

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

GUILHERME PEREIRA DINIZ CORREIA

**IMPORTÂNCIA DAS PREVISÕES METEREOLÓGICAS PARA A NAVEGAÇÃO DE
LONGO CURSO E CABOTAGEM**

RIO DE JANEIRO

2014

GUILHERME PEREIRA DINIZ CORREIA

**IMPORTÂNCIA DAS PREVISÕES METEREOLÓGICAS PARA A NAVEGAÇÃO
DE LONGO CURSO E CABOTAGEM**

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

RIO DE JANEIRO

2014

GUILHERME PEREIRA DINIZ CORREIA

**IMPORTÂNCIA DAS PREVISÕES METEREOLÓGICAS PARA A NAVEGAÇÃO
DE LONGO CURSO E CABOTAGEM**

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.

Graduação em Meteorologia e Mestrado em Meteorologia

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Dedico à minha família que sempre me apoiou durante a realização deste curso e ao meu eterno amigo e colega Thalys Gilaberte.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar em todos os momentos e me dar forças, ao meu orientador pela disposição em me ajudar durante a realização do trabalho e finalmente aos meus pais que sempre me apóiam em todas as minhas realizações.

RESUMO

No decorrer deste trabalho são mostradas as importancias da metereologia para a navegação de Longo Curso e Cabotagem, desde o inicio, mostrando sua história e evolução no decorrer dos anos. As operações marítimas são sensíveis as variaçõe ambientais, logo, serão apresentados como os principais fenomenos metereologicos atuam sobre o oceano, como precipitações e nuvens, visibilidade restrita, ventos e ondas, correntes oceanicas, acúmulo de gelo, gelo sobre o mar e icebergs, há também informações envolvendo medidas a serem tomadas a fim de prover a segurança da embarcação e da tripulação, incluindo sobre o conforto de passageiros. Além disso, uma grande quantidade de informações sobre ciclones tropicais, como suas carecterísticas, indicios de uma aproximação de uma tempestade e as manobras a serem tomadas dentro e fora da área de uma tormenta, também estão presentes para garantir primeiramente o que os marítimos devem conhecer sobre eles para depois enfrenta-los. Como foi visto, é preciso de uma a seis horas de antecedência para preparar o navio para condições extremas, mostrando a importância dos boletins de aviso e das previsões meteorológicas. No entanto, saber analisá-los com sabedoria é o que realmente demonstra a capacidade para fazer tal preparo. O bom navegante também faz um estudo do local por onde passa sua derrota. O que foi mostrado neste trabalho foi uma apresentação dos principais locais de risco de se encontrar ciclones tropicais e perceber a sua presença ou a sua aproximação.

Palavras chave: Variações Ambientais. Segurança. Ciclones Tropicais.

ABSTRACT

In this paper are shown the sums of the weather for the Long Range navigation and Cabotage, from the beginning, showing its history and evolution over the years. Maritime operations are sensitive environmental variations, logo, will be presented as the main meteorological phenomena act on the ocean as precipitation and clouds, restricted visibility, winds and waves, ocean currents, ice buildup, ice on the sea and icebergs, there also information involving measures to be taken in order to ensure the safety of the vessel and crew, including on passenger comfort. In addition, a large amount of information on tropical cyclones, as their characteristics, indicia of an approach of a storm and the maneuvers to be taken inside and outside the area of a storm, are also present to ensure that the first seafarers should know on them and then facing them. As seen, it takes one to six hours in advance to prepare the ship for extreme conditions, showing the importance of warning bulletins and weather forecasts. However, knowing analyze them wisely is what really demonstrates the ability to make such preparation. The navigator also makes a good site survey through which his defeat. What was shown in this work was a presentation of the main local risk of tropical cyclones meet and realize their presence or their approach.

Keywords: Environmental Variations. Security. Tropical Cyclones.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Cb	Cumulonimbus
SOLAS	Safety of Life at Sea
TPO	Temperatura do Ponto de Orvalho
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
WMO	World Metereological Organization

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ilustração da estrutura de um furacão	20
Figura 2 - Trajetórias Típicas de Ciclones Tropicais no Hemisfério Sul	22
Figura 3 - Imagem radar de um Ciclone Tropical	27
Figura 4 - Manobras Evasivas na Área da Tormenta no Hemisfério Norte	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distância Estimada da Tormenta em Relação ao Vento ou Queda de Pressão	26
Tabela 2 - Manobras Evasivas no Hemisfério Norte e no Hemisfério Sul	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 DESENVOLVIMENTO DA METEREOLOGIA	12
3 IMPORTANCIA DA METEREOLOGIA	14
3.1 Requisitos	14
3.1.1 Precipitações e Nuvens	14
3.1.2 Visibilidade Restrita	15
3.1.3 Ventos e Ondas	15
3.1.4 Correntes Oceanicas	16
3.1.5 Acúmulo de Gelo	17
3.1.6 Gelo sobre o Mar	17
3.1.7 Icebergs	17
3.1.8 Serviços Especiais	18
3.1.9 Cuidados com Cargas e Passageiros	18
4 CICLONE TROPICAL	19
4.1 Características	19
4.2 Medidas a Serem Tomadas em Áreas Sujeitas a Ciclones Tropicais	22
4.3 Indícios de um Ciclone Tropical	23
4.4 Diferença entre Ciclone Tropical e Extratropical	25
4.5 Manobras Evasivas Fora da Área da Tormenta	26
4.6 Manobras Evasivas na Área da Tormenta	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

Tanto na navegação de cabotagem quanto na de longo curso é essencial fazer um planejamento de sua derrota. A meteorologia é uma etapa fundamental desse planejamento visto que o navio fica sempre exposto às condições do tempo, o que influencia em todas as suas operações.

Para o melhor aproveitamento, é necessário em primeiro lugar o conhecimento. Esse conhecimento da meteorologia proporciona ao navegante capacidade de garantir a segurança da embarcação em relação aos fenômenos meteorológicos mais extremos, como às tempestades tropicais, por exemplo. Escolher a rota mais adequada e econômica, e observar as condições do tempo sabendo fazer o melhor uso das informações de previsões e dos avisos disponíveis.

O acesso das informações meteorológicas é tão grande, que evitar uma tempestade, um furacão ou apenas desviar de uma frente fria se tornou mais fácil, principalmente quando se faz uso de boas interpretações sinóticas, reduzindo em muito o número de acidentes. No entanto casos de naufrágios devidos ao mal tempo ainda ocorrem, como exemplo o navio.....

Serão abordados também alguns requisitos para se fazer um bom aproveitamento das informações meteorológicas, e em vista do grande perigo à navegação, consta aqui as principais e essenciais informações dos ciclones tropicais. Como o que importa para o navegante não são apenas as condições tempo presentes, mas principalmente as que encontrarão no decorrer da viagem e no destino, saber onde são as possíveis áreas de formação dos furacões, suas estações, características e as manobras efetivas se tornam essenciais para o navegante.

Objetivo: Mostrar o quanto as previsões meteorológicas são importantes para a navegação, tendo em conta as variáveis meteorológicas, com ênfase na análise de ciclones tropicais e as manobras a serem tomadas.

2 DESENVOLVIMENTO DA METERELOGIA

A meteorologia hoje é a ciência que estuda a atmosfera terrestre e que tem como foco a análise dos processos atmosféricos e a previsão do tempo e do clima, porém, tais conhecimentos só vieram a madurecer com o decorrer dos séculos de acordo com os avanços científicos e tecnológicos.

A tentativa de compreender melhor os fenômenos meteorológicos já se dava há mais de dois milênios, no entanto os conhecimentos disseminados não passavam de suposições e teorias alimentadas pelas credices religiosas ou superstições locais das quais não havia nenhum embasamento científico confiável.

Em 350 a.C., Aristóteles, considerado o pai da meteorologia, escreveu o livro “Meteorológica” onde já podiam ser vistos os fenômenos atmosféricos descritos segundo a concepção da natureza da época, porém, ainda estava longe de ser uma ciência exata principalmente porque naqueles tempos além de desconhecerem muitos fundamentos físicos os estudiosos ainda partiam da premissa de que a Terra era imóvel enquanto os astros orbitavam ao seu redor.

Durante o século XV, o anseio europeu em conquistar novas terras fez com que se iniciasse a era das Grandes Navegações, foi quando Portugal, visando aperfeiçoar seus conhecimentos náuticos, criou a Escola da Sagres onde se reuniam grandes mestres das artes e ciências ligadas a navegação. Neste período já se notava o interesse dos navegantes em busca de uma melhor compreensão das condições climáticas por onde navegavam, pois os descobrimentos portugueses não se limitaram apenas a exploração comercial e científica dos litorais estrangeiros, eram feitas também viagens para o mar largo em busca de informações meteorológicas e oceanográficas que permitissem o regresso dos navios da costa africana por zonas de ventos mais favoráveis.

Com o passar do tempo embora já houvessem maiores conhecimentos a respeito do clima em várias regiões através das observações, a velocidade das informações ainda era precária, com isso era impossível saber o que estava acontecendo além do horizonte. Foi em meados do século XIX que a meteorologia conseguiu grande avanço com a invenção do telégrafo, que permitia maior velocidade na troca de informações, e com o surgimento da

previsão sinótica, que consiste na análise de observações meteorológicas em grande escala geográfica em um certo instante. Assim foi estabelecida nos Estados Unidos uma rede meteorológica conectada por telégrafos onde eram coletados dados de diferentes regiões num mesmo horário.

Em pouco tempo a Europa também adotaria redes semelhantes de observação meteorológica até que Matthew Maury promove a primeira conferência com vista à permuta internacional de dados meteorológicos que leva mais tarde à fundação da WMO (World Meteorological Organization).

O avanço tecnológico foi essencial para o sucesso dos estudos meteorológicos. Enquanto os primeiros computadores utilizados eram gigantescos e com baixa capacidade de processamento, os utilizados atualmente são supercomputadores com a tecnologia mais avançada que estão longe do que conhecemos para o uso doméstico. Isto se deve porque a meteorologia hoje dispõe da física e da matemática como suas maiores ferramentas e para que suas previsões possam ser feitas no tempo necessário é exigido que um enorme número de cálculos tenha que ser feito rapidamente. Para se ter uma idéia da complexidade, o matemático britânico Lewis Richardson estimou que seriam necessários 64.000 matemáticos utilizando suas calculadoras para que as previsões fossem calculadas antes do acontecimento dos fenômenos.

3 IMPORTÂNCIA DA METEOROLOGIA

Desde a antiguidade podemos perceber seu uso e sua importância. Na atual conjuntura econômica do mundo totalmente globalizado e interligado, seu uso, mais do que importante, passou a ser fundamental para a segurança do transporte realizado no mar.

De acordo com WMO, operações marítimas são sensíveis às condições ambientais. Extremos valores de ondas ventos e visibilidade aumentam o risco da embarcação ou pessoa envolvida na operação. Mesmo os valores não extremos que não prejudicam a segurança afetam a eficiência e até o conforto a bordo. A utilidade de um alerta ou de uma previsão depende da precisão da mesma, do tempo em que é dado antecipadamente e a habilidade de reagir sob tal informação.

3.1 Requisitos

Seguem-se várias situações em que a previsão de diversos fenômenos se torna essencial e como tirar o melhor aproveitamento das mesmas a favor da embarcação. Esses dados foram baseados no Guia para Serviços Meteorológicos Marinhos pela WMO, sobre operações Marítimas em alto mar.

3.1.1 Precipitações e Nuvens

Existem requerimentos limitados para previsão de precipitação e nuvem para operações marítimas. Informações com relação à precipitação são necessárias com ligações aos acréscimos de gelo. Previsões de chuva, de neve forte e chuva forte são aconselhadas em vista do acompanhamento da redução da visibilidade e a necessidade de tomar medidas de segurança para proteção da carga.

3.1.2 Visibilidade Restrita

Visibilidade restrita é um importante risco para toda embarcação porque o perigo de colisão aumenta (WMO). Para Lobo e Soares (2007), um nevoeiro de advecção, que é quando uma massa de ar quente e úmida em deslocamento horizontal passa por uma superfície do oceano com a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) menor que a temperatura do ar atmosférico, haverá um resfriamento da camada mais baixa da massa de ar, tornando possível a possibilidade de atingir a Temperatura Ponto de Orvalho (TPO) e se condensar, o que pode causar visibilidade de menos de 1km. Serviços devem incluir informações sobre áreas onde a visibilidade é observada ou prevista para ser menos de 10 quilômetros. Ainda segundo Lobo e Soares (2007), um nevoeiro de advecção não tem hora para ocorrer, basta a TSM ser menor que a TPO.

Esse tipo de informação é desejável ter pelo menos 6 horas antes do acontecimento. No entanto, não é sempre possível obter esse tipo de previsão devido à falta de informação. Devem existir informações suficientes para descrever a existência e persistência de áreas com visibilidade reduzida. Isso pode ser de grande uso para os navios que seguem em direção a essas áreas. Informações sobre altos níveis de visibilidade são de interesse de embarcações que se movem com velocidades maiores.

3.1.3 Ventos e Ondas

A WMO informa que navios utilizados em águas profundas são construídos para resistir a forças de vento, ondas e tempestades. Entretanto, o navio não pode manter sua velocidade e curso em toda e qualquer condição de mar e tempo. Para prevenir-se de bater contra as ondas ou ter excessivos balanços em condição de mar adverso, a velocidade deve ser reduzida ou seu curso mudado ou ambos. Em tempestades severas reduções de velocidades podem ser consideráveis. O navio pode ter sucesso em não ser afetado pela tempestade sem realizar apreciável avanço.

A medida a ser tomada para colocar o navio com uma proa ideal nos ventos característicos do mar depende do tipo do navio, seu tamanho, carga e condições de carregamento. Um navio com carga pesada no convés é manuseado diferente de um navio

tanque, enquanto um comandante de um navio passageiro considera o conforto de seus passageiros e se empenha em diminuir o ângulo de balanço. Em todos os casos, o esperado horário de chegada é de muito interesse e será afetado.

Em razão de tomar as mais apropriadas atitudes, o comandante deverá receber oportunamente e regularmente informações sobre o vento e condições de mar que ele provavelmente vai encontrar. Geralmente, requiere-se um mínimo de 1 a 6 horas para preparar um navio para condições extremas. Entretanto, uma perspectiva prévia de um possível desenvolvimento de uma tempestade por um período de três a cinco dias com antecedência e regularmente atualizado é bem vindo. Isso permite que o comandante tome alguma medida de precaução considerando a necessidade e que avalie apropriadamente o horário de chegada esperado.

Informações sobre ondas menores que dois 2 metros não são normalmente necessários para os navios que navegam em alto mar, a não ser que um grande número de navios seja afetado por essas ondas. Previsões de 24 horas devem descrever áreas onde as ondas são maiores que o valor limite incluindo sua direção e período. Informações sobre os sistemas de marulhos atravessando outros sistemas de vagas também são importantes. Essa informação só pode ser efetivamente fornecida em forma de mapa.

3.1.4 Correntes Oceanicas

Informações sobre a verdadeira corrente de superfície é necessária para o uso da navegação, operações de pesca, operações de busca e salvamento. Pelo fato das informações observadas serem apenas disponíveis em águas costeiras com as correntes de maré que possuem certa regularidade, os mapas climatológicos das correntes de superfície mostrando as frequências das velocidades e direções são necessárias e devem ser regularmente atualizadas.

3.1.5 Acúmulo de Gelo

O acúmulo de gelo na superestrutura e nos equipamentos do convés principal das embarcações, inclusive nas maiores, podem afetar seriamente a segurança e a eficiência das operações. Gelo nas antenas, por exemplo, podem tornar os equipamentos de rádio e radar inoperantes.

Em embarcações menores, o acúmulo representa maior perigo, pois o peso do gelo reduz a borda livre e a estabilidade e em condições de tempestades pode levar ao risco de emborcar. Embarcações de pesca operando em mares polares são muito vulneráveis. Os avisos são necessários quando há probabilidade de cair granizo ou garoa de neve, neblina ou borriço que pode congelar na superestrutura. A previsão deverá incluir uma estimativa da taxa de acúmulo da mesma.

3.1.6 Gelo sobre o Mar

A superfície do mar congelada pode representar perigo para todos os tipos de navios. Dependendo da área ou do período do ano, advertências sobre a distribuição, características e movimento do gelo são necessários com tanta antecedência quanto possível.

Em geral, para os navios se movimentarem por entre as águas com superfície congeladas são necessários serviços especializados de suporte como os ice breakers, observações nos mapas que mostram as áreas cobertas de gelo e as previsões, além das transmissões normais de tempo e condições do mar.

3.1.7 Icebergs

As posições dos icebergs em períodos específicos com estimativas de tamanho, velocidade e direção dos movimentos são necessárias. Durante a estação de gelo nos limites sudeste, sul e sudoeste das regiões de gelo nas proximidades de Grand Bank of Newfoundland são monitorados com o propósito de informar os navios passantes da extensão dessas regiões de perigo. As diretrizes desse serviço de patrulha no gelo internacional se encontram na

convenção internacional SOLAS (Safety of Life at Sea).

3.1.8 Serviços Especiais

Além das previsões de tempestades e dos boletins para previsão de tempo para navios em alto mar, serviços especiais podem ser necessários para prover uma orientação para os navegantes. Tais serviços podem ser fornecidos antes da partida, durante a rota e antes da chegada ou em forma de suporte estatístico.

3.1.9 Cuidados com Cargas e Passageiros

Quando condições ambientais alcançam certos valores críticos, medidas de precaução devem ser tomadas para proteger a carga do navio. Esta pode ser danificada pelo suor quando as temperaturas nos porões caem abaixo da TPO. Altos níveis de umidade podem causar estrago a certos tipos de carga como o algodão, a lã, peles de animais, entre outras. Cargas no convés podem ser danificadas pelos ventos, ondas e borrifos.

Além disso, a condição da carga quando carregada, por exemplo, se ela está úmida ou seca, quente ou fria, ou mudanças nas condições do ar, temperatura da água e umidade enquanto o navio procede em sua rota também são importantes.

Ventos, ondas e precipitações afetam o carregamento e a descarga da carga e o seu manuseio. Pancadas de chuvas, mesmo quando leves, podem se transformar em uma situação traiçoeira e atrasar a transferência de carga. O movimento dos navios nos portos e canais pode ser afetado por níveis anormais de água causados pelos ventos.

O cuidado com os passageiros envolve tanto o seu bem-estar quanto seu entretenimento. Previsões diárias do estado do mar, precipitações, condições do céu, temperatura do ar, entre outros, são necessários.

4 CICLONE TROPICAL

Ao comandante de um navio sujeito a atravessar regiões onde ocorrem tempestades tropicais não basta somente o conhecimento das épocas e das regiões mais perigosas.

É indispensável, também, o entendimento das causas da formação de tempestades de características ciclônicas e, o que é mais importante, o que fazer, dentro da boa técnica marinheira, para evitar ou minimizar as conseqüências desse tipo violento de mau tempo.

4.1 Características

Para Lobo e Soares (2007), um ciclone tropical caracteriza-se pela extraordinária energia envolvida em seu desenvolvimento. A circulação do ar em uma tormenta tropical é ciclônica e fechada, com acentuada convergência à superfície, e forte movimento ascendente de ar, o que propicia formação de anéis de conglomerados de Cumulonimbus (Cb). A extraordinária intensificação de uma tormenta, transformando-a em furacão, deve-se à intensa liberação de calor latente na corrente de ar ascendente, possibilitada pela convergência em baixos níveis e favorecida pela forte interação oceano-atmosfera, que resulta em ar muito úmido.

Ressalta-se que o ar muito úmido é fator fundamental para a intensificação do fenômeno, porque o ar úmido armazena energia sob a forma de calor latente na corrente de ar ascendente, possibilitada pela convergência em baixos níveis e favorecida pela forte interação oceano-atmosfera, que resulta em ar muito úmido. Por essa razão um furacão só se desenvolve e sobrevive sobre o oceano, enfraquecendo-se ao penetrar no continente.

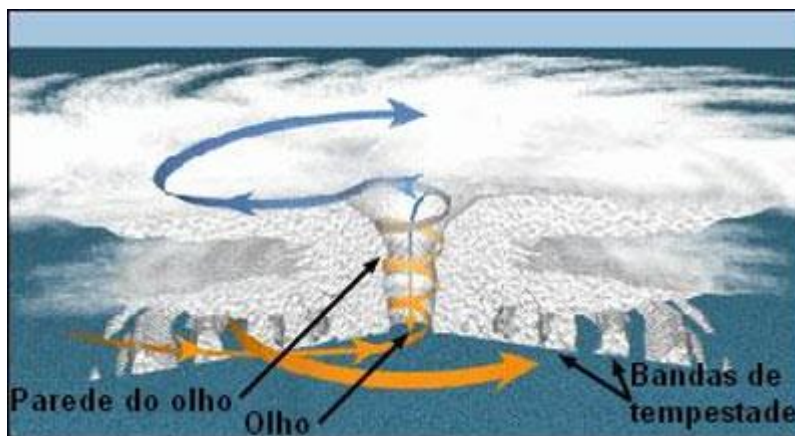
A parede do olho, é um círculo de tempestades violentas que o envolve. É nesta região de um ciclone tropical que são encontrados os ventos mais fortes, onde as nuvens alcançam o pico de intensidade e também onde a precipitação é maior.

Segundo Ahrens (2004), um furacão é uma intensa tempestade de origem tropical que sustentam ventos que excedem 74 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 willy willy. Por um acordo internacional, ciclone tropical é o termo geral para designar toda tempestade tipo furacão que é originado sobre águas tropicais.

Conforme Donn (1965), o furacão pode ser considerado como uma simples máquina de calor dirigida pela diferença de temperatura entre o centro e as margens. A coluna central tem que ser mais quente que em sua volta em cada nível a fim de manter uma forte convecção, da qual depende a sua existência.

Figura 1: Ilustração da estrutura de um furacão



Fonte: <https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>

Em relação à sua localização, Byers (1959), diz que há 8 regiões de ciclones tropicais: um no Atlântico Norte, dois no norte do Pacífico, dois na região da Índia, um no Pacífico Sul, e dois no sul do oceano Índico. De todas as regiões do planeta, a do sudoeste do Pacífico Norte apresenta o maior número de ciclones tropicais. O oeste do Atlântico Norte e o mar do Caribe é talvez a região de furacões mais conhecida no mundo. Os furacões desta região, apesar de serem menos intensos que do oriente recebem muito mais atenção devido ao estrago que causam.

Ahrens (2004), complementa apontando que eles se formam sobre oceanos tropicais, exceto no Atlântico Sul e no leste do Pacífico Sul. A temperatura de superfície da água é muito fria nessas áreas dificultando muito seu desenvolvimento.

A época de formação de um Ciclone Tropical geralmente atinge o seu pico no final do verão, quando a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura da superfície do mar é

a maior. No entanto, cada bacia em particular tem seus próprios padrões sazonais. Numa escala mundial, Maio é o mês menos ativo enquanto Setembro é o mês mais ativo.

No Oceano Atlântico norte, uma temporada de furacões distinta ocorre entre 1º de Junho a 30 de Novembro, sendo que o pico de atividade ocorre no final de Agosto e por todo o mês de Setembro. O pico estatístico de uma temporada de furacões no Atlântico ocorre em 10 de Setembro. O Oceano Pacífico nordeste possui um período maior de atividade, mas num intervalo de tempo similar ao Atlântico. No Oceano Pacífico noroeste, ciclones tropicais ocorrem durante todo o ano, com atividade mínima em Fevereiro e Março e com atividade máxima no começo de Setembro. Na bacia do Oceano Índico norte, as tempestades são mais comuns entre Abril e Dezembro, com picos de atividade em Maio e Novembro.

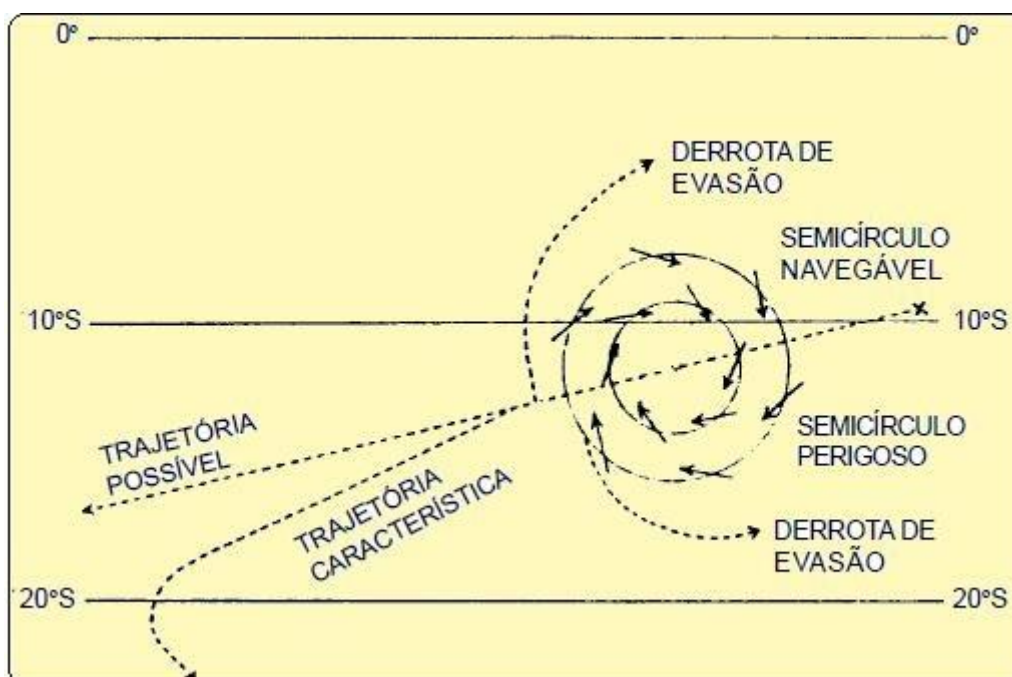
No hemisfério sul, a atividade de ciclones tropicais começa no final de Outubro e termina em Maio. O pico de atividade de ciclones tropicais no hemisfério sul ocorre em meados de Fevereiro e no começo de Março.”

Quanto a sua trajetória, no site Catalão, no Hemisfério Norte, as tempestades tropicais têm suas trajetórias com deslocamento inicial no rumo de 275º a 350º, embora o maior número ocorra numa faixa de 30º em torno do rumo Oeste. Quando próximo da Latitude de 25º Norte, seguem uma trajetória em curva para a direita, afastando-se do Equador e, ao alcançar o paralelo de 30º Norte, rumam para Nordeste.

Já para o Hemisfério Sul, após um deslocamento inicial na direção geral Oeste, o ciclone tropical recurva para a esquerda, afastando-se do Equador e rumando para Sudeste, conforme mostrado na figura .

Entretanto, é necessário recordar que estas são trajetórias típicas, sendo possível que os ciclones apresentem vários outros padrões de movimento. Além disso, nem todas as trajetórias das tempestades tropicais recurvam. Muitas se dissipam ao alcançar o continente, ainda na região dos trópicos. Um pequeno número se desvanece sobre o oceano tropical.

Figura 2: Trajetórias Típicas de Ciclones Tropicais no Hemisfério Sul



Fonte: <https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>

Trajetórias como esta, podem ser encontradas no Pacífico Sul e no sul do oceano Índico.

4.2 Medidas a Serem Tomadas em Áreas Sujeitas a Ciclones Tropicais

Baseado em Catalão, o navegante deverá, portanto, em áreas sujeitas a ciclones tropicais:

- Efetuar a leitura correta e horária do barômetro. Para isso, é indispensável o conhecimento da média barométrica em relação à época, ao local e à variação diurna da pressão. Caso a leitura barométrica indique o valor de 3,0 mb (ou mais) abaixo daquela normal para a região e época do ano, deve-se ficar atento, pois pode significar início de perigo. Se o barômetro continuar a cair e indicar 5,0 mb (ou mais) abaixo do normal, é hora de considerar a possibilidade de se estar em uma área sujeita às conseqüências de uma tempestade;
- Verificar a velocidade e direção do vento. Já que uma apreciável variação na direção e intensidade do vento é sinal de perigo.

- Ter atenção especial com o estado do mar e o surgimento de grandes marulhos (vagalhões longos e baixos). A direção desses marulhos pode indicar aproximadamente o centro do ciclone e, normalmente, esse aviso é anterior à queda do barômetro.
- Observar a cobertura do céu. Céu coberto com nuvens do tipo cirrus (rabo de galo), seguidos por altostratus ou cumulus tocados pelo vento, é indício de mau tempo (o vórtice das nuvens indica a direção da tormenta).

4.3 Indícios de um Ciclone Tropical

Estes indícios não significam, obrigatoriamente, a presença de um ciclone tropical, mas este, quando ocorre, vem sempre acompanhado destes sinais.

- A primeira indicação de um ciclone tropical é a presença de ondas longas. As ondas longas são aquelas em que as cristas passam na razão de quatro por minuto. Essa ondulação pode ser constatada vários dias antes da chegada da tormenta. Em águas profundas, a onda provém da direção geral da origem da tormenta, isto é, da posição do centro, quando a vaga foi gerada. Quando o centro está entre 500 a 1.000 milhas de distância, o barômetro sobe, normalmente, um pouco e o céu permanece relativamente claro.
- Quando o ciclone se aproxima, surge uma seqüência de nuvens parecida com a que ocorre à aproximação de uma frente quente nas médias Latitudes. A cerca de 300 a 600 milhas, surgem cirrus fibrosos muito brancos (rabos de galo). Normalmente, esses cirrus parecem convergir na direção de onde vem a tormenta. Essa convergência é mais aparente nas horas do nascer e pôr-do-Sol.
- Pouco depois do aparecimento desses cirrus, mas às vezes antes, o barômetro inicia uma longa e vigorosa queda. A princípio, a queda é tão gradual que apenas parece alterar a variação normal diária nos trópicos (duas máximas e duas mínimas) da maré barométrica. Quando a razão de queda aumenta e ocorre uma baixa mais ou menos contínua, os cirrus tornam-se mais confusos e entrelaçados e, gradualmente, cedem espaço a um véu contínuo de cirrostratus. Abaixo desse véu formam-se altostratus e, depois, estratocumulus. Essas nuvens, ao se condensarem, acarretam instabilidade do tempo.

- Uma chuva fina começa a cair. À proporção que a queda do barômetro se torna mais rápida, o vento aumenta em rajadas e a sua intensidade sobe para 22 a 40 nós (forças 6 a 8 na Escala Beaufort). No horizonte surge uma escura muralha de pesados cumulonimbus (Cb), denominada barra da tormenta.
- Quando os cirrus aparecem, seus pontos de convergência proporcionam uma boa indicação da direção do centro. Se a tormenta for passar afastada em um bordo do observador, o ponto de convergência rondará vagarosamente na direção do movimento da tormenta. Se o centro for passar perto do observador, o ponto de convergência permanecerá estacionário, como em marcação constante. Quando a barra torna-se visível, parecerá, durante várias horas, estacionada no horizonte. A parte mais escura dessas nuvens indicará a direção do centro. Se a tormenta se desloca para passar em um bordo, a barra parecerá derivar, vagarosamente, ao longo do horizonte. Se a posição da barra permanece fixa, a tormenta dirige-se diretamente para o navio.
- Quando a barra se aproxima, o barômetro cai mais rápido e o vento aumenta. O mar, que gradualmente foi se encrespando, torna-se tempestuoso. Chuvas fortes começam a cair. O dia fica sombrio, as pancadas de água se tornam contínuas e o barômetro cai precipitadamente, ao mesmo tempo em que o vento aumenta de intensidade. Nessa situação, o centro poderá estar entre 100 e 200 milhas de distância.
- Quando o centro se aproxima, a chuva cai torrencialmente e a fúria do vento é indescritível; o mar fica montanhoso; os topos das enormes vagas explodem e se misturam à chuva, enchendo todo o ar de borrifos; objetos à curta distância tornam-se invisíveis. Até mesmo os maiores navios terão imensas dificuldades de manobrar e podem sofrer pesadas avarias. Navios mais fracos não sobreviverão.

4.4 Diferença entre Ciclone Tropical e Extratropical

De forma breve será descrito algumas características desses ciclones tropicais que são muito diferentes dos ciclones extratropicais conforme Byers (1959) os descrevem:

- Formam-se apenas em áreas do oceano cuja temperatura de superfície é alta, 26° ou 27°C a temperatura mais baixa já encontrada no lugar e tempo de formação.
- Pressão e outras propriedades são simetricamente distribuídas ao redor do centro.
- Não estão associados com o movimento dos anticiclones.
- Sua energia deriva do calor latente de condensação.
- Geralmente é um terço do diâmetro de um ciclone extratropical.
- Muitas vezes são mais intensos que os ciclones extratropicais tendo a pressão de nível central de 900mb ou menos e com ventos na superfície de 100 nós.

É interessante ressaltar o tamanho das ondas geradas por essas tormentas e a velocidade do vento, já que afetam diretamente o navio e a navegação. No livro Lobo e Soares 2007, é informado que ondas podem atingir 15 metros, principalmente na direção da trajetória, porque a área geradora da onda se desloca na mesma direção da onda, intensificando-a e podendo avariar a embarcação.

Sabendo que os furacões têm circulação ciclônica, no sentido anti-horário no hemisfério norte e horário no hemisfério sul, os ventos e as ondas serão mais intensas nos semicírculos perigosos. Para tanto é extremamente necessário conhecer as manobras mais eficientes em cada região, a fim de proporcionar uma maior segurança do navio e sua tripulação.

Ainda no Lobo e Soares (2007), encontram-se muitas informações a respeito disso. A trajetória divide o círculo, sendo que no Hemisfério Norte o semicírculo perigoso está à direita da trajetória e o navegável está à esquerda. Já no Hemisfério Sul, o semicírculo perigoso está à esquerda da trajetória e o navegável à direita. Não será detalhado o motivo, pois o objetivo maior é saber como agir em tal situação de perigo e, para isto, seguem-se as manobras evasivas.

4.5 Manobras Evasivas Fora da Área da Tormenta

Havendo possibilidade, a melhor manobra, segundo Catalão, é evitar a área da tormenta. Para isso, é fundamental determinar a localização do ciclone tropical e o seu avanço em relação ao navio. Os boletins meteorológicos constituem a ferramenta mais importante para evitar um ciclone tropical. A transmissão destes boletins, que cobre todas as áreas tropicais, proporciona informações sobre a localização atual do ciclone tropical, ventos máximos, estado do mar e condições e tendências futuras. Contudo, eles não são infalíveis e podem conter erros que induzam o navegante a manobrar equivocadamente e aumentar o perigo para o navio. Além disso, normalmente não informam a situação em tempo real, o que pode acarretar problemas ao navegante se forem usados isoladamente.

A melhor maneira para a determinação da direção do centro de um ciclone tropical é a observação do vento. De acordo com a Lei de Buys Ballot, no Hemisfério Norte um observador que olha de frente para o vento verdadeiro (vento real) terá o centro do ciclone à sua direita, um pouco para trás do seu través (cerca de 110°); no Hemisfério Sul, um observador que olha para o vento real terá o centro do ciclone à sua esquerda, também um pouco para trás (cerca de 110°) do través. A distância ao centro da tormenta pode ser estimada pela violência do vento ou pela razão de queda da pressão (ritmo da baixa):

Tabela 1: Distância Estimada da Tormenta em Relação ao Vento ou Queda de Pressão

BAIXA HORÁRIA (mmHg/mb)	0,5 a 1,5 mmHg 0.7 a 2.0 mb	1,5 a 2,0 mmHg 2.0 a 2.7 mb	2,0 a 3,0 mmHg 2.7 a 4.0 mb	3,0 a 4,0 mmHg 4.0 a 5.3 mb
DISTÂNCIA AO CENTRO (MILHAS)	250/150	150/100	100/80	80/50

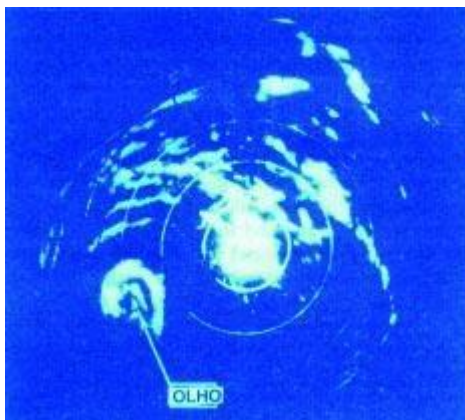
Fonte: <https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>

O radar também é um auxílio valioso para obtenção da direção do centro e, principalmente, para determinação da distância ao olho, da velocidade e do rumo aproximados do centro do furacão, e da velocidade estimada do vento próximo ao olho. Quando o centro da tormenta estiver dentro do alcance do radar, este equipamento poderá ser utilizado para localizá-lo. Entretanto, como o retorno do radar é predominantemente da chuva, os resultados podem ser enganosos e, assim, outras indicações não devem ser negligenciadas.

A figura mostra a imagem de um ciclone tropical na tela de um radar. Se o olho estiver fora do alcance radar, as faixas em espiral (ver a figura) podem indicar sua direção a partir do navio. O acompanhamento do olho ou da porção de barlavento das espirais possibilita a determinação da direção e da velocidade do movimento do sistema; isto deve ser feito durante, pelo menos, 1 hora, porque o olho tende a oscilar em torno de sua trajetória.

O acompanhamento de células individuais (que tendem a mover-se tangencialmente, ao redor do olho), por 15 minutos ou mais, permitirá uma indicação da velocidade do vento na área da tormenta onde estiver a célula. O radar é o melhor meio para determinar a distância ao centro da tempestade.

Figura 3: Imagem radar de um Ciclone Tropical



Fonte: <https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>

O marulho também dá uma indicação da direção do centro do ciclone tropical. Como vimos, um dos sinais precursoros da aproximação de uma tempestade é a presença de vagalhões longos. O período normal do marulho em águas profundas do Oceano Atlântico é de cerca 7 a 8 segundos, ou seja, eles passam à razão de, aproximadamente, 8 por minuto.

O marulho gerado por um furacão é cerca de duas vezes mais longo, com as cristas passando à razão de 4 por minuto (isto é, períodos de, aproximadamente, 15 segundos). Assim, a direção dos marulhos de período de cerca de 15 segundos indica a direção do centro do ciclone quando os mesmos se formaram. O marulho, vale repetir, pode ser observado vários dias antes da chegada da tempestade. Então, sua grande desvantagem é que a informação que presta não corresponde ao tempo real.

O vórtice das nuvens do tipo cirrus também indica o centro do furacão. Determinada a posição do centro da tormenta, a melhor manobra consiste em se afastar dele o mais rapidamente possível, adotando um rumo que conduza o navio para suficiente distância lateral da derrota provável do ciclone, seguido das alterações de rumo determinadas pelo contínuo acompanhamento e plotagem do centro, de acordo com as informações fornecidas pelos boletins meteorológicos. Para isso, usar a Rosa de Manobra.

4.6 Manobras Evasivas na Área da Tormenta

Se o navio estiver na área da tormenta, segundo Catalão, a ação a executar dependerá da sua posição em relação ao centro da tempestade e da direção do movimento do sistema. A primeira preocupação é determinar se o navio está no semicírculo perigoso ou no semicírculo navegável (ou de manobra).

Como vimos, a área circular da tormenta deve ser dividida em duas partes semicirculares. No semicírculo perigoso a velocidade do vento se soma com a velocidade de deslocamento do sistema; no semicírculo de manobra (ou navegável) a velocidade do vento se opõe à velocidade do movimento do sistema. Assim, no Hemisfério Norte, como a circulação em torno do centro é no sentido anti-horário e o sistema se desloca na direção geral Oeste (ou seja, para a esquerda), o semicírculo perigoso é o semicírculo da direita; o semicírculo esquerdo é o semicírculo navegável. No Hemisfério Sul, onde a circulação em torno do centro do ciclone ocorre no sentido horário e o sistema também se desloca na direção geral Oeste, o semicírculo perigoso é o semicírculo da esquerda e o semicírculo navegável é o semicírculo da direita.

Em virtude da soma da velocidade do vento com a velocidade de translação do furacão, os ventos são mais fortes e os mares mais tempestuosos no semicírculo perigoso. Cada semicírculo pode, ainda, ser dividido em dois quadrantes. O quadrante dianteiro do semicírculo perigoso é o mais difícil para a navegação, mas o quadrante traseiro deste semicírculo é quase tão severo. O mais favorável é o quadrante traseiro (de ré) do semicírculo navegável.

A plotagem das posições sucessivas do centro da tormenta indica a localização do navio em relação aos semicírculos. Entretanto, se essa plotagem for baseada nos boletins meteorológicos, o tempo decorrido entre a observação que originou o boletim e a sua recepção a bordo poderá fazer com que, nesse tempo, a direção do movimento da tormenta mude. O uso do radar pode indicar o semicírculo em que o navio se encontra, mas o vento é o guia de maior confiança.

No Hemisfério Norte, quando o vento rondar para a direita (isto é, no sentido horário) o navegante estará no semicírculo perigoso; quando o vento rondar para a esquerda (ou seja, no sentido anti-horário), o navio estará no semicírculo navegável.

No Hemisfério Sul ocorre o oposto, isto é, se o vento ronda gradualmente para a esquerda (no sentido anti-horário), o navio estará no semicírculo perigoso; se o vento ronda para a direita (no sentido horário), o navio estará no semicírculo navegável.

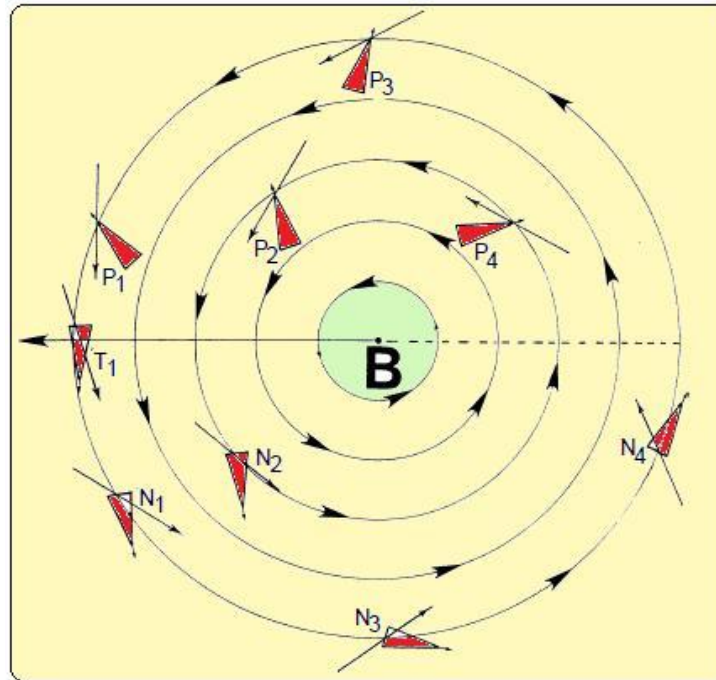
Estas regras só são válidas para o observador parado ou com baixa velocidade pois, no início do seu desenvolvimento, o ciclone tropical tem velocidade de translação relativamente pequena e, conseqüentemente, menor que a da embarcação. Assim, é preciso considerar o movimento próprio do navio. Se estiver em dúvida, parar o navio até conseguir determinar em que semicírculo o mesmo se encontra. Se o vento permanecer em rumo constante enquanto o navio estiver parado, mas aumentar de intensidade com o aumento da queda do barômetro, o navio estará sobre a rota da tormenta, ou muito próximo dela.

Além disso, é sempre prudente registrar continuamente a leitura do barômetro. O vento pode não rondar se o olho da tormenta estiver pela proa (pressão atmosférica diminuindo) ou pela popa (pressão atmosférica aumentando) do navio. Nessas condições, a indicação do barômetro é fundamental.

Como regra geral, no Hemisfério Norte um navio no semicírculo perigoso deve manobrar para colocar o vento na bochecha de boreste e proceder com a velocidade máxima possível; um navio no semicírculo navegável deve manobrar para colocar o vento na alheta de boreste, procedendo com a máxima velocidade possível. Se estiver na trajetória da tormenta, o navio deve manobrar para ter o vento entrando pela alheta profunda de boreste (marcação relativa 160°) e navegar com a máxima velocidade possível até que esteja francamente no

interior do semicírculo navegável, quando, então, a regra para este semicírculo deve passar a ser seguida. Um estudo da figura mostra porque estes rumos são adequados para evasão.

Figura 4: Manobras Evasivas na Área da Tormenta no Hemisfério Norte



Fonte: <https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>

Alguns navegantes, baseados em experiências próprias, sustentam que, quando o vento atinge a velocidade de furacão e o mar se torna confuso, o navio agüenta melhor a tormenta com as máquinas paradas (“the do-nothing theory”). Em tal situação, o navio agüenta o tempo, em vez de enfrentá-lo. Esta é uma manobra ousada, que só deve ser tentada por grandes navios, em situações em que não haja alternativa.

As ações a serem executadas estão resumidas nas tabelas abaixo:

Tabela 2: Manobras Evasivas no Hemisfério Norte e Hemisfério Sul

TABELA RESUMO DAS SITUAÇÕES E MANOBRAS			
HEMISFÉRIO	LOCALIZAÇÃO	SITUAÇÃO	MANOBRA
HEMISFÉRIO NORTE	<i>Semicírculo Perigoso ou da direita</i>	O vento ronda para a <i>direita</i> (N-NE-E-SE-S-SW-W-NW).	Governar em rumo que permita receber o vento na bochecha de BE (45° relativos) e navegar na maior velocidade possível. Se necessário, capear.
	<i>Semicírculo de Manobra ou da esquerda</i>	O vento ronda para a <i>esquerda</i> (N-NW-W-SW-S-SE-E-NE).	Governar em rumo que permita receber o vento na alheta de BE (135° relativos) e navegar na maior velocidade possível. Se necessário correr com o tempo.
	Na rota da tormenta, <i>avante do centro</i>	O vento permanece constante com o navio parado e aumenta de velocidade; o barômetro desce.	Governar em rumo que permita receber o vento duas quartas para a direita da alheta de BE (160° relativos) e navegar na maior velocidade possível. Quando estiver razoavelmente dentro do <i>Semicírculo de Manobra</i> , usar a regra desse semicírculo
	Na rota da tormenta, <i>na retaguarda do centro</i>	O vento permanece constante com o navio parado e diminui de velocidade; o barômetro sobe.	Evitar o <i>centro</i> , governando no melhor rumo possível. Não se esquecer da tendência de a tormenta encurvar-se para a direita, para o N e para E.
HEMISFÉRIO SUL	<i>Semicírculo Perigoso ou da esquerda</i>	O vento ronda para a <i>esquerda</i> (N-NW-W-SW-S-SE-E-NE).	Governar em rumo que permita receber o vento na bochecha de BB (315° relativos) e navegar na maior velocidade possível. Se necessário, capear.
	<i>Semicírculo de Manobra ou da direita</i>	O vento ronda para a <i>direita</i> (N-NE-E-SE-S-SW-W-NW).	Governar em rumo que permita receber o vento na alheta de BB (225° relativos) e navegar na maior velocidade possível. Se necessário, correr com o tempo.
	Na rota da tormenta, <i>avante do centro</i>	O vento permanece constante com o navio parado e aumenta de velocidade; o barômetro desce.	Governar no rumo que permita receber o vento duas quartas para a esquerda da alheta de BB (200° relativos) e navegar na maior velocidade possível. Quando estiver razoavelmente dentro do <i>Semicírculo de Manobra</i> , usar a regra desse semicírculo.
	Na rota da tormenta, <i>na retaguarda do centro</i>	O vento permanece constante com o navio parado e diminui de velocidade; o barômetro sobe.	Evitar o <i>centro</i> , governando no melhor rumo possível. Não esquecer da tendência da tormenta encurvar-se para a esquerda, para o S e para E.

Fonte: <https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Navegando por entre mares e oceanos é preciso estar sempre preparado para encarar diversos tipos de situações. A habilidade de reagir às situações extremas com o intuito de preservar a integridade tanto da embarcação quanto da tripulação pode e deve ser adquirida pelo navegante, que precisa estar sempre atento aos sinais que a natureza lhe oferece. Além disso, conhecer bem seu navio e como ele reage aos seus comandos também é fundamental.

Como foi visto, é preciso de uma a seis horas de antecedência para preparar o navio para condições extremas, mostrando a importância dos boletins de aviso e das previsões meteorológicas. No entanto, saber analisá-los com sabedoria é o que realmente demonstra a capacidade para fazer tal preparo.

O bom navegante também faz um estudo do local por onde passa sua derrota. O que foi mostrado neste trabalho foi uma apresentação dos principais locais de risco de se encontrar ciclones tropicais e perceber a sua presença ou a sua aproximação. Navegando pelo oceano Atlântico Norte, no mês de setembro, faz-se de grande utilidade o acompanhamento da rota dos possíveis furacões da região fornecido pelos Centros Meteorológicos Regionais Especializados (CMREs), pelos Centros de Avisos de Ciclone Tropical (CACTs), entre outros.

Já navegando pela costa brasileira não há a necessidade dessa preocupação. Na costa nordeste há geralmente centros de alta que proporcionam mares mais tranquilos. No litoral sul é necessário estar atento às frentes frias que sempre se formam no sul da Argentina. Como foi observado, no Atlântico Sul não há a formação dos ciclones tropicais, pois suas águas são mais frias, e sendo assim não existem centros que acompanham tais ciclones.

Apesar de todo o conhecimento e dos avisos, acidentes envolvendo furacões ainda acontecem. Esses desastres, além de causarem prejuízo às embarcações, trazem muitas mortes e danos irreversíveis ao meio ambiente. As causas para esses acontecimentos são diversos, mas o que importa é que os navegantes precisam realmente perceber que navegar é uma arte que tem como um dos principais instrumentos a meteorologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENS, C. Donald. **Essentials of Meteorology**: An invitation to the atmosphere. 4ed 2004.

BYERS, Horace Robert. **General Meteorology**. 3ed. 1959.

BURGESS, Commander C. R. **Meteorology for Seaman**. 3ed. 1972.

DONN, William L. **Meteorology**. 3ed. 1965.

LOBO, Paulo Roberto Valgas, Carlos Alberto Soares, **Meteorologia e Oceanografia: usuário navegante**. Rio de Janeiro: DHN, 2007.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to marine meteorological services**. WMO – No.471. Geneva-Switzerland, 1977.

Revista Fairplay, volume 363, 26 de junho de 2008, 05 p.

WIKIPEDIA. **Ciclones Tropicais**. Disponível em: <ww.wikipedia.com.br>. Acesso em: 25 de julho. 2014.

CATALÃO. **Manobras em Ciclones Tropicais**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/catalaocml/home/manobrar-mau-tempo>>. Acesso em: 30 de julho. 2014.