

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

ÁGATHA YASMIN BARBOSA TEIXEIRA BOUÇAS

**A INFLUÊNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA NA NAVEGAÇÃO EM
GERAL**

RIO DE JANEIRO

2015

ÁGATHA YASMIN BARBOSA TEIXEIRA BOUÇAS

**A INFLUÊNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA NA NAVEGAÇÃO EM
GERAL**

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

Orientador: 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira

RIO DE JANEIRO

2015

ÁGATHA YASMIN BARBOSA TEIXEIRA BOUÇAS

**A INFLUÊNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA NA NAVEGAÇÃO EM
GERAL**

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

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente aos meus familiares que torcem pelo meu sucesso e felicidade, meus pais, irmão, minha tia e minha prima, meus avós e também ao meu melhor amigo e namorado Igor de Mattos.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo a Deus por sempre olhar por mim e me dar sabedoria me ajudando a chegar até aqui.

Aos pais maravilhosos que tenho, Janaína e Claudio, por todo amor incondicional e apoio mesmo com a distância geográfica, e por todos os conselhos ditos nos momentos de desânimo e cansaço. Obrigado por todos os seus ensinamentos e carinho.

Ao meu irmão João Victor por me alegrar sempre com nossas conversas e brincadeiras, por toda sua preocupação e amor sem limites.

Aos meus avós, Teixeira e Irani, por moverem montanhas para verem minha felicidade, sempre se preocupando e torcendo por mim.

A minha tia Priscila e minha prima Laura por me acolherem com todo amor e carinho em sua casa, sempre zelando pelo meu bem estar sem medirem esforços. Com certeza não teria conseguido chegar até aqui sem vocês.

Ao meu melhor amigo e namorado, Igor, pela paciência, compreensão e todo apoio na minha profissão. Por estar comigo sempre me fazendo uma pessoa melhor e mais feliz.

As meninas do meu camarote, por fazerem a rotina da Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante mais tranquila e alegre e por termos nos tornado grandes amigas. Especialmente a Marianna Meirelles por ser uma irmã dentro e fora da Escola, estando ao meu lado durante toda essa jornada.

Ao meu orientador e mestre, Vinícius Oliveira, pelas suas correções, seus ensinamentos, suporte e paciência dedicada a este trabalho.

A todos os mestres por me proporcionarem o conhecimento no processo de formação.

A todos que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez.”

(JEAN COCTEAU)

RESUMO

Ao se estudar a Meteorologia, aprende-se muito sobre a dinâmica terrestre e passa-se a compreender melhor o que acontece ao nosso redor diariamente. A previsão do tempo tem como principal objetivo evitar acidentes por motivos de fortuna marítimo. Muitos ocorreram na busca do homem pela sobrevivência e expansão de territórios ao ter se lançado no mar, ou na busca de especiarias na época das Grandes Navegações. Este trabalho pretende mostrar o quão importante é o conhecimento sobre meteorologia para a segurança do trabalho dos navegantes. Pelo fato das operações marítimas serem sensíveis às condições ambientais, informações envolvendo as apropriadas medidas a serem tomadas a fim de prover a segurança da embarcação e da tripulação e as ferramentas à disposição do marítimo que informam as previsões meteorológicas podem ser encontradas neste trabalho. Além disso, uma grande quantidade de informações sobre a dinâmica terrestre com foco nos fenômenos que mais afetam os Oceanos consequentemente influenciando em todos os tipos de navegação para garantir compreensão deles e como encará-los a partir disso. Será ressaltado ainda nesse trabalho o papel fundamental do navegante em saber interpretar de forma correta as informações meteorológicas transmitidas. Será, enfim, ressaltado que é possível interpretar o tempo analisando fenômenos ao nosso redor, como o vento e ondas, ressacas e estudando a dinâmica do planeta.

Palavras-chaves: Navegação. Circulação Atmosférica. Atividades Convectivas. Previsão Meteorológica. Mau Tempo. Navegante.

ABSTRACT

By studying meteorology, one learns a lot about the terrestrial dynamics and passes to better understand what happens around us every day. The weather forecast aims to avoid accidents by marine fortune reasons. Many occurred in man's quest for survival and expansion of territories to have been cast into the sea, or in search of spices at the time of the Great Navigations. This work aims to show how important is the knowledge of meteorology for the safety of the work of seafarers. Because the maritime operations are sensitive to environmental conditions, information involving the appropriate measures to be taken in order to ensure the safety of the vessel and the crew and the tools available to the maritime informing weather forecasts can be found in this work. Also, a lot of information about the Earth's dynamics focusing on the phenomena that most affect the Oceans hence influencing in all types of navigation to ensure understanding of them and how to face them from that. It will also be highlighted in this work the key role of navigator on to interpret correctly the weather information transmitted. It will, finally, emphasized that it is possible to interpret the time analyzing phenomena around us, like wind and waves, undertows and studying the dynamics of the planet.

Keywords: Navigation. Atmospheric circulation. Convective activities. Weather Forecast. Bad weather. Navigator

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais portos do Brasil. Fonte: http://www.newsea.com.br	19
Figura 2: Linhas imaginárias e os continentes. Fonte: http://www.colegioweb.com.br	23
Figura 3: Circulação Geral Atmosférica. Fonte: http://pfmgeo.zip.net	24
Figura 4: Posicionamento da ZCIT em Janeiro. Fonte: http://master.iag.usp.br	26
Figura 5: Posicionamento da ZCIT em Julho. Fonte: http://master.iag.usp.br	26
Figure 6: Formação dos ciclones tropicais. Fonte: http://p2.trrsf.com/image/fget/cf	31
Figura 7: Circulação do Ciclone no HN e no HS. Fonte: https://www.mar.mil.br/dhn/bhmn/download/cap-42.pdf	31
Figure 8: Manobra evasiva de um furacão no HN. Fonte: https://sites.google.com/site/catalaocml/_/rsrc/1256593984003/home/manobrar-mau-tempo/zvela26.jpg	33
Figura 9: Trajetória da tormenta no HS. Fonte: https://sites.google.com/site/catalaocml/_/rsrc/1256592466534/home/manobrar-mau-tempo/zvela23.jpg	33
Figure 10: Formação da frente fria. Fonte: http://www.estacao.iag.usp.br/didatico/frente_fria.jpg	35
Figure 11: Formação da frente quente. Fonte: http://altamontanha.com/AppData/foto/full/uuesquema1.jpg	35
Figura 12: Formação da frente estacionária. Fonte: http://image.slidesharecdn.com/meteorologiaparte2-120312143826-phpapp01/95/meteorologia-parte2-51-728.jpg?cb=1331564940	36
Figure 13: Formação da frente oclusa. Fonte: http://image.slidesharecdn.com/meteorologiaparte2-120312143826-phpapp01/95/meteorologia-parte2-53-728.jpg?cb=1331564940	37
Figura 14: Zona de Convergência do Atlântico Sul. Fonte: http://www.cptec.inpe.br	38
Figura 15: Brisa Marítima e Terrestre. Fonte: http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/geografia/093_climatologia/img/brisa_noite.jpg	41
Figure 16: Código SYNOP. Fonte: http://meteo.cefet-rj.br	44

Figura 17: Símbolos presente em uma carta sinótica. Fonte: http://meteoropole.com.br	45
Figura 18: Carta Sinótica. Fonte: http://www.cptec.inpe.br	47
Figura 19: Imagem Satélite. Fonte: http://climanalise.cptec.inpe.br	48
Figura 20: Áreas de previsão do tempo. Fonte: http://www.clubedoarrais.com	50
Figura 21: Modelo de ondas. Fonte: http://ondas.cptec.inpe.br	50
Figura 22: modelo de ventos. Fonte: http://ventos.cptec.inpe.br	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAq	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CBs	Cumulonimbus
CHM	Centro de Hidrografia da Marinha
EBN	Empresas Brasileiras de Navegação
EMSS	Estações Meteorológicas de Superfície
HN	Hemisfério Norte
HS	Hemisfério Sul
IMO	Organização Marítima Internacional
N	Norte
Ne	Nordeste
NHC	Centro Nacional de Furacões
NNE	Norte-nordeste
NW	Noroeste
OMM	Organização Mundial de Meteorologia
PNM	Pressão ao Nível do Mar
S	Sul
SE	Sudeste
SOS	Save Our Ship
SW	Sudoeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
W	Oeste

ZCA	Zona de Confluência dos Alísios
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivo	17
2	TIPOS DE NAVEGAÇÃO	18
2.1	Navegação de Cabotagem	18
2.2	Navegação de Apoio Marítimo	20
2.3	Navegação de Longo Curso	21
3	SISTEMAS METEOROLÓGICOS	23
3.1	Sistemas Tropicais	23
3.1.1	Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	24
3.1.2	Ondas Tropicais	27
3.1.3	Ciclone Tropical	28
3.2	Sistemas Subtropicais	33
3.2.1	Sistemas Frontais	33
3.2.2	Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	37
3.3	Sistema de Brisas	38
4	PREVISÃO METEOROLÓGICA	42
4.1	Interpretação de Informações Meteorológicas	42
4.1.1	Cartas Sinóticas	42
4.1.2	Imagens Satélites	47
4.1.3	Boletim Meteorológico	48
4.1.4	Modelo de Ondas	50

4.1.5	Modelo de Ventos	51
5	A INFLUÊNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA EM ACIDENTES	53
6	CONCLUSÃO	55
7	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A previsão do tempo, apesar de interessar ao homem desde a antiguidade, só começou a ser feita de forma sistemática na Europa no final do século XIX. Nesta época, a meteorologia era uma ciência basicamente observacional, as previsões possuíam pouca confiabilidade e eram feitas para um prazo máximo de vinte e quatro horas.

Com a Segunda Guerra Mundial, a meteorologia teve um grande avanço devido à necessidade de determinar rotas de voo e navegação, assim como definir estratégias militares. Neste período, foram realizadas as primeiras sondagens atmosféricas, permitindo descobrir a estrutura e funcionamento da alta atmosfera e sua grande influência sobre o estado do tempo. O radar meteorológico foi desenvolvido a partir do radar militar, pois em dias de chuva as imagens ficavam mais difusas. A utilização do radar meteorológico em estudos com uma abordagem quantitativa, isto é, com vista, por exemplo, à medição ou estimativa da precipitação ou velocidade de progressão dos sistemas pluviogênicos, iniciou-se a partir de 1970 (SAUVAGEOT, 1982; DELRIEU et al., 1988). Estas melhoras na observação atmosférica foram complementadas décadas depois pelo desenvolvimento dos satélites meteorológicos.

As condições de tempo podem ser descritas em termos de sete elementos meteorológicos: pressão; temperatura; umidade; ventos; nuvens; visibilidade; e precipitação.

Há uma relação entre os efeitos da temperatura, da pressão e a circulação resultante. Existe, normalmente, uma associação entre temperaturas de superfícies mais frias e pressões atmosféricas mais altas, nas quais há subsidência e divergência; e entre temperaturas de superfície mais elevadas e pressões mais baixas, nas quais há convergência e ascensão do ar a superfície. O vento é resultado dessas associações. Áreas de alta e de baixa pressão e os fluxos de ventos a elas associados formam-se e movem-se continuamente através da superfície da Terra.

Certas características meteorológicas são típicas destas áreas de pressão e, assim, o conhecimento de sua localização e de seus movimentos é essencial para a previsão do tempo.

Em regra, os sistemas ciclônicos de ventos movem-se rapidamente e são acompanhados por mau tempo. Por outro lado, os sistemas anticiclônicos deslocam-se vagarosamente e, em geral, estão associados a bom tempo.

A ascensão natural e espontânea do ar quente faz com que ele se expanda e, como consequência, se resfrie, continuando a se expandir e a se resfriar enquanto se eleva. Essa ascensão desencadeia a redução da pressão atmosférica à superfície, facilitando a convergência de ar, de forma contínua. Ao atingir determinado nível, o ar seco para de subir por estar suficientemente frio. Só continuaria a se elevar se houvesse uma fonte de energia a aquecê-lo nesse novo nível de altitude. No ar seco não há fonte de energia, mas no ar úmido há uma forte fonte de energia, que é o calor latente armazenado no vapor d'água contido no ar. Então, uma das condições favoráveis para intensificar o processo convectivo é o ar estar bastante úmido. Com a intensificação da convecção, formam-se nuvens de grande desenvolvimento vertical do tipo Cumulus e estas em Cumulonimbus. A nuvem CBs, apesar de ser considerada uma nuvem cuja sua base é baixa, ocupa todos os níveis da atmosfera devido ao seu grande desenvolvimento vertical (PETTERSEN, 1968). É a principal nuvem responsável por criar grandes trovoadas e tempestades que o navegante costuma enfrentar, atingindo a superfície com fortes rajadas de vento, relâmpagos, trovões, rápidas quedas de temperatura e até mesmo variação de pressão que pode causar trombas d'água.

É útil que o navegante saiba identificar as condições propícias para o desenvolvimento das atividades convectivas, pois quando o processo ocorre na região marítima, observa-se grande contribuição da umidade para o seu desenvolvimento. A energia que sustenta os furacões provem das altas temperaturas nas regiões dos trópicos, consequentemente mais armazenamento de calor latente de evaporação. Por essa razão, os furacões perdem sua força inicial quando penetram no continente e se dissipam.

1.1 Objetivo

Geral: mostrar os principais fenômenos meteorológicos que influenciam na navegação em geral.

Específico: apresentar a influência da previsão meteorológica ou a falta dela em acidentes marítimos.

2 TIPOS DE NAVEGAÇÃO

2.1 Navegação de Cabotagem

Segundo o ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento do Governo Federal, cabotagem é o “transporte de cargas realizado entre os portos ou cidades do território brasileiro e navegáveis interiores”. O termo originou-se do nome da família do navegador venezuelano do século XVI Sebastião Caboto, que explorou a costa da América do Norte navegando da Flórida ao Canadá.

Sendo entendida a cabotagem de tal forma, trata-se de um segmento nacional estratégico, fortemente regulado por intermédio de políticas de subsídios e reservas de mercado em todo o mundo. A reserva de mercado na navegação de cabotagem é praticada por diversos países com tradição marítima, com o objetivo de preservar uma frota própria e o controle e regulação sobre o mercado doméstico de navegação. No Brasil, a atividade só é permitida para empresas brasileiras de navegação autorizadas pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAq), ou em navio estrangeiro fretado por essas empresas pressupondo que no mínimo dois terços da tripulação seja brasileira.

O Brasil é um país extremamente favorecido para a navegação de cabotagem devido às suas condições naturais e distribuição demográfica, apresentando uma costa navegável de 7.500 quilômetros de extensão, com mais de trinta portos organizados e inúmeros terminais de uso privativo. De acordo com André Luís Souto de Arruda Coelho, superintendente de navegação marítima e de apoio ANTAq, os aspectos favoráveis ao desenvolvimento da cabotagem são a extensa costa marítima dotada de portos públicos e terminais portuários privativos, concentração ao longo da costa dos setores produtivo e consumidor, modernização das Empresas Brasileiras de Navegação (EBN) na prestação de serviços de transporte com enfoque logístico integrado e vantagens comparativas da cabotagem em relação ao modal rodoviário.

Figura6: Principais portos do Brasil



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

Grande parte das empresas instaladas no país reclama de questões operacionais, como o elevado tempo de transporte, a baixa frequência de navios, a pouca confiabilidade nos prazos e a indisponibilidade de rotas. Por outro lado, poucas são as críticas quanto ao risco de roubo e avarias de carga, confirmando a característica de cabotagem como um modal de baixo índice de sinistros.

Devido à sua imensa extensão, o litoral brasileiro sofre variação espacial e temporal do ambiente, além de ter influência climática de três

correntes marítimas distintas, sendo de extrema importância a observação e o estudo meteorológico para a navegação de cabotagem no Brasil, a fim de evitar acidentes causados pelas forças da natureza.

2.2 Navegação de Apoio Marítimo

Este tipo de navegação consiste no apoio logístico a embarcações e instalações pertencentes à Zona Econômica e que atuam em pesquisas ou lavra de minerais e hidrocarbon petrolífera representada pelas plataformas de refino e exploração de petróleo.

Essa atividade ocupa um capítulo relativamente recente na história marítima dos povos, mas nem por isso de pequena importância. A indústria de petróleo nasceu em terra, nos Estados Unidos, mais ou menos na segunda metade do século XIX. No correr do século XX, cresceu com vigor, buscando fontes de óleo no Oriente Médio, principalmente, mas também na América Central e no norte da América do Sul, porém a história é marcada por uma sucessão de crises políticas entre os países que possuem petróleo em seu subsolo e as grandes potências que lideram a sua indústria e o seu comércio no mundo.

As embarcações empregadas no apoio marítimo, ou offshore, devem possuir uma capacidade de manobra aprimorada para seu posicionamento próximo às unidades a serem atendidas. Este atendimento consiste no recebimento e fornecimento de graneis líquidos e sólidos, operações de carga no convés, como descarga e recebimento- back load, além das operações de manuseio de âncoras, reboque e SOS. As operações de carga e descarga devem obedecer ao Código de Operações Seguras Offshore, recomendado pela International Maritime Organization (IMO) conforme a Resolução A.863(20). Este Código aborda o preparo correto da carga para o transporte offshore; os planos de carregamento/descarga e cargas e retorno; roteiros de navegação; contingências; e outros assuntos, quando exigido pela situação, incluindo cargas perigosas.

2.3 Navegação de Longo Curso

A navegação de longo curso, diferentemente da cabotagem, consiste no transporte de cargas ou passageiros entre portos de países distintos.

A evolução das embarcações fez com que povos conquistassem terras e descobrissem novos continentes, demonstrando ao mundo a importância do transporte aquaviário, sobretudo o marítimo. A era dos descobrimentos além-mar mostrou mudanças importantes, havia um jogo de interesses econômicos que provocava novas mudanças de riquezas e de expansão de mercado. Os caminhos conhecidos do mediterrâneo já não rendiam os lucros que os comerciantes desejavam, então navegar era preciso. Para a conquista do além-mar, foram necessárias inovações tecnológicas no setor de transporte de longo curso como a bússola, astrolábio e variados mapas. Com a política mercantilista do absolutismo, várias nações europeias, nos séculos XIV a XVIII, se lançaram ao mar a procura de novas rotas comerciais, fomentando a construção naval e a viagem de longo percurso.

No Brasil, a única opção de transporte marítimo para a ligação entre os principais portos do Brasil era o de cabotagem, o qual passou ser utilizado com frequência estimulando, assim, a navegação de longo curso. Diante desse estímulo, em 1659, o governador Salvador de Sá iniciou a construção, no Rio de Janeiro, do galeão Padre Eterno, que na época foi considerado o maior navio do mundo. Lançado ao mar em 1663, chegou a Lisboa dois anos depois concretizando a importância do comércio de longo curso com o emprego de embarcações maiores que tivessem grande capacidade de carga. A implantação do Arsenal da Marinha, em 1763, também no Rio de Janeiro, permitiu a fabricação de novos navios de cabotagem e longo curso. Com a chegada da Família Real Portuguesa ao Brasil, em 28 de janeiro de 1808, o rei D. João decretou a abertura dos portos brasileiros às nações amigas, gerando, desta forma, maior movimento de transações comerciais nos principais portos da Colônia. Durante o século XIX, metade dos navios que atracaram no Rio de Janeiro era inglês. No período Republicano, o transporte marítimo tinha apenas duas companhias que se destacaram na navegação de longo curso: Lloyd Brasileiro e Companhia Comércio de

Navegação, sendo que a primeira dedicava-se, além do transporte de cargas, ao transporte de passageiros, e a segunda era exclusiva ao transporte de cargas. A navegação de longo curso entrou em crise no ano de 1914, devido à primeira guerra mundial, tornando-se mais escassa a navegação estrangeira nos portos brasileiros.

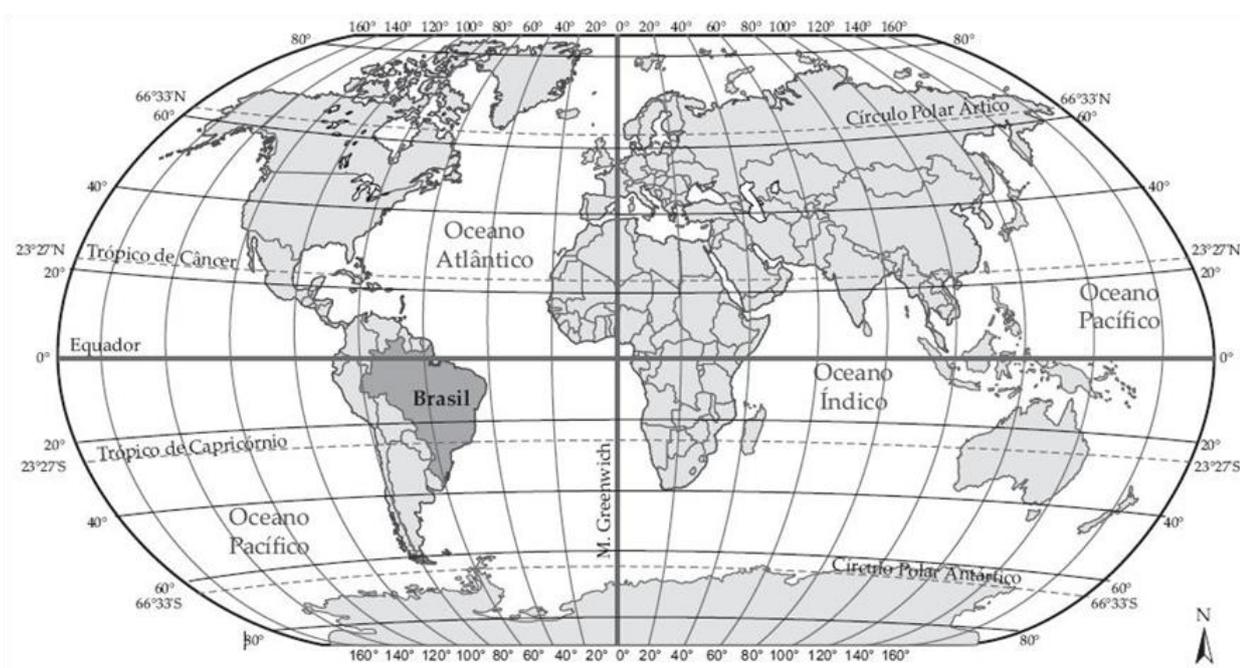
A variação climática na Terra é decorrente da junção de vários fatores, entre eles latitude, altitude, circulação de massas de ar, pressão e correntes marítimas. O navegante de longo curso, por estar abrangendo continentes diferentes, com rotas mais longas encontrará tal variação ao longo de sua derrota, tendo por esse motivo mais do que necessário o conhecimento e a aplicação da meteorologia na sua viagem.

3 SISTEMAS METEOROLÓGICOS

3.1 Sistemas tropicais

As atividades convectivas são importantes nas regiões situadas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (latitudes $23^{\circ}27'30''$ norte (N) e sul (S) do Equador), pois são responsáveis pela maior parte da precipitação. Além disso, elas são as principais responsáveis pelas transferências verticais de energia na troposfera tropical (XAVIER, 2000) e suas observações são de extrema relevância para o navegante realizar uma viagem com segurança.

Figura 2: Linhas imaginárias e os continentes



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

As principais regiões tropicais são a África (exceto os extremos norte e sul), a Ásia das monções (sul e sudeste asiáticos), o norte da Austrália, o México, a América Central e a maior parte da América do Sul (centro e norte), além de centenas de ilhas dos oceanos Pacífico, Atlântico e Índico.

No Brasil, existem diversos fatores que contribuem para o regime de precipitação. Esses regimes são consequência da atuação de diversos sistemas sinóticos, como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Zona de

Convergência da América do Sul (ZCAS), sistemas Frontais, Brisas Marinhas e Terrestres, Ciclones Tropicais e outros sistemas de escala local (OLIVEIRA, 2010).

3.1.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

ZCIT é um dos mais importantes sistemas meteorológicos gerador de precipitação sobre a região equatorial dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, e áreas continentais adjacentes como o Norte e Nordeste (NE) do Brasil e Norte da África, sendo decisiva na caracterização das distintas condições de tempo e de clima em diversas áreas da Região Tropical, como mostrado em vários trabalhos como, por exemplo, Hastenrath e Heller (1977). É também parte integrante da circulação geral atmosférica, associada ao ramo ascendente da célula de Hadley.

Figura 3: Circulação Geral Atmosférica



Fonte: <http://pfmgeo.zip.net>

Tal sistema se posiciona sobre áreas oceânicas com anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) positivas e anomalias de Pressão ao Nível do Mar (PNM) negativas (HASTENRATH, 1991). A ZCIT está inserida numa região onde ocorre a interação de características marcantes atmosféricas e oceânicas, próxima à faixa equatorial, tais como: Zona de Confluência dos Alísios (ZCA); zona do cavado equatorial; zona de máxima temperatura da superfície do mar; zona de máxima convergência de massa; e zona da banda de máxima cobertura de nuvens convectivas. Tal interação dessas zonas não significa que elas se apresentam, necessariamente, ao mesmo tempo, sobre a mesma faixa de latitude, mas sim que a interação ocorre uma próxima das outras (HASTENRATH E LAMB, 1977; HASTENRATH E HELLER, 1977; ESTOQUE E DOUGLAS, 1978).

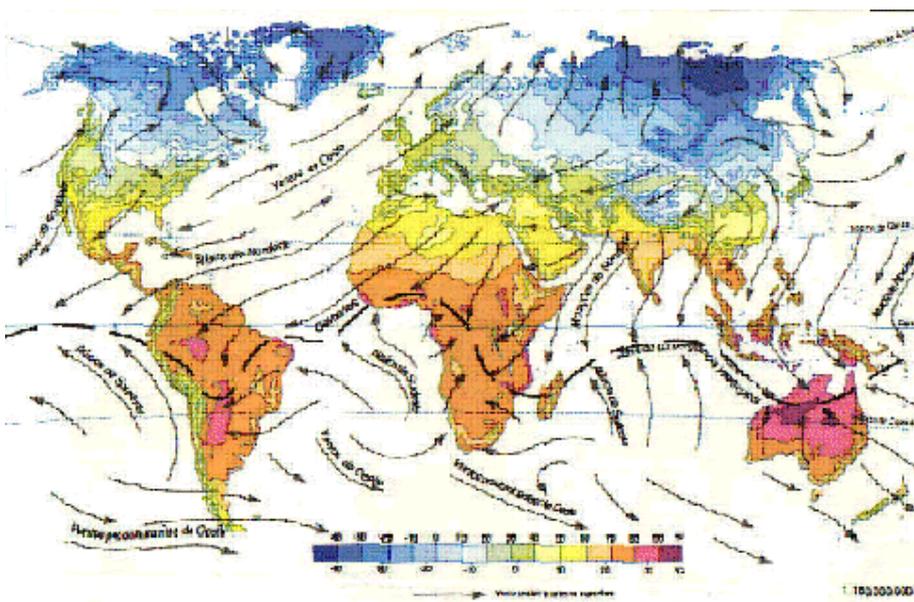
O conjunto de características associadas à ZCIT no Atlântico Equatorial possui um deslocamento norte-sul ao longo de anos considerados normais, de sua posição mais ao norte (em torno de 14° N), durante agosto-setembro, para sua posição mais ao sul (em torno de 2°S), durante março-abril. Além dessa oscilação anual, a ZCIT apresenta deslocamentos com maiores frequências com o período variando de semanas a dias.

De uma maneira geral, temos que a TSM sendo mais fria no Atlântico Sul, a Alta Subtropical do Atlântico Sul se fortalece e os ventos alísios de sudeste (SE) se intensificam, enquanto os ventos alísios de nordeste perdem intensidade, empurrando a ZCIT mais para o norte, ou seja, águas mais frias no Atlântico Sul Tropical e mais quentes no Atlântico Norte Tropical (padrão dipolo no Atlântico Tropical) estão associadas com anos secos no Nordeste brasileiro. A situação inversa ocorre empurrando a ZCIT mais para o sul e, conseqüentemente, associando anos chuvosos ao Nordeste brasileiro. Obviamente que outros padrões de escala global podem acentuar condições de seca ou de chuva acima da média.

A posição mais ao sul atingida pela ZCIT, que fica próxima ao litoral nordestino, ocorre nos meses de março e abril. A permanência da ZCIT em torno desta posição é o fator mais importante na determinação da qualidade da estação chuvosa no norte-nordeste (NNE) do Brasil, pois define sua

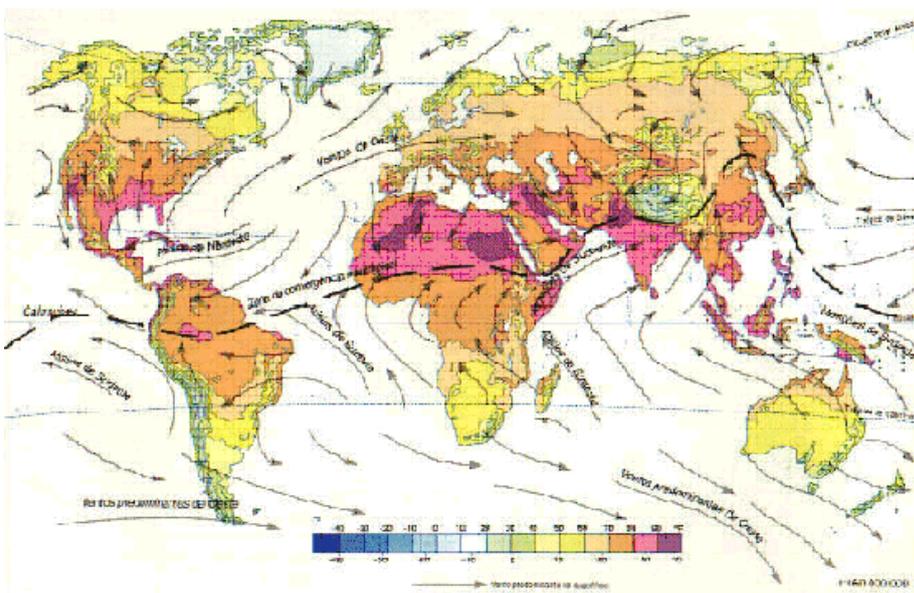
duração (NOBRE E UVO, 1989). A posição mais ao norte é atingida pela ZCIT entre julho e setembro sobre o Oceano Atlântico do Norte, apresentando um comportamento mais zonal. Em novembro e dezembro, a ZCIT inicia sua marcha para o Hemisfério Sul (HS).

Figura 4: Posicionamento da ZCIT em Janeiro



Fonte: <http://master.iag.usp.br>

Figura 5: Posicionamento da ZCIT em Julho



Fonte: <http://master.iag.usp.br>

Com o objetivo de acompanhamento operacional, a posição média da ZCIT, atualmente, tem sido estimada através dos mínimos valores de radiação de onda longa (ROL) e da temperatura de brilho através do uso de imagens satélites. Seu melhor monitoramento é através da região de maior atividade convectiva e região de maior movimento ascendente.

3.1.2 Ondas Tropicais

Ondas tropicais são oscilações nos campos de pressão e vento que se encontram, em fase, na superfície (RIEHL, 1972). Elas são transportadas para o oeste (W) pelos ventos alísios, que sopram paralelamente aos trópicos. Segundo Ferreira (1990), as ondas tropicais, também chamadas de ondas de leste, geralmente, são seguidas por áreas de baixa intensidade de ar seco que sopra do Nordeste, áreas de baixa pressão atmosférica associadas a uma extensa nebulosidade e chuvas, podendo contribuir com a formação de ciclones tropicais na bacia do Oceano Atlântico, norte e nordeste do Pacífico. A energia de ondas gravitacionais no Lee-side, as forçantes subtropicais, a instabilidade barotrópica e a instabilidade baroclínica com processos adiabáticos secos são algumas das possíveis fontes de energia para a formação das ondas de leste, sendo a última citada a maior fonte de energia abordada.

Neiva (1975) e Yamazaki (1975) foram os primeiros a estudarem ondas de leste no Brasil. Em seus estudos, evidenciaram a presença de distúrbios ondulatórios de leste no Atlântico Sul utilizando, respectivamente, a análise espectral aplicada em dados gerados por modelos de previsão numérica de tempo e a inspeção visual de imagens transmitidas por satélites meteorológicos.

O cavado estende-se em direção ao Pólo, possui orientação NE-SW no HN e inclina-se para leste com a altura. Na dianteira do cavado, há divergência e movimentos subsidentes nos baixos níveis com características de bom tempo, na retaguarda há convergência nos baixos níveis predominando forte movimento ascendente e convecção profunda.

A amplitude das ondas de leste migratórias é bem menor do que os cavados e cristas nas latitudes tropicais, o que dificulta sua identificação em cartas sinóticas, sendo necessária uma análise especial para detectá-las.

As ondas de leste existem na região tropical de ambos os hemisférios. No HN, são mais marcadas durante os meses de junho a setembro. No Pacífico Oeste Central, elas se originam como fracos sistemas de baixa pressão, perto da ZCIT, crescendo para depressões tropicais e ocasionalmente para tufões que atingem o sul do Mar da China. Estas ondas cruzam Vietnã, Tailândia e Berma e atingem a Baía de Bengala, na qual em condições favoráveis, podem propiciar a formação das depressões monçônicas. Continuam cruzando a Índia e seguem para o Golfo Pérsico leste e perde força no oeste do golfo. Podem ser detectadas novamente sobre o norte da África, a oeste de 30° E, e se intensificam a medida que se movem para oeste, atingindo seu máximo aproximadamente em 05° W. Cruzando a costa oeste africana, enfraquecem-se e movem-se sobre o Atlântico Central e Atlântico Oeste- nesta região são geralmente intensificadas e propiciam o desenvolvimento dos furacões que afetam o Golfo do México e a costa sudeste dos EUA.

O número de ondas geradas não parece estar relacionado com o número de ciclones no Atlântico anualmente. Diz-se que quase todos os ciclones tropicais no leste do Oceano Pacífico pode ter se originado na África (ÁVILA E PÁSCOA, 1995).

3.1.3 Ciclone Tropical

Ciclone tropical é um termo dado a um sistema não-frontal de larga escala, baixa pressão e convecção organizada. Originados nas zonas tropicais, sobretudo nas faixas situadas entre os paralelos de 5° e 20° de latitude nos dois hemisférios, esse sistema tem como características os temporais e circulação ciclônica dos ventos de superfície.

Apesar de se parecerem, em geral, com ciclones extratropicais, que tem sua gênese em latitudes mais altas, existem distinções importantes,

sendo a principal a concentração de uma enorme quantidade de energia em uma área relativamente pequena nos ciclones tropicais.

Eles são classificados pelo Centro Nacional de Furacões (NHC), utilizando a Escala de furacões de Saffir-Simpson para ciclones tropicais que se formam no Oceano Atlântico Norte ou no Oceano Pacífico Nordeste, como perturbação tropical, tempestade tropical, furacão ou tufão.

Tabela 1: Escala Saffir-Simpson

Categoria	Velocidade	Altura	Pressão
	(Km/h)	(m)	(hPa)
1	119-153	1,2-1,6	mais que 980
2	154-177	1,7-2,5	979-965
3	178-209	2,6-3,8	964-945
4	210-249	3,9-5,5	944-920
5	mais de 249	mais de 5,5	menos que 920

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

Nem todos os ciclones tropicais transformam-se em furacões, pois algumas tempestades dissipam em menos de vinte e quatro horas, mesmo com ventos atingindo grandes intensidades. Outras percorrem grandes distâncias como simples depressões tropicais (vento máximo de 33 nós).

O nome pelo qual o ciclone tropical é conhecido varia com a região onde ocorre, criando uma confusão na definição de ciclones tropicais em todo o mundo, sendo furacões no Oceano Atlântico Norte e a leste do Oceano Pacífico Central. Ciclones é o termo para descrever ciclones tropicais que se formam no Oceano Índico e próximo da Austrália. A única área que não ocorrem ciclones é no Atlântico Sul, pois o cisalhamento troposférico do vento é sempre intenso e tipicamente a ZCIT é inexistente no Atlântico Sul.

Diferentemente do Atlântico Norte, não há ondas tropicais que avançam da África em direção a costa do Brasil durante o verão associadas à ZCIT, uma vez que um grande sistema de alta pressão sobre o Atlântico

Norte (Alta de Santa Helena) impede da ZCIT descer muito ao sul. Grande parte dos furacões e sistemas tropicais do Atlântico Norte se forma através dessas ondas. Sem a ZCIT para dar condições sinóticas de vortacidade e convergência com um alto cisalhamento vertical torna-se praticamente impossível haver ciclones tropicais no Atlântico Sul.

Para a formação e desenvolvimento dos ciclones tropicais devem existir algumas condições atmosféricas e oceânicas favoráveis como a existência de uma perturbação tropical inserida numa onda de leste; ou seja, uma formação nebulosa já com alguma convecção organizada, a perturbação deve permanecer por um intervalo de tempo suficientemente extenso sobre superfícies oceânicas quentes; onde a TSM for igual ou superior a 26,5°C numa camada de pelo menos cinquenta metros de profundidade, e um elevado conteúdo de umidade em níveis baixos da troposfera.

Os ciclones tropicais tem um ciclo de vida, ou seja, nascem, evoluem e morrem, durante um período de tempo de, em geral, duas a três semanas. Na sua evolução passam por vários estágios de desenvolvimento com denominações e características específicas, os quais são o nascimento (depressão tropical), desenvolvimento (tempestade tropical), maturação (furacão) e dissipação (fase final).

Primeiro se forma uma depressão atmosférica caracterizada por um vento que começa a aumentar na superfície, as nuvens começam a se organizar e a pressão descende até 1000hPa. Então a depressão tropical se desenvolve e adquire a característica da tormenta tropical com as nuvens se distribuindo em forma de espiral e a formação de um olho pequeno com redução da pressão a menos de 1000hPa. Em seguida, a tormenta tropical adquire a característica de furacão, o vento alcança velocidade máxima e a área nublada se expande produzindo intensas precipitações, o ar ascende e condensa formando enormes trovoadas produzindo chuvas fortes na parede do olho. O olho do furacão é uma área de calma livre de nuvens. Os furacões diminuem quando caminham sobre águas frias e perdem sua fonte de calor. Eles também se dissipam rapidamente sobre a terra, pois a sua

fonte de ar úmido e quente é removida, sem um adequado fornecimento de vapor d'água, a condensação e a liberação de calor latente diminuem.

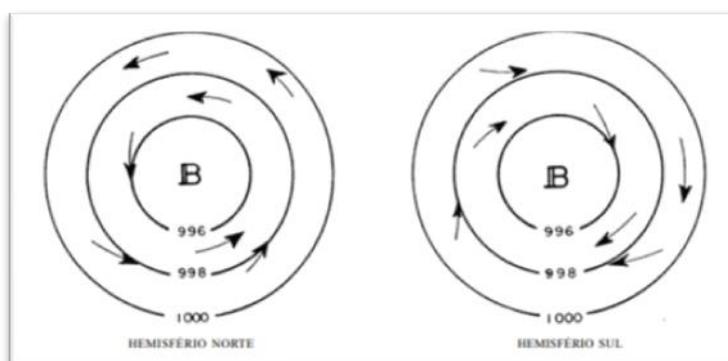
Figure 6: Formação dos ciclones tropicais



Fonte: <http://p2.trrsf.com/image/fget/cf>

Os ventos dos ciclones tropicais não são retos, mas sim curvos, sendo no HN ventos com sentido anti-horário e no HS o movimento é horário.

Figura 7: Circulação do Ciclone no HN e no HS



Fonte: <https://www.mar.mil.br/dhn/bhmn/download/cap-42.pdf>

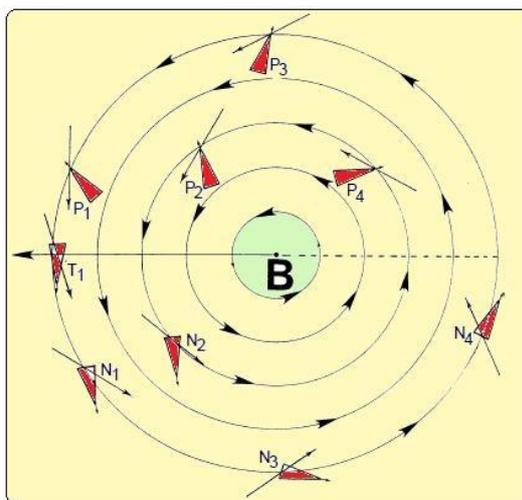
Mesmo sendo menos frequentes, em comparação com as tempestades de médias e altas latitudes, os ciclones tropicais tem um poder de destruição que excede em muito o de qualquer outro tipo de tempestade. Por conta dessa sua fúria e por serem fenômenos predominantemente oceânicos, os ciclones tropicais merecem uma atenção especial de todos os navegantes, profissionais ou armadores.

A melhor manobra frente a uma tempestade ou ciclone tropical é evitá-lo, se possível. Entretanto, nem sempre isso é possível. Ao comandante de um navio sujeito a atravessar regiões onde ocorram ciclones tropicais somente o conhecimento das épocas, das regiões mais perigosas e da formação desses ciclones não são o suficiente. É indispensável que um oficial de náutica saiba como proceder dentro da técnica marinheira, para evitar ou atenuar as consequências desse mau tempo.

Se o navio estiver fora da área da tormenta, deve-se determinar a posição do centro da tormenta e afastar-se dele, adotando um rumo que conduza o navio para suficiente distância lateral da provável derrota do ciclone seguido das alterações de rumo determinadas pelo contínuo acompanhamento e plotagem do centro, de acordo com as informações do boletim meteorológico.

Caso ele esteja na área da tormenta, a manobra dependerá da sua posição em relação ao centro do ciclone e do deslocamento dele. A área da tormenta deve ser dividida em semicírculo perigoso, onde a velocidade do vento é somada à velocidade de translação do furacão com ventos mais fortes e mares mais tempestuosos, e semicírculo navegável, onde a velocidade do vento se opõe à velocidade do deslocamento do furacão. Como regra geral, no HN um navio no semicírculo perigoso deve manobrar para o vento atingir o navio pela bochecha de boreste, navegando com velocidade máxima; um navio no semicírculo navegável deve manobrar para o vento atingir o navio pela alheta de boreste, navegando com velocidade máxima também. No HS a mesma regra se aplica, porém com respeito a bombordo.

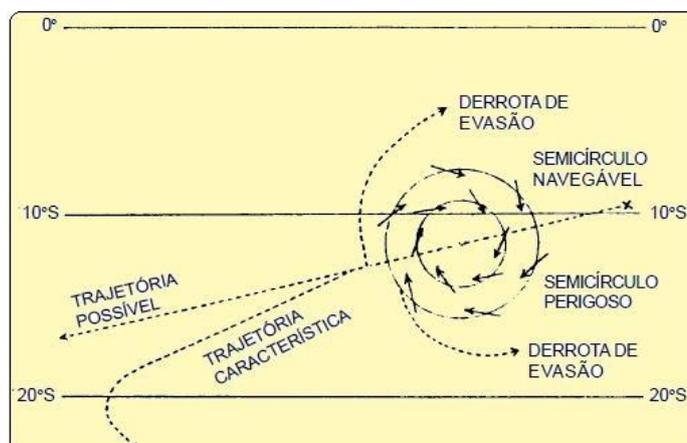
Figure 8: Manobra evasiva de um furacão no HN



Fonte:

https://sites.google.com/site/catalaocml/_/rsrc/1256593984003/home/manobrar-mau-tempo/zvela26.jpg

Figura 9: Trajetória da tormenta no HS



Fonte:

https://sites.google.com/site/catalaocml/_/rsrc/1256592466534/home/manobrar-mau-tempo/zvela23.jpg

3.2 Sistemas Subtropicais

3.2.1 Sistemas Frontais

O conceito de frente surgiu depois da I guerra Mundial e foi introduzido por Bjerknes (1919), que fez uma analogia entre as diferentes massas de ar e exércitos adversários que se confrontavam em um campo de batalha. Ele

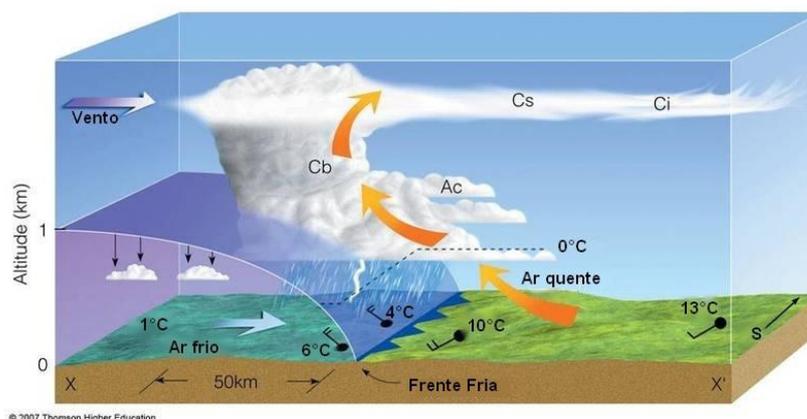
definiu como frente à zona de transição entre duas massas de ar com características físicas distintas e fortes gradientes de temperatura e umidade, o que é atualmente chamada de zona frontal (ANDRADE, 2005). Mais tarde, alguns autores, preferiram definir frente como sendo a intersecção da superfície frontal com o nível da superfície e esta intersecção que é representada nas cartas sinóticas (PETTERSEN, 1956; VIANELLO, 1991; OLIVEIRA ET AL., 2001).

Sendo assim, sistema frontal é uma superfície de encontro de duas massas de ar com características distintas, principalmente em temperatura e umidade (densidades diferentes).

Esse encontro é provocado pela presença de um gradiente de pressão que impulsiona uma massa na direção da outra. De acordo com o modelo clássico da Escola Norueguesa, as frentes podem ser classificadas como frente fria, quente, estacionária e oclusa.

A frente fria ocorre quando o ar frio desloca o ar quente na superfície, que sofre ascensão e origina nuvens com grande desenvolvimento vertical e conseqüentemente ocasiona precipitação adiante da frente. As frentes frias podem se deslocar rapidamente ou lentamente, sendo as que se deslocam mais rápido são mais inclinadas, isto é, maior ângulo entre a superfície frontal e a superfície da terra. Antes da chegada de uma frente fria a pressão diminui, a temperatura aumenta e os ventos se intensificam. Após a sua passagem, a pressão sobe rapidamente, a temperatura cai e o vento muda de direção, normalmente de SW para noroeste (NW) no HN e de N ou NE para S ou SW no HS.

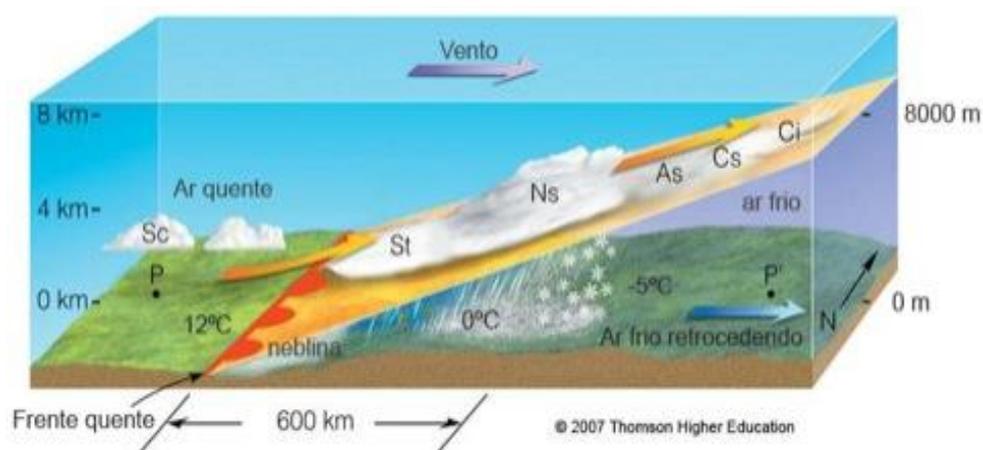
Figure 10: Formação da frente fria



Fonte: http://www.estacao.iag.usp.br/didatico/frente_fria.jpg

Na frente quente o ar quente substitui o ar frio. Normalmente a precipitação é contínua e considerada de leve a moderada, no caso do ar ser estável, mas no caso de ar instável as chuvas tornam-se intensas com trovoadas e aguaceiros. A aproximação de uma frente quente é caracterizada por pequena ou nenhuma queda da pressão atmosférica, bem como pequenas variações na temperatura. Após a passagem dela, a pressão e a temperatura podem elevar-se ligeiramente (VIANELLO, 1991; FEDOROVA, 1999; OLIVEIRA ET AL., 2001).

Figure 11: Formação da frente quente

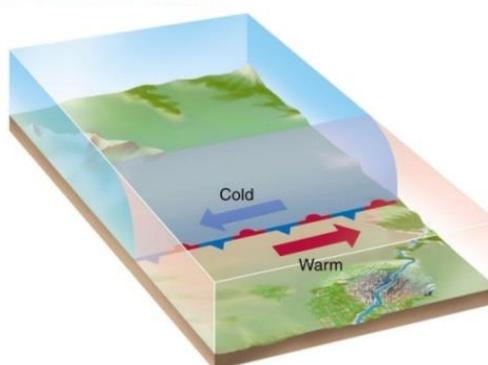


Fonte: <http://altamontanha.com/AppData/foto/full/uuesquema1.jpg>

Quando não há nenhum ou pouco avanço das massas de ar, a frente é dita estacionária. Em uma frente estacionária o movimento do ar não se dirige para a massa de ar quente ou fria, mas paralelo à linha da frente. A precipitação associada é geralmente leve e estratiforme, mas pode se tornar bem significativa se permanecer estacionária por muito tempo (OLIVEIRA ET AL., 2001).

Figura 12: Formação da frente estacionária

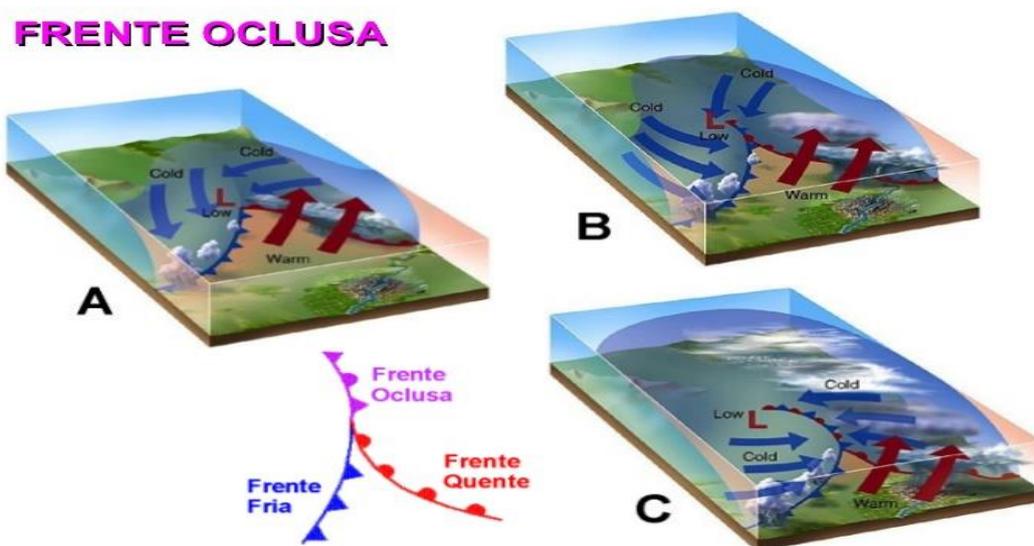
FRENTE ESTACIONÁRIA



Fonte: <http://image.slidesharecdn.com/meteorologiaparte2-120312143826-phpapp01/95/meteorologia-parte2-51-728.jpg?cb=1331564940>

Uma frente oclusa ocorre quando o setor frio de uma frente, que normalmente move-se mais rápido, alcança o setor quente e o ar quente é forçado a subir, afastando-se do solo. Há dois tipos de frentes oclusas: fria e quente. Na oclusão tipo quente, o ar frio adiante da frente quente é mais frio que o ar atrás da frente fria, fazendo com que este seja forçado a subir. Na frente oclusa tipo fria, o ar é mais frio atrás da frente fria que aquele que está adiante da frente quente, portanto, neste caso, é o ar quente que é forçado a subir. Em ambas as frentes a nebulosidade e a precipitação acontecem nos dois lados da frente. À medida que a oclusão evolui, a nebulosidade e precipitação diminuem de intensidade. (VIANELLO, 1991; OLIVEIRA ET AL., 2001).

Figure 13: Formação da frente oclusa



Fonte: <http://image.slidesharecdn.com/meteorologiaparte2-120312143826-phpapp01/95/meteorologia-parte2-53-728.jpg?cb=1331564940>

Quando o navio encontra mau tempo pela sua derrota existem duas manobras a serem realizadas: capear ou correr com o tempo. Capear é o mesmo que manter o navio com a proa chegada ao vento e ao mar com pouco seguimento a fim de aguentar o mau tempo. Correr com o tempo é navegar com o mar de popa, o mais lentamente possível. A decisão entre qual manobra executar tem de ser tomada cuidadosamente, considerando, entre outros aspectos, que a proa é mais reforçada do que a popa, uma vez que ela foi projetada para aguentar o embate com as ondas, e que um navio capeando sofre muito a ação do caturro.

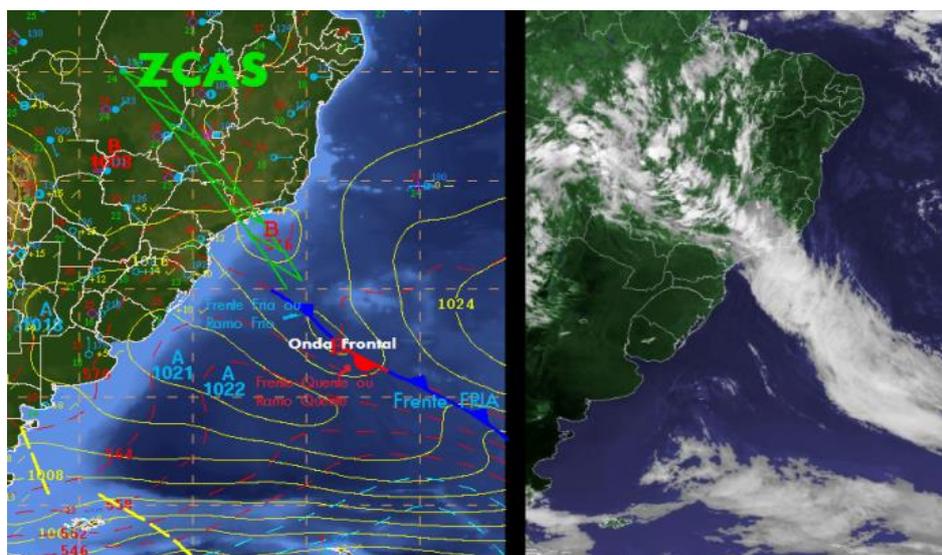
3.2.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

ZACS é caracterizada como uma banda persistente de precipitação e nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde o sul da Amazônia até o Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros. As primeiras observações da existência de uma proeminente

banda de nebulosidade com esta orientação sobre a América do Sul puderam ser feitas com uso sistemático das informações de satélites.

A ZCAS pode ser identificada por imagens de satélite diárias na banda do infravermelho ou utilizando ROL. As bandas de infravermelho demonstram através de uma análise indireta, a qualidade das nuvens e suas respectivas alturas, o que pode auxiliar na detecção de possíveis nuvens de chuvas.

Figura 34: Zona de Convergência do Atlântico Sul



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

Atualmente existem varias teorias para explicar a localização e a característica espacial da ZCAS. Estudos numéricos sugerem a importância das monções tropicais para manter as zonas de convergências subtropicais. Com uso de modelagem, Figueroa (1995), Satyamurty (1995) e Silva Dias (1995) mostraram que um forte aquecimento adiabático sobre a bacia Amazônica, é indispensável para a formação da ZCAS. Gandu e Silva Dias (1998) simularam, com modelo numérico de equações primitivas, o papel da assimetria das fontes de calor sobre a subsidência de grande escala. Eles encontraram que a assimetria da ZCAS é fundamental para o ramo de subsidência observado sobre o sul do Brasil e Argentina quando a ZCAS está inativa.

As observações indicam que ela tende a se posicionar mais ao N no início do verão, deslocando-se posteriormente para o S, podendo variar de

10° a 15° de latitude. Isto resulta em situações distintas para determinados locais, conforme a região onde ela estaciona. Além disso, esse sistema influencia um padrão de dipolo entre anomalias de precipitação nas regiões sul e sudeste do Brasil, pois observações indicam evidente associação entre períodos de enchentes de verão na região sudeste e veranicos na região sul com a permanência da ZCAS por períodos prolongados sobre a região sudeste. Por outro lado, períodos extremamente chuvosos no sul coincidem com veranicos na região sudeste, indicando a presença de ZCAS mais ao sul.

As variações da ZCAS podem ser atribuídas às frentes, mudanças dentro de uma estação, El Niño e La Niña, além de outros motivos.

Uma característica marcante dessa zona é sua persistência. Para a previsão suas aplicações podem acarretar dias causando precipitação generalizada e enchentes. Porém, a ZCAS pode se enfraquecer e inibir durante alguns dias a convecção. Nos dias em que esta ativa pode ter sua intensidade variada, podendo produzir dias nublados, chuviscos, chuvas fortes, complexos convectivos ou linhas de instabilidade. Essas variações e persistência podem ser influenciadas pela propagação de convecção intensa próxima ao Equador.

3.3 Sistema de Brisas

O desenvolvimento de atividades convectivas na costa afeta a navegação de cabotagem e é intensificada. Na costa, o processo se inicia pela manhã e desenvolve-se ao longo do dia, conforme o continente vai sendo continuamente aquecido pelo Sol. A existência de uma região com aquecimento mais acentuado que as regiões próximas resulta em um gradiente horizontal de temperatura e conseqüentemente em gradiente horizontal de pressão. É interessante, então, o navegante estar atento à ocorrência desses fatores na área marítima de seu interesse (LOBO et al., 2007).

A comparação entre a temperatura do ar à superfície e a TSM é de grande importância para o diagnóstico e o prognóstico do tempo. A TSM quase não apresenta variação de valor durante o dia e à noite, uma vez que a energia recebida da radiação solar é em grande parte utilizada na evaporação da água da superfície do mar. Essa transformação da água superficial do oceano em vapor d'água contribui significativamente para aumentar a umidade do ar atmosférico. Ao mesmo tempo, esse comportamento resulta numa variação muito lenta e gradual da TSM em períodos curtos, de poucos dias.

A brisa marítima é formada por ventos diurnos que sopram do mar para o continente. Isto ocorre devido à diferença de temperatura entre um e outro, com gradientes de temperatura e aproximadamente 1°C por 20km (ATKINSON, 1981). Para se aquecer, a água precisa de mais energia solar do que a terra. Embora ambas recebam a mesma quantidade de energia, a última se aquece mais porque o solo é mau condutor e concentra calor. A água é boa condutora e dispersa o calor para águas profundas. A temperatura mais alta da terra aquece o ar sobre ela deixando-o mais leve e tornando a pressão atmosférica menor do que sobre o oceano.

Durante a noite a situação se inverte, uma vez que a água do mar demora para resfriar porque as águas profundas mantem a temperatura noturna quase igual a diurna. O ar sobre o oceano é mais quente do que na terra. Então, como a pressão sobre o continente é mais elevada à noite, os ventos se dirigem para o mar, que tem pressão mais baixa, formando, assim, a brisa terrestre.

Com exceção de regiões sujeitas ao fenômeno da ressurgência (afloramento de águas frias profundas) o navegante pode se deparar com acentuadas variações de TSM ao longo de sua derrota, devido a oscilações nos limites de grandes correntes marítimas de temperaturas distintas daquelas do oceano circundante. A TSM tem muita importância na interação oceano-atmosfera, porque influencia de forma bastante significativa o resfriamento do ar, no caso de TSM mais fria, podendo resultar na formação de nevoeiro ou névoa. Quando a TSM é mais quente, pode intensificar os processos convectivos,

causando temporais e, até mesmo desenvolvimento de tormentas e furacões (quando a TSM é superior a 27°C).

Figura 15: Brisa Marítima e Terrestre



Fonte:

http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/geografia/093_climatologia/img/brisa_noite.jpg

4 PREVISÃO METEOROLÓGICA

Previsão meteorológica é feita a partir da coleta de dados atmosféricos e oceânicos, diariamente, em alguns casos até quatro vezes ao dia, e no mundo inteiro. Estes dados são concentrados em três grandes centros meteorológicos: Washington, Moscou e Melbourne. Eles são processados após passarem por um controle de qualidade sendo em seguida difundidos.

No Brasil, há cerca de dez anos, passamos a utilizar esta informação processada, o que resulta em mais qualidade nas previsões do que quando usávamos apenas dados coletados na América do Sul e sem um bom pré-processamento.

Para que seja realizada a previsão do tempo precisa-se reunir várias observações meteorológicas em conjunto. As observações de superfície e as sondagens de altitude são enviadas para centros coletores e depois para os centros nacionais. As informações de observações de aviões, navios, bóias, estações meteorológicas automáticas e balões são recolhidas via satélite.

4.1 Interpretação de Informações Meteorológicas

A previsão meteorológica de certa região pode ser encontrada através das cartas sinóticas, boletins meteorológicos, imagens satélites. A sua interpretação correta é de extrema relevância para uma navegação segura e é dever do oficial de náutica seu conhecimento. A previsão deve ser consultada antes de se plotar uma rota e durante a viagem. A observação do céu também deve ser feita pelo oficial de quarto, atentando para qualquer mudança no tempo.

4.1.1 Cartas Sinóticas

As cartas sinóticas são recebidas por fac-símile, internet ou obtidas a partir da plotagem da Parte V dos boletins meteorológicos transmitidos pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Os detalhes de horários,

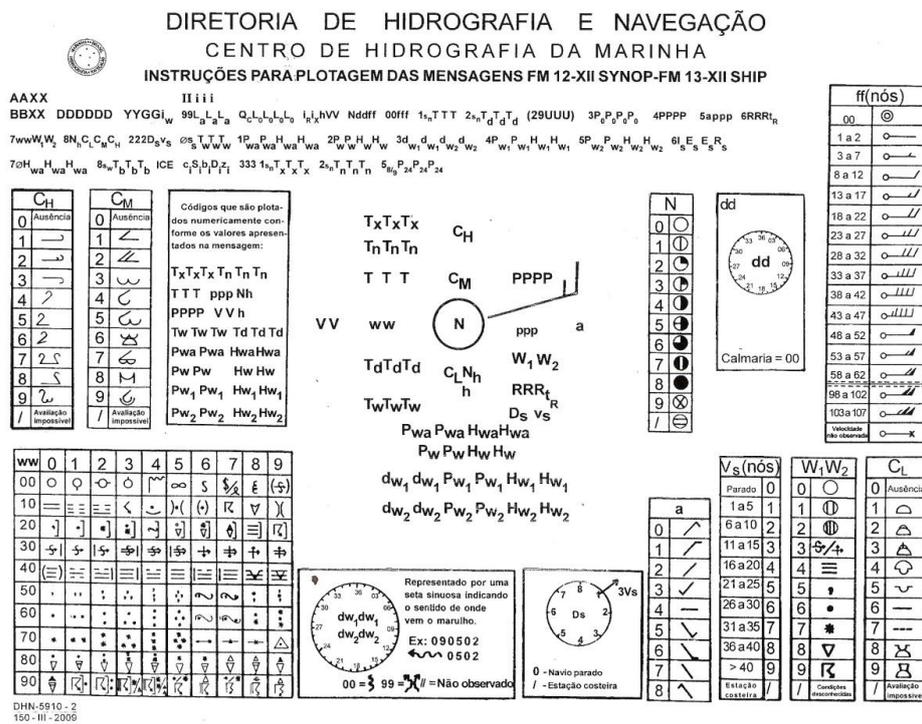
frequências, potências de transmissão são encontrados em publicações da OMM ou na Lista de Auxílio-Rádio publicada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

Devem ser utilizadas como base para a previsão do tempo na área onde está o navio, em conjunto com as variações dos parâmetros meteorológicos observados a bordo. Tais cartas apresentam as condições momentâneas de um determinado espaço na atmosfera, como a pressão atmosférica, direção e intensidade dos ventos, a presença de frentes e outros.

A carta sinótica e a previsão do tempo possuem uma conectividade desde meados do século XIX. Segundo Puigcerver (1979), foi Heinrich Wilhelm Brandes (1777- 1834), um físico alemão, meteorologista e astrônomo, que desenhou a primeira carta sinótica em torno de 1820 e até a definição de um modelo internacionalmente aceito ocorreram muitas mudanças.

Estações Meteorológicas de Superfície (EMSs) ligadas a uma rede central são as fontes de dados das cartas sinóticas, cuja transmissão desses dados é padronizada pelo código SYNOP.

Figure 16: Código SYNOP



Fonte: <http://meteoro.cefet-rj.br>

Estas codificações são elaboradas dentro das horas sinóticas (00; 03; 06; 09Z...) por todas EMSs civis ou militares, em aeródromos, portos ou não, que façam parte da rede Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Este código registra as tendências das últimas horas e a variabilidade da pressão atmosférica.

A OMM elaborou o sistema-padrão de símbolos para a plotagem de fenômenos e demais dados meteorológicos numa carta sinótica.

Figura 17: Símbolos presente em uma carta sinótica



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

A carta sinótica não tem longa validade, pois a informação representada nela refere-se ao agora. Considera-se uma validade de no máximo seis horas para uma carta sinótica de determinado horário, já que

alguns fenômenos levam mais tempo para se definirem. Cuidado especial deve ser dado às Cumulonimbus (CBs) isoladas que possuem uma vida madura de uma ou no máximo duas horas. Apesar disto, é dos melhores instrumentos para analisar o tempo de uma região.

Nas cartas existe a possibilidade de informações sobre isóbaras ou isotermas. Mapeando o campo de pressão atmosférica, é possível avaliar localização e deslocamento dos centros béricos. É possível também encontrar gradientes térmicos acentuados e verificar a localização e traçado de frentes.

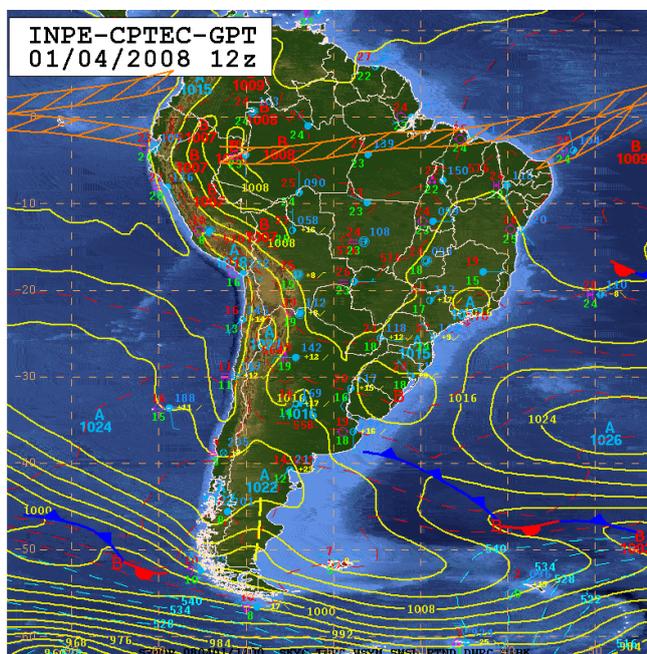
Ao analisar uma carta sinótica, os oficiais de náutica devem atentar às informações pertinentes as linhas isóbaras que permitem acompanhar a formação e evolução das depressões barométricas e a marcha das massas de ar de suas frentes, como os ventos (sentido e velocidade), pressões atmosféricas, gradientes de pressão, localização dos centros de baixa e alta pressão; informações sobre isotermas, como traçado praticamente latitudinal, poucos núcleos fechados em altas latitudes, grandes gradientes com aumento da latitude. Com o traçado das frentes deve-se observar que o núcleo de baixa sempre aproxima a frente fria, as isóbaras cruzam praticamente perpendiculares à frente fria, mudanças da temperatura do ar significativas, entre outros.

As isóbaras são linhas que, num mapa, unem os pontos de igual pressão atmosférica ao nível do mar. Os ventos sopram quase exatamente ao longo das isóbaras, com baixa pressão à direita no HS e à esquerda no HN. Quando as isóbaras aparecem muito juntas uma das outras indicam bruscas variações de pressão; quando estão espaçadas, variações lentas. Se a pressão aumenta do exterior para o centro há indicação de anticiclone; em caso inverso, um ciclone. Um eixo de altas pressões indica uma crista barométrica; ao contrario, um eixo de baixas pressões representa um cavado barométrico.

As isotermas são linhas que ligam as localidades que apresentam igual temperatura reduzida ao nível do mar. O exame da distribuição das isotermas na carta revela a influência dos diferentes fatores que atuam sobre a

temperatura, tais como latitude, continentalidade, correntes marítimas, entre outros.

Figura 18: Carta Sinóica



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

4.1.2 Imagens Satélites

A meteorologia estudada por meio de imagens satélites oferece auxílio à previsão, balanços de energia, ventos, precipitação, estrutura térmica e de vapor d'água na atmosfera na navegação.

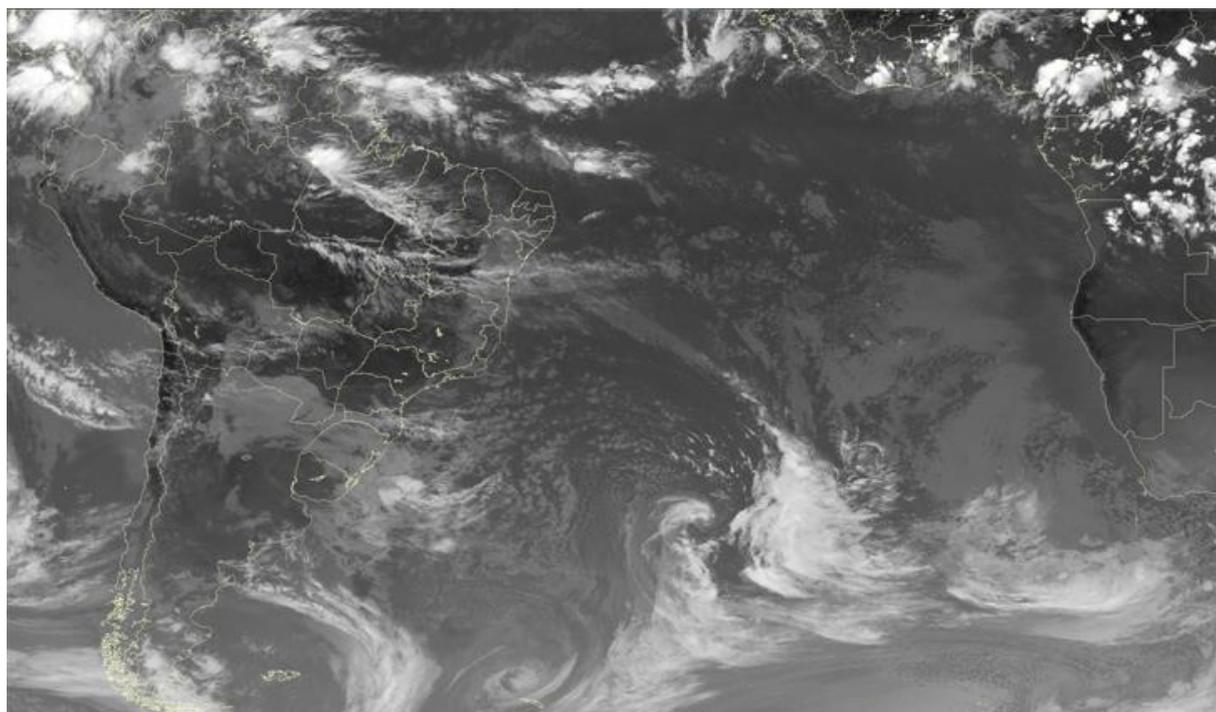
As estações de superfície, navios, bóias, balões, aviões, etc., fornecem informações a respeito da temperatura, umidade, vento, pressão e nuvens, mas nada sobre precipitação, mesmo porque esta varia de lugar para lugar. Para obtermos mais informações a respeito disto é utilizado o radar meteorológico, o qual é o meio técnico mais potente para medições de chuva.

Os ventos deduzidos através de uma análise da trajetória das nuvens via satélites geoestacionários são uma importante fonte de informações para a previsão numérica do tempo. Estes ventos são, na sua maioria, os mais

importantes provenientes de regiões tropicais onde as observações convencionais são esparsas, sendo de extrema relevância principalmente no HS, devido à grande área banhada pelos oceanos (SCHMETZ, 1986).

Uma das limitações deste método é a necessidade de nuvens para sua aplicação, contudo é possível que a análise seja aplicada as imagens de vapor d'água.

Figura 19: Imagem Satélite



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

4.1.3 Boletim Meteorológico

O Boletim Meteorológico, conhecido também por Meteoromarinha, é transmitido em “broadcast” por estações de rádio a intervalos regulares. Os detalhes de horários, frequências, potências, entre outros são encontrados em publicações da OMM e também na Lista de Auxílio-Rádio, publicada pela DHN.

O Meteoromarinha é dividido em seis partes. São elas:

Parte I: avisos de mau tempo;

Parte II: resumo descritivo do tempo;

Parte III: previsão do tempo para áreas de responsabilidade do país que emite;

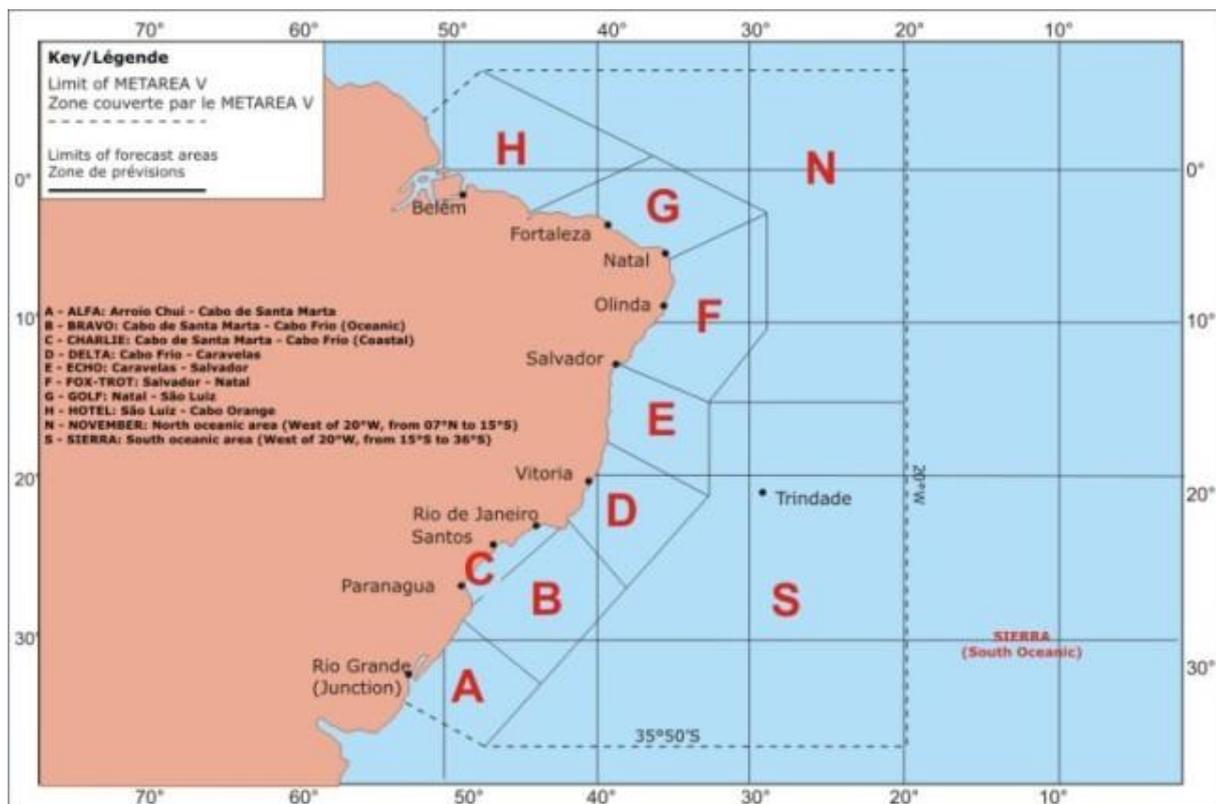
Parte IV: análise sinótica da carta de superfície que deu origem ao boletim, em forma resumida e codificada;

Parte V: mensagens "SHIP";

Parte VI: mensagens "SYNOP" de estações de terra significativas;

As Partes I, II e III são repetidas em inglês após a Parte VI. Quando não há aviso de mau tempo é usada a expressão NIL ou NÃO HÁ. No Brasil, as áreas de previsão do tempo são ALFA (do Arroio Chuí ao Cabo de Santa Marta Grande), BRAVO (do Cabo de Santa Marta Grande ao Cabo Frio oceânico), CHARLIE (do Cabo de Santa Marta Grande ao Cabo Frio costeira), DELTA (do Cabo Frio a Caravelas), ECHO (de Caravelas a Salvador), FOXTROT (de Salvador a Natal), GOLF (de Natal a São Luís), HOTEL (de São Luís ao Cabo Orange), NOVEMBER (Norte Oceânica), SIERRA (Sul Oceânica).

Figura 20: Áreas de previsão do tempo



Fonte: <http://www.clubedoarrais.com>

4.1.4 Modelo de Ondas

O modelo de ondas estima as condições do mar através das características das ondas superficiais, sendo mais uma fonte de informações meteorológicas relevantes para os marítimos que faz parte de um conjunto de diretrizes que prezam pela segurança em atividades marítimas.

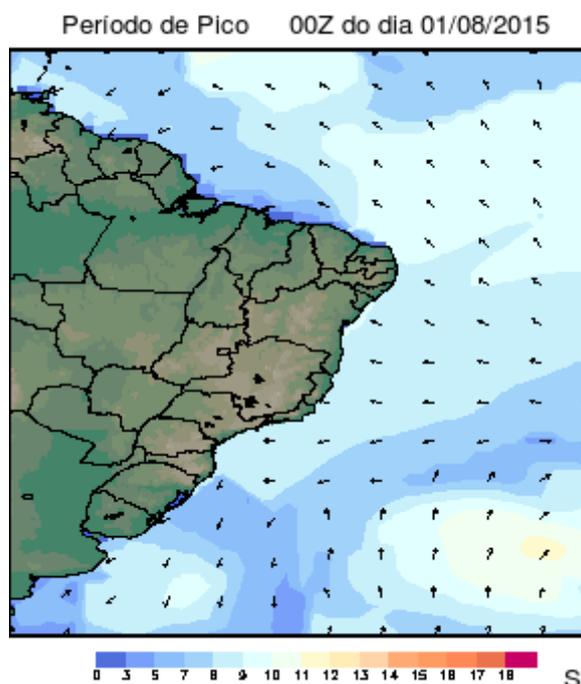
Modelos numéricos vêm sendo desenvolvidos há aproximadamente cinquenta anos, cujos avanços contínuos resultaram nos atuais modelos de terceira geração (KOMEN et al., 1994).

O modelo de ondas é apropriado para águas acima de quarenta metros de profundidade.

O principal agente formador de ondas é o vento atuando sobre a superfície do mar. Assim, a qualidade das estimativas feitas pelo modelo está intimamente

relacionada a ele. Trabalhos como os de Teixeira et al. (1995) e Holthuijsen et al (1996), mostram que os erros nas estimativas do vento são umas das principais causas das incertezas nas estimativas das ondas.

Figura 21: Modelo de ondas



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

4.1.5 Modelo de Ventos

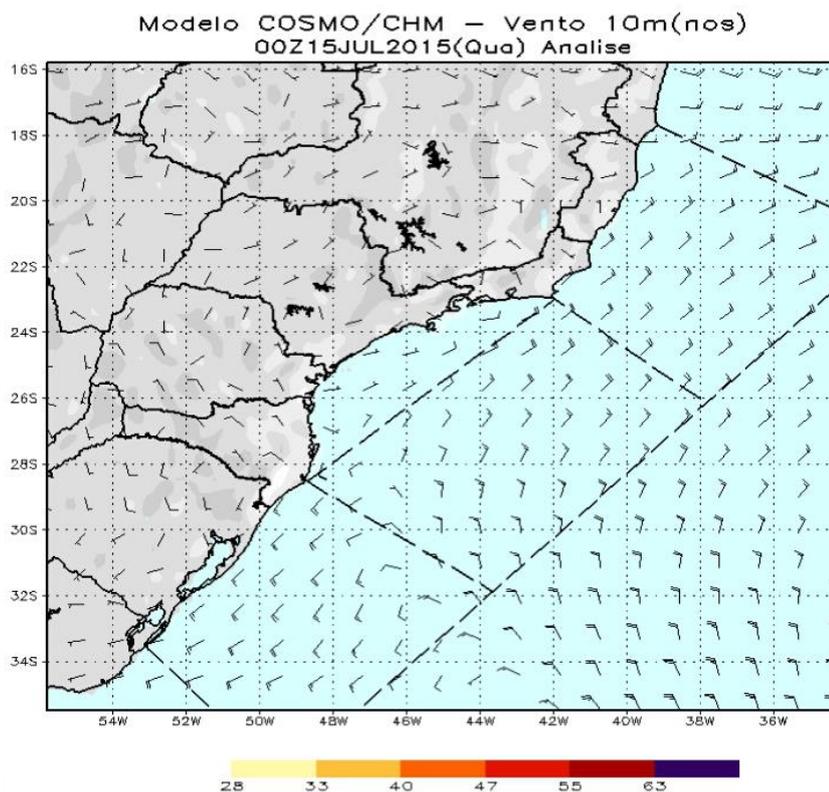
O modelo atmosférico global para a previsão do tempo é um código computacional que representa aproximações numéricas de equações matemáticas, equações estas representativas das Leis Físicas que regem os movimentos da atmosfera e as interações com a superfície. O cálculo é feito para até dez dias de previsão.

Existe também o modelo atmosférico regional para previsão do tempo que é semelhante ao modelo global, porém para um domínio geográfico limitado, sendo o cálculo feito para três dias. Calcula-se a temperatura, umidade, direção e velocidade dos ventos e a altura geopotencial.

O modelo acoplado atmosfera-oceano global para previsão do tempo é um código computacional que representa aproximações numéricas de

equações matemáticas que regem o movimento da atmosfera, dos oceanos e das interações entre estes dois fluídos e entre a superfície dos continentes e a atmosfera. O calculo é feito para um período de poucos meses a anos.

Figura 42: modelo de ventos



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

5 A INFLUÊNCIA DA PREVISÃO METEOROLÓGICA EM ACIDENTES

Como visto anteriormente, são muitos os fenômenos meteorológicos que podem afetar a navegação marítima. Quando há descuido por parte do comandante e/ou despreparo do oficial de náutica, a viagem juntamente com toda a embarcação e seus tripulantes são colocados em risco, ocasionando acidentes marítimos devido à falta de análises e considerações meteorológicas.

Durante a história da navegação, diversos acidentes foram ocasionados pela fortuna do mar. Como exemplos tem o R/E “IRACEMA VI” o qual, segundo consta no processo do Tribunal Marítimo, sofreu sucessivas colisões com o cais, seguida de água aberta e naufrágio parcial de embarcação atracada. Ação de fortes ventos, provocando ondas e marolas de altura considerável jogaram a embarcação contra o seu cais de atracação, vindo a romper o casco.

Outro evento aconteceu, em 1963, com o MV TRITONICA envolvendo mais duas embarcações. Devido à escuridão da noite e uma densa neblina que cobria o Rio São Lourenço, nos EUA, houve um abalroamento entre os navios Tritonica e Roonagh Head, resultando em quinze pessoas desaparecidas. Mesmo afundando completamente em oito minutos, a superestrutura do Tritonica ainda estava a uma profundidade muito pequena, o que fez com que o terceiro navio, o espanhol Conde de Fontamar, atingisse-a ao passar pelo local.

Em 1911, o navio Sechelt passou pelo estreito de Juan de Fuca, onde foi atingido por fortes ondas e ventos. Testemunhas dizem que a embarcação foi atingida por uma onda gigante por boreste, fazendo-a inclinar quase 45° na direção oposta, causando o afundamento do navio. Nenhum dos seus quatro tripulantes e vinte passageiros sobreviveram, bem como nenhum corpo foi encontrado.

Este ano, 2015, o MV CEMFJORD, que transportava duas mil toneladas de cimento da Dinamarca para a Inglaterra, emborcou a quinze milhas da Escócia devido ao mau tempo da região. Nenhum dos oito

tripulantes jamais foram encontrados. Apesar de todos os recursos avançados presentes atualmente nas embarcações mercantes, acidentes marítimos por fortuna do tempo ainda acontecem nos dias de hoje.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou os principais fenômenos meteorológicos, suas formações e condições atmosféricas favoráveis para seus acontecimentos. Além de apresentar os diversos meios de previsão meteorológica dispostos a bordo de todas as embarcações mercantes, os quais auxiliam no planejamento de derrotas, entradas e saídas de portos, aproximações de embarcações offshore a plataformas, chegada da carga ao seu destino, até mesmo em uma mudança repentina de tempo, entre outras.

O maior objetivo desta pesquisa é conscientizar os navegantes, principalmente oficiais de náutica, da relevante influência que a meteorologia tem no dia-a-dia a bordo de um navio, esteja ele parado ou com os motores “full ahead”, uma vez que, mesmo nos dias atuais com a presença de meios avançados a bordo como o meteoromarinha e os avisos de mau tempo, as cartas sinóticas juntamente com as imagens satélites, ainda ocorrem muitos acidentes envolvendo embarcações marítimas por fortuna do mar, sendo, às vezes, grandes tragédias, como visto anteriormente.

O conhecimento não só dos fenômenos e sistemas, das regiões e suas possíveis atividades atmosféricas, mas também saber interpretar corretamente as previsões do tempo e saber como agir frente a uma tormenta ou mau tempo, manobrando rápida e corretamente, é de suma importância para a segurança da embarcação, dos tripulantes, passageiros, do meio ambiente, e de grande valia para que o tempo gasto na viagem seja o mínimo possível, sendo esta mais econômica.

Vale ressaltar que, antes do fortuna do mar, o principal motivo dos acidentes é a imprudência. O navegante não deve jamais ficar desatento durante seu serviço. Ele deve estar atento a qualquer informação meteorológica transmitida ao navio e observar o tempo ao seu redor, tendo segurança e certeza em suas conclusões e decisões.

Este tema foi escolhido por mim por ter imensa relevância na minha profissão mercante, por sua necessária compreensão para que seja feita uma

navegação confiável. Também por ser um assunto interessante que abrange o dia-a-dia de todos que vivem no planeta Terra.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>> Acessado em 23/04/2015
- ATKINSON, B. Meso-Scale atmospheric circulations. Academic Press, London. 1981.
- BJERKNES, J. On the structure of moving cyclones. Geofysiske Publikationer, v. 1, n. 2, p. 1-8, 1919.
- CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA – Serviço Meteorológico. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>> Acessado em 5/05/2015
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>> Acessado em 16/07/2015
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br>> Acessado em 16/07/2015
- DELRIEU, G.; BELLON, A.; CREUTIN, J. Estimation des lames d'eau spatiales à l'aide de données de pluviomètres et de radar météorologique. **Journal of Hydrology**, p. 315-344, 1988.
- ESTOQUE, M. A.; DOUGLAS, M. **Structure of the Intertropical Zone over the GATE** área. *Tellus*, v. 1, p. 55-61, 1978.
- FEDOROVA, N. **Meteorologia Sinótica**. Publicada pela UFPEL, Pelotas, v. 1, 1999.
- FERREIRA, N. J., CHAN, C. S. & SATYAMURTY, P. Análise dos distúrbios ondulatórios de leste sobre o oceano Atlântico Equatorial Sul, **XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Rio de Janeiro, p. 462-466, 1990.
- FIGUEROA, S. N., SATYAMURTY, P. e SILVA DIAS, P. L. S. Simulations of the summer circulation over the South American region with an ETA coordinate model. *J. Atmos. Sei.*, 52, 1573-1584, 1995.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 103, n.435, p. 77-92, 1977.

HASTENRATH, S.; LAMB, L. Some aspects of circulation and climate over the eastern equatorial Atlantic. **Monthly Weather Review**, v. 105, n. 8, p. 1019-1023, 1977.

HASTENRATH, S. **Climate Dynamics of Tropics**. Kluwer, Dordrecht. p. 488.

LOBO, Paulo Roberto Valgas. **Meteorologia e Oceanografia: usuário navegante**. Rio de Janeiro: FEMAR, 1999.

OLIVEIRA, Vinícius. **Influência do oceano Atlântico Sul na precipitação do Brasil com ênfase no Rio Grande do Sul**. 2010. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

PETTERSEN, S. **Weather Analysis and Forecasting**. McGraw-Hill, New York, v. 1, 1956.

RIEHL, H. **Introduction to the atmosphere**. McGraw-Hill, New York, v. 2, 1972.

SAUVEGEOT, H. Radarmétéorologie, télédétection active de l'atmosphère. Éditions Eyrolles et CNET. ENST, Paris. 1982.

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte e nordeste do Brasil. Parte I: A posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. *Climanálise*, 4(7), p. 34-40, 1989.

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte e nordeste do Brasil. Parte II: A influência dos ventos e TSM do Atlântico Tropical. *Climanálise*, 4(10), p. 39-48, 1989.

VIANELLO, R. L. **Meteorologia básica e aplicações**. UFV, Visçosa, p. 449, 1991.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; SILVA DIAS, P. L.; SILVA DIAS, M. A. F. A Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e suas relações com a chuva no Ceará (1964-1998). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 15, n. 1, p. 27-43, 2000.