

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

THAMIRES SOARES SANTANA

A IMPORTÂNCIA DA CLIMATOLOGIA E DA PREVISÃO METEOROLÓGICA
PARA O PLANEJAMENTO DE UMA DERROTA

RIO DE JANEIRO

2015

THAMIRES SOARES SANTANA

**A IMPORTÂNCIA DA CLIMATOLOGIA E DA PREVISÃO METEOROLÓGICA
PARA O PLANEJAMENTO DE UMA DERROTA**

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

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

RIO DE JANEIRO

2015

THAMIRES SOARES SANTANA

**A IMPORTÂNCIA DA CLIMATOLOGIA E DA PREVISÃO METEOROLÓGICA
PARA O PLANEJAMENTO DE UMA DERROTA**

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

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: 1T (RM2 – T) Vinicius Oliveira

Graduação em Meteorologia e Mestrado em Meteorologia

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Aos meus pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Geisa e Fernando, por todo o apoio e tempo dedicados à minha formação. Por cada segundo que passaram ao meu lado, pela preocupação, conselhos e pelos momentos de risos e lágrimas. Sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus familiares e amigos que me acompanham nessa incrível jornada.

Ao meu orientador, Mestre Vinicius Oliveira, pelo qual tenho grande carinho e admiração. Seus conhecimentos e métodos de ensino foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao meu namorado, a quem não tenho palavras para agradecer por cada gesto de carinho e atenção dedicados a mim. Por me encantar mais a cada dia e ser meu apoio nos momentos difíceis. E mesmo que a vida nos leve a singrar caminhos distintos, serei sempre grata.

Um navio no porto é seguro, mas não é para
isso que os navios foram feitos.
(WILLIAM SHEDD)

RESUMO

O estudo da Meteorologia torna-se fundamental para a segurança das operações marítimas. A previsão do tempo tem como objetivo reduzir e prevenir acidentes, assim como pode auxiliar na redução de tempo e custos de viagem. Este trabalho tem como objetivo mostrar a importância de tais conhecimentos para o Oficial de Náutica, apresentando diversos conceitos de elementos como temperatura da superfície do mar, nuvens e precipitações, névoa e nevoeiro. A diferença entre os tipos de ciclones e como identificá-los nas imagens de satélites, assim como os conceitos de massas e frentes. Apresenta os diversos instrumentos que facilitam a previsão do tempo, os tipos de publicações que devem ser utilizadas a bordo pelo navegante e como interpretá-las, como as cartas sinóticas, boletins meteorológicos, roteiro, carta piloto e imagens de satélites meteorológicos.

Palavras-chaves: Navegação. Segurança. Previsão Meteorológica.

ABSTRACT

The study of meteorology becomes fundamental to the safety of maritime's operations. The weather forecast's objective is based on reducing and preventing accidents, it may also help in reducing shipping time and shipping costs. This work has as an objective show the importance of such knowledge to the Deck Officers and shows the many concepts of elements like ocean surface's temperature, clouds and rainfalls, mist and fog. The difference between the types of cyclones and how do identify them at satellite's pictures, such as the concepts of mass and fronts. Presents the many instruments that make the weather forecast easier, the types of publications that must be used onboard by the navigator and to interpretate them, as nautical charts, synoptic charts, weather report, script, pilot chart and satellite weather pictures.

Key words: Navigation. Safety. Weather Forecast.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Temperatura da Superfície do Mar em tempo real.	
Fonte: http://polar.ncep.noaa.gov/sst/ophi/	14
Figura 2 – Classificação de Nuvens. Fonte: pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem	16
Figura 3 – Ilustração da ZCIT.	
Fonte: https://esquadraodoconhecimento.files.wordpress.com	19
Figura 4 – Ciclone Extratropical na costa do Chile, Brasil e Uruguai.	
Fonte: http://www.climatempo.com.br/satelite/	21
Figura 5 – Regiões de formação de ciclones. Fonte: http://www.climatempo.com.br/	22
Figura 6 – Frente com ramo frio, quente e oclusão. Fonte: http://www.simepar.br/	24
Figura 7 – Barômetro de bordo. Fonte: http://cobbco.co/	27
Figura 8 – Anemômetro de Robinson. Fonte: http://www.euskalmet.euskadi.eus/	29
Figura 9 – Anemômetro de Hélice. Fonte: http://www.gisiberica.com/anemometros/	30
Figura 10 – Anemômetro de Bordo. Fonte: http://www.noaa.gov/	31
Figura 11 – Imagem do Satélite GOES no infravermelho do dia 18/08/2015 as 03:30:00.	
Fonte: http://satelite.cptec.inpe.br/	34
Figura 12 – Carta de pressão ao nível do mar do dia 17/08/2015 às 1200Z.	
Fonte: https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
Cb	Cumulonimbus
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
FE	Frente Estacionária
FF	Frente Fria
FO	Frente Oclusa
FQ	Frente Quente
HN	Hemisfério Norte
HS	Hemisfério Sul
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MMAB	Marine Modeling and Analysis Branch
NCEP	National Center Environmental Prediction
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
T	Temperatura do ar
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
TU	Termômetro de bulbo úmido
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo	11
2	ELEMENTOS E SISTEMAS METEOROLÓGICOS	13
2.1	Temperatura do Ar	13
2.2	Temperatura da Superfície do Mar (TSM)	13
2.3	Nuvens e Precipitações	15
2.4	Visibilidade no Mar	16
2.4.1	Névoa	17
2.4.2	Nevoeiro	17
2.5	Sistemas Tropicais	18
2.5.1	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	18
2.5.2	Ciclones Extratropicais x Ciclones Tropicais	19
2.6	Sistemas Sinóticos	22
2.6.1	Tipos de Frente (Frente Fria, Frente Quente, Frente Oclusa e Frente Estacionária)	23
3	INSTRUMENTOS E PUBLICAÇÕES UTILIZADAS	26
3.1	Termômetro	26
3.2	Barômetro	26
3.3	Anemômetro	28
3.4	Higrômetro	31
3.5	Imagens de Satélites Meteorológicos	32
3.6	Boletins Meteorológicos	34
3.7	Cartas Sinóticas	35
3.8	Roteiro e Cartas Piloto	37
4	ESTUDO DE CASO	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

As ocorrências de severos fenômenos da natureza em alto-mar independem da vontade do ser humano. Na antiguidade e em passado recente, os navegantes simplesmente eram surpreendidos pelo mau tempo e os navios se mostravam extremamente frágeis perante as rigorosas tempestades. Muitas embarcações do passado naufragaram em seus regressos de vitoriosas campanhas e levaram para o fundo do mar as inéditas notícias e relatos dos seus feitos. Porém, mesmo com o atual estado da arte na previsão do tempo, o navegante pode não estar livre dos desastres naturais em alto-mar.

O contínuo desenvolvimento das áreas científicas e tecnológicas no setor de oceanografia e meteorologia possibilita o uso de modernos instrumentos e equipamentos, como satélites meteorológicos (principal meio de coleta de dados), estações meteorológicas automáticas, radares meteorológicos e sofisticados sistemas de divulgação de informações de previsão do tempo.

Não basta o grande avanço tecnológico que se presencia nos centros nacionais e internacionais, se em paralelo, os diversos usuários não utilizarem todo o potencial de previsão de tempo disponível. Cabe a cada usuário, em sua área específica, entender e interpretar perfeitamente as informações meteorológicas amplamente divulgadas pelos modernos sistemas.

É de fundamental importância, hoje em dia, que o navegante esteja capacitado a interpretar boletins e cartas meteorológicas, bem como imagens de satélites meteorológicos para bem compreender a situação do tempo presente. Este entendimento permite ao navegante acompanhar a evolução do tempo e do estado do mar severo sobre sua embarcação.

Desta forma, o trabalho apresentará os principais elementos e sistemas meteorológicos que o navegante deve conhecer assim como as publicações e instrumentos que devem ser utilizados para coleta de dados e alguns estudo de casos de acidentes que ocorreram por fortuna do mar.

1.1 Objetivo

Geral: Definir a importância da climatologia e da previsão do tempo no planejamento de uma derrota.

Específico: Análise dos principais elementos e sistemas meteorológicos que possam afetar a navegação, assim como os materiais utilizados para coleta de dados e como interpretá-los para uma segura singradura.

2 ELEMENTOS E SISTEMAS METEOROLÓGICOS

2.1 Temperatura do Ar

Temperatura é o indicador da quantidade de calor presente no meio analisado, denominado calor sensível. A temperatura do ar varia verticalmente na atmosfera, diminuindo com a altitude, ao longo de toda a troposfera. A razão física para tal fato é que a pressão do ar varia, diminuindo à medida que a altitude aumenta, ou seja, o ar vai se expandindo com a altitude e conseqüentemente, sua temperatura vai diminuindo proporcionalmente. Nesse comportamento da atmosfera se baseia a formação das nuvens.

A temperatura do ar varia também horizontalmente com a latitude, conforme se desloca das baixas latitudes, próximo ao equador, para as latitudes médias e para as altas latitudes, próximos aos pólos, a temperatura a superfície irá diminuindo. A razão encontra-se na variabilidade da distribuição de energia proveniente da radiação solar, fato esse acentuado pela variabilidade sazonal do ângulo de incidência dos raios solares e também pelo albedo das superfícies cobertas de gelo. Essa variação horizontal de temperatura com a latitude mantém um gradiente horizontal de temperatura, que favorece a circulação geral das massas de ar frias e quentes e conseqüentemente os sistemas de frente frias e quentes.

Uma das importantes características da circulação das massas de ar é que a quantidade de calor sensível é transportada de uma região para outra bem distante, contribuindo para o equilíbrio térmico da Terra. Mesma função exerce a circulação das correntes marítimas (LOBO et al., 2007).

2.2 Temperatura da Superfície do Mar (TSM)

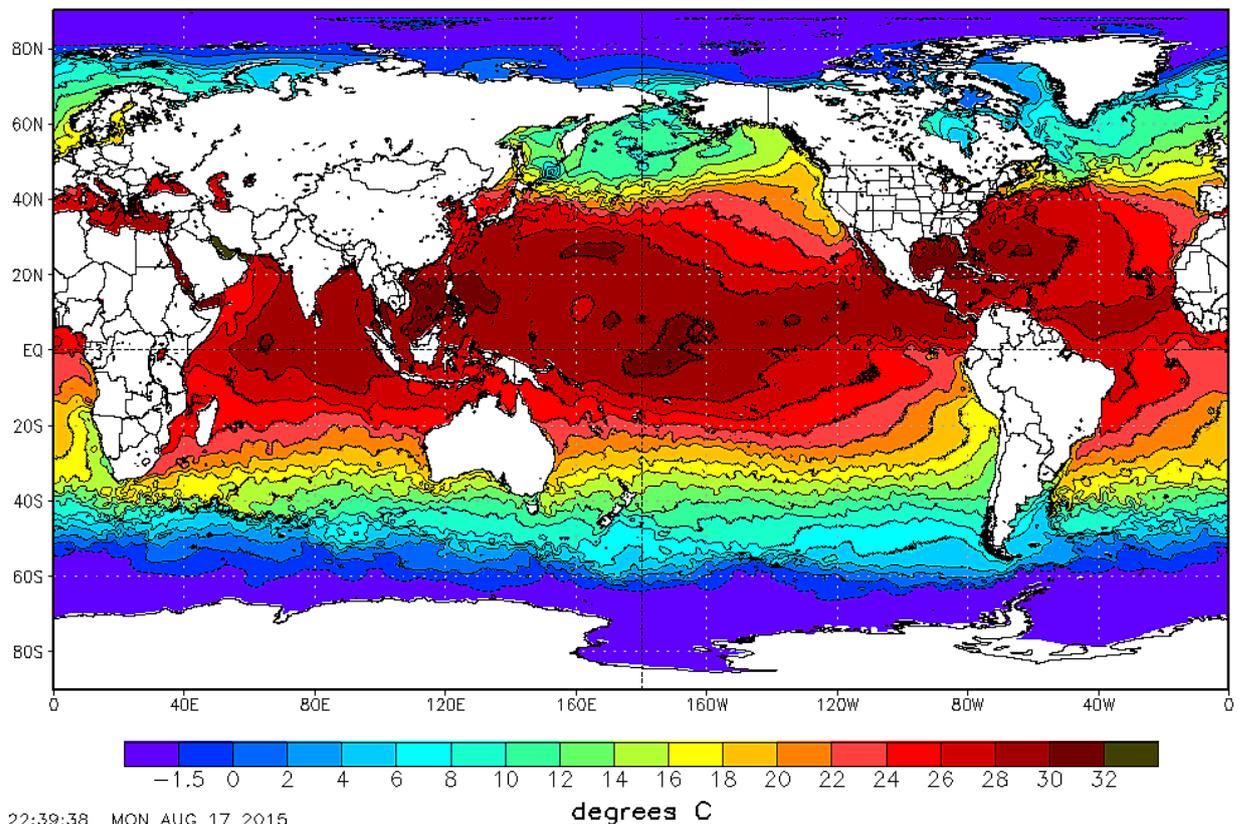
A temperatura da superfície do mar (TSM) tem um papel fundamental nos oceanos por ser um dos determinantes das trocas de calor entre o oceano e atmosfera adjacente, além de servir como um importante elemento de vários processos oceanográficos que apresentam uma assinatura térmica. Medições de características quasi-sinópticas e multi-temporais obtidas por sensores remotos orbitais permitem uma avaliação temporal e espacial da variabilidade da TSM. Um destes sensores é o Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) que está a bordo dos satélites de órbita polar do National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

A TSM tem grande influência na ocorrência de fenômenos meteorológicos. Quando é mais fria, pode resultar na formação de nevoeiros ou névoa. Quando é mais quente (superior a 27 graus Celsius), pode intensificar os processos convectivos e temporais, resultando em alguns casos em tormentas e furacões.

De acordo com o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), a figura da TSM, disponibilizada pelo National Center Environmental Prediction (NCEP) / Marine Modeling and Analysis Branch (MMAB), é elaborada a partir de informações de satélite e dados obtidos de navios e bóias oceanográficas, interpolados em uma grade de 1/12 grau. As cores em tons azul e lilás representam temperaturas mais frias e as cores em tons amarelo e vermelho, temperaturas mais quentes. Essas informações são atualizadas diariamente, às 12Z (horário de Greenwich), que corresponde às 09h00minh (hora local, desconsiderando horário de verão).

Figura 1 – Temperatura da Superfície do Mar em tempo real

NOAA/NWS/NCEP/EMC Marine Modeling and Analysis Branch Oper H.R.
RTG_SST_HR Analysis (0.083 deg X 0.083 deg) for 17 Aug 2015



Fonte: <http://polar.ncep.noaa.gov/sst/ophi/>

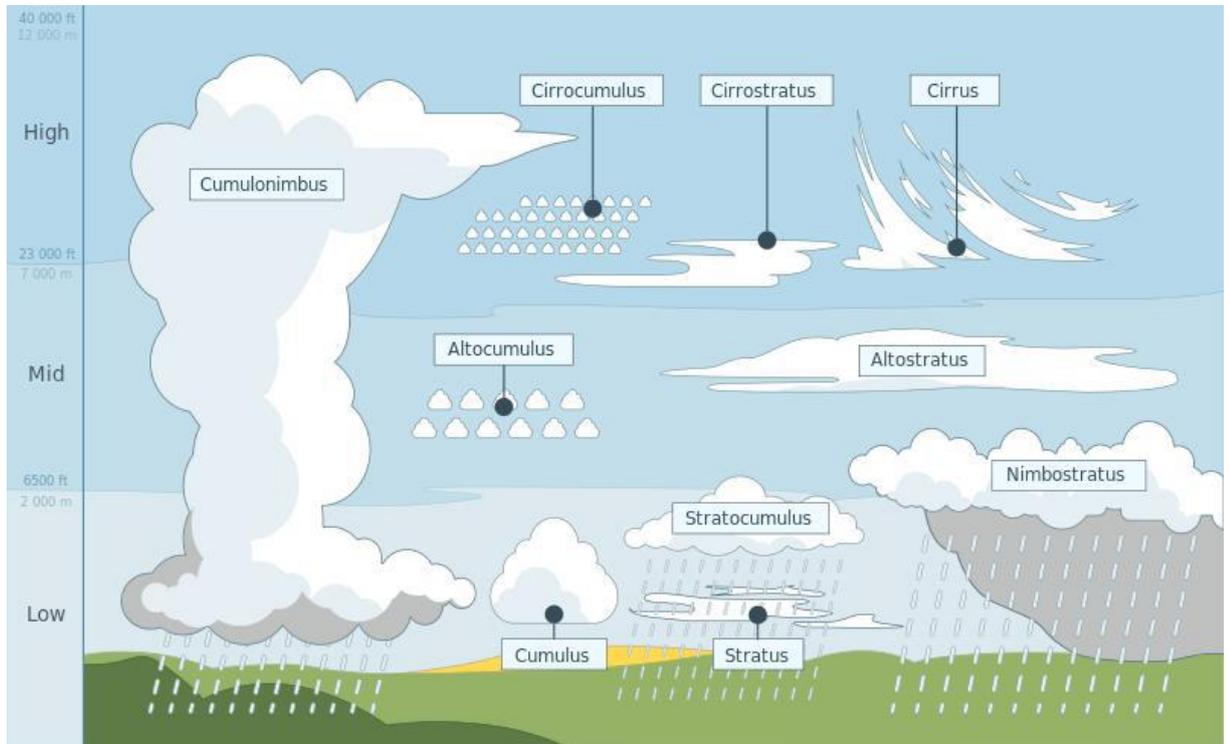
2.3 Nuvens e Precipitações

Nuvem é um conjunto visível de partículas minúsculas de água líquida ou de gelo, ou de ambas ao mesmo tempo, em suspensão na atmosfera. Este conjunto pode também conter partículas de água líquida ou de gelo em maiores dimensões, e partículas procedentes, por exemplo, de vapores industriais, de fumaças ou de poeiras. O aspecto de uma nuvem depende essencialmente da natureza, dimensões, número e distribuição no espaço das partículas que a constituem. Depende também da intensidade e da cor da luz que a nuvem recebe, bem como das posições relativas do observador e da fonte de luz (sol e a lua) em relação à nuvem. Estes fatores serão levados em consideração na descrição de cada uma das formas características das nuvens.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), elas podem ser classificadas em dez tipos dependendo da altura da base da nuvem, ou seja, da parte mais próxima da superfície do mar. As nuvens altas têm base acima de seis quilômetros de altura (sólidas), as nuvens médias são de base entre dois a quatro quilômetros de altura nos pólos, entre dois a sete quilômetros em latitudes médias, e entre dois a oito quilômetros no equador (líquidas e mistas) e as nuvens baixas têm base até dois quilômetros de altura (líquidas).

O navegante deve ter conhecimento de alguns tipos específicos de nuvens, o que requer experiência e cuidado. Como exemplo podemos citar a nuvem do tipo Cirrus com garras (rabo de galo), que revela indícios de aproximação de mau tempo, e também a do tipo Cumulonimbus (Cb) que é responsável pelas trovoadas e tempestades que as embarcações enfrentam. Para identificá-las, a DHN disponibiliza um Quadro de Nuvens, que pode ser adquirido nas Capitâncias dos Portos.

Figura 2 – Classificação de Nuvens



Fonte: pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem

A precipitação é definida como a queda das gotas d'água, das partículas de gelo e cristais de gelo ou flocos de neve, quando seus tamanhos e pesos são suficientes para romper o equilíbrio entre a força da gravidade e as correntes de ar ascendentes. A precipitação líquida pode ser classificada em chuva e chuvisco ou garoa e a precipitação sólida em neve, granizo e saraiva. Pode ser classificada de acordo com a continuidade com que ocorre (contínua, intermitente e em pancadas) e quanto ao aspecto da intensidade e redução da visibilidade, sendo esse aspecto de grande importância para a segurança da navegação.

2.4 Visibilidade no Mar

É de grande importância para o navegante estar atento à previsão de nevoeiros e névoa, pois as mesmas reduzem a visibilidade no mar em grandes proporções, tornando-se um risco a navegação. Deve-se conhecer, então, o processo de formação e as características principais desses fenômenos.

2.4.1 Névoa

O processo de formação da névoa requer um resfriamento do ar até iniciar a condensação do vapor d'água, apresentando gotículas associadas à grande quantidade de poluentes atmosféricos. A névoa pode ser classificada como úmida ou seca. A primeira apresenta grande quantidade de matérias sólidas em suspensão e é caracterizada pela cor acinzentada, tendo umidade alta, acima de 80%. A segunda, névoa seca, apresenta diversas cores em função da paisagem associada e umidade abaixo de 80%, sendo a concentração de diversos poluentes atmosféricos sólidos, como poeira e fumaça, em suspensão no ar em uma região abaixo do nível de condensação das nuvens mais baixas.

2.4.2 Nevoeiro

Os nevoeiros se formam por saturação do ar e condensação imediata do excesso de umidade. O que o diferencia de uma nuvem é que a sua formação ocorre sempre na camada da atmosfera junto à superfície, que é a responsável por afetar a temperatura do ar e proporcionar condições perfeitas para o aparecimento do nevoeiro. Existem de dois tipos mais frequentes, de radiação e de advecção.

O nevoeiro de radiação ocorre no continente, não sendo tão importante para a navegação. O nevoeiro de advecção ocorre com mais frequência na superfície do mar, tornando-se de especial interesse para o marítimo. Ele ocorre quando há deslocamento horizontal do ar com características propícias à sua formação, ou seja, uma massa de ar quente e úmida se deslocando sobre uma superfície bem mais fria, atingindo sua saturação. Certa quantidade de turbulência é necessária para um maior desenvolvimento do nevoeiro. Assim, ventos entre 10 e 30 km/h são usualmente associados com nevoeiro de advecção. A turbulência não só facilita o resfriamento de uma camada mais profunda de ar, mas também leva o nevoeiro para alturas maiores. Diferentemente dos nevoeiros de radiação, nevoeiros de advecção são frequentemente profundos (300-600 m) e persistentes (LUTGENS, F.K. e E.J. TARBUCK, 1989).

2.5 Sistemas Tropicais

2.5.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

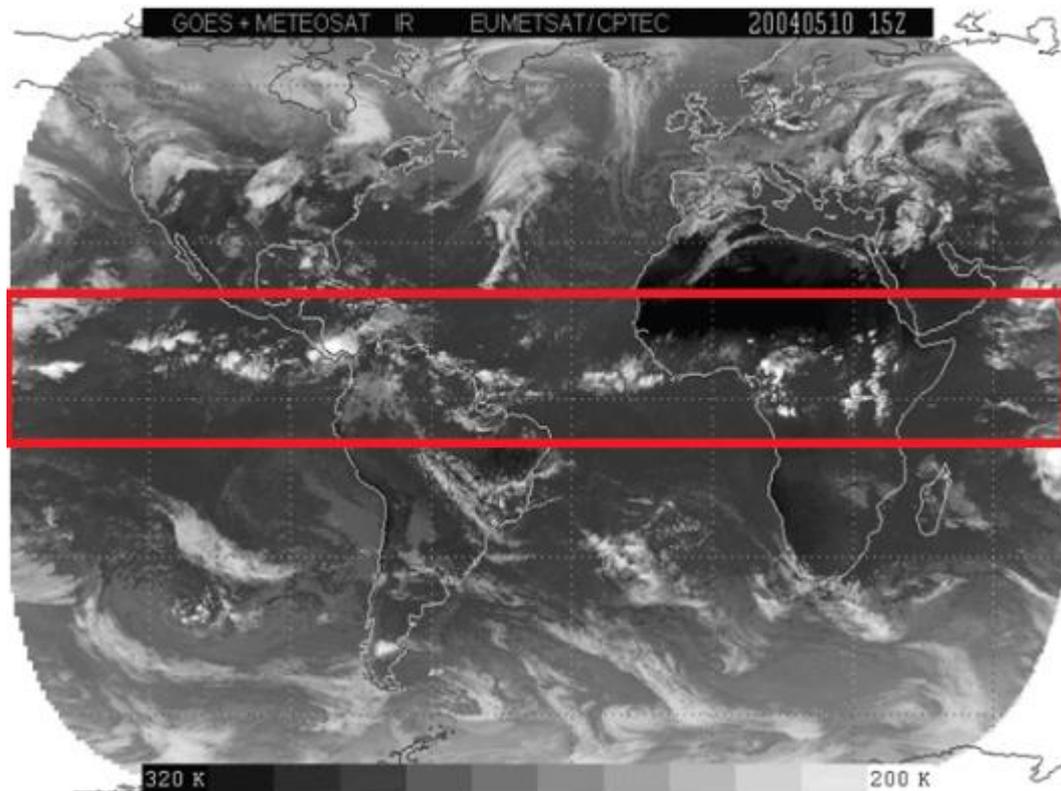
A zona de convergência intertropical (ZCIT) é um dos mais importantes sistemas meteorológicos atuando nos trópicos. Devido à sua estrutura física, a ZCIT tem se mostrado decisiva na caracterização das diferentes condições de tempo e de clima em diversas áreas da Região Tropical.

Formada a partir da interação entre a confluência dos ventos alísios - que no hemisfério Norte se movem de nordeste para sudoeste, enquanto no hemisfério sul eles vão de sudeste para noroeste - a região do cavado equatorial, as áreas de máxima TSM e de máxima convergência de massa (UVO, 1989), a ZCIT influencia nas precipitações observadas sobre os continentes africano, americano e asiático (FERREIRA, 1996). O movimento ascendente de ar, gerado pela convergência dos ventos alísios nos baixos níveis, é facilmente observado nas fotos de satélite pela área de nebulosidade convectiva que se forma na faixa equatorial em volta do globo. Dentre os estados nordestinos que mais recebem a influência da ZCIT estão: norte e centro do Maranhão e Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e sertões da Paraíba e Pernambuco. Nesta área, a estação chuvosa vai de janeiro a junho com máximos de precipitação durante março e abril, meses nos quais a ZCIT atua de forma mais sistemática (MELO, 1997). Pode-se também verificar a interação da ZCIT com sistemas meteorológicos que atuam nos altos níveis (Cavados e Vórtices Ciclônicos), os quais, dependendo da posição na qual se encontram, tanto podem inibir como favorecer a ocorrência de chuvas sobre essas regiões.

Sua localização oscila em função do equador térmico, que, segundo Ferreira (1996), alcança sua posição mais ao norte (08° HN) no verão do Hemisfério Norte (HN) e sua posição mais ao sul (01° HN) durante o mês de abril. A marcha anual da ZCIT é um assunto que diverge em vários trabalhos, como dito por Nobre e Molion (1986) onde em média a posição mais ao norte da ZCIT verifica-se a 14° HN nos meses de agosto a setembro e sua posição mais ao Hemisfério Sul (02° HS) de março a abril.

Nas ZCIT as ocorrências de convergência, de atividade convectiva, de nebulosidade e de mau tempo associado à Cb, variam diariamente, razão pela qual a sua posição, assim como a intensidade da convergência e da atividade convectiva resultante são registradas como fraca, moderada e forte nos boletins e cartas meteorológicas diárias.

Figura 3 – Ilustração da ZCIT



Fonte: <https://esquadraodoconhecimento.files.wordpress.com>

2.5.2 Ciclones Extratropicais x Ciclones Tropicais

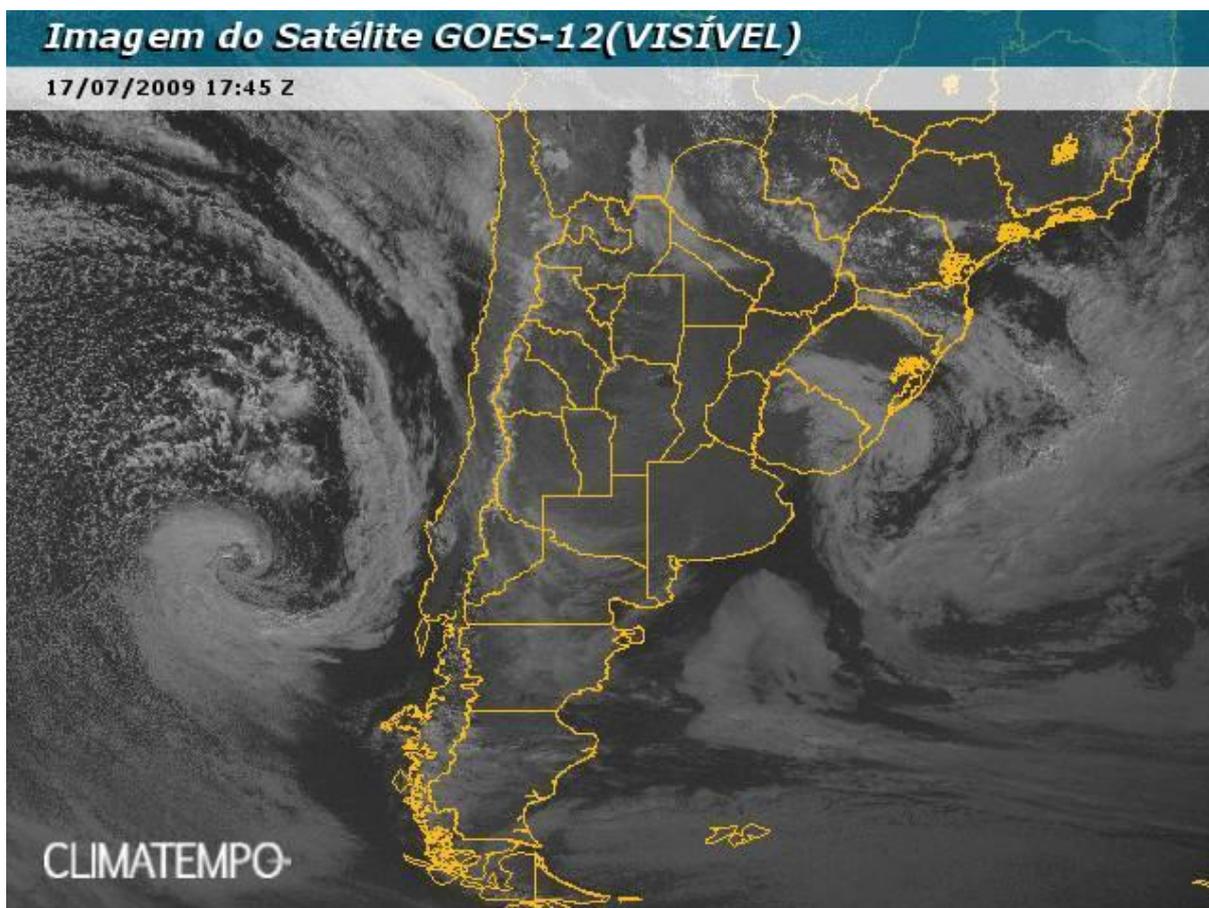
São sistemas de baixa pressão atmosférica onde o ar se movimenta no sentido horário, no Hemisfério Sul, e no sentido anti-horário no Hemisfério Norte. Ciclones são associados com grandes áreas de nuvens carregadas que provocam chuva intensa. A diferença de pressão atmosférica entre o centro do sistema e a porção mais externa aumenta a velocidade do vento.

A primeira notória diferença entre esses dois tipos de ciclones, dito por LOBO et al. (2007) é que os sistemas tropicais são barotrópicos, ou seja, apresentam apenas variações de pressão atmosférica, enquanto os sistemas extratropicais são baroclínicos – apresentam variações de pressão atmosférica e de temperatura. Para a previsão do tempo, a principal discrepância prática é que nos extratropicais a variação de temperatura tem um papel importante, resultando em sistemas frontais com frentes frias e frentes quentes – além de diferenças sensíveis de temperatura entre verão e inverno nas estações do ano. Já a região tropical não é afetada pela variação de temperatura, não havendo assim frente fria associada. Por consequência, não se observa os efeitos das estações do ano, ocorrendo apenas um período do ano – muito chuvoso e outro menos chuvoso – por efeito apenas da pressão

atmosférica. Outra diferença importante entre os ciclones tropicais e extratropicais é a temperatura no seu centro. Próximo da superfície, o centro dos ciclones extratropicais é mais frio do que atmosfera ao redor, enquanto que o centro dos ciclones subtropicais é mais quente do que a atmosfera ao redor. Isso deixa a atmosfera mais instável e aumenta as condições para ocorrência de tempestades severas.

É de grande importância para o navegante saber identificar as condições propícias para a formação de tormentas tropicais e furacões, assim como sua aparência nas imagens de satélite para garantir a segurança da embarcação. Nas imagens de satélite, os ciclones tropicais aparecem como uma massa de nuvens em formato arredondado. Os ciclones extratropicais aparentam ser uma espiral, como um caracol, onde se vê bandas de nuvens enroladas. Nas condições para a formação, observa-se a necessidade de TSM elevada (acima de 27° Celsius), elevando a umidade relativa do ar quente ascendente. Assim, o processo convectivo seria alimentado da imensa quantidade de energia, proveniente da liberação de calor latente a partir da altitude do nível de condensação – sendo esse processo desencadeado por perturbação atmosférica proveniente de depressão associada à intensificação da circulação convergente e ciclônica de ar bastante quente e úmido nos baixos níveis (LOBO et al., 2007).

Figura 4 – Ciclone Extratropical na costa do Chile, Brasil e Uruguai



Fonte: <http://www.climatempo.com.br/satelite/>

Os navegantes da área do Atlântico, cujas derrotas atinjam as áreas compreendidas na faixa de 5° a 15° de latitude norte, devem ter atenção especial a ocorrência de ciclones tropicais nos meses de agosto, setembro e outubro. Uma tormenta tropical resulta um estado do mar muito severo associado a um vento ciclônico de enorme intensidade, que afeta uma área circular que pode ser subdividida em semicírculo perigoso e semicírculo navegável, em função do estado do mar, da maior intensidade dos ventos e do perigo do navio ser arrastado na direção da trajetória da tormenta. Deverão, por isso, conhecer em detalhes os procedimentos para efetuar manobras evasivas, reduzindo os efeitos dos ventos fortes, ondas grandes e visibilidade reduzida. É recomendável consultar o Atlas de Cartas Piloto Internacional (LOBO et al., 2007).

Figura 5 – Regiões de formações de ciclones



Fonte: <http://www.climatempo.com.br/>

2.6 Sistemas Sinóticos

O navegante deve saber identificar uma aproximação e passagem de frentes frias e quentes para planejar com antecedência os procedimentos necessários para manter a derrota de sua embarcação com segurança. Porém, para o entendimento de tais sistemas, é preciso saber como as massas de ar interagem entre si e seus deslocamentos.

Massas de ar são porções ou volumes da atmosfera que possuem praticamente as mesmas características de pressão, temperatura e umidade e são bastante homogêneas. Como a temperatura é o aspecto principal, costuma-se chamar de massa fria e massa quente. Elas se movimentam pela troposfera devido à diferença de pressão e temperatura caracterizando as áreas de baixa e alta pressão. As áreas de baixa pressão são áreas de grande nebulosidade e precipitação elevada pela grande instabilidade atmosférica e ao fato de serem receptoras de ventos. Já nas altas pressões são livres de nebulosidade e com maior estabilidade, tendendo a

temperaturas menores.

Duas massas de ar, ao se encontrarem, não se misturam. Isso faz com que se crie uma “frente” ou uma “descontinuidade” ao longo da zona limítrofe das massas de ar. Como a frente significa a separação das massas, o navegante observará, após a passagem da frente, pela sua área, significativa mudança no regime dos ventos, além de alteração de temperatura do ar e da pressão atmosférica (LOBO et al., 2007).

2.6.1 Tipos de Frente (Frente Fria, Frente Quente, Frente Oclusa e Frente Estacionária)

As frentes são um dos principais mecanismos de mudança do tempo na América do Sul. Elas atuam desde o sul do continente (influência mais marcante) até latitudes mais baixas (onde geralmente chegam enfraquecidas, mas mesmo assim modificam o tempo local, onde o efeito principal está ligado à precipitação). Os fenômenos causados pelas frentes merecem especial atenção. As direções de deslocamentos dessas frentes são de fundamental importância na previsão do tempo (GEMIACKI; FEDOROVA, 2006).

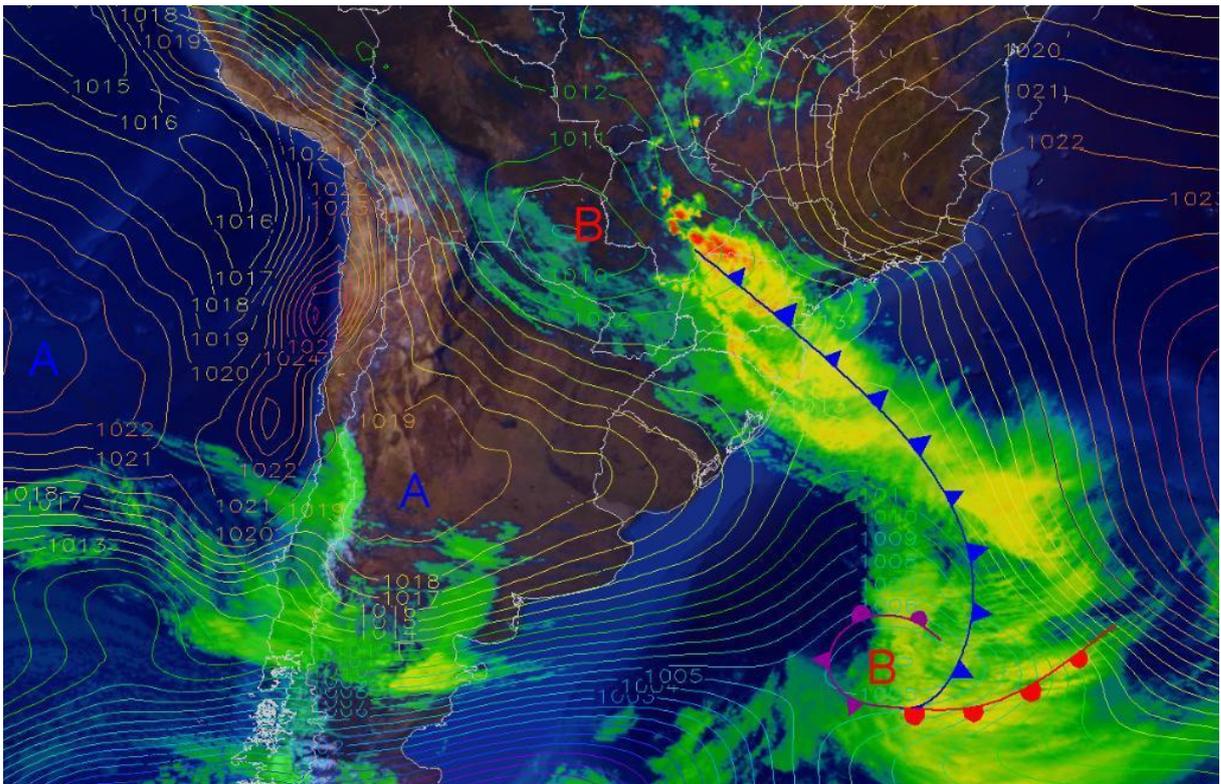
De acordo com o INMET, Frente Fria (FF) é a extremidade principal de uma massa de ar fria que avança deslocando o ar quente de seu caminho. Uma FF apresenta acentuada inclinação da superfície frontal, resultando em intensa atividade convectiva, em estreita faixa de nebulosidade ao longo da frente. O navegante sujeito aos efeitos de uma depressão extratropical observa ventos fortes e mar agitado. Recomenda-se que seja acompanhado a passagem da frente, pelos parâmetros de aproximação – a pressão do ar cai, a temperatura do ar aumenta, o vento predominante sopra no HS do quadrante norte e no HN no quadrante sul e a nebulosidade aumenta – e pelos parâmetros após ocorrida a FF – a pressão atmosférica aumenta, a temperatura do ar cai, a direção do vento predominante no HS é do quadrante sul e no HN é do quadrante norte, a visibilidade reduz durante as pancadas de chuvas e ocorrem trovoadas.

Ainda segundo o INMET, temos como conceito de Frente Quente (FQ) é a extremidade principal de uma massa de ar quente que, ao avançar, substitui uma massa de ar relativamente fria que está indo embora. Geralmente, com a passagem de uma frente quente, a temperatura e a umidade aumentam, a pressão atmosférica sobe e, embora os ventos troquem de direção (em geral, do sudoeste para o noroeste no HN), a passagem de uma FQ não é tão pronunciada quanto à passagem de uma FF. Precipitação em forma de chuva, neve, ou garoa,

geralmente antecedem a frente na superfície, assim como chuvas convectivas e temporais. Sob temperaturas mais frias, nevoeiros também podem anteceder a entrada da FQ. Em geral, o ar fica claro depois da passagem da frente, mas algumas condições para nevoeiro também podem ser produzidas pelo ar quente.

Frente Oclusa (FO), também conhecida como “oclusão”, é uma frente complexa que se forma quando uma FF se encontra com uma FQ. Desenvolve-se quando três massas de ar de temperaturas diferentes colidem. O tipo de fronteira criado por elas depende da maneira como elas se encontraram. Na FO do tipo fria, o ar avançado com a FF é mais frio que o ar fresco avante da FQ. A oclusão do tipo quente é menos comum, e ocorre quando o ar fresco que está avançando com a FF não é tão frio quanto o ar frio avante da FQ. Ambas são de difícil localização na superfície, porém com o auxílio de imagens de satélites pode-se observá-las tão nítidas quanto uma FF (LOBO et al., 2007).

Figura 6 – Frente com ramo frio, quente e oclusão



Fonte: <http://www.simepar.br/>

Uma Frente Estacionária (FE) é uma frente que é quase estacionária, ou que se move muito pouco desde sua última posição sinóptica. O nome dado a esse tipo de frente entra em debate por muitos meteorologistas, pois com a circulação constante dos ventos e da atmosfera,

não seria possível uma frente estar totalmente parada. Por esse motivo, adotamos também o nome de Frente Semi-Estacionária. O tempo associado a esse tipo de frente depende do histórico da frente, do contraste de temperatura, da direção e intensidade dos ventos e muitos outros fatores. Pode evoluir para uma FF ou uma FQ.

3 INSTRUMENTOS E PUBLICAÇÕES UTILIZADAS

3.1 Termômetro

A palavra termômetro origina-se do grego “thermo” que significa quente e “metro” que significa medida. Assim, termômetro é definido como o instrumento que mede temperatura.

Utilizamos o termômetro ou termógrafo para medir a temperatura do ar, utilizando a escala graduada em Celsius (°C). Normalmente em meteorologia utiliza-se temperatura do ar seco, temperatura do ar úmido, temperatura do ponto de orvalho, TSM, calor sensível, calor latente, variação da temperatura em altitude e latitude, gradiente horizontal de temperatura e isothermas. Os termômetros comuns nos indicam a temperatura do ar seco ou simplesmente a temperatura do ar (T), enquanto a temperatura do ar úmido ou temperatura do termômetro de bulbo úmido (TU) é obtida pelo psicrômetro, que indica a temperatura do ar resultante do acréscimo artificial de umidade até a saturação do ar ambiente. A TSM é normalmente medida pelo navegante com o termômetro próprio para medição da temperatura da água do mar, com proteção contra avarias. Existem também os Termômetros de Máxima e Mínima, que indicam as temperaturas máximas e mínimas do ar (°C) ocorridas no dia.

3.2 Barômetro

O barômetro, também conhecido como barômetro de Torricelli, é um instrumento que exerce a função de medir a pressão atmosférica, utilizando a unidade de pressão denominada “bar”. Este aparelho foi inventado pelo físico e matemático italiano Evangelista Torricelli, em 1643. Além de demonstrar a existência da pressão do ar, este cientista inventou o aparelho capaz de medi-la. São dois os tipos de barômetros: o aneróide (metálico) e o de coluna de mercúrio.

O barômetro de Torricelli é um instrumento composto por um longo tubo (1 metro) de vidro e uma cuba, também feita de vidro, que contenha mercúrio. Em seu experimento, Torricelli pegou um longo tubo de vidro, fechado em uma das extremidades, e encheu-o até a borda com mercúrio. Em seguida, tampou a ponta aberta e, invertendo o tubo, mergulhou a ponta em uma bacia que continha mercúrio. Ao soltar a ponta aberta do tubo, o físico notou que a coluna de mercúrio baixava até certo nível, mas parava ao alcançar uma altura de

aproximadamente 76 centímetros. O cientista italiano imediatamente concluiu que, acima do mercúrio, havia o vácuo, e que a razão pela qual o metal (o mercúrio) parou de descer era porque o seu peso foi equilibrado pela força exercida pela pressão do ar sobre a superfície do mercúrio na bacia. Ao realizar este experimento, Torricelli demonstrou dois importantes fatos: a possibilidade de se obter um vácuo e mantê-lo pelo tempo que se quiser e a variação da altura da coluna de mercúrio. Devido a essas variações, o físico concluiu corretamente que a pressão atmosférica podia variar, sendo que as suas flutuações podiam ser medidas através da variação na altura da coluna de mercúrio.

Inventados em 1843, a maioria dos barômetros é aneróide. É constituída de uma pequena caixa de metal, fechada a vácuo e funcionam sem líquido. Um dos lados desta caixa é ligado a uma resistente mola que não permite que a caixa se abra; a posição do lado móvel da caixa é indicada por um ponteiro e funciona da seguinte maneira: se expande caso a pressão do ar diminua e comprime caso a pressão aumente. Este tipo de barômetro é utilizado a bordo de navios, em casa e em todas as estações climáticas. Já o barômetro de mercúrio é usado em grandes estações de meteorologia e em laboratórios de pesquisa.

Figura 7 – Barômetro de bordo



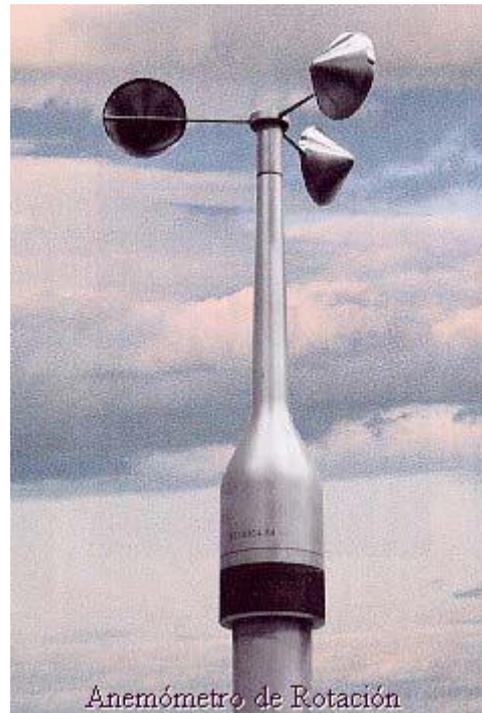
Fonte: <http://cobbc.co/>

3.3 Anemômetro

Anemômetros são instrumentos que servem para medir a direção e indicar a velocidade dos ventos. Inspirados nos cataventos, eles são calibrados de forma a que o total de voltas dadas por suas pás correspondam a uma velocidade específica, ou seja, se no túnel de vento em que são ajustados a corrente de ar sopra a dez quilômetros por hora, e as pás do instrumento giram cem vezes por minuto, ele é programado para indicar 10 km/h sempre que o anemômetro atingir 100 rotações por minuto, e assim por diante. Há vários tipos de anemômetros; citaremos dois deles, o Anemômetro de Robinson e o Anemômetro de Hélice.

O anemômetro de conchas, ou anemômetro de Robinson, é do tipo rotativo em que há três ou mais conchas de formato especial montadas simetricamente formando ângulos retos com um eixo vertical. A velocidade de rotação depende da velocidade do vento, independentemente da direção de onde ele sopra. O conjunto das conchas faz mover um mecanismo que conta as rotações e a velocidade do vento é calculada com o auxílio de um dispositivo de contagem. Os anemômetros de hélice são também do tipo rotativo. Um catavento mantém voltada para o vento uma hélice, cuja rotação é transmitida a um indicador. A vantagem deste sistema é que ele independe da direção do vento, e, por conseguinte, de um dispositivo de alinhamento. Este equipamento tinha um custo muito alto, mas as versões modernas com pick-up eletrônico são bem acessíveis. A roda dentada é magnética e induz no pick-up, além dos pulsos de contagem, a corrente gerada no sistema, que carrega um acumulador miniatura e alimenta a base de tempo.

Figura 8 – Anemômetro de Robinson



Fonte: <http://www.euskalmet.euskadi.eus/>

Um dos modelos mais usados atualmente pelas estações meteorológicas instaladas em regiões adversas, como na Antártida, é conhecido como Anemômetro de Hélice, ou 'aviãozinho'. Dotado de uma hélice para fluxo axial ele pode trabalhar com ventos de até 320 quilômetros por hora. Tem um corpo central que funciona como gerador de sinais e de energia para o indicador de velocidade, e sua "rabetas", além de manter a hélice na direção do vento, ainda fornece eletronicamente esta direção. Os dados são acumulados em um registrador ou numa memória eletrônica que é descarregada para coletores de dados ou transmitidos à distância.

Figura 9 – Anemômetro de Hélice



Fonte: <http://www.gisiberica.com/anemometros/>

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 10 – Anemômetro de Bordo



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

3.4 Higrômetro

Um higrômetro é um instrumento utilizado para medir a umidade do ar concentrado no ambiente. Existem cinco grandes grupos de higrômetros: os psicrômetros, os higrômetros de absorção, os higrômetros de condensação, os higrômetros elétricos e os higrômetros químicos.

Os psicrômetros são constituídos por dois termômetros colocados lado a lado, um com bulbo seco e outro com o bulbo úmido com gaze molhada em água destilada. Devido à evaporação da água, o termômetro úmido registrará uma temperatura inferior ao termômetro seco. A partir da diferença de temperaturas é possível calcular a umidade atmosférica. O mesmo princípio de funcionamento é utilizado pelos higrômetros de condensação, em que numa superfície fria faz-se passar vapor de água que condensa e é da diferença de temperatura entre o condensado e a temperatura ambiente que se consegue determinar a umidade atmosférica. Os higrômetros de absorção utilizam a absorção do vapor de água por uma substância química higroscópica. Os elétricos funcionam devido à variação da resistência elétrica de uma

substância com a umidade atmosférica. Nestes são utilizados elétrodos metálicos revestidos com sais que captam a umidade e fazem variar a resistência elétrica dos elétrodos. Uma determinada resistência corresponderá, conseqüentemente, a uma determinada umidade atmosférica. Os últimos dos principais tipos são os químicos. Estes utilizam substâncias hidrofílicas como base de funcionamento. O valor é determinado a partir do aumento de massa da substância hidrofílica devida ao vapor de água captado.

3.5 Imagens de Satélites Meteorológicos

Os centros de previsão do tempo trabalham com uma poderosa ferramenta disponível também aos navegantes, que são as imagens de satélites meteorológicos.

Chamam-se satélites artificiais, (referidos muitas vezes somente por satélites), a qualquer objeto construído pelo homem e colocado em órbita em redor da Terra ou de qualquer outro planeta. Estes satélites levam a bordo diferentes instrumentos que podem se destinar a diferentes fins como a observação da Terra, as comunicações, navegação, investigação, militar e observação meteorológica.

Os satélites meteorológicos levam a bordo instrumentos (em geral radiômetros funcionando em diferentes bandas do espectro eletromagnético) projetados para monitorizar as condições de tempo. Os satélites meteorológicos ajudam a estudar os padrões associados às condições de tempo, em vastas áreas, e à sua previsão.

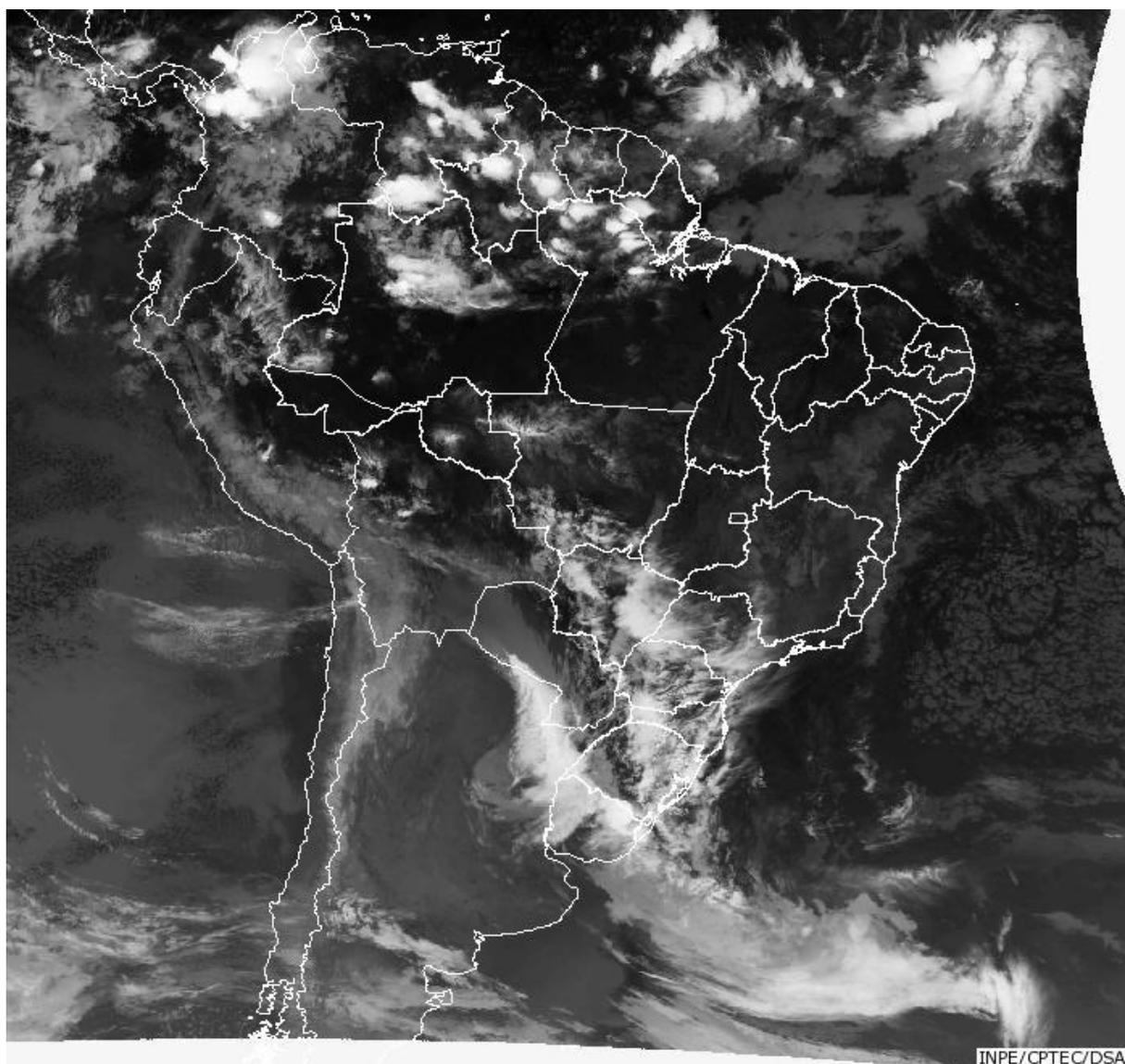
Tem-se o satélite geoestacionário, a 36000 quilômetros de altitude, que nos fornece imagens circulares de uma face da Terra. A esta altitude, a velocidade do satélite e a de rotação da Terra são iguais, pelo que o satélite permanece estacionário sobre certo ponto do Equador. Esta órbita permite que o satélite observe continuamente a mesma porção do globo (42% da superfície terrestre). É necessária uma rede de cinco ou seis satélites para cobrir a totalidade do globo. Os pólos não são nunca visíveis. O outro tipo de satélite meteorológico é o de órbita polar, posicionado a cerca de 800 quilômetros de altitude. Descreve ao longo do meridiano superior do local sua órbita polar, passando uma vez durante o dia e outra durante a noite pela mesma região, cobrindo uma faixa de 15 graus de largura de sul para o norte. Permitem coberturas globais com um único satélite.

Existem várias agências responsáveis pelo desenvolvimento, investigação instrumental, lançamento e operacionalidade desses satélites. Os satélites geoestacionários meteorológicos são operados por EUMETSAT na Europa (Meteosat), os Estados Unidos

(GOES), o Japão (MTSAT), a China (Fengyun-2), a Rússia (GOMS) e a Índia (KALPANA). Os satélites meteorológicos de órbita polar são operados pelos Estados Unidos (NOAA, QuikSCAT), pela Rússia (Meteor) e pela China (Fengyun-1).

O European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, ou Agência europeia para a exploração de satélites meteorológicos (EUMETSAT) criada em 1986, é constituída por Estados Membros e Estados Cooperantes. Tem como principal objetivo estabelecer, manter e explorar os sistemas europeus de satélites meteorológicos operacionais. A EUMETSAT que tem a responsabilidade de explorar operacionalmente os satélites meteorológicos: Meteosat (satélites geostacionários) e EPS, European Polar Satellite, (satélite de órbita polar). O NOAA é uma agência Norte Americana, criada em 1970 responsável pela exploração operacional dos satélites meteorológicos e ambientais. Atualmente a NOAA tem a responsabilidade na operacionalidade de vários satélites meteorológicos distribuídos por três sistemas (constelações de satélites afins). Os satélites da série TIROS/NOAA têm a bordo, além de outros instrumentos, o radiômetro AVHRR.

Figura 11 – Imagem do Satélite GOES no infravermelho do dia 18/08/2015 as 03:30:00



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

3.6 Boletins Meteorológicos

As informações de interesse do navegante são divulgadas pela DHN, sendo elaboradas pelo Serviço Meteorológico Marinho para as áreas marítimas sob a responsabilidade do Brasil, estabelecidas no acordo internacional com a Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Essas informações são agrupadas de acordo com o fim a que se destinam. Os boletins disponíveis são de previsão do tempo para áreas portuárias, de condições e previsão do tempo, especial de previsão e carta meteorológica por fac-símile ou internet.

Os Boletins de Previsão para Áreas Portuárias fornece as condições meteorológicas

previstas para as proximidades de um porto. É transmitido por radiotelefonia e redigido em linguagem clara. Contém informações como aviso de mau tempo, previsão do estado do tempo e do céu, previsão dos ventos predominantes, ondas, visibilidade e tendência da temperatura.

No Boletim de condições e previsão do tempo, ou Meteoromarinha, a previsão do tempo é elaborada separadamente para as regiões costeiras do Brasil divididas em 10 partes, de Alfa a Sierra, da região do Arroio Chuí até a área Sul Oceânica (oeste de 020°W, de 15°S a 36°S). É constituída de seis partes, onde a Parte I indica aviso de mau tempo e é emitido quando há uma ou mais das condições a seguir: vento de força sete ou acima na escala Beaufort, ondas de três metros ou maiores, visibilidade restrita a um quilômetro ou menos e ressaca com ondas de dois metros e meio na arrebentação. A Parte II é o resumo descritivo do tempo, um sumário da situação atmosférica em um determinado instante de referência, com indicação das configurações sinóticas existentes na área, seu movimento, desenvolvimento e área afetada. A Parte III, previsão do tempo, fornece a previsão do tempo para as áreas costeiras e oceânicas. A Parte IV, análise e/ou prognóstico do tempo, que é constituída em forma de código e o navegante deve decodificá-la. Parte V, seleção de mensagens meteorológicas de navios, é constituída de uma seleção de mensagens SHIP recebidas e selecionadas por serem consideradas representativas nas configurações sinóticas mais importantes. A Parte VI, seleção de mensagens meteorológicas de estações terrestres costeiras e de ilhas oceânicas, é constituída de uma seleção de mensagens SYNOP (LOBO et al., 2007).

O boletim especial de previsão do tempo fornece previsões para uma área marítima restrita e para finalidades específicas, como operações de reboque, socorro e salvamento, deslocamento de plataformas de petróleo, regatas oceânicas e outras informações que não constam no Meteoromarinha. A solicitação desse tipo de previsão deve ser feita diretamente a DHN, informando a sua finalidade e todos os dados necessários para a sua confecção (LOBO et al., 2007).

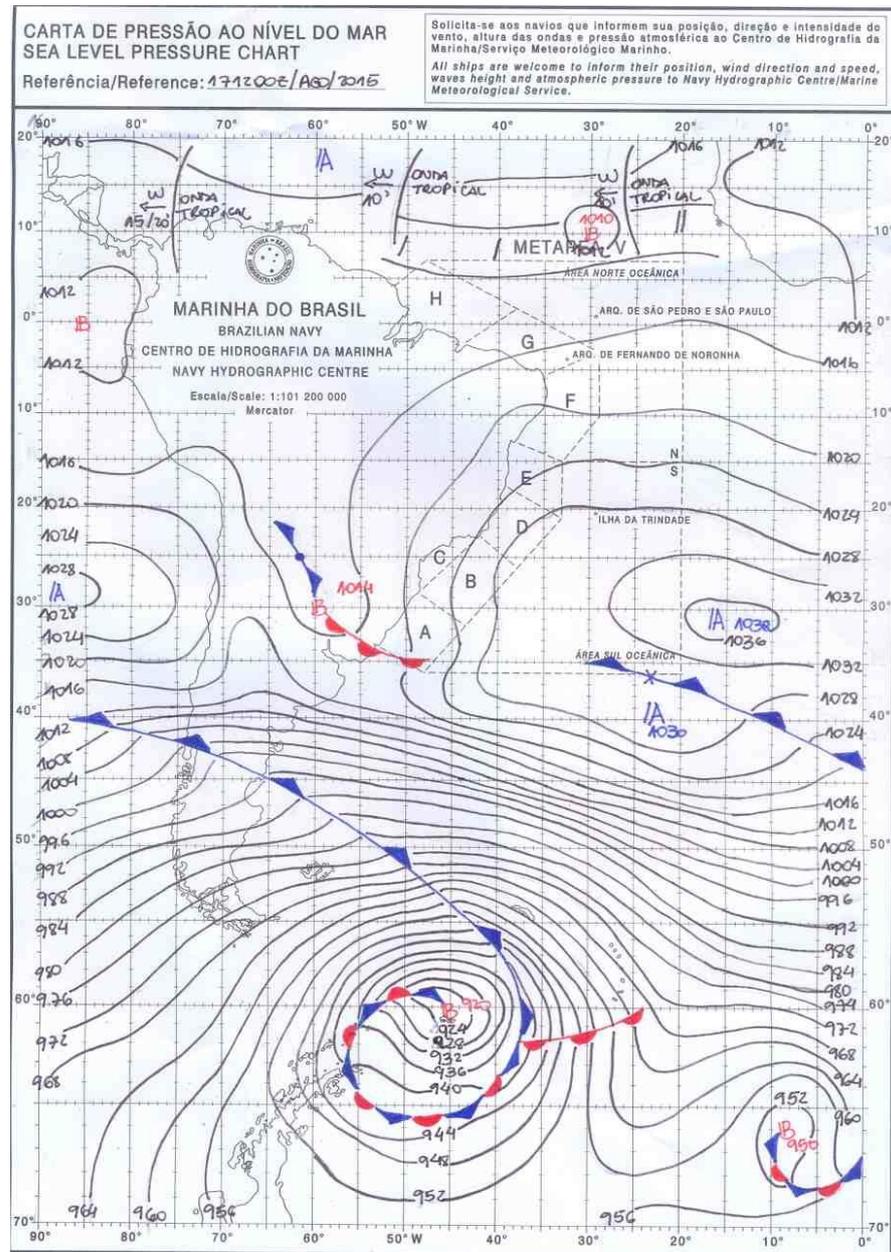
3.7 Cartas Sinóticas

Elementos de grande importância para a avaliação do estado do tempo, as cartas sinóticas de pressão atmosférica ao nível do mar são fundamentais para a previsão do tempo para as próximas horas na região de interesse do navegante.

Nelas estão traçadas as isóbaras e seus valores são plotados em hPa, sendo o espaçamento entre elas de quatro hPa. Nas regiões circundadas por isóbaras fechadas de valores mais baixos de pressão são plotados os centros de baixa ou ciclones e nas regiões que se encontram isóbaras de valores mais elevados são plotados os centros de alta ou anticiclones. Os ventos à superfície são plotados indicando a direção de onde sopram e a velocidade. Pode-se considerar que os ventos sopram paralelos às isóbaras. O símbolo utilizado para indicar a direção do vento é uma seta com um pequeno círculo numa extremidade e traços na outra. A direção de onde sopra o vento é indicada pela extremidade com os traços e pequeno círculo serve para indicar a cobertura do céu. Nela também é indicada a intensidade da atividade convectiva da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a representação gráfica das frentes, a ocorrência de ressacas, pistas e ondas.

As cartas sinóticas são transmitidas por fac-símile ou internet, que são recebidas de forma gráfica pelo navegante utilizando um receptor apropriado. São divulgadas no Brasil pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) nos horários de meio-dia e meia-noite do meridiano de Greenwich.

Figura 12 – Carta de pressão ao nível do mar do dia 17/08/2015 às 1200Z



de interpretação, de acompanhamento e de correção contínua dos resultados, como a utilização da previsão de curto e curtíssimo prazo (LOBO et al., 2007).

As Cartas Piloto apresentam informações meteorológicas e oceanográficas de fundamental importância para o navegante, tanto na fase de planejamento, como na de execução da derrota. A DHN publica um Atlas de Cartas Piloto para o Oceano Atlântico abrangendo, no sentido Norte–Sul, o trecho de Trinidad ao Rio da Prata e, no sentido Leste–Oeste, o trecho desde o litoral da América do Sul até o meridiano de 020°W. O Atlas de Cartas Piloto é constituído por 12 cartas, na Projeção de Mercator, escala 1:10.000.000, sendo uma para cada mês do ano. Para a navegação, as principais informações das Cartas Piloto referem–se a ventos e correntes marítimas. Entretanto, as cartas apresentam, ainda, informações sobre declinação magnética (mostrando linhas isogônicas e linhas de mesma variação anual da declinação), temperatura do ar e temperatura da água do mar. No verso das Cartas Piloto constam, também, informações sobre nevoeiro, visibilidade, temperatura, vento médio e ocorrência de ventos fortes nos principais portos e ilhas do Brasil (MIGUENS, 1996).

O Roteiro é uma publicação que contém as informações úteis ao navegante com relação à descrição da costa, demanda de portos e fundeadouros, perigos, profundidades em barras e canais, recursos em portos, balizamento, condições meteorológicas predominantes, correntes e marés observadas e muitas outras informações. A publicação é dividida em três volumes cada um focalizando determinado trecho da costa: Costa Norte – Da Baía do Oiapoque ao Cabo Calcanhar, inclusive o Rio Amazonas e seus afluentes navegáveis e o Rio Pará. Costa Leste – Do Cabo Calcanhar ao Cabo Frio, incluindo o Atol das Rocas, o Arquipélago de Fernando de Noronha, os Penedos de São Pedro e São Paulo e as ilhas da Trindade e Martin Vaz. Costa Sul – Do Cabo Frio ao Arroio Chuí, inclusive as lagoas dos Patos e Mirim. O “Admiralty Sailing Directions”, um conjunto de 75 volumes de Roteiros publicado pela Inglaterra, cobrem todos os portos do mundo (MIGUENS, 1996).

4 ESTUDO DE CASO

Um estudo conduzido pela marinha americana mostrou que o custo dos acidentes e avarias causadas pela fortuna do mar representam valores que crescem de uma para cem vezes e para duas mil vezes quando as embarcações enfrentam mar agitado com vagas de 3 metros, 6 metros e 10 metros, respectivamente. Aos custos dos reparos deve-se, ainda, adicionar o consumo extra de combustível, não computado no prejuízo total, por ser dependente do deslocamento e do tempo que a embarcação ficou exposta ao mau tempo. Por esse motivo, é essencial que o oficial de serviço esteja atento a todas as condições meteorológicas para evitar tais prejuízos.

Um ciclone tropical originado em outubro de 2012 afetou diversos estados da costa leste dos Estados Unidos. Segundo a Empresa Brasil de Comunicação (EBC), o furacão Sandy, como foi nomeado, causou prejuízos de US\$ 50 bilhões e foi responsável pela morte de centenas de americanos, além de danificar refinarias de petróleo e infraestruturas de distribuição, causando crise no abastecimento. A umidade trazida pela tempestade e o ar frio causaram nevascas em algumas regiões. Mesmo com a previsão do furacão de forma eficiente, não houve tempo hábil para evacuação e a transmissão de informações não foi a esperada. Algumas embarcações encalharam ou ficaram a deriva, como ocorreu com o veleiro 'HMS Bounty', réplica de um famoso barco do século XVIII, que ficou a mercê das águas turbulentas do furacão Sandy 144 km a sudeste de Hatteras, Carolina do Norte.

Em janeiro de 2014, a tempestade que atingiu os transatlânticos que passavam pelo canal do Rio da Prata, entre a Argentina e Uruguai, provocou vários estragos nas embarcações. Foram os casos dos navios Splendour Of The Seas, da armadora Royal Caribbean, e Empress, da empresa espanhola Pullmantur. Por causa da chuva, acompanhada de uma forte ventania, dezenas de pratos e garrafas de bebidas também se quebraram no navio, além de causar pânico entre os passageiros no momento em que as embarcações adernaram cerca de sete graus para bombordo. A situação foi causada por uma forte corrente de ar que acompanhou a chuva fina da tempestade e atingiu as embarcações. Devido ao mau tempo, as empresas decidiram cancelar as escalas seguintes que ocorreriam. Passageiros relataram que as tripulações estavam altamente treinadas e controlaram a situação com rapidez.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao planejar sua rota para alcançar o porto de destino, armadores e navegantes consideram, inicialmente, fatores como menor distância e despesas fixas decorrentes do tempo da viagem como combustível e demais custos operacionais. Porém, atualmente, cresce a conscientização por parte das empresas e navegantes de que as informações climatológicas, as condições meteorológicas e oceanográficas são muito importantes para o sucesso da atividade marítima.

Tal conscientização está ocorrendo na navegação em todos os oceanos, pela constatação de que condições meteorológicas adversas, desprezadas ou mal interpretadas significam avarias da embarcação e da carga e conseqüentemente custos e prejuízos, termos indesejáveis a quaisquer empresas. As tripulações devem estar conscientes de sua importância em uma empresa, principalmente na atual conjuntura mundial das Marinhas Mercantes, que exigem do armador a permanente diminuição dos custos operacionais.

Em decorrência da necessidade cada vez maior de singrarmos caminhos seguros e especialmente econômicos, para salvaguardar a vida humana no mar e evitar danos à embarcação e à carga, faz-se necessário optar com a devida antecedência por uma derrota mais adequada, utilizando de todo o conhecimento e serviços meteorológicos e climáticos disponíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, C. D. **Essentials of Meteorology**. 7. ed. Stamford: Cenage Learning, 2012. 492p.
- FERREIRA, N. S. **Zona de Convergência Intertropical**. Climanálise. IN: CLIMANÁLISE. Boletim de Monitoramento e Análise Climática. MCT/INPE. Edição Especial de 10 anos. Cachoeira Paulista, SP. 1996. 235 p.
- GEMIACKI, L.; FEDOROVA, N. Atuação de um sistema frontal na estação seca do nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14. (CBMET), Florianópolis, SC. Proceedings... 2006. CD-ROM; Papel. (INPE-14556-PRE/9586).
- LOBO, Paulo Roberto Valgas, Carlos Alberto Soares, **Meteorologia e Oceanografia usuário navegante**. Rio de Janeiro: DHN, 2007.
- MELO, A. B. C. de. **Previsibilidade da precipitação na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, durante a estação chuvosa, em função do comportamento diário das chuvas na pré-estação**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande-PB. 1997. 100 p.
- MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação: A CIÊNCIA E A ARTE**. Niterói, 1996.
- UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na Região Norte do Nordeste Brasileiro**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE. São José dos Campos, SP. 1989.