

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

JOÃO BATISTA FERREIRA FILHO

**A DETERMINAÇÃO OU CORREÇÃO DE UMA DERROTA MARÍTIMA SEGUNDO
AS PREVISÕES METEOROLÓGICAS E OCEANOGRÁFICAS**

RIO DE JANEIRO

2015

JOÃO BATISTA FERREIRA FILHO

**A DETERMINAÇÃO OU CORREÇÃO DE UMA DERROTA MARÍTIMA SEGUNDO
AS PREVISÕES METEOROLÓGICAS E OCEANOGRÁFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais de Náutica da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.
Orientador: 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira

RIO DE JANEIRO

2015

JOÃO BATISTA FERREIRA FILHO

**A DETERMINAÇÃO OU CORREÇÃO DE UMA DERROTA MARÍTIMA SEGUNDO
AS PREVISÕES METEOROLÓGICAS E OCEANOGRÁFICAS**

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

Data da Aprovação: ____/____/____

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

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico este trabalho, antes de tudo, aos meus pais, João Batista Ferreira e Ismália Luciana Leite Ferreira, que me apoiaram incondicionalmente e fizeram o que podiam para me dar boas condições de estudo, além do amor, carinho e zelo que nunca deixaram de ter por mim, e ao meu exemplo de vida e personalidade, meu grande amigo e, mais que tudo, meu irmão Wilson Ferreira de Souza Neto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, João Batista Ferreira e Ismália Luciana Leite Ferreira, pelos diversos sacrifícios de conforto e comodidade que fizeram para me proporcionar um estudo de qualidade, sem o qual eu jamais estaria em uma instituição tão bom e com um futuro profissional tão promissor.

Ao meu irmão Wilson Ferreira de Souza Neto que sempre me apoiou em todos os momentos de minha vida, sempre me norteou nos momentos de dúvidas e sempre foi meu exemplo de liderança e personalidade. Sem o qual não seria quem sou hoje.

A minha namorada Bárbara Pires Fonseca, quem sempre me apoiou nos momentos mais difíceis e me ajudou de todas as formas na conclusão deste trabalho, desde simples correções gráficas, ideias sobre o que abordar e incentivo para nunca desistir.

A todos meus amigos de infância especialmente Saymon Oliveira, Lucas Martins e Pedro Coimbra, os quais eu tenho enorme consideração. Valeu por tudo. E meu amigo Marco Thúlio Saviatto que me incentivou a entrar para EFOMM.

A toda minha turma EFOMM 2013, será um prazer encontrá-los a bordo e trabalhar com vocês, especialmente meu amigo Gustavo Silva que sempre me ajudou dentro desta escola desde a adaptação. Meu obrigado aos meus amigos do meu camarote, antigo 12 atual 24, foram 3 anos que formaram praticamente uma família.

A todos os professores, coordenadores, e diretores do Colégio Genoma que me deram o conhecimento necessário para eu estar na EFOMM hoje, especialmente Pablo Maia, Leandro Carvalho, Charles Smith e Rodrigo Cunha.

A todos meus familiares, tios, primos, padrinhos, avós que sempre me deram todo o carinho e apoio.

Ao meu professor e amigo Tenente Vinicius Oliveira, pelo seu conhecimento transmitido em sala de aula ou no auxílio à elaboração deste trabalho e pela confiança depositada em mim.

A todas as pessoas que contribuíram de alguma maneira na minha formação e não foram citadas acima.

Muito obrigado!

“Navegar é preciso; viver não é preciso.”

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Os fenômenos meteorológicos e oceanográficos são bem ordenados e para serem formados são necessárias condições propícias. Dependendo do nível de intensidade, os fenômenos podem mudar drasticamente o estado de mar, condições de vento e visibilidade, colocando em risco a segurança da navegação. Com o propósito de manter essa segurança e a fim de evitar gastos extras para o armador, todos navegantes devem ter conhecimento necessário para poderem agir da forma mais sensata quando se deparar ou de maneira a evitar fenômenos que afetam a navegação. Uma navegação em altas latitudes, por exemplo, é ideal adotar uma navegação ortodrômica, isso pela grande redução em distância comparado com a loxodromia. No entanto, o navegante deve estar atento ao mês que será realizado a navegação, conferir a carta piloto adequada para saber se adotar uma derrota ortodrômica não coloca em risco a segurança de toda embarcação. Em altas latitudes há diversos riscos como icebergs, bergy bits, growlers que ao se chocarem com o navio podem resultar em avarias graves ou até levá-lo a pique. Além disso, o navegante deve estar atento às cartas climáticas e estações do ano para saber se, nas médias a altas latitudes, é um período de gale ou extensos nevoeiros, já que esta reduz significativamente a visibilidade e essa pela mudança do estado do mar. Sendo assim, os marítimos devem ter conhecimentos de parâmetros climáticos de onde irão navegar para saberem o que podem enfrentar e planejar a melhor derrota. Porém, não basta saber parâmetros climáticos, é importante acompanhar a evolução do tempo diariamente. Com a carta piloto sabem-se os meses de ocorrência dos furacões, mas acompanhando as imagens de satélite, cartas sinóticas de pressão ao nível do mar e boletins meteorológicos é possível saber previamente o surgimento de ciclones tropicais a uma distância adequada para evitá-lo. Com estes produtos meteorológicos é possível, também, identificar a posição e evolução de ciclones extratropicais que alteram muito o estado do mar e junto com outros fatores formam as ondas anormais na costa sudeste da África do Sul. Desta forma, com todas estas publicações e produtos meteorológicos em mãos, somadas ao conhecimento, o navegante tem as ferramentas necessárias para tomar as atitudes corretas em cada uma dessas situações, tornando a navegação algo extremamente preciso.

Palavras-Chave: Fenômenos Meteorológicos e Oceanográficos. Publicações e Produtos Meteorológicos. Segurança da Navegação. Planejar. Atitudes.

ABSTRACT

The meteorological and oceanographic phenomena are well organized and right conditions are needed to produce them. Depending on the intensity level, the phenomena can change the sea state, wind and visibility conditions drastically, endangering the safety of navigation. In order to keep this safety and to avoid extra expenses for the owner, all seamen must have the knowledge to be able to act in the best way when they are next to or in order to avoid phenomena that affect navigation. Navigation in high latitudes, for example, is ideal to take a orthodromic navigation, because of the large reduction in distance compared to the rhumb line. However, the seaman must pay attention every month that the navigation will be done, check the appropriate pilot chart to know whether to adopt a orthodromic route does not put at risk the safety of the entire vessel. At high latitudes there are several risks like icebergs, bergy bits, growlers that if crash with the ship can result in serious damage or even sink it. Furthermore, the seaman must pay attention to the climate charts and seasons to know if, in the medium to high latitudes, is a period of gale or extensive fogs, because of the significant visibility reduction and sea conditions change that each one cause. Therefore, seafarers have to know climatic parameters from where will navigate to know what phenomenon they can find to plan the best route. But it is also important to follow the evolution of time daily. With pilot charts is possible to know what are the months of occurrence of hurricanes, but seeing satellite images, pressure at sea level synoptic charts and weather reports is possible to know in advance the emergence of tropical cyclones at a suitable distance to avoid it. With these meteorological products it is also possible to identify the position and evolution of extratropical cyclones that change dangerously the sea state and along other factors form the abnormal waves on the southeast coast of South Africa. So, with all these meteorological publications and products on hands, added to knowledge, the seafarer has the tools to take the right actions in each of these situations, making navigation something extremely accurate.

Keywords: Meteorological and Oceanographic Phenomena. Meteorological Publications and Products. Safety of Navigation. To Plan. Attitudes.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1: Triângulo esférico. Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf> 15
- Figura 2.2: Triângulo esférico. Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf-7cAJ/a-ciencia-a-arte-volume-ii-gacao-astronomica-derrotas-cap33> 16
- Figura 3.1: Imagem do satélite Goes 13 do canal infra. Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/home/novoSite/index.jsp> 19
- Figura 3.2: Imagem do satélite Goes + Meteosat 3 em 3 horas do canal Infra. Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/home/novoSite/index.jsp> 20
- Figura 3.3: Carta de pressão ao nível do mar 250000Z/ABR/2015. Fonte: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm> 22
- Figura 3.4: METEOROMARINHA referente à análise de 0000 HMG - 25/ABR/2015. Fonte: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/meteoro/boletim.htm> 23
- Figura 3.5: Carta piloto do Atlântico Norte referente ao mês de maio. Fonte: http://msi.nga.mil/MSISiteContent/StaticFiles/NAV_PUBS/APC/Pub106/106may.pdf 26
- Figura 5.1: Ilustração Ondas Anormais na costa SE da África do Sul. Fonte: <http://www.pepeh.com.br/blog/?p=5968> 33
- Figura 6.1: Carta de pressão ao nível do mar 041200Z/MAI/2015. Fonte: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm> 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala Saffir-Simpson. Categoria dos furacões.
Fonte: www.infopedia.pt

30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MN	Milhas Náuticas
VIS	Imagem Visível
IR	imagem infravermelha (IR)
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (CPTEC)
Cb	cumulonimbus (Cb)
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN)
OMM	Organização Mundial de Meteorologia (OMM)
TSM	temperatura de superfície do mar (TSM)
HN	hemisfério norte (HN)
HS	hemisfério sul (HS)
TPO	temperatura do ponto de orvalho (TPO)
SE	sudeste (SE)
SW	sudoeste (SW)
NE	nordeste (NE)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo	14
2	NAVEGAÇÃO ORTODRÔMICA	15
3	PUBLICAÇÕES E PRODUTOS METEOROLÓGICOS RELEVANTES AO NAVEGANTE	18
3.1	Imagens de satélites meteorológicos	18
3.2	Cartas Sinóticas	20
3.3	Boletins Meteorológicos	22
3.4	Cartas Piloto	25
4	FENÔMENOS METEOROLÓGICOS QUE AFETAM A NAVEGAÇÃO	27
4.1	Ciclones extratropicais	27
4.2	Ciclones tropicais	29
4.3	Nevoeiros	30
5	FENÔMENOS OCEANOGRÁFICOS QUE AFETAM A NAVEGAÇÃO	32
5.1	Tsunamis	32
5.2	Ondas anormais	32
5.3	Icebergs, Bergy bits e Growlers	34
5.4	Pack ice	35
6	PLANEJAMENTO E CORREÇÃO DE UMA DERROTA MARÍTIMA	36
6.1	Ações a serem tomadas devido a eventos meteorológicos ou oceanográficos	36
6.1.1	Ciclones extratropicais	36
6.1.2	Ciclones tropicais	38
6.1.3	Tsunamis	40
6.1.4	Ondas anormais	40
6.1.5	Nevoeiros	41
6.1.6	Icebergs, bergy bits e growlers	41
6.1.7	Pack ice	42
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A meteorologia e oceanografia são ciências que têm por dever explicar os diversos fenômenos naturais que ocorrem no planeta Terra. Dentre as inúmeras utilidades, essas ciências orientam e baseiam a navegação marítima para que esta se torne totalmente segura para os tripulantes e passageiros e sem riscos de avarias à carga e ao navio ou riscos ambientais.

A um aquaviário é extremamente importante e obrigatório o conhecimento de produtos e publicações meteorológicas relevantes à navegação. Os boletins meteorológicos, as cartas sinóticas, imagens de satélites meteorológicos e Cartas Piloto cedem informações de suma importância para a identificação e classificação da proporção de um determinado evento, que serão necessárias para determinar as corretas medidas a serem tomadas para evitar avarias ou o próprio evento. Isso em prol não apenas da segurança, como também relativo a interesses financeiros.

O maior interesse dos armadores é manter seus navios em operação constante e a baixos custos para que possam gerar o maior lucro possível. Isso implica em tornar uma travessia rápida para que se tenha um gasto mínimo com consumíveis, por exemplo.

A ortodromia é constantemente utilizada na navegação de longo curso, pois resulta no percurso de menor distância entre dois pontos no globo, ou seja, a princípio seria a melhor forma de poupar consumíveis. Porém, quando se trata de navegação marítima, há diversos fatores que influenciam no tempo da travessia, fazendo com que o menor caminho talvez não seja o mais rápido ou o mais seguro.

O mar grosso, por exemplo, causa uma diminuição drástica na velocidade do navio devido a princípios hidrodinâmicos, podendo causar, também, uma perda do rumo e avarias. É necessário, em certas ocasiões, evitar altas latitudes para não entrar em zonas de risco de icebergs. Isso torna inviável a utilização da ortodromia completa, devendo-se utilizar de uma navegação mista.

Como mostram os exemplos acima, é viável a adoção de uma derrota mais longa em distância, já que, levando em conta a possibilidade de ocorrer um acidente, ou o simples atraso devido a eventos meteorológicos, pode-se ter

prejuízos muito maiores do que apenas um gasto maior de combustível e outros consumíveis.

Além dos produtos e publicações meteorológicas e oceanográficas, os navegantes devem ter amplo conhecimento sobre quais fenômenos e de que forma estes podem afetar ou colocar em risco a navegação. É de primordial importância também saber como evitá-los (tendo o auxílio de previsões de longo e médio prazo) e qual é a melhor forma de enfrentar um determinado evento (tendo a ajuda de previsões de curto e curtíssimo prazo).

Sendo assim, todos esses conceitos e conhecimentos relevantes aos navegantes serão usados para realizar um planejamento e correção de uma derrota marítima de forma coerente e segura para a navegação.

1.1 Objetivo

Geral: O objetivo geral deste estudo é fazer uma Determinação ou Correção de uma Derrota Marítima Segundo as Previsões Meteorológicas e Oceanográficas.

Específico: Classificar, explicar, identificar e exemplificar uma série de fenômenos meteorológicos e oceanográficos que afetam a navegação, bem como os diferentes meios de publicações e previsões.

2 NAVEGAÇÃO ORTODRÔMICA

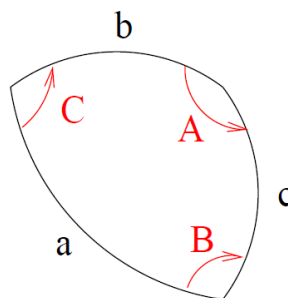
A grande importância da navegação ortodrômica é a diminuição do consumo de combustível e qualquer outro tipo de consumível através da adoção de uma derrota sobre um arco de círculo máximo.

Na concepção natural, um leigo diria que a menor distância entre dois pontos é uma reta; porém isso só será verdade se a superfície em que se encontram esses pontos for um plano. No caso de uma esfera a menor distância entre dois pontos é um arco de um círculo máximo (círculo cujo raio é igual ao raio da esfera na qual está contido), sendo assim, a menor trajetória é uma curva.

A ortodrômia se baseia nos princípios da trigonometria esférica. Então, apesar de, na realidade, o globo terrestre ser um geóide, para fins práticos da navegação a Terra é considerada uma esfera.

A navegação ortodrômica é feita através do cálculo da distância a ser percorrida entre os pontos de partida e chegada desejados. Para isso, utiliza-se um ente matemático, o triângulo esférico, cujos lados são arcos de círculos máximos.

Figura 2.1: Triângulo esférico.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>; acessado no dia 02 de maio de 2015.

Segundo FILHO et. al. (2014), ao contrário da trigonometria plana, não é suficiente conhecer dois ângulos para resolver o triângulo. É sempre necessário conhecer no mínimo três elementos: ou três ângulos, ou três lados, ou dois lados e um ângulo, ou um ângulo e dois lados.

As fórmulas principais para a solução dos triângulos esféricos são:

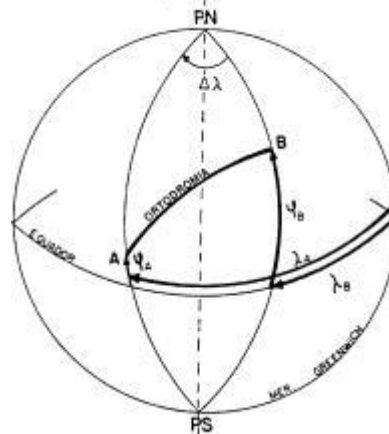
Fórmula dos cossenos:

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

E fórmula dos senos:

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

Figura 2.2: Triângulo esférico.



Fonte: <http://www.ebah.com.br>; acessado no dia 05 de maio de 2015.

A figura 2.2 mostra um exemplo de uma travessia ortodrômica no globo. Para o cálculo dessa distância, é necessário, de forma a facilitar, que os vértices do triângulo esférico sejam o polo e os dois waypoints (A e B) de onde se deseja partir e chegar.

Possuindo as coordenadas desses dois waypoints, pode-se facilmente substituí-los na fórmula e encontrar a distância desejada. Neste caso (supondo que se deseja partir do ponto A ao B):

Cosseno da distância ortodrômica = (Cosseno da colatitude de A x Cosseno da colatitude de B) + (Seno da colatitude de A x Seno da colatitude de B x Cosseno da diferença entre as longitudes de A e B).

É importante ressaltar que essa diferença entre longitudes é o menor ângulo possível.

Aplicando-se esta fórmula encontra-se a distância ortodrômica em graus; para converter para milhas náuticas (MN) deve-se apenas multiplicar o valor que está em graus por 60, pois no globo cada minuto de arco é igual a uma MN.

Porém, apesar da grande vantagem do ganho em distância da navegação ortodrômica, esta possui algumas desvantagens:

1. Navegação complexa e requer um acompanhamento maior e constantes mudanças na angulação do leme, pois é uma navegação curvilínea;
2. Tem pouca vantagem de ganho em distância em relação à navegação loxodrômica (retilínea) em casos que os waypoints sejam próximos, em baixas latitudes ou em hemisférios diferentes;
3. Como sugere a figura 2.2, a curva desse tipo de navegação tende sempre a se aproximar do polo mais próximo.

A desvantagem número 3 é a mais importante para este trabalho, pois o fato de a derrota atingir latitudes muito altas, em muitos casos, resulta em problemas decorrentes das condições meteorológicas e oceanográficas. Neste caso é adotada, pelo Comandante, uma derrota mista.

A derrota mista caracteriza-se pela ortodrômica até o paralelo limite desejado; então, adota-se uma navegação loxodrômica sobre este paralelo e depois outra navegação ortodrômica até o ponto de chegada desejado.

3 PUBLICAÇÕES E PRODUTOS METEOROLÓGICOS RELEVANTES AO NAVEGANTE

Neste capítulo serão estudadas as publicações e produtos meteorológicos de interesse ao navegante para a realização de uma interpretação coerente das mesmas.

São apresentadas as características das imagens de satélites meteorológicos, dos boletins e cartas sinóticas de pressão à superfície, visando sempre auxiliar os navegantes a interpretar estas informações em seus múltiplos aspectos, de modo a facilitar o entendimento do tempo presente e possibilitara percepção da evolução do estado do mar (LOBO et al., 2007).

Além destes produtos, as Cartas Pilotos, que são um tipo de publicação, são necessárias para adquirir um padrão meteorológico geral da região em que se deseja navegar.

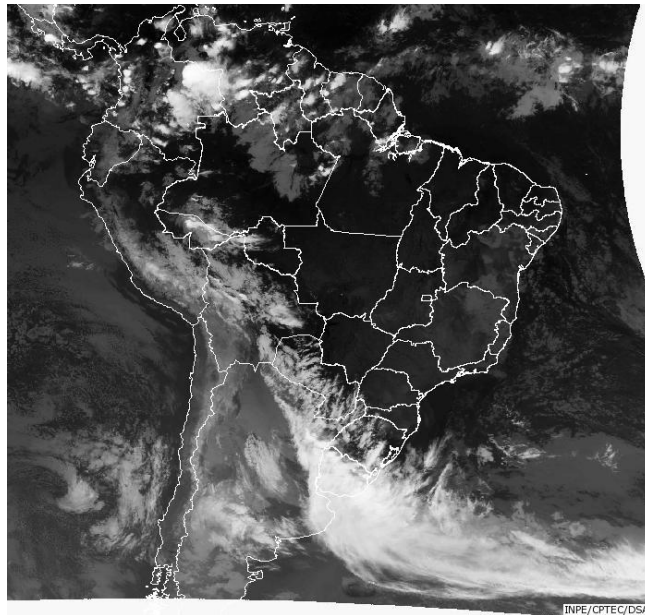
As publicações e produtos tem grande importância por serem os instrumentos pelos quais os navegantes sabem qual o estado do tempo atual e têm noções do tempo futuro, necessárias à determinação ou correção de uma derrota.

3.1 Imagens de satélites meteorológicos

A obtenção das imagens de satélites meteorológicos é comumente feita por satélites geoestacionários, como por exemplo, o satélite Goes 13, responsável pela METAREA V (área do globo de responsabilidade do Brasil quanto à previsão meteorológica). No entanto, com o intuito de melhorar a qualidade das imagens de satélites na resolução tanto espacial quanto temporal, será lançado em 2016 o primeiro satélite da nova geração Goes-R, promovendo, assim, uma significativa melhora na detecção e observação de fenômenos.

As imagens de satélites relativas ao Brasil são encontradas nos canais: colorida, realçada, infra e visível.

Figura 3.1: Imagem do satélite Goes 13 do canal infra.



Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br>; acessado no dia 12 de setembro de 2015.

De tempo em tempo o satélite responsável por uma determinada área do globo retira a imagem (o Goes 13, por exemplo, normalmente segue um intervalo de 30 minutos para a imagem estar disponível no site da CPTEC e um intervalo de 15 minutos para estar disponível nos centros de previsões meteorológicas). Entretanto, as imagens não são colocadas no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático (CPTEC) em tempo real, por motivos de processamento da imagem para alguns canais. Dessa forma, a visível é a primeira a ser colocada e a realçada é a última.

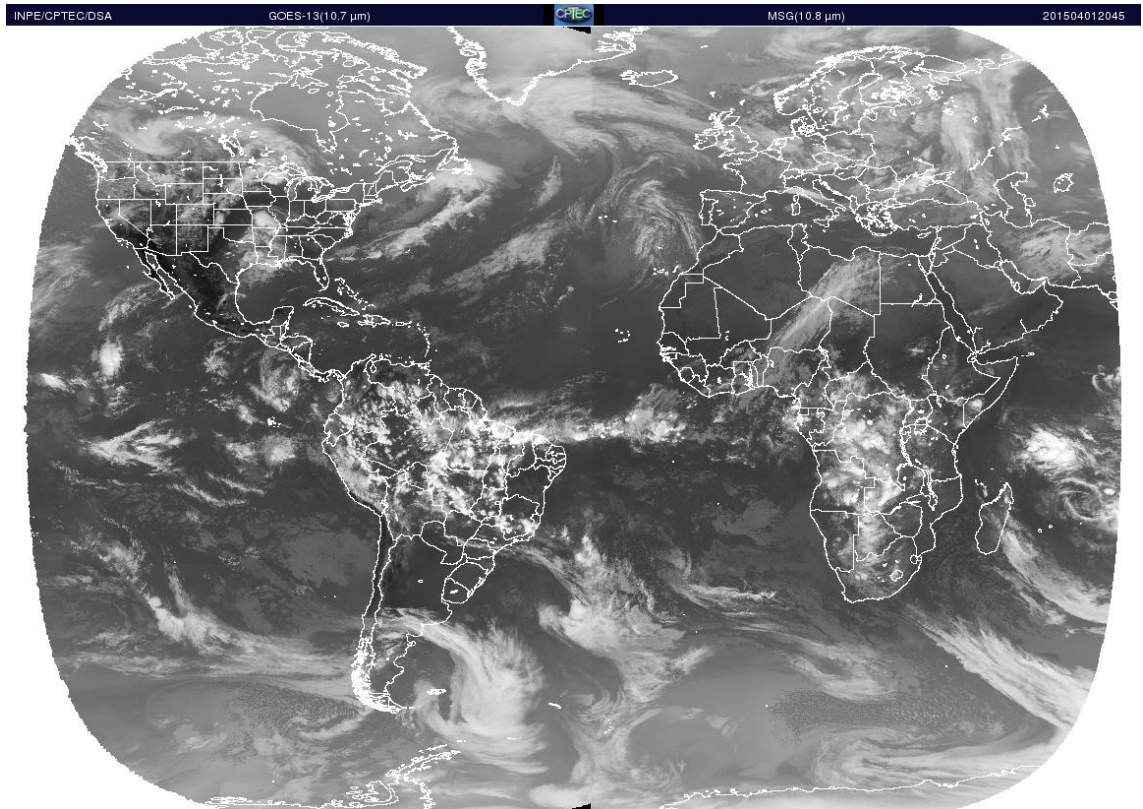
A imagem visível (VIS) registra a refletividade da luz visível, no entanto, durante a noite não convém a utilização deste canal devido a pouca luminosidade atingindo a região da Terra que a imagem cobre.

A imagem infravermelha (IR) é mais usada e divulgada para os navegantes. Ela tem outras características para obter os dados meteorológicos e registrá-los formando a imagem. A imagem IR se baseia na informação da temperatura da coluna de ar inteira, captando a temperatura das nuvens altas, nuvens médias, nuvens baixas, nevoeiros e superfícies do solo ou oceano (LOBO et al., 2007).

A figura 3.2 é um exemplo típico de uma composição de imagem IR dos satélites Goes e Meteosat. Nessa imagem, as nuvens com os topos mais frios

aparecem brancas (200K). As nuvens mais baixas aparecem acinzentadas, e as superfícies de terra ou de água, que estão mais quentes, aparecem próximas do preto (320K) (FERREIRA, 2006).

Figura 3.2: Imagem do satélite Goes + Meteosat 3 em 3 horas do canal Infra.



Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br>; acessado no dia 01 de abril de 2015.

Na figura 3.2, assim como nas imagens de satélites meteorológicos de imagem IR, é possível a identificação não apenas de nuvens altas, cumulonimbus (Cb), como também de fenômenos meteorológicos tais como sistemas frontais (ao sul do Brasil na figura 3.2), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (aglomerado de Cb's no centro da imagem, acima do oceano atlântico, entre o Brasil e a África seguindo por toda região equatorial, no entanto sem formar uma zona contínua de nuvens) e furacões (não representados na figura 3.2).

3.2 Cartas Sinóticas

As cartas sinóticas de pressão atmosférica ao nível do mar são ferramentas bastante úteis na previsão meteorológica e acompanhamento do tempo, sendo assim, conseqüentemente, na determinação de uma derrota marítima.

As cartas sinóticas referentes ao Brasil são produzidas na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Nelas, a METAREA V do Oceano Atlântico é dividida em áreas costeiras (A, B, C, D, E, F, G e H) e áreas norte e sul oceânicas.

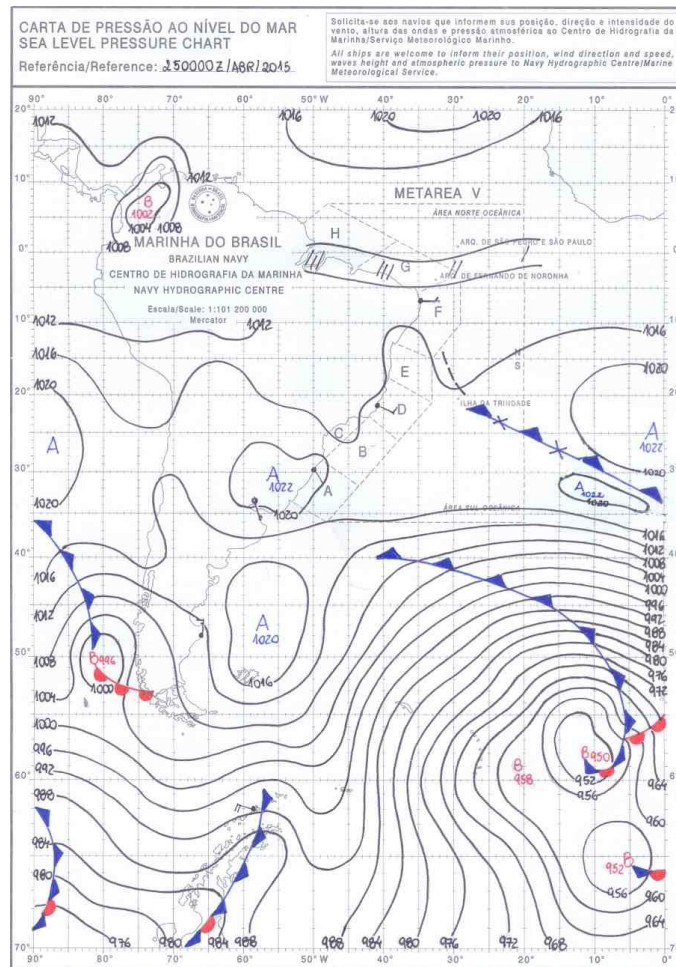
São produzidas, habitualmente, duas cartas ao dia, uma referente à 00 hora zulu e outra referente às 12 horas zulu. Estas cartas da DHN são desenhadas a mão por um pessoal especializado com base nos dados meteorológicos adquiridos.

As isóbaras são espaçadas de 4 em 4hPa e de acordo com seus formatos podem representar um centro de baixa pressão, centro de alta pressão ou extensas pistas.

Os centros de baixa pressão são circundados por isóbaras de menores valores e marcados por um B. Os centros de alta pressão são circundados por isóbaras de valores maiores e marcados por um A. Já as pistas, identificado por isóbaras aproximadamente paralelas durante uma considerável distância, são grandes áreas geradoras de onda, onde o vento normalmente é intenso.

Nas cartas sinóticas, também são identificados elementos do tempo presente (exemplo: vento e cobertura do céu) de estações meteorológicas e mostram fenômenos tais como ciclones extratropicais, ZCIT (com intensidade), frentes estacionárias, zonas de convergência, cavados, onda tropical, depressão tropical, tempestade tropical e ciclones tropicais.

Figura 3.3: Carta de pressão ao nível do mar 250000Z/ABR/2015.



Fonte: <https://www.mar.mil.br>; acessado no dia 25 de abril de 2015.

3.3 Boletins Meteorológicos

No Brasil, as informações meteorológicas de interesse do navegante são elaboradas pelo Serviço Meteorológico Marinho, que funciona na DHN (LOBO et. al., 2007). Dos boletins produzidos na DHN, o boletim de condições e previsão do tempo (METEOROMARINHA) é o relevante para este estudo e o que será retratado aqui.

De acordo com as normas estabelecidas pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), as áreas marítimas de responsabilidade do Brasil são divididas tais como na carta sinótica de pressão atmosférica ao nível do mar e as informações apresentadas no METEOROMARINHA são dadas para cada uma dessas áreas.

O METEOROMARINHA é constituído por seis partes enumeradas em algarismos romanos, sendo que, as partes relevantes aos navegantes são:

Parte I – Aviso de mau tempo

Parte II – Resumo descritivo do tempo

Parte III – Previsão do tempo

Na Parte I, o aviso de mau tempo é emitido caso tenha a previsão da ocorrência de: vento força 7 ou acima, na escala Beaufort (28 nós ou mais); ondas de 3 metros ou maiores, em águas profundas; visibilidade restrita a 1 Km ou menos; e ressaca com ondas de 2,5 metros na arrebentação. Caso não haja nenhum aviso de mau tempo, constará nessa parte a expressão NIL ou NÃO HÁ.

Na Parte II, que começa com a data e hora da carta sinótica de referência, há uma descrição desta carta. Nela consta informações como onde se encontra os centros de alta e baixa pressão e suas intensidades (HPA), onde se encontra as frentes, para onde se estendem e se movem (com intensidade em NÓS) e uma descrição da ZCIT.

Na Parte III, a previsão do tempo é apresentada para cada uma das áreas costeiras e oceânicas, com uma previsão para 24 horas e outra para 48 horas, com as seguintes informações: previsão do estado do tempo; previsão do estado do céu; previsão dos ventos predominantes; previsão de ondas; previsão de visibilidade; previsão da tendência da temperatura.

Figura 3.4: METEOROMARINHA referente à análise de 0000 HMG - 25/ABR/2015.

<p style="text-align: center;"><u>METEOROMARINHA REFERENTE À ANÁLISE DE 0000 HMG - 25/ABR/2015</u></p> <p>DATA E HORA REFERENCIADA AO MERIDIANO DE GREENWICH - HMG PRESSÃO EM HECTOPASCAL - HPA VENTO NA ESCALA BEAUFORT ONDAS EM METROS <u>PARTE UM - AVISOS DE MAU TEMPO</u> <u>AVISO NR 327/2015</u> AVISO DE MAR GROSSO EMITIDO ÀS 1300 - QUI - 23/ABR/2015 AREA SUL OCEÂNICA ENTRE 20S E 30S A OESTE DE 025W. ONDAS DE SW/SE 3.0/3.5. VÁLIDO ATÉ 260000. ESTE AVISO SUBSTITUI O AVISO NR 323/2015. <u>AVISO NR 328/2015</u> AVISO DE MAR GROSSO EMITIDO ÀS 1300 - QUI - 23/ABR/2015 AREA SUL OCEÂNICA AO SUL DE 30S E LESTE DE 035W A PARTIR DE 240000. ONDAS DE SW/S 3.0/4.0. VÁLIDO ATÉ 261200. <u>AVISO NR 330/2015</u> AVISO DE RESSACA EMITIDO ÀS 1300 - SEX - 24/ABR/2015 RESSACA ENTRE AS CIDADES DE ITACARÉ (BA) E SALVADOR (BA) A PARTIR DE 251200. ONDAS DE S/SE 2.5/3.5. VÁLIDO ATÉ 261200. <u>PARTE DOIS - ANÁLISE DO TEMPO EM 250000</u></p>

ALTA 1020 EM 46S058W. CAVADO EM 26S041W, 28S043W E 31S045W. FRENTE FRIA EM 40S043W, 40S035W, 42S026W, 45S017W E 46S015W MOVENDO-SE COM 10/15 NÓS PARA E/NE. FRENTE FRIA EM 22S028W, 25S020W E 27S015W MOVENDO-SE LENTAMENTE PARA E.

ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL (ZCIT) EM 01N020W, 02S030W, 02S040W E 01S050W .

PARTE TRÊS - PREVISÃO DO TEMPO VÁLIDA DE 251200 ATÉ 261200

ÁREA ALFA (DE ARROIO CHUÍ ATÉ CABO DE SANTA MARTA)

NÉVOA ÚMIDA MADRUGADA/MANHÃ. VENTO NW/SW 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE SW/SE 0.5/1.0 JUNTO À COSTA E SW/SE 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA DURANTE A NÉVOA.

ÁREA BRAVO (DE CABO DE SANTA MARTA ATÉ CABO FRIO - OCEÂNICA)

PANCADAS OCASIONALMENTE FORTES E TROVOADAS ISOLADAS. VENTO SE/NE 3/4 COM RAJADAS À LESTE DE 044W E SW/SE 4/5 COM RAJADAS NO RESTANTE DA ÁREA. ONDAS DE S/SE 1.0/2.0. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA/RESTRITA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA CHARLIE (DE CABO DE SANTA MARTA ATÉ CABO FRIO - COSTEIRA)

NÉVOA ÚMIDA MADRUGADA/MANHÃ E PANCADAS ISOLADAS AO NORTE DE 25S. VENTO SW/SE 4/5 COM RAJADAS. ONDAS DE S/SE 1.0/2.0. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA DURANTE AS PANCADAS/NÉVOA.

ÁREA DELTA (DE CABO FRIO ATÉ CARAVELAS)

PANCADAS OCASIONALMENTE FORTES À LESTE DE 038W. VENTO SW/SE 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE S/SE 0.5/1.5 JUNTO À COSTA E 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA/RESTRITA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA ECHO (DE CARAVELAS ATÉ SALVADOR)

PANCADAS E TROVOADAS ISOLADAS. VENTO SE/E 3/4 COM RAJADAS DURANTE AS PANCADAS. ONDAS DE S/SE 2.5/3.5 COM RESSACA ENTRE AS CIDADES DE ITACARÉ (BA) E SALVADOR (BA). VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA FOXTROT (DE SALVADOR ATÉ NATAL)

PANCADAS E TROVOADAS ISOLADAS. VENTO SE/E 3/4 COM RAJADAS DURANTE AS PANCADAS. ONDAS DE S/SE 0.5/1.5 JUNTO À COSTA E 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA GOLF (DE NATAL ATÉ SÃO LUÍS)

PANCADAS OCASIONALMENTE FORTES AO NORTE DE 03S E PANCADAS ISOLADAS NO RESTANTE DA ÁREA. VENTO SE/NE 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE SE/NE 1.0/2.0. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA HOTEL (DE SÃO LUÍS ATÉ CABO ORANGE)

PANCADAS E TROVOADAS ISOLADAS. VENTO E/NE 4/5 AO NORTE DO EQUADOR E 2/3 NO RESTANTE DA ÁREA. ONDAS DE NE/N 0.5/1.5 JUNTO À COSTA E 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA SUL OCEÂNICA

SUL DE 30S

OESTE DE 030W

VENTO SW/SE 3/4 OCASIONALMENTE 5 COM RAJADAS. ONDAS DE SW/S 2.5/3.5 A LESTE DE 040W E 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA. VISIBILIDADE BOA.

LESTE DE 030W

VENTO NW/SW 3/4 PASSANDO 5/6 COM RAJADAS. ONDAS DE SW/S 3.0/4.0. VISIBILIDADE BOA.

ENTRE 25S E 30S

PANCADAS OCASIONALMENTE FORTES E TROVOADAS ISOLADAS A LESTE DE 030W. VENTO SE/E 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE SW/S 2.5/3.5. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA/RESTRITA DURANTE AS PANCADAS.

NORTE DE 25S

PANCADAS OCASIONALMENTE FORTES E TROVOADAS ISOLADAS. VENTO NE/NW RONDANDO PARA SW/SE 4/5 COM RAJADAS A LESTE DE 025W. ONDAS SW/S 2.0/3.0. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA/RESTRITA DURANTE AS PANCADAS.

ÁREA NORTE OCEÂNICA

PANCADAS OCASIONALMENTE FORTES E TROVOADAS ISOLADAS AO NORTE DO EQUADOR E PANCADAS ISOLADAS NO RESTANTE DA ÁREA. VENTO SE/E 3/4 AO SUL DO EQUADOR E NE/N AO NORTE DO EQUADOR 4/5 COM RAJADAS DURANTE AS PANCADAS. ONDAS SW/SE AO SUL DO EQUADOR E SE/NE NO RESTANTE DA ÁREA 1.5/2.5. VISIBILIDADE BOA REDUZINDO PARA MODERADA/RESTRITA DURANTE AS PANCADAS.

Previsão para 48 horas

PREVISÃO DO TEMPO VÁLIDA DE 261200 ATÉ 271200

ÁREA ALFA (DE ARROIO CHUÍ ATÉ CABO DE SANTA MARTA)

VENTO NE/NW 2/3. ONDAS SW/S 1.0/2.0.

ÁREA BRAVO (DE CABO DE SANTA MARTA ATÉ CABO FRIO - OCEÂNICA)

VENTO SE/NE 3/4. ONDAS DE S/SE 1.0/2.0.

ÁREA CHARLIE (DE CABO DE SANTA MARTA ATÉ CABO FRIO - COSTEIRA)

VENTO SE/NE 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE S/SE 0.5/1.5.

ÁREA DELTA (DE CABO FRIO ATÉ CARAVELAS)

VENTO SE/E 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE S/SE 1.0/2.0.

ÁREA ECHO (DE CARAVELAS ATÉ SALVADOR)

VENTO S/SE 3/4. ONDAS DE S/SE 2.5/3.5.

ÁREA FOXTROT (DE SALVADOR ATÉ NATAL)

VENTO SE/E 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE S/SE 0.5/1.5 JUNTO A COSTA E 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA.

ÁREA GOLF (DE NATAL ATÉ SÃO LUÍS)

VENTO SE/NE 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE NE/N 0.5/1.5 JUNTO À COSTA E 1.0/2.0 NO RESTANTE DA ÁREA.

ÁREA HOTEL (DE SÃO LUÍS ATÉ CABO ORANGE)

VENTO E/NE 4/5 AO NORTE DO EQUADOR E 2/3 NO RESTANTE DA ÁREA. ONDAS DE E/NE 0.5/1.5 JUNTO À COSTA E 1.5/2.5 NO RESTANTE DA ÁREA.

ÁREA SUL OCEÂNICA

SUL DE 30S

OESTE DE 030W

VENTO NW/SW 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE SW 1.5/2.5.

LESTE DE 030W

VENTO SW/SE 5/6 COM RAJADAS. ONDAS DE SW/S 3.0/4.0.

ENTRE 25S E 30S

VENTO SE/E 3/4 COM RAJADAS. ONDAS DE SW/S 2.0/3.0.

NORTE DE 25S

VENTO NW/SW RONDANDO PARA SW/SE 4/5 COM RAJADAS. ONDAS SW/S 2.0/3.0.

ÁREA NORTE OCEÂNICA

VENTO SE/NE AO SUL DO EQUADOR E NE/N AO NORTE DO EQUADOR 4/5 PASSANDO 3/4 COM RAJADAS. ONDAS SW/SE AO SUL DO EQUADOR E SE/NE NO RESTANTE DA ÁREA 1.5/2.5.

Fonte: <https://www.mar.mil.br>; acessado no dia 25 de abril de 2015.

3.4 Cartas-Piloto

São publicações meteorológicas para determinadas regiões do globo constando 12 cartas (uma para cada mês). As cartas contêm uma série de informações com o objetivo de facilitar a escolha das melhores derrotas. Elas são usualmente encontradas a bordo dos navios como atlas impressos para auxílio ao navegante, porém podem ser encontradas na forma digital.

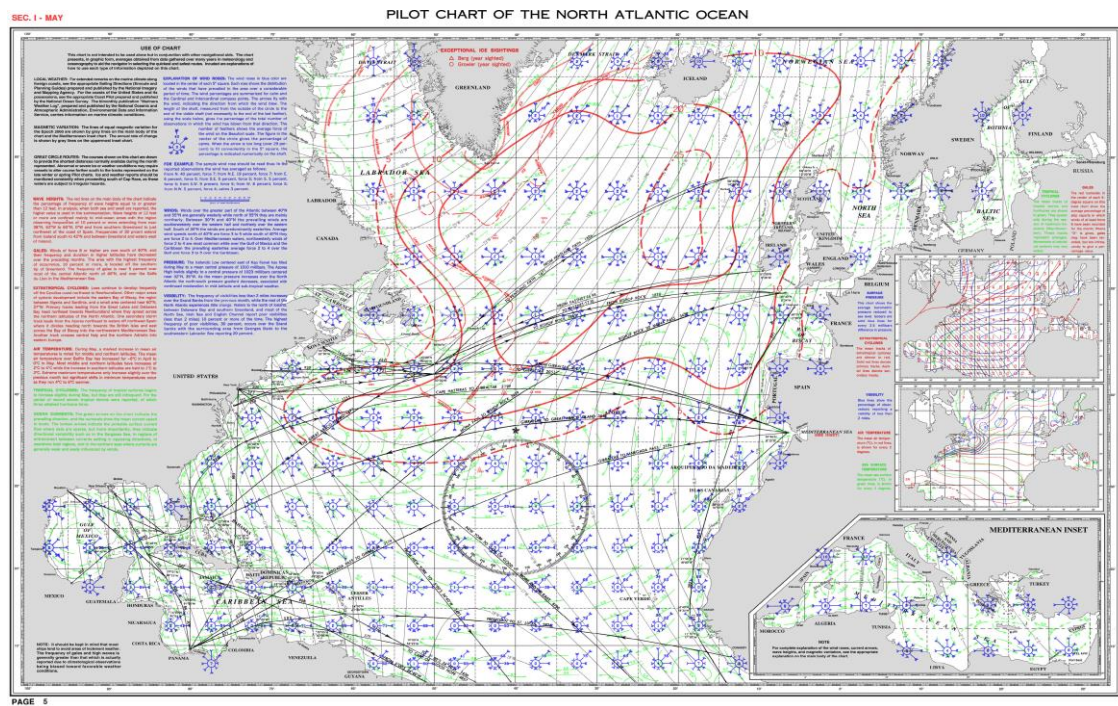
As informações presentes na carta piloto são o resultado de um trabalho estatístico de no mínimo 30 anos e elas são apresentadas em percentual ou frequência de ocorrência do parâmetro analisado.

Os parâmetros que se destacam na carta são: ventos (intensidade, direção e percentual de ocorrência), correntes, isotermas da temperatura de superfície do mar (TSM), isotermas do ar, isogônicas, rotas recomendadas, áreas de previsão meteorológica, além de informações como limite máximo de icebergs, limite máximo de pack ice, altura das ondas (frequência, normalmente para superiores a 12 pés), ocorrência de ventanias, nevoeiros, ciclones tropicais e ciclones extratropicais.

É através das cartas pilotos que um comandante pode saber, por meio de padrões climáticos, em quais meses é seguro fazer uma derrota ortodrômica

completa, ou se terá que adotar uma derrota mista. Poderá saber também em quais meses do ano terá ricos da presença de um ciclone extratropical na região que irá navegar, a frequência e intensidade dos ventos por onde irá passar, onde é comum ter nevoeiro e os meses de ocorrência.

Figura 3.5: Carta piloto do Atlântico Norte referente ao mês de maio.



Fonte: <http://msi.nga.mil>; acessado no dia 18 de maio de 2015.

4 FENÔMENOS METEOROLÓGICOS QUE AFETAM A NAVEGAÇÃO

4.1 Ciclones extratropicais

A formação das frentes é devido ao deslocamento das massas de ar quente do equador em direção aos polos e das massas de ar frias dos polos em direção ao equador. O encontro dessas duas massas de ar, caracterizadas cada uma pelas suas temperaturas horizontais e outros parâmetros como umidade, formam uma superfície frontal; sendo que a linha que separa as duas massas ao nível do mar ou do solo é denominada frente.

Os ciclones extratropicais são formados pelas frentes frias, quentes, e oclusas (fria e quente). Está associado à frente fria o eixo do cavado com uma grande atividade convectiva e, por consequência, a formação de nuvens Cb e fortes chuvas. Na frente quente, por se ter uma superfície frontal com menor inclinação, a nebulosidade associada à frente é estratiforme, causando precipitação leve. Já as frentes oclusas representam a dissipação de todo o sistema, porém ainda há a presença de nebulosidade e precipitação por uma extensa região.

Em cada hemisfério, as massas de ar adotam comportamentos distintos segundo a rotação devido à força de Coriolis. Esse conceito, da rotação das massas e, conseqüentemente, dos ventos, é de extrema importância para este trabalho, pois é o que permitirá analisar a formação de pistas e o fator que realmente preocupa os navegantes, ondas (mar grosso).

Devido à força de Coriolis, no hemisfério norte (HN) os ventos associados a um centro de baixa pressão giram no sentido anti-horário acompanhando a forma das isóbaras, e aos de alta pressão giram no sentido horário. No hemisfério sul (HS) os ventos associados a um centro de baixa pressão giram no sentido horário, já aos de alta pressão giram no anti-horário.

Como os ciclones extratropicais são associados sempre a um cavado com um centro de baixa pressão, ao analisar uma carta sinótica de pressão ao nível do mar, deve-se sempre ter em mente que os ventos relativos às frentes giram no sentido anti-horário no HN e horário no HS. Isso significa que no Atlântico Sul, na costa do Brasil, a formação de ondas é do continente para o oceano antes da passagem da frente fria e do oceano para o continente após a passagem da frente fria.

Além das frentes frias, quentes e oclusas, ainda há a frente estacionária. Segundo LOBO et. al. (2007) uma frente estacionária (ou frente semi-estacionária, melhor citada por XAVIER et. al. (2014) devido ao baixo deslocamento que uma frente pode possuir, dessa forma não podendo ser exatamente estacionária) ocorre quando não há deslocamento da frente. Nessa situação os ventos são paralelos a frente em ambos os lados, porém de direções opostas.

Sendo assim, haverá formação de ondas ao longo do cavado da frente, tanto em direção ao mar, quanto ao litoral, na costa do Brasil.

Outra preocupação é que em alguns casos pode ocorrer, porém pouco comum, que ciclones extratropicais tomem proporções não esperadas e comecem a adquirir características de ciclones tropicais, formando assim um perigo eminente para a navegação.

Quando um ciclone extratropical (tropical) passa para a fase tropical (extratropical) diz-se que houve uma transição de fase completa. Transição tropical refere-se a um ciclone inicialmente extratropical que se transforma em um ciclone tropical, enquanto a transição extratropical refere-se ao mecanismo oposto, isto é, quando um ciclone tropical transforma-se em um ciclone extratropical através das mudanças térmicas e de simetria do sistema. Ciclones que estão no processo de transição podem ser chamados de ciclones híbridos (PEZZA, 2008).

Ciclones híbridos são, portanto, ciclones que oscilam entre fases distintas e apresentam características parciais de origem tropical e extratropical. Isso ocorre quando ciclones extratropicais adquirem características tropicais, como núcleo quente resultante da convecção sustentada próxima ao centro do ciclone, estrutura empilhada denotando fraca baroclinia, manutenção de sua estrutura e queda de pressão em superfície devido à liberação de calor latente, etc. (MATHIAS et. al., 2012).

O Ciclone Catarina que ocorreu em março de 2004 foi um exemplo de ciclone híbrido ocorrido na costa brasileira. Segundo MATHIAS et. al. (2012), no dia 20 de março um ciclone começou a se desenvolver na costa Sul/Sudeste do Brasil, apresentando uma nebulosidade que denotava uma estrutura frontal. No dia 22 o ciclone encontrava-se completamente ocluso na sua posição mais oriental, após se deslocar para Leste/Sudeste durante o seu desenvolvimento. A partir do dia 22, a

baixa oclusa desprende-se do sistema frontal e começando um lento deslocamento para Oeste, o que é incomum para sistemas embebidos na circulação de Oeste. O ciclone passou a apresentar bandas espiraladas de nebulosidade convectiva em torno de seu centro e o seu núcleo apresentou um “olho” na cobertura de nuvens entre os dias 25 e 26, sugerindo a evolução do ciclone para um sistema com características tropicais.

4.2 Ciclones tropicais

Os ciclones tropicais são sistemas barotrópicos, ou seja, apresentam apenas variações de pressão atmosférica ao contrario dos ciclones extratropicais que são baroclínicos, ou seja, apresentam variações de pressão e de temperatura. Sendo assim, para a formação de um ciclone tropical é necessário algumas condições como um distúrbio tropical passando por uma TSM superior a 27°C e atmosfera úmida, o que proporcionará uma intensa atividade convectiva e o calor latente dissipado será o combustível ideal para alimentação do sistema. Isso ocorre quando as ondas tropicais que saem do continente africano em direção ao oceano Atlântico (leste para oeste), somadas a uma alta umidade relativa, proporcionam a evolução do fenômeno para uma tempestade tropical e posteriormente para um furacão.

Segundo AHRENS (1994), 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.

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 indica o potencial de destruição de um furacão, levando em conta pressão mínima, vento e ressaca causada pela tormenta.

Tabela 1: 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

Fonte: www.infopedia.pt; acessado no dia 02 de maio de 2015.

Para os navegantes, os furacões são extremamente perigosos, pois além de poderem atingir um diâmetro de até 2000 km, seus marulhos podem atingir distâncias muito superiores. A velocidade dos ventos, superiores a 64 nós, é outro fator preocupante e o estado do mar na escala Beaufort é 12 dentro do diâmetro de ação. Devido ao tamanho poder destrutivo, é totalmente inviável navegar próximo a um furacão, por isso a importância do acompanhamento meteorológico e o prévio conhecimento climático da região que se deseja navegar.

Como se pode verificar na tabela 1, com um ciclone tropical, é possível que uma embarcação seja afetada, mesmo a muitas milhas de distância, por ondas de ressaca provenientes de um furacão; de tal forma a ter que superar uma situação de mar grosso, como apresentado no capítulo 3 (ondas de ressaca superiores a 2,5 metros).

4.3 Nevoeiros

Dentre os tipos de nevoeiros existentes, o relevante ao navegante, por ser o mais frequente ocorrido no mar, é o nevoeiro de advecção. Esse tipo de nevoeiro se forma através de uma massa de ar quente e úmida se deslocando lentamente sobre uma superfície mais fria, fazendo com que o vapor d'água presente no ar se

condense, fazendo com que a visibilidade seja restrita, causando riscos a navegação.

Sendo assim, as condições necessárias para a formação de um nevoeiro na superfície do mar é basicamente a presença de uma massa de ar úmida com temperatura superior à temperatura do ponto de orvalho (TPO) e esta superior à TSM.

A maior preocupação quanto a nevoeiros é a redução drástica na visibilidade; em alguns casos o navegante pode não enxergar a proa do próprio navio.

Algo que os navegantes têm que ter em mente é consultar cartas climáticas para verificar a formação de extensos nevoeiros. Segundo LOBO et. al. (2007), durante o verão no HN (julho) tem-se as condições propícias para a formação de nevoeiro a leste de Terra Nova em uma grande área. Isso ocorre devido aos ventos de oeste, que trazem uma massa de ar quente vinda do continente para o oceano, causando o nevoeiro.

5 FENÔMENOS OCEANOGRÁFICOS QUE AFETAM A NAVEGAÇÃO

5.1 Tsunamis

Os tsunamis ou maremotos são trens de ondas formados devido a atividades vulcânicas ou terremotos submarinos. A principal característica dessas ondas é que, por terem fonte sísmica, há uma enorme quantidade de energia envolvida no fenômeno, podendo atingir então distâncias consideráveis, cruzando até um oceano completo, e mesmo assim, tendo um grande poder destrutivo.

Um tsunami consiste em uma série de 3 a 10 ondas com um período que oscila entre 10 a 45 minutos cada uma, sendo geralmente a maior de todas a segunda e então a de maior poder de destruição. A velocidade de propagação a uma profundidade média de 4 mil metros é cerca de 400 milhas por hora, alcançando um comprimento de onda de cerca 100 a 300 quilômetros (LOBO et al., 2007).

Para o navegante em alto mar, o maremoto não causa transtorno algum, pois, normalmente, a amplitude da onda é em torno de alguns centímetros, podendo ser imperceptível. Porém, o grande perigo se encontra na navegação costeira e em portos em que as ondas podem atingir valores superiores a 20 metros de altura e concentram uma enorme quantidade de energia cinética.

5.2 Ondas anormais

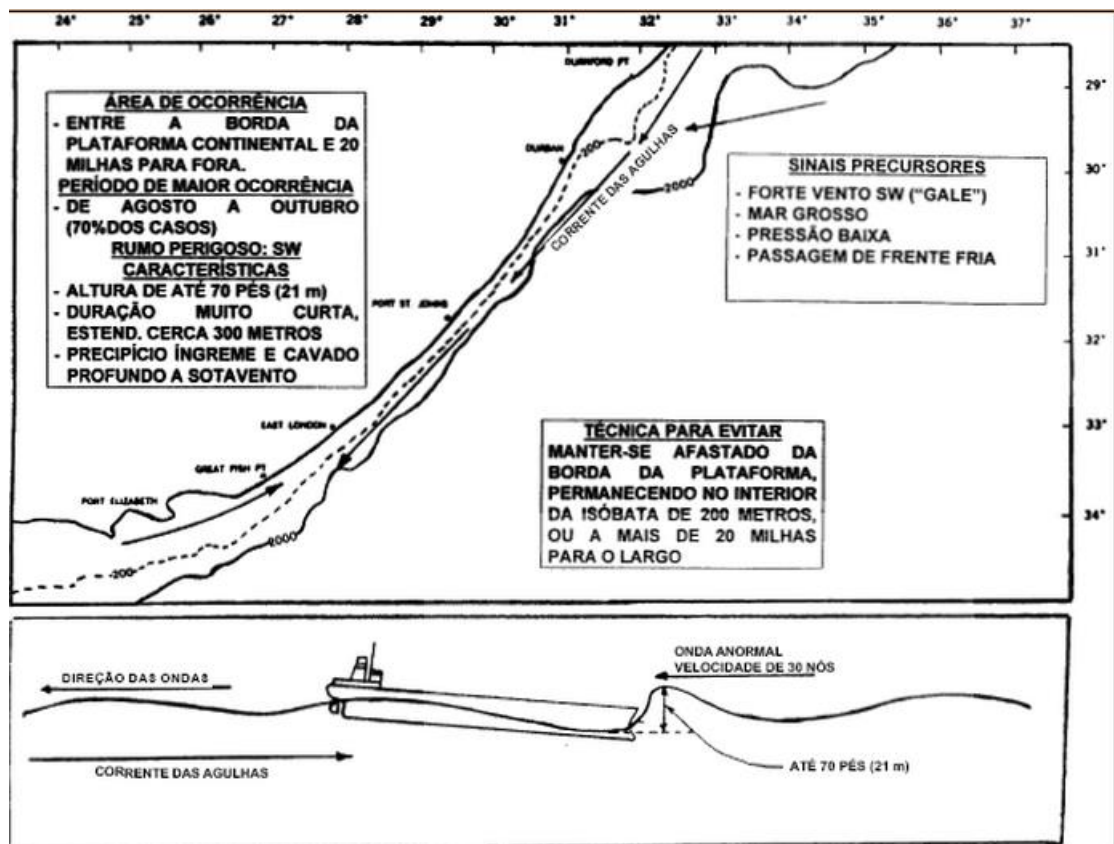
As ondas anormais tem a possibilidade de ocorrer em qualquer época do ano na costa sudeste (SE) da África do Sul, exatamente nas proximidades externas da isobatimétrica de 100 braças ou da plataforma continental entre Richard Bay e Great Fish Point, como representado na figura 5.1 (B).

As ondas se propagam de sudoeste (SW) para nordeste (NE), formadas por fortes ventos de SW e caminham contra a forte corrente das Agulhas que fluem na direção SW. Assim, duas ou mais vagas (com diferentes comprimentos de onda) nessas condições podem sofrer uma interferência construtiva podendo criar uma onda anormal, de curtíssima duração, com mais de 20 metros de altura em alguns casos.

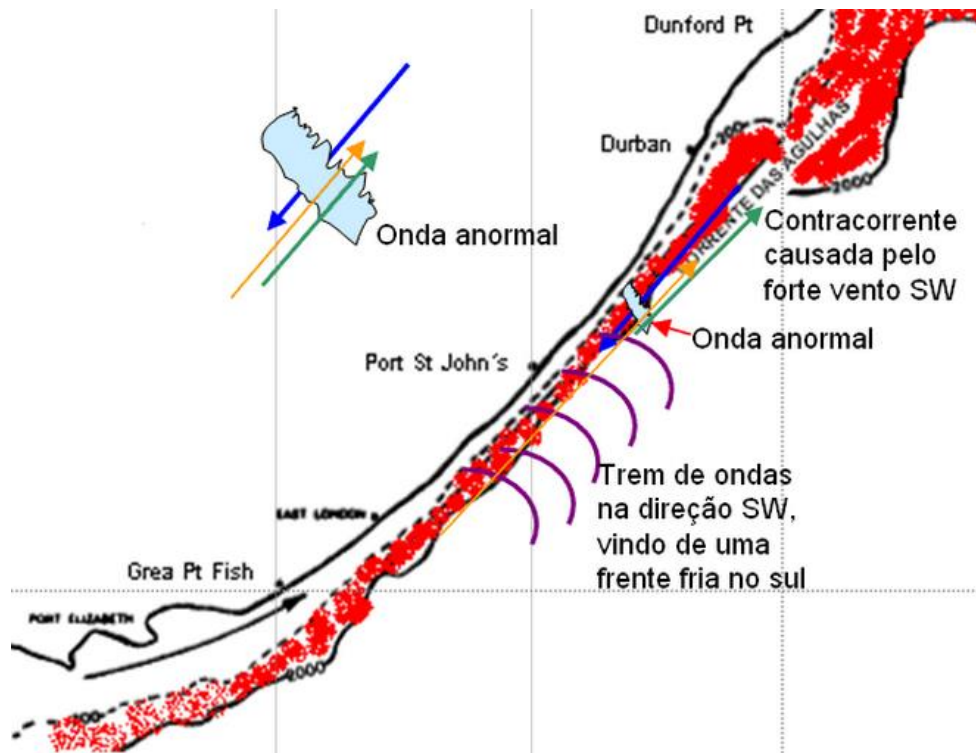
Além disso, como mostra a figura 5.1 (A), o rumo perigoso é o para SW, pois a onda que vem desta direção possui uma extensão em torno de 300 metros, com velocidade aproximada de 30 nós precipício íngreme e cavado profundo a sotavento.

Uma onda nessas proporções, mesmo que por pouquíssimo tempo de duração, pode causar um esforço estrutural no navio muito grande e avariá-lo seriamente, daí a importância de conhecê-las.

Figura 5.1: Ilustração Ondas Anormais na costa SE da África do Sul.



(A)



(B)

Fonte: <http://www.pepeh.com.br>; acessado no dia 11 de maio de 2015.

5.3 Icebergs, Bergy bits e Growlers

Durante o inverno, nas regiões de geleiras próximas dos polos do globo, os gelos glaciais têm as condições necessárias para o seu desenvolvimento. Desta forma, os eles avançam para dentro do mar, o que permite, na época de degelo (verão ou 45 dias após o solstício de inverno), que a maré ou outras condições de tempo promovam o desprendimento de grandes dimensões de gelos, chamados Icebergs.

Os icebergs glaciais são muito comuns no Ártico; têm formas irregulares e pontiagudas. Suas dimensões normais são em torno de 10 a 40 metros de altura da parte emersa e comprimento de até 1000 metros, já a parte imersa corresponde 8 a 9 vezes a parte emersa. Os icebergs tabulares são mais comuns na Antártida, possuem forma mais regular com superfície relativamente plana. O comprimento desse tipo é gigantesco, sendo frequentemente encontrado os de 6 a 10 milhas. Possuem uma altura entre 5 e 35 metros, sendo a parte submersa 4 a 5 vezes a emersa.

Os icebergs são um grande risco a navegação, pois flutuam livremente e, pelos efeitos das correntes frias e profundas e do vento, podem atingir rotas frequentemente usadas por navegantes. Devido às dimensões gigantescas, no caso de colisão com um navio, podem causar sérias avarias e até levar o navio a pique.

Com o tempo, os icebergs sofrem com a fusão do gelo, já que a água do mar se encontra em uma temperatura superior. Esta fusão pode gerar rachaduras e desprendimentos de blocos de gelos menores conhecidos como Growlers e Bergy Bits.

São classificados em bergy bits os pedaços que afloram até 5 metros de alturas e em growlers os que afloram menos de 1 metro. Ambos possuem sua parte submersa de 7 a 9 vezes a emersa. Desta forma, representam, mesmo que menores, um enorme risco à navegação, pois podem rasgar o casco do navio, dependendo do impacto, e, principalmente, danificar estruturas essenciais e frágeis do navio (leme e hélice).

5.4 Pack ice

Os pack ice ou ice field são grandes bancos de gelo de extensas dimensões que flutuam sobre a superfície do mar. Diferente do fast ice, que é constituído por um gelo firme de 2 a 20 milhas de largura, o pack ice é formado por gelos de proporções pequenas e pouca profundidade e espaços livres entre eles parcialmente navegáveis.

O navegante deve estar sempre atento quando navegando em áreas de ocorrência de pack ice para os indícios visuais da presença deste nas proximidades: o reflexo luminoso geralmente visto algum tempo antes de se perceber o gelo; a presença de pequenos fragmentos de gelo; mar calmo pode indicar pack ice por barlavento; e a presença de nevoeiro de advecção geralmente indica a presença de gelo por perto o qual provocou o resfriamento do ar.

6 PLANEJAMENTO E CORREÇÃO DE UMA DERROTA MARÍTIMA

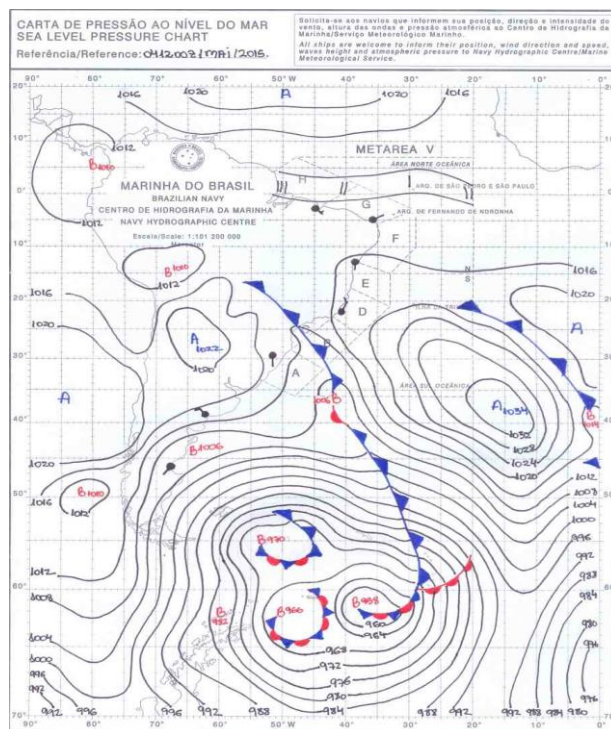
Na fase de planejamento da viagem, os elementos básicos são climatológicos, representados nas cartas piloto. Evidencia-se que nessa etapa de planejamento da navegação, o interessante são as informações de médio e longo prazo e seus efeitos sobre o estado do mar. Na fase de acompanhamento as informações meteorológicas utilizadas são as de curto e curtíssimo prazo.

6.1 Ações a serem tomadas devido a eventos meteorológicos ou oceanográficos

6.1.1 Ciclones extratropicais

Como citado no capítulo 4.1, os fatores mais preocupantes ao navegante quanto a ciclones extratropicais são o vento, a formação de ondas e ressacas. O navegante deve sempre consultar a imagem de satélite IR, a carta sinótica e o boletim METEOROMARINHA (caso navegando na costa do Brasil) para ter as informações necessárias de tempo e saber onde é melhor navegar.

Figura 6.1: Carta de pressão ao nível do mar 041200Z/MAI/2015.



Fonte: <http://www.mar.mil.br>; acessado no dia 14 de maio de 2015.

Na figura 6.1 percebe-se a passagem de uma frente fria pela área bravo (B). Neste caso, podemos interpretar facilmente que o vento a leste desta frente fria é do quadrante norte, enquanto que a oeste da frente fria é do quadrante sul.

Como a formação de ondas está associada ao vento, o navegante a leste da frente fria deve realizar uma navegação mais costeira para evitar uma situação tão revolta de mar. Já os navegantes a oeste da frente fria devem alterar sua navegação para mar adentro a fim de evitar as ondas de ressaca.

Através da parte três do boletim METEOROMARINHA e do acompanhamento das cartas sinóticas, o navegante tem as informações necessárias para planejar sua derrota e quais intempéries irão sofrer. Em caso do navio estar em situação de mar revolto, é sempre aconselhável adotar as manobras de navegação com mau tempo (capear ou correr com o tempo) e nunca atravessar ao mar, mesmo que tenha que alterar sua derrota um pouco, para evitar esforços estruturais e avarias.

Nos ciclones extratropicais, por ser um sistema baroclínico (o sistema é formado por diferença de densidade entre duas massas de ar, uma quente e outra fria) a intensidade é bem menor que um sistema barotrópico (a densidade do sistema depende apenas da pressão, ou seja, não depende da temperatura e o sistema é alimentado por uma intensa ação convectiva, como ocorre nos furacões).

Sendo assim, apesar de poder causar avarias, acidentes, desconforto, consumo excessivo de combustível, atrasos, interromper operações devido ao mau tempo causado pelo ciclone extratropical, não há um risco tão intenso de avaria estrutural da embarcação a ponto de afundá-la como em caso de ciclones tropicais. Porém, como ocorreu com o Ciclone Catarina, os ciclones extratropicais podem se tornar ciclones híbridos e assumir características extremamente perigosas a navegação.

Desta forma, o navegante deve estar atento aos boletins, cartas sinóticas e imagens IR para não ser surpreendido por um fenômeno desta proporção em um local não esperado. Quando identificado, o navio deve estar preparado para adotar as manobras evasivas utilizadas contra furacões.

6.1.2 Ciclones tropicais

O navegante que possui uma derrota para o Atlântico Norte, quando planejá-la, deve sempre ter o cuidado de consultar a carta piloto do Atlântico Norte e verificar a possibilidade de ocorrência de ciclones tropicais no mês em questão. Este procedimento deve ser cumprido em qualquer planejamento de derrota de longa distância e, principalmente, no caso de análise de ciclones tropicais, nos meses de agosto, setembro e outubro, para o Atlântico Norte, pois é o período de maior ocorrência do fenômeno.

Além disso, o acompanhamento do tempo por cartas sinóticas de pressão ao nível do mar é essencial para o planejamento de uma derrota e para o desenvolvimento seguro da mesma. O navio que já se encontra em uma situação navegando próximo a um ciclone tropical deve verificar imediatamente em que semicírculo (relativo ao ciclone) ele se localiza para saber qual manobra evasiva e mudança de derrota deve-se aplicar.

Em qualquer situação que o navio se encontrar, uma questão de vital importância é evitar passar com 50 milhas ou menos do centro de uma tormenta. É preferível, porém nem sempre possível, manter-se fora da distância de 200 milhas (ENGLAND, 1973).

Segundo LOBO et. al. (2007), as manobras evasivas para se afastar da área de um furacão são, para o HN:

- 1) Quando no semicírculo perigoso ou a direita da trajetória do furacão, deve-se tomar o vento pela bochecha de boreste (BE), navegando o mais rápido possível.
- 2) Quando navegando no semicírculo navegável ou a esquerda da trajetória do furacão, deve-se tomar o vento pela alheta de boreste (BE), e navegar na maior distância possível.
- 3) Quando navegando sobre a trajetória do furacão e por adiante do centro, deve-se tomar o vento pela alheta de boreste (BE), bem próximo a popa, manter este rumo até chegar ao semicírculo navegável e após isso, adotar a manobra deste semicírculo.

4) Quando navegando sobre a trajetória do furacão e por trás do centro, deve-se evitar o centro, tomando o melhor rumo que o estado de mar permita. Ter em conta que no HN a tendência das tormentas é alterar o rumo da sua trajetória para norte e nordeste.

As manobras evasivas para o HS são:

1) Quando no semicírculo perigoso ou a esquerda da trajetória do furacão, deve-se tomar o vento pela bochecha de bombordo (BB), navegando o mais rápido possível. Caso o navio seja obrigado a pairar sob máquinas, fazê-lo sempre com o mar de proa.

2) Quando navegando no semicírculo navegável ou a direita da trajetória do furacão, deve-se tomar o vento pela alheta de bombordote (BB), e navegar na maior distância possível. Caso o navio seja obrigado a pairar sob máquinas, fazê-lo sempre com mar de popa.

3) Quando navegando sobre a trajetória do furacão e por adiante do centro, deve-se tomar o vento pela alheta de bombordo (BB), bem próximo a popa, manter este rumo até chegar ao semicírculo navegável e após isso, adotar a manobra deste semicírculo.

4) Quando navegando sobre a trajetória do furacão e por trás do centro, deve-se evitar o centro, tomando o melhor rumo possível, considerando o estado de mar. Ter atenção que no HS a tendência das tormentas é alterar o rumo da sua trajetória para sul e sudeste.

É importante lembrar também que os marulhos produzidos pelo furacão afetam a navegação, desde gastos excessivos de combustível até avarias mais serias, por serem ondas de grandes dimensões e se caracterizarem como mar grosso. Assim, novamente a importância do acompanhamento das cartas sinóticas e boletins meteorológicos para o Comandante decidir qual é a melhor derrota.

Além disso, antes da formação efetiva de um furacão, tem-se a presença de fenômenos como ondas tropicais, depressões tropicais e tempestades tropicais que são baixas pressões que podem causar sérias avarias aos navios. Desta forma, a derrota deve sim ser alterada a fim de evitar estes fenômenos.

6.1.3 Tsunamis

Os tsunamis são ondas gigantescas formadas por atividade sísmica que, apesar de serem muito perigosas ao se aproximar do litoral, em águas profundas não oferecem risco algum aos navios.

No Oceano Pacífico, que é um dos exemplos de maior ocorrência de tsunamis, há um sistema internacional de alerta contra maremotos com sede no Hawaii e redes de estações em vários outros países. Este sistema envia previamente para os países de interesse mensagens sobre a proporção da onda e horário estimado de chegada.

Tal sistema é de grande importância para a navegação, pois todos os navios próximos à costa deverão adotar uma navegação em águas mais profundas, mudando sua derrota a fim de evitar a onda. Além disso, os navios fundeados ou atracados nos portos também devem, se possível, procurar refúgio em águas profundas.

6.1.4 Ondas anormais

Os navios que desejam passar pela costa SE da África do Sul, devem começar a receber os boletins de Durban e Capetown com 4 dias de antecedência para a análise de sinais precursoros como a rápida ronda do vento de NE para vento forte de SW (“gale”) devido a passagem de uma frente fria, pressão muito baixa e mar grosso.

Durante todo o ano, principalmente nos meses de agosto a outubro (período de maior ocorrência das ondas), os navegantes com essas condições ou de preferência antes mesmo de tê-las, a fim de prevenir o encontro com uma onda anormal, devem se manter afastados da borda da plataforma continental, permanecendo no interior da isobatimétrica de 100 braças. Ver figura 5.1 (A).

Cabe ressaltar que em casos de navios petroleiros, químicos e de gás não é possível fazer essa alteração de derrota, pois a África do Sul, a fim de proteger seu litoral contra possíveis poluições, proibiu a navegação desses tipos de navios, que não sejam destinados a seus portos, dentro da faixa de 12 milhas. Desta forma, devido ao fato de que plataforma continental da região é muito estreita, a única

forma de navegar com segurança nesses tipos de navios é alterar o rumo de forma a se afastar 20 milhas mar a dentro da extremidade da plataforma continental.

6.1.5 Nevoeiros

Através de cartas climáticas, os navegantes têm as informações de onde é comum a formação de extensos nevoeiros com dias de duração em todo o globo.

O navegante deve se atentar para o fato de que, em casos de nevoeiros, o radar tem uma redução drástica em sua eficiência; por isso é extremamente necessário cumprir os sinais sonoros estabelecidos no RIPEAM. Deve-se parar as máquinas sempre que ouvir um sinal sonoro de cerração para vante do través, sem que seja possível determinar a posição do navio que o emitiu e fazer soar o sinal sonoro de navio parado em nevoeiro.

Em cerração é imprescindível navegar, na mão direita, em quaisquer canais, a fim de assegurar que todas as embarcações, ao se cruzarem, o façam por bombordo. Da mesma forma, em nevoeiro, caso demande boia sonora, procure conservá-la aberta em uma bochecha. Não se esqueça de que outras embarcações poderão estar navegando na direção da boia para obter uma posição.

É importante lembrar também que, normalmente, em nevoeiros, o vento é baixo e conseqüentemente o mar é calmo, porém há um grande risco de colisão e abalroamento. O nevoeiro pode representar também a presença de gelo próximo, o navegante deve estar atento a isso.

6.1.6 Icebergs, bergy bits e growlers

Em altas latitudes é comum a utilização de navegação ortodrômica com o intuito de ganhar tempo e poupar combustível. Como evidenciado no capítulo 2, esse tipo de navegação pode ser de grande risco em altas latitudes, pois, além do perigo e inconvenientes do gelo marinho, apresentam grande frequência de condições adversas de ventos e ondas, exigindo em paralelo, com a navegação ortodrômica, especial atenção com a navegação meteorológica.

Na fase de planejamento da derrota, como, por exemplo, uma da América do norte para a Europa, é de extrema importância consultar o limite máximo de icebergs do mês em questão e evitar ultrapassá-lo. Os icebergs podem ocorrer o ano todo,

porém os meses de avanço mais significativo são de abril a junho, época de degelo, durante a primavera no HN, sendo que no mês de maio, os icebergs alcançam o paralelo de 38°N no Atlântico Norte a leste do continente americano, como mostra a Figura 3.5.

Caso uma derrota ortodrômica direta ultrapasse o limite máximo de icebergs, a opção mais viável, para ter uma navegação segura e continuar poupando tempo e combustível em relação à navegação loxodrômica, seria adotar uma navegação mista como citado no capítulo 2.

Mesmo adotando essa medida de segurança, os navegantes devem ter especial atenção ao radar (lembrando que o gelo é um péssimo alvo, principalmente quando muito liso pela erosão por causa da água do mar) e ao horizonte a fim de identificar gelos menores como os growlers e bergy bits, pois, ao se desprenderem dos icebergs, ainda podem avançar várias milhas ultrapassando a linha limite de icebergs. Isso pode ser constatado na figura 3.5 através da localização dos triângulos e círculos encarnados (representação dos bergy bits e growlers respectivamente, na carta piloto) acompanhados do ano em que foram encontrados.

6.1.7 Pack ice

Assim como os icebergs, os navegantes, quando desejam demandar portos em latitudes muito altas, devem ter muito cuidado com relação ao pack ice. Essa formação de gelo restringe muito os movimentos e manobras dos navios, sendo que, no inverno, podem mesmo impedir a navegação.

Os pack ices tem um avanço menos acentuado que os icebergs. No Atlântico Norte o mês que apresenta influência mais significativa é março, final do inverno no HN, alcançando o paralelo de 43°N próximo ao continente Americano. Na figura 3.5, que é referente ao mês de maio, o limite de gelo avança até o paralelo de 45°N nessa mesma região.

No caso de se deparar com um campo de gelo, é recomendável sempre modificar sua rota quando há outra livre, mesmo que seja mais longa. Porém, caso seja necessário entrar no gelo, deve-se fazê-lo com pouca força para receber o impacto inicial e, quando estiver dentro, aumentar a velocidade o suficiente para manter o curso adiante e controle do navio.

Situação típica de navegação seguindo o movimento do gelo e não contra ele, mantendo-se sempre com seguimento em baixa velocidade a fim de não causar danos estruturais ao navio, visto que não se deve subestimar a dureza do gelo (LOBO, 2007).

É importante lembrar que os navios que não têm condições de enfrentar um pack ice não devem hesitar em pedir auxílio a um navio quebra gelo para ajudar em sua passagem, visto que, se não o fizer, corre um grande risco de ficar preso no gelo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência náutica atual mostra que a navegação não é mais meramente empírica, ela é precisa e baseada em estudos e tecnologia. O conhecimento das condições do tempo é parte essencial para esta precisão, bem como o conhecimento sobre os fenômenos e experiência de mar para saber lidar com as diversas dificuldades que a natureza proporciona.

Pensando nessa precisão necessária à navegação, parte deste trabalho foi dedicada ao conhecimento dos fenômenos da natureza de relevância a navegação. Com esse conhecimento, somado com a experiência de mar tem-se o necessário para entender a proporção de cada fenômeno e os riscos inerentes a eles.

Outra parte deste trabalho foi dedicada ao conhecimento de publicações e produtos meteorológicos, extremamente importantes para a obtenção de informações necessárias à navegação. Todo navegante deve saber como interpretar essas publicações e produtos que são fornecidos pelo governo ou por empresas particulares.

Ressaltou-se primordialmente saber quais atitudes viáveis que devem ser tomadas ao se deparar com algum tipo de fenômeno ou a fim de evitá-lo, esse foi o maior propósito deste trabalho.

Sendo assim o navegante foi incentivado a estar constantemente atento às condições do tempo e juntar à sua experiência de mar e ao seu conhecimento para realizar a navegação mais coerente a fim de evitar avarias e tragédias.

A tecnologia de bordo facilitou muito na precisão da navegação, porém a meteorologia e oceanografia continuam tendo um papel fundamental para que os navios cumpram uma derrota sem serem surpreendidos pela força da natureza, tenham gastos inesperados ou até nem cheguem aos seus portos de destino.

REFERÊNCIAS

- AGENCY, Nacional Geospatial-Intelligence. **Atlas of Pilot Charts**. Disponível em: http://msi.nga.mil/NGAPortal/MSI.portal?_nfpb=true&_pageLabel=msi_portal_page_62&pubCode=0003.
- AHRENS, C. Donald. **Essentials of Meteorology: An invitation to the atmosphere**. 4ed.
- AHRENS, D., 1994: **Meteorology Today, An Introduction to Weather, Climate and the Environment**, West Publishing Company.
- CPTEC. **Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais**. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/home/novoSite/index.jsp>.
- DHN, **Caratas Sinóticas**. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>.
- DHN, **Meteoromarinha**. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/meteoro/boletim.htm>.
- DIGEST, Seleções do Reader's. **O grande livro dos oceanos**. Sintra. Printer Portuguesa, 1980.
- ENGLAND, Ministry of Defence. **Ocean passages for the world**. Taunton. Hydrographyc Departament, 1973.
- FERREIRA, Artur Gonçalves. **Meteorologia Prática**. São Paulo. Oficina de Textos, 2006.
- FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre. UFRGS, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>.
- HART, R. E.: **Hurricanes: A Primer on Formation, Structure, Intensity Change, and Frequency**. Ed: Jeff Kueter. Marshall Institute. 20pp, 2006.
- LOBO, Paulo Roberto Valgas; SOARES, Carlos Alberto. **Meteorologia e Oceanografia Usuário Navegante**. Rio de Janeiro. DHN, 2007.
- MACHADO, Ronaldo Cevidanes Nunes. **Ondas Anormais**. Rio de Janeiro. Petrobrás/Fronape, /s.d./.
- MATHIAS, Rodrigo de Souza Barreto. **Análise e Classificação de Ciclones Utilizando Diagramas de Fase: Conceitos e Aplicação em Previsão de Tempo Operacional**. Orientador: D.Sc. Wallace Figueiredo Menezes. Coorientadora: D.Sc. Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira. Rio de Janeiro. UFRJ/PPGM/IGEO/CCMN, 2012. Disponível em: <http://www.meteorologia.ufrj.br/pos/dissertacoes-etes/Mathias-Mestrado-PPGM-IGEO-CCMN-UFRJ-2012.pdf>.
- MIGUENS, Altineu Pires. Derrotas. **Navegação: A Ciência e a Arte, Volume II - Navegação Astronômica e Derrotas**. Brasília. DHN, 1999. Cap. 33, p. 1157-1177. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf-7cAJ/a-ciencia-a-arte-volume-ii-gacao-astronomica-derrotas-cap33>.

MIGUENS, Altineu Pires. Navegação com Mau Tempo. **Navegação: A Ciência e a Arte, Volume III – Navegação Eletrônica e em Condições Especiais**. Brasília. DHN, 2000. Cap. 42, p. 1637-1682. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/bhmn/download/cap-42.pdf>.

PEZZA A. B.; SIMMONDS I.: **Large-scale Factors in Tropical and Extratropical Cyclone Transition and Extreme Weather Events**. In: Trends and directions in climate research. New York Academy of Sciences, New York. pp. 189-211, 2008.

RHAMON, Diego. **Furacão**. Disponível em: <http://tempojoaopessoa.jimdo.com/fen%C3%B4menos-sin%C3%B3ticos/ciclones/>.

SANTOS, Pedro. **Ondas Anormais**. Disponível em: <http://www.pepeh.com.br/blog/?p=5968>.

XAVIER, Marilei Bender. **Variação da Temperatura de Superfície na Lagoa Mangueira Nas Passagens de Sistemas Frontais, A Partir de Dados de Radiância do Sensor MODIS**. Orientadores: Sivia Beatriz Alves Rolim; Gervásio Annes Degrazia. Porto Alegre. UFRGS, 2014. Disponível em: http://www.ufrgs.br/srm/ppgsr/publicacoes/TESE_MARILEI_XAVIER.pdf.