

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

ISADORA BISPO BRANDÃO

PEDRO HENRIQUE RIBEIRO FERREIRA

**A INFLUÊNCIA DOS CICLONES EXTRATROPICAIS NA NAVEGAÇÃO DE
CABOTAGEM BRASILEIRA**

RIO DE JANEIRO

2018

ISADORA BISPO BRANDÃO
PEDRO HENRIQUE RIBEIRO FERREIRA

**A INFLUÊNCIA DOS CICLONES EXTRATROPICAIS NA NAVEGAÇÃO DE
CABOTAGEM BRASILEIRA**

Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas do Curso de Formação de Oficiais da Marinha Mercante, ministrado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Prof. Msc Aline Benezath

Assinatura do Orientador

Assinatura do Aluno

Assinatura do Aluno

A INFLUÊNCIA DOS CICLONES EXTRATROPICAIS NA NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM

Isadora Bispo Brandão¹

Pedro Henrique Ribeiro Ferreira²

RESUMO

O presente artigo analisa a influência dos ciclones extratropicais na navegação de cabotagem ocorrida na região sul do Brasil, identificando suas principais causas, analisando desde sua formação até sua oclusão e indicando sua trajetória. Além disso, são abordados produtos meteorológicos essenciais para a previsão do sistema, como boletins e cartas sinóticas, capazes de auxiliar o navegante a proceder diante desse fenômeno. A previsão clara e precisa é de extrema importância na análise das condições atmosféricas a bordo de embarcações, apresentando ferramentas indispensáveis para a segurança da navegação, da vida humana no mar e o meio ambiente. Portanto, esse trabalho tem o objetivo de esclarecer a importância do conhecimento desse fenômeno, pertinente ao navegante, de forma a evitar as áreas de ocorrência e saber manobrar a embarcação com o intuito de reduzir seus efeitos em situações de confronto com o sistema. Para tal, foram utilizadas pesquisas em livros e artigos. A abordagem é expositiva, contém figuras e tabelas que ajudam na compreensão do assunto.

Palavras-chave: Marinha Mercante. Ciclones Extratropicais. Cabotagem brasileira. Avarias. Manobras.

INTRODUÇÃO

Os ciclones são sistemas que afetam o tempo e o clima das regiões onde atuam, pois causam mudanças na temperatura, direção e intensidade dos ventos, nebulosidade e precipitação (REBOITA *et al.*, 2017). Em seus estudos, Bjerknes e Solberg (1922) relataram que os ciclones extratropicais têm o papel energético de transportar calor e umidade, além da quantidade de movimento, e eles estão associados a profundos

¹ Aluna do Curso de Náutica da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante. E-mail: isadoradeaar@gmail.com.

² Aluno do Curso de Náutica da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante. E-mail: ferreirahenriquepedro@outlook.com.

vórtices, fortes tempestades e intensos ventos, além de severas ressacas nas regiões costeiras de atuação. No Brasil, esses efeitos, atingem, principalmente, as regiões Sul e Sudeste, as quais apresentam grande relevância para a economia brasileira, através das suas produções de gêneros agrícolas e alimentícios, além de abrigarem as maiores cidades e centros comerciais do país.

Tais efeitos, também se refletem na cabotagem nacional. Silva (2012) concluiu que o transporte aquaviário é uma grande força econômica, visto que apresenta menor custo proporcional à quantidade de carga transportada e contribui para a preservação do meio ambiente, devido a sua mínima emissão de gases poluentes, quando comparado aos outros modais, além do território nacional possuir uma vasta área marítima. Assim, a influência dos ciclones nesse tipo de transporte pode acarretar em muitos prejuízos, tanto para os embarcadores, quanto para os compradores e os armadores de navios, que podem ter suas unidades danificadas.

Portanto, os navegantes devem estar sempre atualizados e se utilizarem dos meios necessários e disponíveis para evitarem os efeitos do ciclone. Lobo e Soares (2007) indicam uma série de instrumentos meteorológicos utilizados para a previsão desse sistema, como os boletins, Aviso aos Navegantes ou a análise das cartas sinóticas. Por outro lado, Miguens (2000) aborda manobras evasivas para serem utilizadas durante o mau tempo causado pela passagem de ciclones extratropicais. Dessa forma, a compreensão de tais fenômenos atmosféricos extremos é útil no sentido de prevenir e mitigar seus efeitos.

Desse modo, faz-se necessário um estudo sobre a atuação dos ciclones extratropicais e sua influência na região marítima do sul do Brasil, assim como as suas consequências para a navegação de cabotagem nacional.

1 FENÔMENOS METEOROLÓGICOS

A atmosfera é um ambiente dinâmico, apresentando variações em seus parâmetros desde a microescala, onde se observa a formação das gotas de chuva, até a escala sinótica, que abrange os fenômenos de maior impacto social como os ciclones (LOBO e SOARES, 2007).

Desta forma, alguns fenômenos meteorológicos que apresentam influência na navegação, em especial a navegação de cabotagem, serão abordados a partir de agora no presente estudo.

1.1 Sistemas Frontais

As zonas frontais são regiões de transição onde há o encontro de duas massas de ar de características diferentes, principalmente em temperatura e umidade (KOUSKY e ELIAS, 1982). Quando se deslocam, as massas de ar de diferentes características de temperatura, pressão e umidade encontram-se, dando origem ao chamado sistema frontal, que é composto de um modo geral por uma frente fria, o motor do sistema, e uma frente quente que a antecede. E a região de transição vertical entre essas massas é chamada de Frente (REBOITA, 2013). As frentes podem ser classificadas como: fria, quente, oclusa e estacionária (SOUZA, 2016).

A compreensão da formação das zonas frontais está diretamente relacionada com o conceito de massas de ar e o conhecimento das características das massas de ar envolvidas na zona frontal.

1.1.1 Massas de Ar

As massas de ar são grandes porções de ar que apresentam condições internas de temperatura, pressão e umidade relativamente homogêneas, influenciadas pela região onde são formadas. O local de formação é denominado região de origem, onde a massa irá adquirir suas características de temperatura, pressão e umidade (MENDONÇA, 2007; SOUZA, 2016).

As massas de ar são, eventualmente, carregadas na circulação geral para áreas distantes de suas regiões de origem. À medida que as massas de ar se deslocam, tendem a reter suas propriedades, principalmente em altitude, enquanto as camadas da superfície modificam-se, em função das superfícies sobre as quais se deslocam. Já em relação à latitude de origem, as massas de ar são divididas em quatro tipos: árticas, polares, tropicais e equatoriais. Entretanto, também podem ser divididas quanto à natureza das superfícies sobre as quais elas se originam: continental, quando são formadas sobre o continente, e marítima quando formadas sobre o oceano (FERREIRA, 2006; SOUZA 2016). Com isso, ao observar as superfícies, as massas de ar podem ser classificadas como quentes e frias, significando, respectivamente, serem mais quentes ou frias que a superfície com a qual estão mantendo contato.

Existem cinco massas de ar que atuam no Brasil, as quais são denominadas: Massa Equatorial Continental (MEC), Massa Equatorial Atlântica (MEA), Massa

Tropical Atlântica (MTA), Massa Tropical Continental (MTC) e a Massa Polar Atlântica (MPA) (BORSATO e MENDONÇA, 2012). Dentre elas, as duas massas de ar responsáveis pela formação dos sistemas frontais são a MTA e a MPA, melhor descritas a seguir.

1.1.1.1 Massa Tropical Atlântica (MTA)

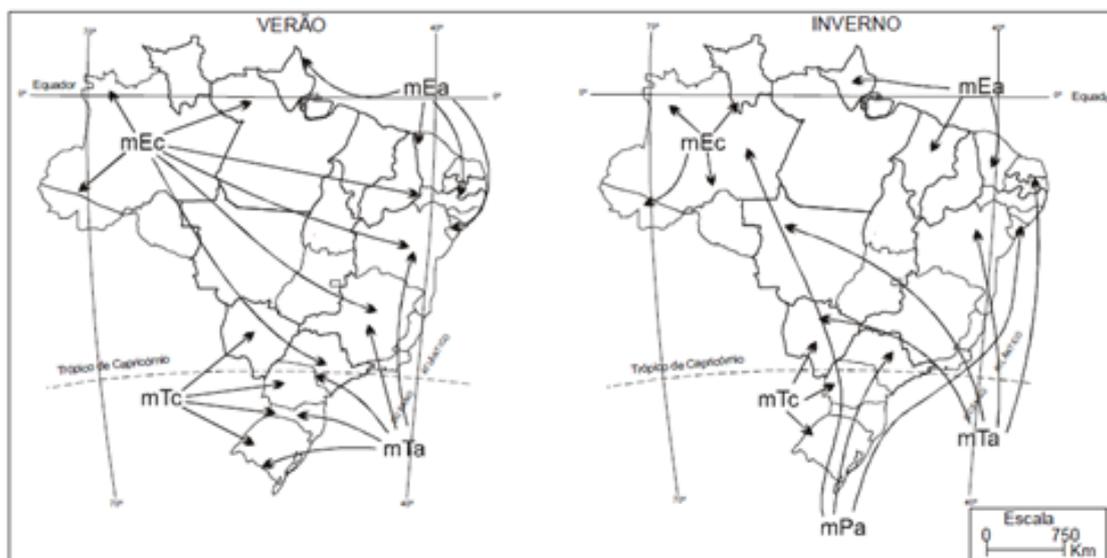
A Alta Subtropical do Atlântico Sul, localizada entre as coordenadas 010° e 020° Oeste, e 20° e 40° Sul, é o centro formador da Massa Tropical Atlântica, uma massa de ar quente e úmida, formada na região tropical e sobre o oceano Atlântico. Essa massa de ar costuma adentrar o interior do continente brasileiro a partir do litoral nordestino, podendo causar aumento da nebulosidade, neblinas, chuvas orográficas e sistemas convectivos locais devido ao aquecimento diurno (BORSATO e MENDONÇA, 2012).

1.1.1.2 Massa Polar Atlântica (MPA)

A MPA é a única massa polar que atua no território brasileiro. Originária do extremo sul da Argentina, a Massa Polar Atlântica é fria e úmida, atingindo boa parte do país no inverno, com ênfase na região sul (BORSATO e MENDONÇA, 2015).

Como a mPa segue as formas do relevo brasileiro, esta massa de ar adentra a região sul pelo vale do rio Paraná, trazendo geada e neve para as serras gaúcha e catarinense. Outro ramo segue pelo litoral, atingindo a costa da região nordeste, causando chuvas frontais. Um terceiro segmento da MPA segue pelo Planalto Brasileiro até a Amazônia, provocando quedas bruscas na temperatura durante alguns dias em estados como Amazonas e Acre. Este fenômeno é conhecido como friagem (MENDONÇA, 2007). Para melhor indicação das massas atuantes no território nacional, pode-se observar a Figura 1 a seguir, onde apresenta a atuação delas durante o verão e inverno.

Figura 1 - Massas atuantes no território brasileiro nas estações de verão e inverno.



Fonte: Adaptado de TUBELIS e NASCIMENTO (1980, p.131).

Nas regiões subtropicais, em especial nas regiões sul e sudeste do Brasil, a MPA encontra com a MTA, gerando as zonais frontais definidas anteriormente. No entanto, como nesse caso, especificamente, a massa que apresenta deslocamento é considerada fria, formam-se as frentes frias.

1.1.2 Frente Fria

Uma frente fria ocorre quando uma massa de ar frio que é mais denso e mais pesado avança em direção a uma massa de ar quente, empurrando-a para cima e para frente, obrigando-a a sair da área, seja por elevação ou por advecção. Ela é bem definida, com múltiplas camadas de nuvens e quando passa por uma determinada região, o ar denso e frio toma o lugar do ar quente, que é forçado a subir rapidamente, causando o aparecimento de nuvens cumuliformes. Assim, essa frente provoca muitas trovoadas que podem ser acompanhada por granizo e ventos de rajada (FERREIRA, 2006; MENDONÇA, 2007).

As frentes frias podem apresentar deslocamento rápido e instável ou deslocamento lento e estável, sendo que as de deslocamento rápido ocorrem geralmente entre as regiões polares subtropicais, enquanto as de deslocamento lento atuam na zona intertropical (FERREIRA, 2006; MENDONÇA, 2007).

Para o navegante, é muito importante que seja possível detectar a chegada de uma frente fria, para que lide com prováveis adversidades no mar. Na aproximação da frente fria, ele deve atentar-se para as seguintes características: a pressão do ar cai; a temperatura do ar aumenta; o vento predominante sopra no HS do quadrante norte, normalmente NW ou N, e no HN de SW ou S; a nebulosidade aumenta com surgimento no horizonte de topo de Cumulonimbus (LOBO e SOARES, 2007).

Durante a passagem da frente fria, pode-se observar: a direção do vento muda de 180° (N para S no HS e S para N no HN); queda de temperatura; queda de pressão atmosférica (a pressão cai na aproximação da frente); elevação de pressão (a pressão volta a subir após a passagem da frente); a mudança na umidade relativa do ar; e ocorrência de nebulosidade e precipitação (LOBO e SOARES, 2007).

1.1.3 Frente Quente

As frentes quentes movem-se devagar, com declives suaves. O deslizamento do ar quente sobre o ar frio produz um sistema de nuvens. Estas nuvens podem estender-se a 1500 km após a posição da frente na superfície. As nuvens associadas são predominantes estratiformes. A faixa onde a massa de ar temperada volta a ter contato com ar mais frio e denso, sendo assim, forçado a subir também em forma de cunha, designa-se por frente quente (FERREIRA, 2006; MENDONÇA 2007).

1.1.4 Frente Oclusa

As Frentes Oclusas ocorrem quando uma frente fria (o setor frio, que move-se mais rápido) alcança ou ultrapassa uma frente quente do lado leste ou equatorial do ciclone (e o ar quente é forçado a subir), o resultado é chamado de oclusão. A camada limite onde a frente fria encontra a frente quente é chamada de frente oclusa (LOBO E SOARES, 2007).

No entanto, quando o sistema frontal apresenta forte gradiente de temperatura associado com outras características atmosféricas, pode ocorrer a formação de ciclones extratropicais, os quais serão descritos a seguir.

1.2 Ciclones

O termo ciclone é usado para fazer referência aos sistemas de tempo com rotação associada a áreas de baixa pressão na superfície (PETTERSSSEN, 1956). Os ciclones, ou centros de baixa pressão, são delimitados por uma série de isóbaras fechadas, onde as pressões decrescem da periferia para o centro, e surgem na circulação geral da atmosfera. O objetivo deles é estabilizá-la e homogeneizá-la, apesar de surgirem e se desenvolverem sob condições de instabilidade e, geralmente, se apresentarem como fortes ventos (GRAY *et al.*, 1968; ANTHES, 1982; ROCHA *et al.*, 2016). Além disso, o mau tempo está comumente associado a essa convergência de ventos, ou seja, a um ciclone ou depressão (MIGUENS, 2000).

Esses sistemas são classificados como tropicais, subtropicais e extratropicais, em função da região onde atuam, de seu ciclo de vida e da fonte de energia pela qual se mantêm. Como tais regiões apresentam características diferentes, os processos de formação destes sistemas ciclônicos também são diferentes (GRAY *et al.*, 1968; ANTHES, 1982; ROCHA *et al.*, 2016)

Devido a influência da Força de Coriolis na direção dos ventos, os ciclones apresentam sentido anti-horário no Hemisfério Norte, e sentido horário no Hemisfério Sul (REBOITA, 2008). O processo de formação ou intensificação é denominado ciclogênese, enquanto que sua dissipação é chamada de ciclólise (REBOITA *et al.*, 2017).

1.2.1 Ciclones Tropicais

Os ciclones tropicais são sistemas de baixa pressão não frontal, com núcleo quente, que se desenvolvem sobre os oceanos tropicais ou subtropicais e possuem circulação em superfície bem organizada (GRAY, 1968; FRANK, 1977). Além disso, a sua gênese ocorre, em geral, entre latitudes de 5° a 20°, em ambos os hemisférios, e está associada aos fluxos de calor latente e sensível do oceano para a atmosfera e, posterior, liberação de calor latente por condensação (GRAY, 1968).

De acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), as condições oceano-atmosféricas necessárias à formação dos ciclones tropicais e seu desenvolvimento são inicialmente a existência de uma perturbação tropical inserida numa onda de leste (ou seja, uma formação nebulosa já com alguma convecção

organizada). A permanência da perturbação durante um intervalo de tempo suficientemente extenso sobre superfícies oceânicas quentes, onde a temperatura da superfície da água do mar for igual ou superior a 26,5°C numa camada de, pelo menos, 50 metros de profundidade. Além disso, a atmosfera nas regiões de ocorrência desses sistemas é úmida em níveis baixos da troposfera e apresentam alto gradiente vertical de temperatura.

As águas quentes da superfície do oceano constituem a principal fonte de energia dos ciclones tropicais. O vento associado ao sistema de baixas pressões à superfície favorece a sua evaporação, liberando energia, sob a forma de calor latente. A subida de ar quente e úmido, e conseqüente condensação, permite a liberação de calor e contribui para o aumento de energia na atmosfera, aumentando a instabilidade atmosférica. Como conseqüência, as nuvens formadas pelo processo convectivo se desenvolvem e se organizam em células convectivas de grande dimensão. A existência do baixo cisalhamento do vento, que consiste na variação do vento em intensidade ou direção com a altitude nos níveis médios e altos da troposfera, favorece o desenvolvimento e intensificação da tempestade, pois dessa forma seu núcleo quente pode permanecer acima do seu centro de circulação de superfície, fortalecendo e contribuindo para sua formação (TIMMERMANN e GOOSSE, 2004; IPMA, 2018).

O *National Hurricane Center* (NHC) faz uma classificação do tipo de ciclone tropical com base na intensidade dos ventos máximos sustentados. Segundo essa classificação, quando o ciclone apresenta ventos sustentados de até 61 km/h é denominado de depressão tropical, quando a intensidade varia entre 62 e 118 km/h, o sistema é chamado de tempestade tropical e quando atinge intensidade maior ou igual a 119 km/h é chamado de furacão na bacia do Atlântico Norte e Pacífico Leste, de tufão no Pacífico Oeste, e apenas de ciclone no Índico. Portanto, o ciclo de vida de um ciclone tropical pode iniciar na fase de depressão tropical e evoluir para furacão (LOBO E SOARES, 2007). Tal classificação pode ser resumida na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Relação das fases de desenvolvimento dos ciclones tropicais com a intensidade do vento.

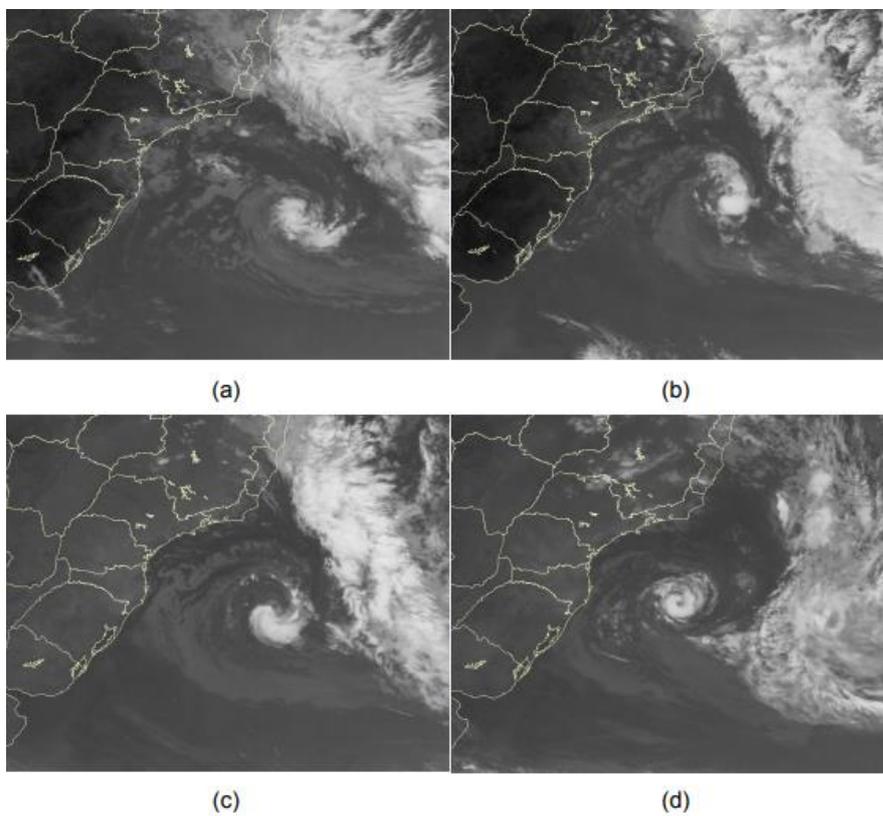
Classificação	Intensidade dos ventos (km/h)
Depressão Tropical	< 62
Tempestade Tropical	62 a 118
Furacão	≥ 119

Fonte: Adaptado de INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA (2018).

Apesar dos ciclones tropicais serem típicos das regiões equatoriais, como dito anteriormente, um caso em particular causou alerta entre os pesquisadores brasileiros. Segundo o pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Carlos Nobre, o Furacão Catarina foi o primeiro furacão observado no Atlântico Sul, pelo menos desde que há registros meteorológicos confiáveis no Brasil, isto é, por 100 anos ou mais. Ele atingiu a costa sul de Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul, entre os dias 27 e 28 de março de 2004, tendo o seu monitoramento iniciado no dia 23 de março (VILLELA, 2004). O sistema iniciou como um ciclone extratropical, e na sua região de formação, as águas encontravam-se entre 24°C e 26°C, um pouco abaixo deste limiar. Portanto, um fenômeno raro e atípico, que mudou o paradigma sobre furacões no Atlântico Sul (CPTEC, 2018).

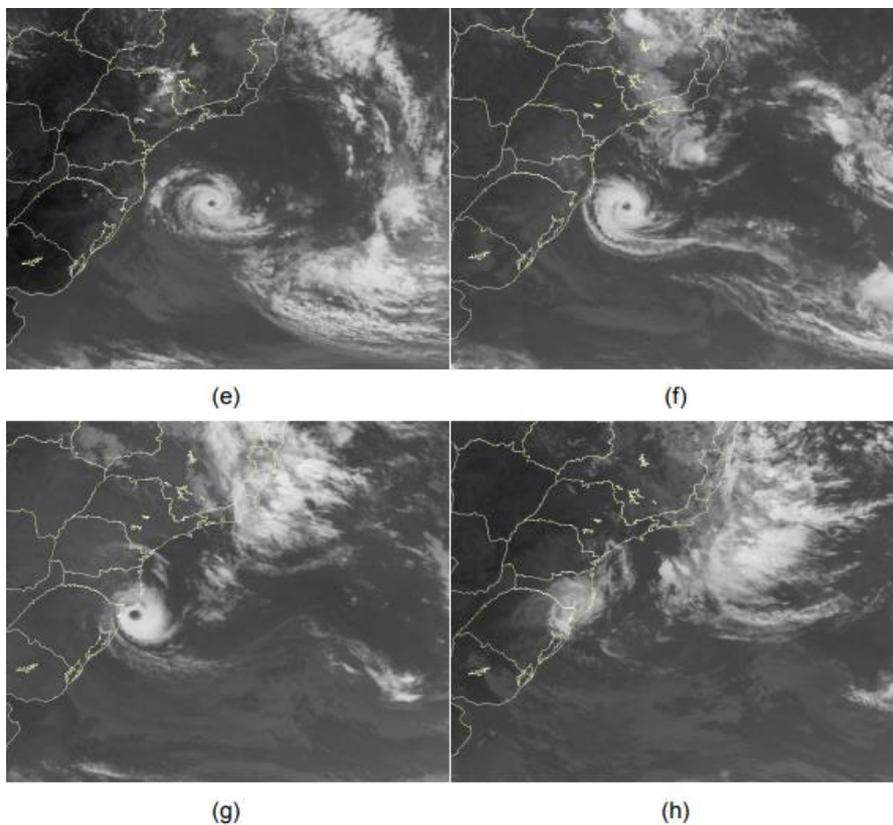
A trajetória do Catarina pode ser observada nas Figura 2 e 3 a seguir. Nos itens (a) e (b), percebe-se formação de um ciclone extratropical, que se transforma em um ciclone tropical, como pode ser constatado nos itens (e), (f) e (g) com a aparição do olho no centro do sistema. Destaca-se, também, seu enfraquecimento ao adentrar no continente, como pode ser visto no item (h).

Figura 2 - Imagens do canal infravermelho do satélite GOES-12: (a) 23/03/2004 às 15 UTC; (b) 24/03/2004 às 18 UTC; (c) 25/03/2004 às 03 UTC; (d) 26/03/2004 às 00 UTC.



Fonte: SILVA (2014).

Figura 3 - Imagens do canal infravermelho do satélite GOES-12: (e) 26/03/2004 às 15 UTC; (f) 27/03/2004 às 12 UTC; (g) 28/03/2004 às 03 UTC; (h) 28/03/2004 às 1315 UTC.



Fonte: SILVA (2014).

De acordo com o monitoramento do centro operacional da EPAGRI/CLIMERH, podem-se citar alguns danos causados pelo Catarina: pescadores sofreram avarias sob ventos de 100 km/h; embarcações tiveram que alterar suas rotas, os ventos fortes de 100 a 150 km/h provocaram destruição, como destelhamento de casas, queda de árvores entre outros, em Arroio do Silva, Araranguá, Sombrio, Rincão, Criciúma; mar agitado, com picos de onda de até 5 m próximos à costa, caracterizando ressaca em boa parte do Litoral Sul catarinense; e duas embarcações de pesca, a Válio II e Antônio Venâncio naufragaram próximas a Lage de Campo Bom, ao sul do Cabo de Santa Marta (CALEARO *et al.*, 2004).

1.2.2 Ciclones Extratropicais/Subtropicais

Os ciclones extratropicais são sistemas de baixa pressão em superfície, que se formam, geralmente, em latitudes maiores do que 25°S e que possuem gênese associada a gradientes horizontais de temperatura em superfície, região de baroclinia (CHARNEY, 1947; GAN e RAO, 1991; REBOITA *et al.*, 2012; GAN, 2017). Além disso, tem como fonte de energia os contrastes horizontais de temperatura (CELEMIN, 1997).

A condição essencial para sua formação é a existência de massas de ar de temperaturas e umidades diferentes, deslocando-se em sentidos opostos. Assim, estes sistemas estão associados a sistemas frontais, onde há acentuado gradiente de temperatura e/ou de espessura entre níveis de 500 e 1000 hPa (CELEMIN, 1997; MIGUENS, 2000).

A formação do sistema ocorre quando duas massas de ar, de características supracitadas, entram em contato. Elas mantêm um estado de equilíbrio que dá a frente polar, isto é, a interseção com o globo terrestre da superfície de separação entre os ventos polares e os ventos predominantes de oeste, oriundos da circulação geral da atmosfera, um caráter estável. Com pequenas perturbações nessa situação de equilíbrio relativo, como um terreno irregular ou um aquecimento local desigual, pode-se iniciar uma curvatura tipo onda na frente, a qual se deforma e origina um sistema ciclônico de ventos (MIGUENS, 2000).

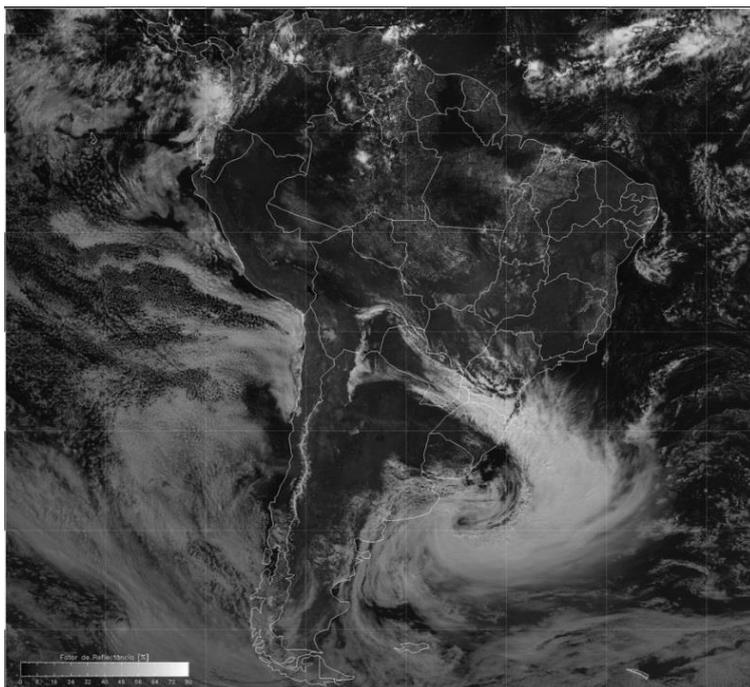
Caso essa tendência permaneça e a amplitude da onda aumente, devido ao desequilíbrio das duas massas de características diferentes adjacentes, uma parte, ou uma “língua”, de ar subtropical adentra na zona de ar frio. Como consequência, o ar frio, por ser mais denso, avança por trás e por baixo do ar quente, causando uma deformação na frente polar e das isóbaras, iniciando uma circulação ciclônica. Assim, parte da frente se desloca como uma frente quente, e a outra adjacente como uma frente fria, acarretando no surgimento da onda frontal (MIGUENS, 2000).

No pico dessa onda, forma-se um centro de baixa pressão. A partir de então, a circulação torna-se mais intensa e as componentes dos ventos perpendiculares às frentes são fortes o suficiente para deslocá-la, com a frente fria movendo-se mais rápido que a quente. Assim, o ciclone torna-se ativo, onde a frente fria avança por baixo da quente, a qual ascende na atmosfera, até que ambas se coincidem e ocorre a oclusão. Esse é o momento de maior intensidade da onda ciclônica (MIGUENS, 2000).

Com o contínuo desenvolvimento da oclusão, a língua de ar quente desaparece, a intensidade da circulação ciclônica diminui, o centro de baixa pressão enfraquece e o movimento frontal é retardado. A dissipação ou “Ciclone Velho” ocorre em seguida, quando o sistema apresenta oclusão completa e sua parte central fica concentrada com ar frio e cercada de ar quente, aumentando a pressão, forçando seu enfraquecimento (BJERKNES e SOLBERG, 1922; MIGUENS, 2000). Além disso, na fase de oclusão, o núcleo desses sistemas se separa do setor quente e torna-se frio por toda a troposfera. Tal esfriamento se estende dos baixos níveis até os altos níveis, e o sistema adquire uma estrutura barotrópica equivalente (REBOITA *et al.*, 2017).

A Figura 4, através do satélite GOES13, apresenta um ciclone extratropical atuando no Atlântico Sul.

Figura 4 - Imagem pelo satélite GOES13 de um ciclone extratropical no dia 13/09/2016.



Fonte: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (2016).

Por outro lado, os ciclones subtropicais ou cavados baroclínicos possuem fraco gradiente de temperatura ou de espessura entre os níveis de 500 e 100 hPa, fraco gradiente de pressão, significativo gradiente de água precipitável e ausência de jato polar associado diretamente, sendo mais comum a presença do jato subtropical

(SANDERS, 2005; ROCHA *et al.*, 2016). Esses sistemas são chamados também de ciclones híbridos, com componentes frias em altos níveis e quentes em baixos níveis, e formação baroclínica na presença de vorticidade negativa sobre uma temperatura da superfície do mar quente (GUISHARD *et al.*, 2009). Os ciclones subtropicais possuem estruturas e origem ambíguas, e efeitos de tempo similares aos de um ciclone tropical, além de não estarem associados a frente fria (GUISHARD, 2006).

1.3 Trajetória dos ciclones extratropicais

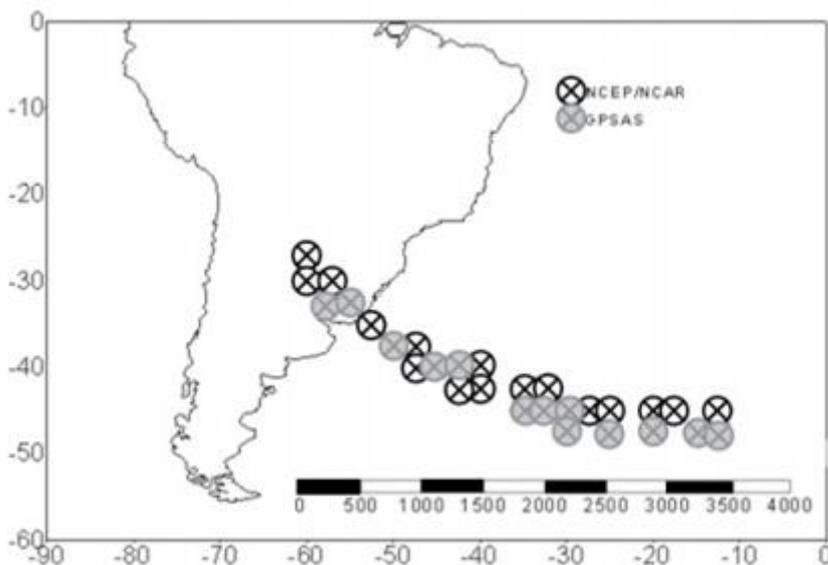
Sinclair (1995) concluiu que os ciclones extratropicais no Hemisfério Sul tendem a se formar em regiões de médias latitudes, migrarem para leste, onde amadurecem, e lentamente decaem a sul de 60°. Concluiu também que esses ciclones também podem se formar, intensificar e decair em médias latitudes, especialmente no Oceano Pacífico, mostrando que nesta região os sistemas são mais fracos.

Além disso, usando as reanálises do NCEP/ NCAR, em comparação com as saídas do modelo CPTEC/COLA com análises do GPSAS, foi possível descrever a trajetória dos ciclones extratropicais. A partir da comparação da evolução do ciclone extratropical entre as reanálises e o modelo, concluiu-se que há maior diferença na intensidade da pressão central do ciclone extratropical; maiores diferenças na energia cinética após a máxima intensidade do ciclone, e diferenças marcantes no posicionamento do ciclone extratropical, através do estudo de um ciclone formado no leste da Argentina em 23 de Agosto de 2005 (MENDES *et al.*, 2009).

De modo a identificar as trajetórias, para cada mínimo de pressão detectado, procura-se o centro mais próximo nos tempos seguintes, admitindo que a velocidade máxima de cada ciclone extratropical não exceda 33 km/h para oeste e 90 km/h para qualquer outra direção (MENDES *et al.*, 2009). Na Figura 5 são apresentadas as trajetórias do ciclone extratropical, no período de estudo (23 a 26 de agosto de 2005).

Figura 5 - Trajetória de um ciclone extratropical durante o período de estudo.

Reanálises (símbolo em preto) GPSAS (símbolo em cinza). A escala representa a distância em km.



Fonte: MENDES *et al.* (2009).

2 METEOROLOGIA NA NAVEGAÇÃO

2.1 Modelos Numéricos

De acordo com a meteorologista Sandra Saad³ (2013), os modelos numéricos de previsão do tempo são um conjunto de equações matemáticas, em um software de computador, que através dos dados meteorológicos, conseguem fazer previsões futuras, por meio da simulação do comportamento da atmosfera para um tempo futuro, a partir do observado.

No Brasil, a Divisão de Previsão Numérica do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) tem a responsabilidade de programar e operar os modelos numéricos dedicados à previsão do tempo, que são utilizados, pelos oficiais previsores do CHM, como base para a elaboração do boletim denominado meteoromarinha, bem como para a confecção das cartas de pressão à superfície e de prognósticos de vento a 10 m e altura significativa de ondas, para toda a área marítima de responsabilidade brasileira,

³ Entrevista feita pela meteorologista Josélia Pegorin à meteorologista Sandra Saad no dia 04/12/2013.

denominada METAREA-V (LOBO e SOARES, 2007), conforme detalhada na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - METAREA-V.



Fonte: Adaptado de MARINE INVESTIGATION REPORT (2010).

2.2 Boletins

O Serviço Meteorológico Marinho, que funciona na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), elabora as informações meteorológicas de interesse do navegante, as quais são agrupadas baseadas nas suas finalidades, nos tipos de boletins e nas seguintes cartas meteorológicas: Boletim de previsão para áreas portuárias; Boletim de condições e previsão do tempo (METEOROMARINHA); Boletim especial de previsão; e Carta meteorológica por fac-símile ou internet (LOBO e SOARES, 2007).

O Brasil é responsável por áreas marítimas estabelecidas no acordo internacional com a Organização Mundial de Meteorologia (OMM). No Meteoromarinha, a previsão do tempo é elaborada para cada uma das áreas explicitadas na Tabela 1 a seguir, que compõem a região marítima da costa brasileira (LOBO e SOARES, 2007).

Tabela 2 - Divisão da região marítima da costa brasileira.

ALFA	Do Arroio Chuí ao Cabo de Santa Marta
BRAVO	Do Cabo de Santa Marta ao Cabo Frio (Oceânica)
CHARLIE	Do Cabo de Santa Marta ao Cabo Frio (Costeira)
DELTA	Cabo Frio a Caravelas
ECHO	De Caravelas a Salvador
FOXTROT	De Salvador a Natal
GOLF	De Natal a São Luiz
HOTEL	De São Luiz ao Cabo Orange
NOVEMBER	Norte Oceânica (Oeste de 020°W, de 7°N a 15°S)
SIERRA	Sul Oceânica (Oeste de 020°W, de 15°S a 36°S)

Fonte: LOBO e SOARES (2007).

No entanto, apenas duas cartas meteorológicas são capazes de auxiliar na previsão de ciclones extratropicais. A primeira é o Boletim de Previsão para Áreas Portuárias que fornece as condições meteorológicas previstas para as proximidades de um porto, dando as seguintes informações: área abrangida e data-hora (HMG) do término do período de sua validade; aviso de mau tempo; previsão do estado do tempo; previsão do estado do céu; previsão dos ventos predominantes; previsão de ondas; previsão de visibilidade; e previsão da tendência da temperatura. A segunda é o Boletim de Condições e Previsão do Tempo (METEOROMARINHA) que abrange todos os serviços meteorológicos destinados à navegação marítima, elabora e emite boletins de condições e previsão do tempo de acordo com as normas estabelecidas pela OMM. O Meteoromarinha é constituído de 6 partes descritas na Tabela 2 a seguir (LOBO e SOARES, 2007).

Tabela 2 - Partes do METEOROMARINHA.

PARTE I	Aviso de mau tempo
PARTE II	Resumo descritivo do tempo
PARTE III	Previsão do tempo
PARTE IV	Análise e/ou prognóstico do tempo
PARTE V	Seleção de mensagens meteorológicas de navios
PARTE VI	Seleção de mensagens meteorológicas de estações terrestres costeiras

Fonte: LOBO e SOARES (2007).

Na análise dos boletins meteorológicos para a área sul marítima brasileira, a fim de prever e evitar um mau tempo causado pela passagem de um ciclone extratropical, os navegantes devem verificar as partes I, II e III. Na parte I da meteoromarinha, torna-se evidente a presença do mau tempo ao ser constatada a ocorrência de ventos superiores a força 7 na escala Beaufort, de mar grosso na escala de Estados do Mar, com vagas superiores a 3 metros de altura, em águas profundas e visibilidade restrita a menos de 1000 metros (LOBO e SOARES, 2007).

Os navegantes devem inserir nos serviços diários a bordo, a análise dos parâmetros meteorológicos através dos instrumentos de medida e observações existentes a bordo. Tais instrumentos devem possibilitar a medição da pressão atmosférica (barômetro), medição das temperaturas do ar e da umidade do ar (psicrômetro de funda), intensidade do vento (anemômetro), e direção do vento (anemoscópio). Além disso, é necessário atentar para a evolução do tempo nas seguintes situações: variação superior a 20 nós, na intensidade média do vento, mantida pelo menos durante 10 minutos; variação superior a 30° na direção média do vento, mantida pelo menos durante 10 minutos, para ventos superiores a 15 nós; variação da pressão atmosférica superior a 2 hPa, no intervalo de uma hora; e início ou fim de nevoeiro de advecção denso, visibilidade inferior a uma milha (LOBO e SOARES, 2007).

Quando a embarcação se deparar com condições adversas de vento ou mar, ou tempestades tropicais ou extratropicais, recomenda-se aos navegantes a disseminação das mensagens de perigo, sendo possível, quando houver necessidade, a comunicação

com Serviço Meteorológico Marinho, solicitando boletim especial de previsão para a área em questão (LOBO e SOARES, 2007).

2.3 Cartas Sinóticas

As cartas sinóticas são a base para a previsão e representam uma carta geográfica de uma região (país ou continente), em que figuram, como pequenos círculos, as estações meteorológicas. O conjunto dessas estações define uma rede sinótica, e em cada estação há um meteorologista que, a determinadas horas, com equipamentos adequados, executa observações. Essas informações são codificadas em forma de uma mensagem sinótica, chamada mensagem SYNOP, a qual é enviada à Central Meteorológica. O previsor, com a posse de todas as mensagens, coloca sobre a carta sinótica, em torno do círculo representativo de cada estação, por meio de algarismos ou símbolos apropriados, as informações recebidas, e então constrói uma imagem da distribuição do tempo na região na hora em análise (DIGIACOMO, 2004).

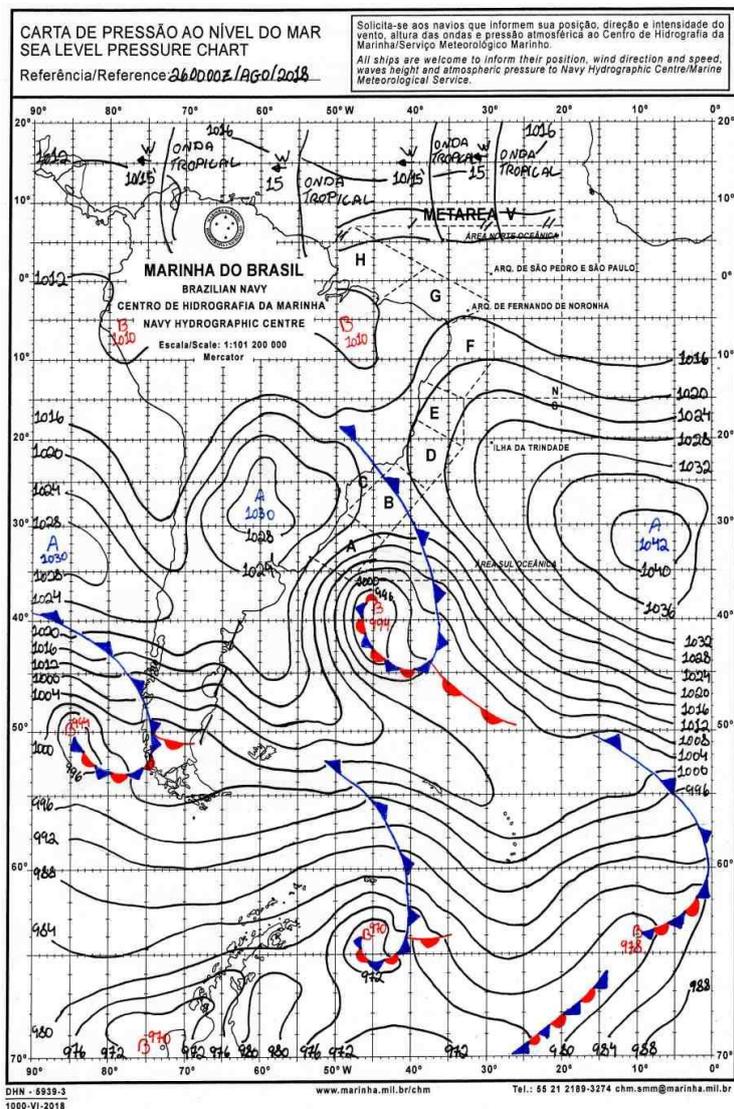
As mensagens SYNOP das estações terrestres e SHIP dos navios são enviadas da forma mais rápida, pois certas estações são responsáveis por encaminhar e receber as mensagens dos navios. As mensagens dos navios são recebidas e encaminhadas pelas estações costeiras, e as centrais meteorológicas são responsáveis pelas previsões do tempo (DIGIACOMO, 2004).

Logo após a plotagem dos símbolos apropriados, pode-se notar a distribuição de parâmetros meteorológicos do local escolhido, ou seja, a representação das isóbaras, da direção do vento e a localização de sistemas frontais. Após a análise da situação, o previsor deve fazer o traçado das isóbaras, que são linhas de mesma pressão atmosférica, através da comparação com a carta anterior, de forma a relacionar as linhas isóbaras com padrões atmosféricos, como a direção e aproximação das frentes. Na vizinhança das frentes, as isóbaras formam nítidos cotovelos, com o V orientado para as altas pressões. Além disso, as isóbaras de uma carta devem concordar logicamente com a carta anterior, e não deve ser esquecido que influências locais podem afetar gravemente a direção do vento e desviá-lo das isóbaras (DIGIACOMO, 2004).

Desta forma, a carta sinótica é um elemento de extrema importância na análise do tempo a bordo de embarcações, assim como uma ferramenta eficaz na previsão da presença de sistemas atmosféricos como os ciclones extratropicais. A Figura 7 mostra a

carta sinótica da Metarea V durante a passagem de um sistema frontal ao norte da Área Charlie no dia 26/08/2018.

Figura 7 - Carta sinótica do dia 26/08/2018.



Fonte: DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (2018).

3 NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM

A palavra “cabotagem” é originária do termo francês “*cabotage*”, que significa a navegação entre cabos e portos da mesma nação (BARBOSA, 1997). Ela é definida como transporte marítimo realizado entre dois portos da costa de um mesmo país ou entre um porto costeiro e um fluvial (SILVA, 2012). Nos Estados Unidos, essa navegação é definida legalmente como tráfego de bens e passageiros entre portos

nacionais, estendendo-se aos pontos extremos da costa leste e da costa oeste, via canal do Panamá. Na Rússia, a cabotagem constitui-se de duas partes: grande e a pequena. A primeira abrange o tráfego entre as quatro áreas marítimas separadas: o mar Negro, o oceano Ártico/mar Branco e o oceano Pacífico. A segunda é realizada dentro de cada uma dessas áreas (BARBOSA, 1997).

No Brasil, a cabotagem é definida como a navegação realizada entre portos ou pontos de territórios brasileiros, utilizando a via marítima ou esta e as vias navegáveis interiores (BARBOSA, 1997). De acordo com a Lei nº 9.432, de 08 de janeiro de 1997, apenas navios construídos em território nacional podem realizar a navegação de cabotagem (BEZERRA, 2012).

3.1 Características

O transporte de cabotagem costumava ser um dos modais mais utilizados até a primeira metade do século XX, quando o modal ferroviário ainda não estava consolidado integralmente. Logo após a consolidação do transporte ferroviário, o modal aquaviário foi sendo substituído. Entretanto, a cabotagem continuou desenvolvendo gradativamente, se inserindo no contexto econômico brasileiro, buscando lógica e importância territorial, necessários para o mercado capitalista em vigor. A navegação de cabotagem se expandia, melhorando sua estrutura com objetivos de eficácia e lucro, compondo a força mercante brasileira (FONSECA, 2015).

As vantagens relacionadas a esse transporte se baseiam na sua grande extensão costeira e nas proximidades dos grandes centros produtores do litoral. Entre elas estão sua grande capacidade de carregamento, seu menor custo por tonelada/km, menor custo de seguro e menor emissão de poluentes (SILVA, 2012).

No Brasil, o setor de transporte é a principal atividade econômica responsável por emissão de CO₂. Conforme os dados do Ministério da Ciência e Tecnologia, o modal aquaviário corresponde a 4% das emissões de CO₂, contra 88% do modal rodoviário. Assim, seu uso contribui para a preservação ambiental do planeta, devido a redução dos níveis de CO₂ (SILVA, 2012). Quando comparada aos modais terrestres, a cabotagem possui maior custo de implantação e burocracia. Há adversidades como todo segmento do transporte, como sua baixa frequência na prestação de serviço, carência da infraestrutura dos portos e tratamento tributário desigual em relação ao Longo Curso. Entretanto, ela é caracterizada economicamente pelo seu custo reduzido e sua alta

capacidade de carregamento, além da contribuição positiva para o meio ambiente (CONTEL, 2001).

3.2 Importância Econômica

A cabotagem oferece um serviço primordial para a cadeia de produção e distribuição de bens industriais e agrícolas em território nacional. Através dela, há a movimentação de mercadorias destinadas à exportação e importação, no percurso complementar à viagem internacional, além de seu principal objetivo ser o abastecimento interno (SILVA, 2012).

No Brasil, a cabotagem apresenta grande relevância. Apesar de grande parte do escoamento e trâmite de carga ser pelo modal rodoviário, a costa brasileira abrange 50% do perímetro territorial, o que fornece um enorme potencial para a navegação nacional (SILVA, 2012). Tal potencial pode ser observado no transporte de carnes suínas e de frango para as regiões Norte e Nordeste (FACHINELLO e NASCIMENTO, 2008).

Devido a sua oferta de carnes serem reduzidas em relação à demanda local, as regiões Norte e Nordeste necessitam da importação rápida e pouco custeável desses alimentos, cuja produção no sul do Brasil é abundante. Visto que o transporte dessas mercadorias é predominantemente rodoviário, o qual apresenta falta de investimento na infraestrutura e alto índice de roubo de carga, a cabotagem se introduz no cenário competitivo alimentício por possuir mais eficiência no sentido de custos a longa distância (FACHINELLO e NASCIMENTO, 2008).

Esse tipo de navegação é capaz, atualmente, de atender a essa demanda do transporte entre as regiões Sul e Norte do país, sem que haja necessidade de construir novas embarcações e modificar a estrutura de funcionamento dos portos referentes aos locais. Assim, observa-se vantagem na mudança da matriz de transporte, reduzindo os custos, facilitando o envio e reduzindo o nível de risco das cargas (FACHINELLO e NASCIMENTO, 2008).

Portanto, percebe-se a importância da cabotagem brasileira para o escoamento, principalmente, de gêneros agrícolas e alimentícios da região sul do Brasil para as outras. Tais mercadorias, como as carnes e frutas, oriundas dessa região, apresentam melhor custo-benefício através da malha aquaviária, quando comparada à rodoviária. Ressaltando assim, a importância dessa região para a economia brasileira (FACHINELLO E NASCIMENTO, 2008; SILVA, 2012).

Além disso, a cabotagem desperta muito interesse do mercado segurador, que acredita que esse sistema seja uma alternativa para o equilíbrio das contas do seguro no ramo de transportes. Com o transporte hidroviário, espera-se redução da sinistralidade das apólices, que é medida considerando os prêmios recebidos e sinistros indenizados. O número de acidentes e incidentes envolvendo o transporte rodoviário é maior que os ocorridos nos demais modais, razão pela qual, as seguradoras são muito exigentes na avaliação e aceitação de seguro de transporte rodoviário (SILVA, 2012).

4 CICLONES EXTRATROPICAIS NA NAVEGAÇÃO DE CABOTAGEM

Os ciclones extratropicais são de grande relevância na navegação de cabotagem. Sua presença afeta não apenas as condições de navegabilidade da embarcação, como também sua capacidade de se comunicar com outras embarcações e estações, além de causar avarias na carga, reforçando a necessidade de constante supervisão do oficial de náutica (MIGUENS, 2000).

Na região sul do Brasil, local de maior ocorrência desse ciclone, deve-se navegar com precaução, estando sempre atualizado sobre a passagem de frentes frias na derrota e na data planejada, utilizando-se dos recursos necessários para tal. Portanto, o navegante deve ser capaz de fazer leituras de boletins meteorológicos e de realizar manobras evasivas, estudando-as e praticando-as, para quando houver uma situação de perigo real, ele saiba manobrar a embarcação para evitar o sistema (MIGUENS, 2000).

4.1 Avaria na carga pela ocorrência de fenômenos atmosféricos

O Código Comercial Brasileiro (art. 761) declara:

“Todas as despesas extraordinárias feitas à bem do navio ou da carga, conjunta ou separadamente, e todos os danos acontecidos àquele ou a esta, desde o embarque e partida, até sua volta e desembarque, são reputadas avarias” (Lei nº556, 1850).

Elas podem ser classificadas em grossas ou comuns; e simples ou particulares.

De acordo com o artigo 763 do Código Comercial, as avarias simples são as despesas feitas e os danos sofridos somente pelo navio ou pela carga, durante o tempo dos riscos, como consequência imediata de qualquer acidente. E suas despesas são suportadas apenas pelo particular afetado. Já as avarias grossas são os danos causados por ato voluntário, em caso de acidente ou de perigo, em consequência imediata destes,

assim como as despesas feitas em iguais circunstâncias, a bem do salvamento comum do navio e da carga, desde o embarque e partida até a chegada e desembarque. E suas despesas são repartidas proporcionalmente entre os interessados, ou seja, navio, frete e carga. Além disso, elas são interpretadas e discriminadas pelas Regras de York e Antuérpia, 1950 (FONSECA, 2002).

Diante da principal responsabilidade do transportador marítimo para com o embarcador, que é conduzir a carga em bom estado a seu destino no prazo ajustado, sob a égide do art. 749 do Código Civil, tal objetivo, por vezes, não pode ser alcançado devido a intempéries, causando avarias na carga. Assim, o Direito Marítimo declara que Caso Fortuito é uma cláusula excludente da responsabilidade civil do transportador por eventos originários da natureza, como o mau tempo causado pela passagem de um ciclone extratropical. Tal cláusula é baseada nos pressupostos de imprevisibilidade, inesperabilidade e irresistibilidade, os quais devem ser concomitantemente incluídos no cenário em que ocorreu a avaria, para que seja possível alegá-la. A exclusão de uma delas desconsidera o caso fortuito (STOCO, 2014).

4.2 Arribada e Alterações de Rota

Dentre os acidentes e fatos da navegação, pode-se destacar a necessidade de arribada e alterações de rota durante a ocorrência de mau tempo ocasionado por ciclones extratropicais.

A arribada é o ato cuja embarcação atraca num porto ou outro lugar não planejado no roteiro, ou seja, diferente do porto ou o local de escala programada (FONSECA, 2002). Segundo o art. 740 do Código Comercial de 1850, arribada forçada ocorre: “Quando um navio entra por necessidade em algum porto ou lugar distinto dos determinados na viagem a que se propusera”. Esse ato é determinado por caso fortuito ou de força maior, segundo três possibilidades: falta de víveres ou aguada, qualquer acidente acontecido à tripulação, à carga ou ao navio que impossibilite este de continuar a navegar e temor fundado de inimigo ou pirata. (FONSECA, 2002).

Na ocorrência de um ciclone extratropical que ocasione na necessidade de arribada, visando à segurança comum, de acordo com a Regra X de York e Antuérpia, a despesa consequente pode ser classificada como avaria grossa, ou seja, esta deve ser repartida entre os interessados. Já a alteração de rota não apresenta mudança do porto de destino. Ela é definida como o desvio da derrota inicialmente programada e para a qual

o navio estava aprestado, pondo em risco a expedição ou gerando prejuízos (FONSECA, 2002)

Um caso de Arribada⁴ forçada ocorreu com o navio *Empress*, da empresa espanhola Pullmantur devido à passagem de um ciclone extratropical, enquanto atravessava o Rio da Prata em 2014. Segundo a Royal Caribbean International, o navio ficou sujeito à uma forte corrente de ar que se juntou a chuva fina da tempestade, que levou o navio a alcançar leve inclinação. O Comandante, assim, tomou a decisão de cancelar sua escala em Montevideu e atracar no Porto de Santos.

4.3 Manobras Evasivas

Na aproximação de um ciclone extratropical, algumas medidas devem ser tomadas a fim de se evitar avarias na carga ou no navio. Dentre elas, deve ser feita uma inspeção rigorosa na embarcação, para verificar se algumas providências foram tomadas, como: fechamento das escotilhas, desligamento de ventilações, peação de carga e material volante, instalação de linhas de vida, entre outros (MIGUENS, 2000).

Durante a ocorrência do ciclone, as ondas perdem sua forma natural, ficando mais agitadas, intensas e desordenadas; e nesse cenário, caso o navio perca sua energia elétrica e propulsão, perde, também, sua governabilidade, ficando passivo sob a ação do mar. A melhor maneira de sobreviver a essa situação, é mantendo seu hélice e leme em bom funcionamento; sua flutuabilidade e sua estabilidade. As três vertentes devem ser asseguradas antes de uma passagem de mau tempo, para que seja possível garantir a sobrevivência da embarcação (MIGUENS, 2000).

A água salgada, ao atingir o quadro elétrico principal, interrompe seu funcionamento e há perda de energia, logo, o mesmo, junto de todos os geradores e os outros quadros elétricos, deve ser muito bem resguardado. A estabilidade e flutuabilidade se comportam da mesma forma. Ambas requerem um baixo centro de gravidade com os tanques bem lastrados e que seja possível evitar superfície livre, mantendo os tanques completamente cheios ou vazios (MIGUENS, 2000).

Quando o navio atravessar o mar, ou seja, seu rumo faz um ângulo com o mar, seu balanço se eleva radicalmente, isso porque o navio está sobre o cavado, o que é muito complicado de se abandonar devido à perda do controle do leme e hélice, que se

⁴ Reportagem publicada no site do G1 por Anna Gabriela Ribeiro e Jéssica Bitencourt no dia 27/01/2014.

encontram ultrapassados pela ação das vagas. A forma que o navegante possui para se esquivar é dar toda máquina avante, guinando para sotavento, pegando o mar de popa e assegurando maior tempo entre ondas (MIGUENS, 2000).

Durante a passagem dos ciclones, existem algumas manobras evasivas a fim de reduzir os danos causados. A primeira delas é a manobra de capear, ou seja, pôr o navio a capa. Essa manobra mantém a proa do navio alinhada contra o vento e mar, para lidar com o mau tempo, de forma que não dê muito seguimento. Ela faz com que haja bastante caturro, porém reduz o balanço a um nível aceitável (MIGUENS, 2000).

Em relação a avariar o navio, a influência do caturro, assim como a do balanço é bastante incisiva, pois o peso do navio sob a água, roda a roda com um mar agitado, atinge a estrutura da embarcação com muita energia. Assim, há duas formas de se observar que o navio está sofrendo com esse impacto. A primeira é a forma que a proa se choca quando passa de uma onda para outra, e a segunda é uma vibração vertical que aparece quando o navio se inclina longitudinalmente sob o peso da água embarcada na proa, ao mergulhar nas ondas. Portanto, o rumo e a velocidade do navio devem ser cautelosamente ajustados para que esses impactos sejam os menores possíveis (MIGUENS, 2000).

Uma forma de reduzir o caturro é com a alteração de rumo, colocando o mar pelas bochechas, a fim de se amenizar o choque das frentes das ondas. Logo, é aconselhável que o navio reduza sua velocidade, pois o mesmo se comportará melhor na manobra, e assim, seu impacto também será menor. Apesar de essa manobra impedir que a popa seja elevada para fora d'água, causando avarias ao sistema propulsor do navio, ela não impede que mais água entre no convés devido à combinação do caturro com o balanço (MIGUENS, 2000).

Além disso, o navio compassado ou com pequeno trim de popa capeia melhor do que com trim de proa, que ocasiona perda de capacidade de aproar ao mar, pois a proa oscilará para os bordos. E quando acompanhado de navios menores que vão reduzir sua velocidade, navios grandes devem manter a velocidade original e navegarem em zig-zag, mantendo mesma velocidade que os menores (MIGUENS, 2000).

Um outro tipo de manobra que pode ser usada durante a passagem do ciclone é “correr com o tempo”. Ela ocorre quando o navio navega com mar de popa e com a sua velocidade menor possível. Caso a velocidade não seja baixa, a eficácia do leme será reduzida e pode ficar em posições críticas (sob duas cristas consecutivas nas extremidades ou sobre uma crista a meio, quando o comprimento da onda for igual ao

do navio), pois o navio tenderá a ficar na mesma velocidade das ondas, assim, não havendo movimento relativo. Portanto, é preferencial que a velocidade do navio seja 40% da velocidade de propagação das ondas (MIGUENS, 2000).

Quando a navegação ocorre na mesma velocidade de propagação das ondas, o navio é alternadamente acelerado pela frente das ondas, ou seja, indo para vante e para ré. E isso, acompanhado com a tendência de deslizar, torna-se prudente navegar com velocidade diferente. Assim, devido à má governabilidade de alguns navios, ao invés de tentar colocar o mar pela popa, deve-se colocar o vento de 30° a 45° pela alheta (MIGUENS, 2000). Quando o navio estiver planando com a onda, sua capacidade de governo é reduzida e o mesmo pode cabecear para boreste ou bombordo, incorrigivelmente. Isso ocorre quando o navio escala uma crista de onda e a mesma quebra, levando para vante, o que é bem perigoso, podendo acarretar o emborcamento da embarcação (MIGUENS, 2000).

Ademais, essa manobra merece especial atenção ao ser executada em direção a estuários ou em águas rasas, devido a presença de ondas mais elevadas, já que a altura das ondas é inversamente proporcional a profundidade, tornando-se mais complicado a navegação em um canal estreito (MIGUENS, 2000).

A escolha entre capear e correr com o tempo não é uma tarefa simples. O navio é projetado com uma estrutura reforçada na proa, porém durante a manobra de capear, o impacto é muito grande sob ela, devido ao somatório das velocidades. Além disso, quando se está capeando, não pode reduzir muito a velocidade. Logo, o objetivo é conseguir manter a menor velocidade com que se garanta o controle da governabilidade do navio, sem que ele atravesse. Já ao correr com o tempo, a popa, cuja estrutura não é reforçada, sofre o impacto das ondas. Porém, se for possível manter a velocidade do navio reduzida em relação à das vagas, consegue-se um bom comportamento da embarcação (MIGUENS, 2000).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise de como a navegação de cabotagem no Brasil é um serviço primordial para o comércio em território nacional, e o quanto é importante seu bom funcionamento e segurança de operação. Na região Sul do Brasil, local de maior ocorrência do ciclone extratropical no território, reafirma-se a necessidade do navegante sempre navegar com precaução,

estando atualizado sobre a passagem de frentes na derrota e data planejada, utilizando os recursos essenciais para superá-lo.

Além disso, é ressaltado o uso de tais recursos e a importância sobre a previsão desses ciclones para garantir uma navegação com segurança a vida humana no mar e ao meio ambiente. As informações meteorológicas e um bom manuseio da embarcação são combinados com a seleção de uma rota bem definida e estudada. Nesse sentido, ao fazer a análise em questão, busca-se o uso correto dos meios de previsão das condições de tempo que possivelmente ocorreriam na derrota.

As cartas sinóticas representam a base da previsão, pois nelas são exibidas imagens da distribuição do tempo na região e hora em análise. O serviço meteorológico marinho, além de receber mensagens de perigo relativas a condições adversas na navegação, também fornece informações pertinentes aos navegantes, construindo boletins, que os são entregues, elaborados para cada área que compõe a região marítima da costa brasileira. O principal deles, METEOROMARINHA, que abrange todos os serviços meteorológicos destinados à navegação marítima, habilita o navegante a prever e evitar o mau tempo (presença do ciclone). Além disso, tem-se a sua disposição, instrumentos como anemômetro, barômetro, e anemoscópio para identificar a velocidade do vento, a pressão atm, intensidade e direção do vento, pegando informações atuais para corroborá-la com a dos boletins.

Desse modo, o estudo do caso mostra boa representação dos ciclones extratropicais e a garantia de que não é mais aceitável ser surpreendidos por eles, sem prévia constatação de sua ocorrência. Ressalta ainda a dificuldade de manobrar ao se deparar com ele, apresentando técnicas de evasão. Portanto, leva-se a acreditar que o navegante deve ser capaz de fazer leituras de boletins meteorológicos e de realizar manobras evasivas, como capear e correr com o tempo, para quando houver uma situação de perigo real, ele saiba manobrar a embarcação, evitando o sistema.

THE INFLUENCE OF EXTRATROPICAL CYCLONES IN BRAZILIAN CABOTAGE NAVIGATION

ABSTRACT

The present article analyzes the influence of Extratropical Cyclones on coastal navigation in southern Brazil, identifying its main causes, analyzing from its formation to its occlusion and indicating its trajectory. In addition, meteorological products essential for the prediction of the system, such as newsletters and synoptic charts, are approached, capable of helping the navigator to proceed with this phenomenon. The clear and precise forecast is of extreme importance in the analysis of atmospheric conditions on board vessels, presenting indispensable tools for the safety of navigation, human life at sea and the environment. Therefore, this work aims to clarify the importance of knowledge of this phenomenon, pertinent to the navigator, in order to avoid areas of occurrence and know how to maneuver the vessel in order to reduce its effects in situations of confrontation with the system. For this, researches in books and articles were used. The approach is expositive, contain images and tables that help in understanding the subject.

Keywords: Merchant Navy. Extratropical Cyclones. Brazilian cabotage. Breakdowns. Maneuvers.

REFERÊNCIAS

- ANTHES, R.A. **Tropical Cyclones:** their evolution, structure and effects. Meteorological Monographs, v. 19, Boston, Mass: American Meteorological Society, 1982.
- BARBOSA, A. L. **A Navegação de Cabotagem e seu Suporte Econômico para o Brasil.** 1997. 95f. Monografia – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 1997.
- BEZERRA, D. **A Navegação de Cabotagem no Brasil:** sua situação atual, perspectivas e sugestões para sua recuperação. 2012. 34f. Monografia para conclusão de curso – EFOMM, Rio de Janeiro, 2012.
- BJERKNES, J.; SOLBERG, H. **Life Cycle of Cyclones and the Polar front theory of Atmospheric Circulation.** Geofysiske Publikasjoner, v. 3, p. 3-18, 1922.

BORSATO, V. A.; MENDONÇA, F.A. **A Participação da Massa Tropical Atlântica no estado do Tempo no Centro-Sul do Brasil**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, v.1, n.5, p.293-304, Manaus, AM, Brasil, 2012.

BORSATO, V.A.; MENDONÇA, F.A. **A Participação da Massa Polar Atlântica na Dinâmica dos Sistemas Atmosféricos no Centro Sul do Brasil**. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 113-130, jan./abr. 2015.

CALEARO, D. *et al.* **Monitoramento do Catarina no Centro operacional da EPAGRI/CLIMERH**. 2004. 13f. Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de SC, Santa Catarina, 2004.

CELEMIN, A.H. **Meteorologia Prática**. Mar del Plata: Edición del Autor, 1997

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. (CPTEC). **Imagens por Satélite**. 2016. Disponível em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

CHARNEY, J. G. **The Dynamics of long Waves in a Baroclinic westerly current**. Journal Meteorology, v. 4, p. 135–162, 1947.

CLIMATEMPO. **O que são os Modelos Numéricos de previsão do tempo?** 2014. Disponível em: <<https://www.climatepo.com.br/noticias/193419/o-que-sao-os-modelos-numericos-de-previsao-do-tempo/>>. Acesso em: 19 maio. 2018.

DIGIACOMO, J.C.C. **Meteorologia Básica**. Rio de Janeiro: Escola Naval, 2004.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. (DHN). **Cartas Sinóticas**. 2018. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas?field_data_value%5Bvalue%5D%5Bday%5D=26&field_data_value%5Bvalue%5D%5Bmonth%5D=8&field_data_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2018&field_horario_value=00HMG>. Acesso em: 29 ago. 2018.

CONTEL, F.B. **Os Sistemas de Movimento do território brasileiro**. In: SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria Laura. O Brasil: território e sociedade no século XXI. 3ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2001. p. 329-343.

FACHINELLO, A.L.; NASCIMENTO, S.P. **Cabotagem como Alternativa para o Transporte de Carnes da Região Sul para o Norte/Nordeste brasileiro: um estudo de caso**. Revista de Economia e Sociologia. Rural. vol.46, n.4, pp.969-988, 2008.

FERREIRA, A.G. **Meteorologia Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

FONSECA, M.M. **Arte Naval**: 6. ed. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2002.

FONSECA, R.O. **A Navegação de Cabotagem de Carga no Brasil**. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 21-46, jan./abr. 2015.

- FRANK, W.M. **The Structure and Energetics of the Tropical Cyclone I.** Storm structure. *Monthly Weather Review*, v. 105, p. 1119-1135, 1977.
- GAN, M. A.; RAO, V. B. **Surface Cyclogenesis Over South America.** *Monthly Weather Review*, v. 119, p. 1293-1302, 1991.
- GRAY, W.M. **Global view of the Origin of Tropical Disturbances and Storms.** *Monthly Weather Review*, v. 96, p. 669-700, 1968.
- GUISHARD, M.P. **Atlantic Subtropical Storms: Climatology and characteristics.** 158 pp., PhD thesis, Pa State Univ., University Park, 2006.
- GUISHARD, M.P.; EVANS, J.L.; HART, R. E. **Atlantic Subtropical Storms Part II: Climatology.** *Journal of Climate*, v. 22, p. 3574-3594, 2009.
- INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA. (IPMA). **Ciclone Tropical.** 2018. Disponível em: <<https://www.ipma.pt/pt/educativa/fenômenos.meteo/index.jsp?page=ciclone.tropical.xml>>. Acesso em: 26 maio. 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. (INPE). **Princípios de Meteorologia e Meio Ambiente.** 2018. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>>. Acesso em: 26 maio. 2018.
- KOUSKY, V. E.; ELIAS, M. **Meteorologia Sinótica: Parte I.** INPE-2605-MD/021, São José dos Campos, 118 pg., 1982.
- LOBO, P.R.V.; SOARES, C.A. **Meteorologia e Oceanografia: Usuário Navegante.** 2. ed. Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2007.
- MENDES, D. *et al.* **On Precursors of South a American Cyclogenesis.** *Tellus*, v. 59, p. 114-121, 2007.
- MENDES, D. *et al.* **Climatology of Extratropical Cyclones Over the South American-southern Oceans sector.** *Theor. Appl. Climatol.*, doi: 10.1007/s00704-009-0161-6, 2009.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- MIGUENS, A.P. **Navegação: A Ciência e a Arte.** vol. 3: Navegação Eletrônica e em Condições Especiais. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 2000.
- NATIONAL HURRICANE CENTER. **Tropical Cyclone Climatology.** 2018. Disponível em: <<https://www.nhc.noaa.gov/climo/>>. Acesso em: 26 maio. 2018.
- PETTERSSSEN, S. **Weather Analysis and Forecasting.** New York: McGraw Hill, 1956.

REBOITA, M.S. **Ciclones Extratropicais sobre o Atlântico Sul: Simulação Climática e Experimentos de Sensibilidade.** São Paulo: Inst. Astron., Geof. e C. Atmosf., IAG-USP. 359p, 2008.

REBOITA, M.S.; DA ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. **Dynamic and Climatological features of Cyclonic developments over Southwestern South Atlantic Ocean.** Horizons in Earth Science Research, 6, Nova Science Publishers, pp. 135-160, 2012.

REBOITA, M.S. *et al.* **Synoptic Analysis of Subtropical Cyclones over the South Atlantic Ocean.** In: PASI on Atmospheric Processes in Latin America and the Caribbean: Observations, Analysis, and Impacts. 27 de maio a 07 de junho de 2013, Cartagena, Colômbia.

REBOITA, M.S. *et al.* **Ciclones em Superfície nas Latitudes Austrais: Parte I** Revisão Bibliográfica. Rev. Bras. Meteor., v. 32, n. 2, p. 171-186, 2017.

RIBEIRO, A.G.; BITENCOURT, J. **Passageiros desembarcam após tempestade inclinar navio: “chocante”.** 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2014/01/passageiros-desembarcam-apos-tempestade-inclinar-navio-chocante.html>>. Acesso em: 28 jul. 2018.

ROCHA, F. P.; ARAVEQUIA, J. A.; RIBEIRO, B. Z. **Estudo de Ciclones e de Padrões de Circulação Atmosférica no Oceano Atlântico Sul Próximo à Costa das Regiões Sul e Sudeste do Brasil Usando Dados da Reanálise do Era-Interim.** Revista Brasileira de Meteorologia. 2016, v. 31, n. 2, p. 141-156, ago. 2016.

SANDERS, F. **Real Front or Baroclinic Trough.** American Meteorological Society, v. 20, p. 647-651, 2005.

SILVA, L.C.G. **Cabotagem: Vantagens e Desvantagem, responsabilidade ambiental, desafios, infraestrutura.** 2012. 23f. Monografia – Universidade de Ribeirão Preto, São Paulo, 2012.

SILVA, M.C.L.. **Simulações Numéricas do Ciclone Catarina: Impacto dos Efeitos Subgrade, Resolução e Assimilação de Dados.** 2014. 117f. Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo, Brasil, 2014.

SINCLAIR, M.R. **A Climatology of cyclogenesis for the Southern Hemisphere.** Monthly Weather Review, v. 123, p. 1601-1619, 1995.

SOUZA, A.C. **Caracterização de Sistemas Frontais em Latitudes e Subtropicais da América do Sul.** 2016. 34f. Relatório Final de Projeto de Iniciação científica – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil, 2016.

STOCO, R. **Tratado de Responsabilidade Civil: 10. ed.** São Paulo: Thomson Reuters, 2014.

TIMMERMANN, A.; GOOSSE, H. **Is the Wind Stress forcing Essential for the Meridional Overturning Circulation?** Geophysical Research Letters, v. 31, L04303, DOI:10.1029/2003GL018777, 2004.

TRANSPORTATION SAFETY BOARD OF CANADA. **Marine Investigation Report**. 2010. Disponível em: <<http://www.tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/marine/2010/m10f0003/m10f0003.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2018.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia Descritiva**: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.

VILLELA, R.J. SCIENTIFIC AMERICAN Brasil, “**Catarina**”, o primeiro furacão Brasileiro, ano 2 – n. 24 p.10-11, Maio de 2004.