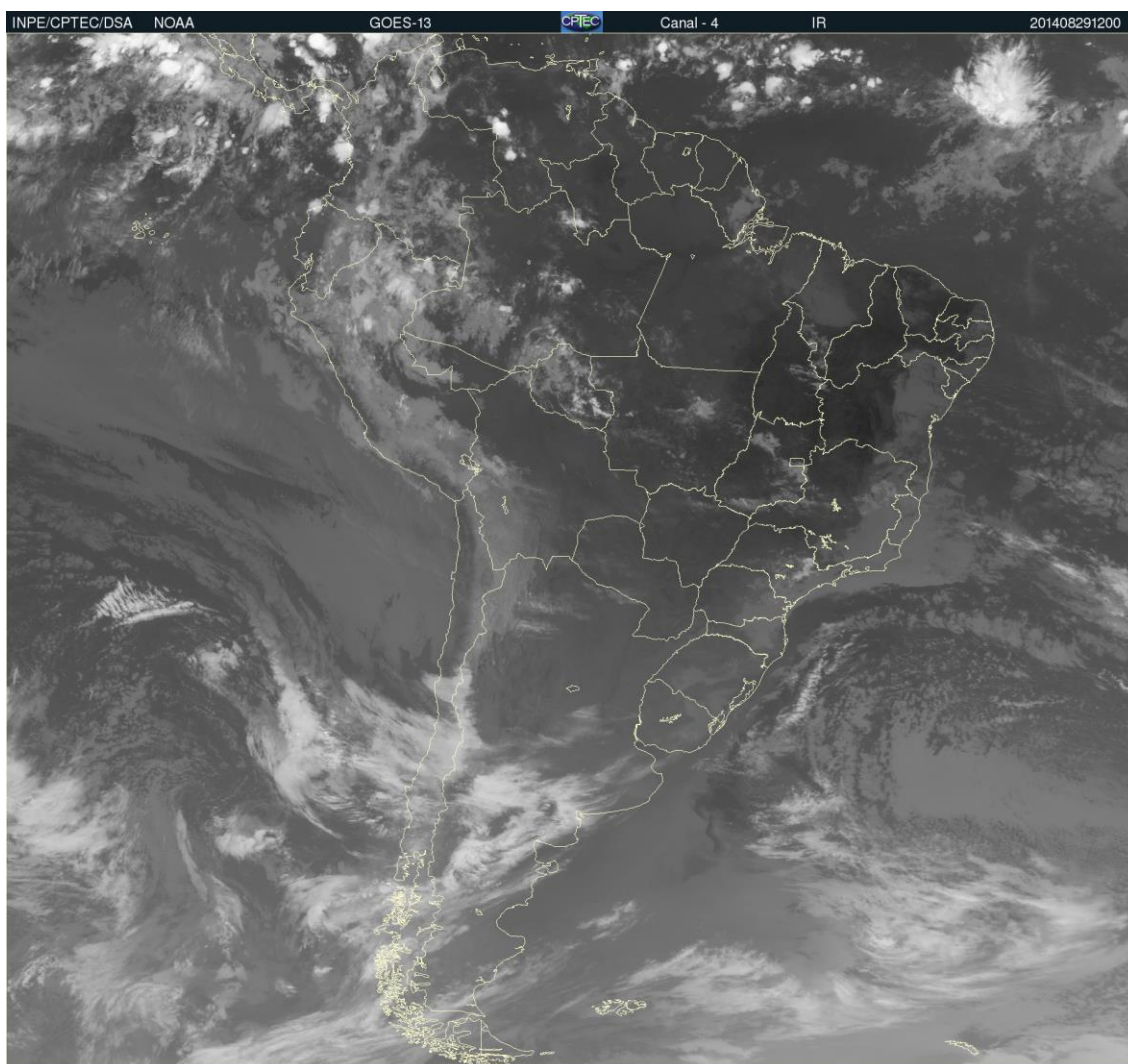
De acordo com (ACKERMAN, 2011), Satélites trazem dados complementares para uso na meteorologia. Eles completam os dados que não são retirados das análises de superfície, balão meteorológico ou outro método. Estes possuem basicamente duas orbitas a geostacionária e a baixa orbita da terra. O primeiro orbita o planeta inteiro numa altitude de 36000 quilômetros enquanto o segundo faz a orbita em regiões polares numa altitude de 850 quilômetros de altitude (FIGURA 8).

Na maioria os satélites são administrados pelo NOAA divisão do governo dos Estados Unidos, pela METEOSAT na Europa, no Japão pelo GMS. Um destaque desses satélites são os americanos GOES que possui um completo sistema de monitoramento e coleta de imagens de inúmeras formas e além de utilizar as melhores resoluções de imagem (ACKERMAN, 2011).

Além do GOES também tem os satélites polares administrados pelos Estados Unidos, que monitoram todos por exemplo os icebergs e sua trajetória, o degelo das calotas polares, a intensidade da nebulosidade nesses locais e intensidade dos ventos (ACKERMAN, 2011).

Eles produzem em imagens no espectro visível com imagens do sol refletidas na superfície da terra ou incididas na terra aonde se consegue diferenciar as nuvens, vegetação pelo reflexo e albedo deles. Satélite podem ainda ser no espectro infravermelho aonde se diferencia as áreas pelo calor emitido pelas superfícies incidentes o que ajuda a verificar a altura das nuvens além de sua intensidade. Por último este também podem ser vistos pelo vapor de água aonde o equipamento vê a concentração de vapor de água na área terrestre. Principalmente utilizados para verificação na troposfera aonde se desenvolvem as tempestades e quanto maior a claridade da imagem maior será a quantidade de vapor de água (ACKERMAN, 2011).

**Figura 8 Imagem do Satélite GOES no infravermelho do dia 29/08/2014 as 1200**



**Fonte:** <http://satelite.cptec.inpe.br/>.

### **3.6 Carta Sinótica**

As cartas sinóticas de pressão atmosférica ao nível do mar, representada na Figura 9, são de grande importância para avaliação de tempo presente e fundamental importância para entendimento da evolução e previsão de tempo futuro (LOBO e SOARES, 1999).

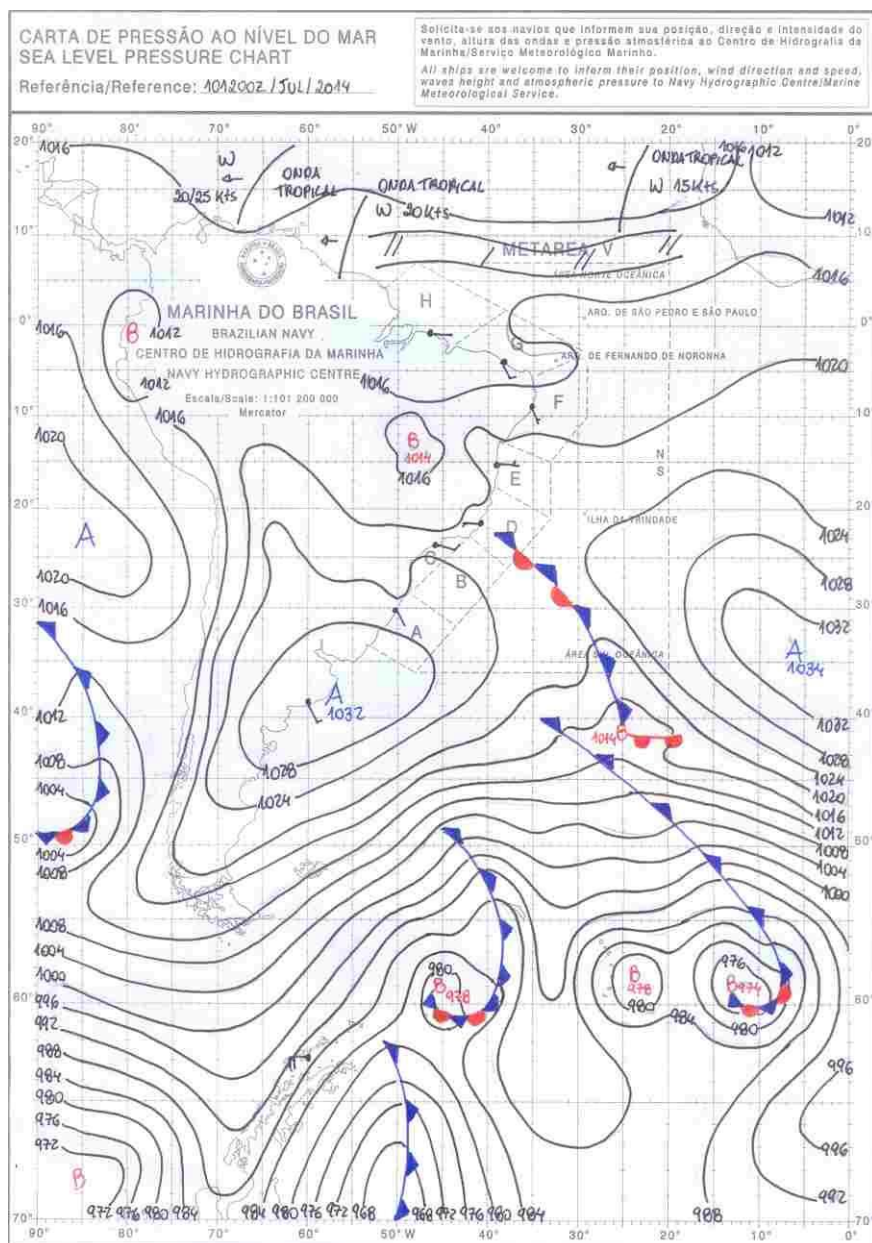
Cartas sinóticas são divulgadas pela DHN no Brasil para a informação no alto mar e regiões costeiras. Esta é dividida em áreas perto da costa e oceânicas. As isóbaras são plotadas e traçadas em hPA espaçadas de 4 em 4hPA. Em regiões de valores mais baixos de pressão são plotados os centros de baixa pressão ou ciclone e regiões circundadas por valores maiores são plotados os centros de alta pressão. Pode-se

considerar que o vento sopra paralelo as isóbaras. Quando o vento é indicado vem com uma seta na direção, um círculo indicando a cobertura do céu e traços na outra extremidade indicando a velocidade (LOBO e SOARES, 1999).

Possui representação gráfica das frentes, além de indicar a localização da zona de convergência intertropical. Para se avaliação a atividade convectiva vai ser maior nos centros de baixa pressão, na intensidade dos ventos quanto mais estreita as isóbaras maiores serão as forças dos ventos e critério das ondas será com maior intensidade as regiões com isóbaras estreitas e com grande faixa retilínea chamadas de pistas (LOBO e SOARES, 1999).

As cartas sinóticas são transmitidas por fac-símile ou internet, para que o navio consiga receber a forma gráfica. São colocadas ao meio-dia e meia-noite do meridiano de Greenwich (DHN, 2014).

**Figura 9 Carta sinótica do dia 10/07/2014 das 1200 do horário de Greenwich.**



Fonte: <http://www.mar.mil.br/dhn/>

### 3.7 Boletim Meteoromarinha

Boletim meteorológico que fornece informações em relação ao tempo nas áreas de atuação da marinha, com normas estabelecidas pela OMM constituídos por cinco partes em seu, mas de maior atenção ao navegante existem só três partes em que terão enfoque principal (LOBO et al., 1999)

A Parte I é constituída de avisos de mau tempo para locais com ventos de força maior ou igual a 7 na escala Beaufort, ondas de 3 metros ou maiores, visibilidade restrita a 1 quilometro ou menos e ressacas com ondas de 2,5 metros na arrebentação.

A Parte II, um resumo descritivo do tempo que é feito uma síntese do tempo nas áreas costeiras e oceânicas com força e direção dos ventos, ondas, posição das frentes e deslocamento delas e desenvolvimento do sistema na hora.

A Parte III é a previsão do tempo que é dividida em dois, um com validade de 24 horas e outro com validade de 48 horas. Ela fornece as previsões para a área costeira e oceânica divulgando estado do tempo, estado do céu, ventos predominantes, ondas, visibilidade e tendência da temperatura para tempo futuro.

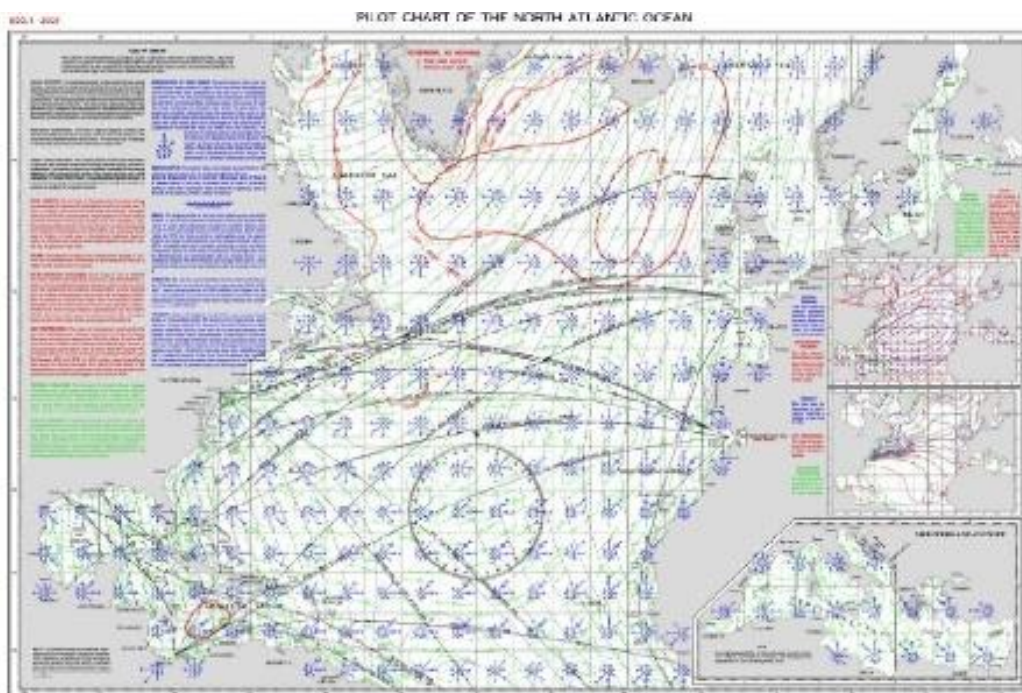
### **3.8 Cartas Piloto**

Como dito em Lobo e Soares (1999) são cartas que representam de forma gráfica uma variedade de informações com o objetivo de auxiliar o planejamento da derrota de um navio. A carta vem com locais no oceano com as características em todos os meses do ano, além das rotas mais utilizadas.

A sua importância para o planejamento da derrota é grande, pois indicam as correntes costeiras e oceânicas mais frequentes, os ventos mais prováveis de encontrar, a visibilidade, a cobertura de gelo e indicação de icebergs em altas latitudes, as temporadas de mar mais severo nos locais e a temporada de furacões.

Vale salientar que as cartas piloto não dispensam as verificações diárias do tempo, pois ela é apenas um auxílio ao planejamento. A execução da derrota pode acontecer diferente do planejamento, porque as cartas analisam um acumulado de dados antigos que tem probabilidade de ocorrer não significa certeza.

Figura 10 Carta piloto do mês de Julho para o Atlântico Norte



Fonte: <http://files.navegar-es-preciso.webnode.com/>.



## 4 ACIDENTES NO MAR E ESTUDO DE CASOS

### 4.1 O furacão Bertha

Em 1990 ocorreu essa tempestade de categoria 1 sendo formada em julho e se perdurando até agosto na temporada de furacões do Atlântico. Foi o primeiro furacão da estação, começou seu desenvolvimento no dia 24 de julho a sudeste do cabo de Hatteras, na Carolina do Norte. Por uma instabilidade caminhou para o sul onde ganhou características tropicais e quando caminhou nordeste ganhando a classificação de furacão. Chega em Nova Escócia, no Canadá no dia 2 de agosto como um ciclone extratropical (MIDORY, 2008).

Como esperado de um furacão no alto mar gerou grandes vagas, que foram reportadas por outros navios no sudeste dos Estados Unidos. Essas vagas chegaram a alcançar 15,2 metros de acordo com o monitoramento da National Hurricane Center e Canadian Hurricane Center. Ventos de mais de 93 quilômetros por hora também foram registrados e pressão barométrica de 985 milibares por um navio canadense.

No mar, como pode ser visto, as condições eram muito adversas a fazer qualquer viagem. Contudo um navio de carga grego chamado S.S Corazon naufragou durante a tempestade. O navio experimentou ventos fortes de até 126 km/h e ondas de 9.1 metros. Por isso a quilha se partiu, a tripulação do navio mandou um sinal de socorro e abandonou a embarcação. Durante a manobra de abandono um tripulante se afogou tentando alcançar o bote salva vidas e seu corpo foi encontrado depois por um navio soviético.

Foi enviado navio para tentar resgatar as vítimas e conseguiram trazer 21 dos 27 tripulantes vivos. Vale destacar o navio pesqueiro soviético Vympel que encontrou alguns desses navegantes numa balsa salva vidas, mas ao tentar resgata-los, devido ao mar grosso, arrastou o bote para perto da área do leme e propulsor isso causou o lançamento de 7 tripulantes para a água, cinco morreram afogados, e uma busca por seus corpos continuaram (MIDORY, 2008).

De acordo com a Guarda Costeira americana tripulação do navio não podiam usar suas embarcações salva vidas, pois estavam em condições precárias para o caso de uma

emergência. Ainda de acordo com o agente do navio em Nova Iorque a embarcação estava com uma navegação tranquila até ir de encontro ao furacão.

Após uma minuciosa enunciação dos fatos pode-se verificar uma imprudência do navio grego que parecia não ter condições para abandonar o navio, estava com rumo ao encontro do olho do furacão e bem provável por acreditar que a tempestade passaria antes do navio, ou seja, uma má interpretação dos avisos dados aos navegantes, podem ser sim uma das causas do naufrágio.

**Figura 11 Furacão Bertha de 1990.**



Fonte: <http://nhc.noaa.gov/>.

## **4.2 Princess of Stars**

Caso do M.V Princess of the Stars (FIGURA12) ocorreu em 21 de junho de 2008. Era um navio de passageiros que emborcou próximo à costa das Filipinas após a passagem do tufão Fengshen de categoria 2. Devido as mais de 800 mortes, Manila ordenou uma revisão de emergência sobre as regras de segurança marítima.

O navio que tinha saído de Manila no dia anterior com destino a Cebu, mesmo sabendo da notícia do tufão que tinha chegado a ilha de Samar no mesmo dia. De acordo com a Sulpicio Lines, empresa proprietária do navio, a embarcação foi autorizada a fazer a viagem, pois o navio poderia se manter navegando na periferia do tufão. Porém a tempestade mudou de trajetória colocando o navio perto de seu olho.

Ao meio-dia do dia 21 de junho, o navio envia o sinal de socorro e perde o sinal de rádio as 12:30 do horário local. As autoridades locais então enviam um barco e

confirma que o navio tinha um buraco no casco e estava parcialmente submerso com corpos encontrados nos arredores. Depois de apuração foi constatado que o buraco era do bow thruster.

De acordo com o relato dos sobreviventes, o Princess of the Stars não tiveram um problema de máquinas e sim entraram em mar grosso perto da costa de Romblom. Por volta da manhã foi ordenado para os passageiros colocarem os coletes e após isso o comandante deu a ordem de abandonar o navio. A embarcação teve problemas a partir do meio-dia. Houve testemunhos de pessoas pulando na água para tentar se salvar e outros usando botes salva vidas. Muitas dessas pessoas não usavam coletes e ainda foi dito pelos sobreviventes que a tripulação estava mais preocupada em se salvar do que auxiliar os passageiros.

Após a notícia, percorrer a guarda costeira e a marinha filipina fizeram várias operações de busca e resgate para encontrar as pessoas. Eles conseguiram encontrar 115 pessoas (48 sobreviventes e 67 mortos) deixando 747 desaparecidos. Até militares da marinha americana se engajaram para encontrar os passageiros.

Diante de tudo isso, fica claro o erro de leitura da previsão do tempo pelo comandante da embarcação, da empresa e também da guarda costeira filipina. Pelo lado da companhia uma falha colossal que custou milhares de vida que mesmo sabendo do tufão que viria optou por seguir e arriscar. Já pelo lado da guarda costeira fica uma dúvida de ter autorizado ou não a viagem do navio, o que é no mínimo uma imprudência diante do fato ocorrido.

**Figura 12 Navio Princess of the Stars emborcado.**



Fonte: <http://www.theguardian.com/world/2008/jul/02/philippines>.

### **4.3 Naufrágios no Mar Negro**

Os acidentes no mar causados por condições severas também podem levar a desastres ambientais como ocorrido na fronteira das Rússia com a Ucrânia onde as condições severas de tempo causou avarias a navios e afundando-os segunda a agencia de noticia Reuters em 2007. As autoridades dos dois países prontamente começaram as operações de limpeza, apuração e busca no Mar Negro.

Segundo a Reuters, cinco navios entre eles um tanque e três carregando enxofre deixaram pelo menos 20 mortos e 20 desaparecidos. O navio tanque Volganefit que saia do porto de Azov na Ucrânia e estava perto de Kerch quando foi pego por uma tempestade severa e altas ondas que quebraram o casco derramando mais de 1000 toneladas de óleo na costa. 13 membros da tripulação navegaram por ondas de mais de 6 metros.

O serviço de resgate russo disponibilizou 80 especialistas ao longo do Mar Negro mais 112 pessoas da marinha russa com foco na limpeza da área, 3 helicópteros e 11 botes de resgate também faziam parte da força tarefa. A tempestade de tão severa alcançou força de furacão. Oficiais reportaram ondas de 20 pés e ventos de 78 milhas por hora.

A New York Times reportou esse acidente e ainda que autoridade russas disseram que os capitães ignoraram os avisos de mau tempo mas os sobreviventes disseram que o ar ficou forte de repente e pouco pode ser feito.

Como pode ser visto o que casou tal problema foi a imperícia dos capitães e autoridades russa que não conseguiram fazer uma boa leitura dos dados recolhidos por eles o que ocasionou um desastre ambiental que perdurará por muitos anos naquela região.

**Figura 13 Poluição causada por acidente de navio no Mar Mediterrâneo.**



Fonte: <http://bbc.co.uk/>.

#### **4.4 MS München**

O acidente ocorreu em dezembro de 1978 em por razões desconhecidas pelas autoridades, a teoria mais aceita é que foi avariado por ondas fortes e adernou 55 graus e ficou sem eletricidade (representada na Figura 14 como animação).

O navio saiu em 7 de dezembro da Alemanha com destino a Savannah na Geórgia, em sua viagem de número 62. Na madrugada do dia 13 de dezembro o Oficial no quarto as condições de tempo severas, mas a qualidade era muito ruim e não foi muito entendido pelo navio que recebeu o Caribe, um cruzeiro alemão, e a mensagem foi recebida pelo armador somente no dia 17.

Três horas depois, ele é recebido um sinal de socorro que na época eram transmitidos em código morse e poucas partes foram entendidas como o adernamento

de 50 graus e mensagens radio também foram recebidas por pela guarda costeira como de ventos 11 e 12 na escala beaufort.

Muitos esforços foram efetuados para resgatar as pessoas e as partes do navio. Contudo sem muito sucesso pois a tecnologia para o tempo ainda era muito precária, apesar de tomar medidas das mais avançadas com mais de 80 navios na cooperação e 13 aviões envolvendo Estados Unidos, Reino Unido, Portugal e Alemanha. Porém só foram encontrados partes estruturais e botes vazios.

As investigações levaram a conclusão que a baleeira travou devido as forças do exercidas pelas ondas, além de ondas que chegaram a mais de 25 metros de altura. Porém por falta de evidencias, e conhecimentos limitados para época a investigação foi dada como inconclusiva.

Com isso, mesmo com todas as limitações é provável de se concluir que houve imperícia de leitura do tempo futuro tanto pelas autoridades quanto pelos tripulantes dos navios. Todavia pode-se justificar pela limitação tecnológica de dados na época.

**Figura 14 Navio München ao enfrentar ondas gigantes.**



Fonte: <http://flickr.com.br/>.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se navegar em alto mar é preciso ter preparo e planejamento para os diversos tipos de condições do tempo. O navegante precisa saber reagir as mais adversas situações encontradas a bordo tendo em vista a integridade da embarcação, da carga e mais importante das vidas humanas.

Como foi analisado, para se navegar com segurança é preciso tempo para o preparo da derrota e conhecimento das condições do local de saída e chegada. O que mostra a importância dos boletins diários, publicações e coleta de dados do durante a viagem. Além disso se verifica que o navegante necessita de capacitação para interpretar os diversos dados meteorológicos.

Durante a navegação é necessária atenção para os sistemas frontais, o vento, as ondas, o gelo, furacão. Tem de priorizar nos meses da temporada de furacões do Atlântico Norte as publicações da Guarda Costeira e da NOAA, por serem de águas mais quentes e no Atlântico Sul aos sistemas frontais por ser água mais frias.

Mesmo com muitos avisos, conhecimento, ainda assim acontecem acidentes, sejam por erro humano ou por condições precárias ele acabam por danificar o meio ambiente e a vida de muitas pessoas. Porém melhoram as regras, prevenção e avanço no combate as condições adversas.

Com tudo que foi analisado e elucidado durante todo texto pode-se afirmar que o objetivo foi alcançado e sim, a má ou errada leitura dos parâmetros meteorológicos podem causar acidentes no mar. E cabe ao navegante entender que a meteorologia veio para ajudar ao próprio a chegar com segurança ao destino e deve ele utilizá-lo da forma mais correta.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACKERMAN, S. A.; KNOX, J. A. **Meteorology- Understanding the Atmosphere**. 3. ed. Sudbury, Massachusetts: Jones & Bartlett Learning, 2011. 580p.

AHRENS, C. D. **Essentials of Meteorology**. 7. ed. Stamford: Cengage Learning, 2012. 492p.

BURGESS, C. R. **Meteorology for seafarers**. Glasgow: Brown, Son & Ferguson, 1997. 137p.

CÍCERO, B. R. **Importância da Meteorologia na navegação de cabotagem e longo curso**. 2012. 34f. Monografia (Bacharelado em Ciências Náuticas) - CIAGA, Rio de Janeiro, 2012.

LOBO, P. R. V. **Meteorologia e Oceanografia- Usuário Navegante**. Rio de Janeiro: FEMAR, 1999. 416p.

MIDORY, P. B. **Importância da Meteorologia na navegação de cabotagem e longo curso**. 2008. 29f. Monografia (Bacharelado em Ciências Náuticas) - Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2008.

**Cartas sinóticas**. Disponível em: <dhm.mar.mil> Acesso em: 19 jul. 2014

**Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais CPTEC- INPE**. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/home/novoSite/index.jsp>> Acesso em: 14 jul. 2014

**Preliminary report Bertha 1990**. Disponível em: <nhc.noaa.gov> Acesso em: 27 jun. 2014

**Russian oil tanker breaks up off Crimea**. Disponível em: <<http://www.reuters.com/article/2007/11/11/us-russia-tanker-idUSL1121687120071111>> Acesso em: 13 jul. 2014