

CICLONES SUBTROPICAIS*

WALID MAIA PINTO SILVA E SEBA**
Capitão de Fragata

RODRIGO DE SOUZA BARRETO MATHIAS***
Capitão-Tenente (T)

FELLIPE ROMÃO SOUSA CORREIA****
Segundo-Tenente (RM2-T)

SUMÁRIO

Introdução
Histórico
Os ciclones subtropicais
Monitoramento
Considerações finais

INTRODUÇÃO

Os meses de fevereiro e março do ano de 2015 foram marcados pela formação de dois ciclones anômalos sobre o Oceano Atlântico Sul. O Serviço Meteorológico

Marinho (SMM) brasileiro, operado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), classificou estes ciclones como tempestades subtropicais e os nomeou como “Bapo” e “Cari” (Figura 1). Os nomes fazem parte de uma lista em tupi-guarani e foram definidos

* N.R.: Título original: Monitoramento de ciclones subtropicais pelo Serviço Meteorológico Marinho brasileiro no ano de 2015.

** Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação (2001) e mestre em Meteorologia com ênfase em Previsão do Tempo pelo Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (2010). Foi Encarregado da Divisão de Previsões Meteoceanográficas do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), entre janeiro de 2015 e abril de 2016.

*** Graduado em Meteorologia (2009) e Mestre em Meteorologia (2012) pela UFRJ. Meteorologista do CHM desde janeiro de 2011.

**** Graduado em Meteorologia (2013) e Mestre em Meteorologia (2016) pela UFRJ. Meteorologista do CHM desde julho de 2015.

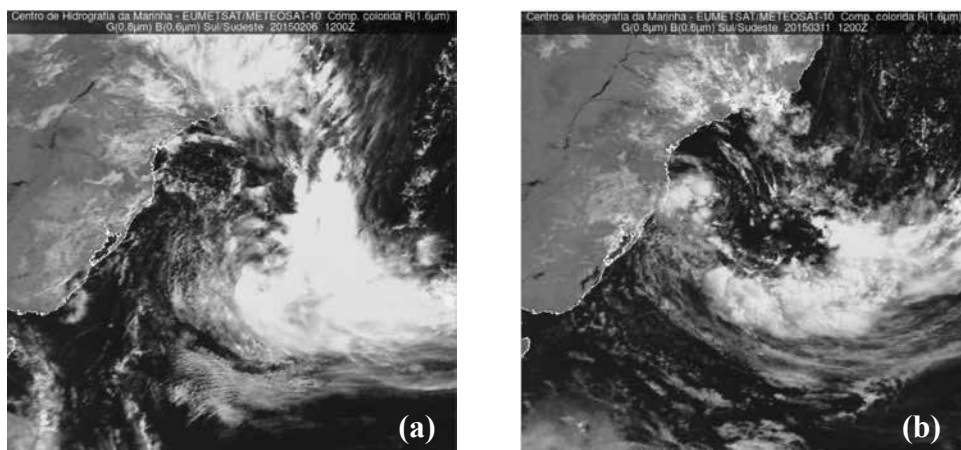


Figura 1 – Imagem do satélite Meteosat-10 no canal visível realçado para os dias: (a) 6/2/2015 (1200Z) e (b) 11/3/2015 (1200Z), representando os ciclones Bapo e Cari, respectivamente

pela Marinha do Brasil (MB) em conjunto com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), para serem atribuídos a possíveis ciclones tropicais ou subtropicais que venham a se formar sobre a área marítima de responsabilidade do Brasil (Metarea V). A lista completa dos nomes consta nas Normas da Autoridade Marítima para as Atividades de Meteorologia Marítima (Normam-19).

Em cumprimento à Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (Solás), cabe à Marinha do Brasil o monitoramento das condições meteorológicas sobre a Metarea V, bem como a elaboração e a disseminação de boletins de previsão do tempo e mar, avisos de mau tempo e cartas meteorológicas. Portanto, é de responsabilidade da MB a classificação de ciclones desta natureza, de acordo com a intensidade e as características de formação, inclusive a emissão de avisos especiais que possam alertar os navegantes sobre a atuação desses sistemas meteorológicos sobre o mar.

HISTÓRICO

Os ciclones que atuam em todo o planeta recebem diferentes classificações, de acordo com o seu local de formação e deslocamento, suas características dinâmicas e a intensidade dos ventos observados à superfície. Basicamente, os ciclones são classificados como tropicais e extratropicais, de acordo com a faixa de latitudes onde se formam, tropical ou extratropical, respectivamente. Os ciclones tropicais mais intensos são mais conhecidos como furacões ou tufões. Já os ciclones extratropicais estão geralmente associados a um sistema frontal, apresentando uma frente fria, uma frente quente e evoluindo para uma frente oclusa.

A região tropical do Oceano Atlântico Sul não é favorável à formação de furacões e tempestades tropicais. De acordo com a literatura, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) em torno de 26°C ou 27°C é condição necessária para o desenvolvimento de ciclones tropicais¹. Porém não bastam águas quentes para que os ciclones tropicais

¹ PALMÉN, E.: *On the Formation and Structure of Tropical Hurricanes*. Geophysica 3, 1948.

se formem, já que o Atlântico Equatorial, nas proximidades das regiões Norte e Nordeste do Brasil, comumente atinge esse patamar de temperaturas, entretanto não são observados furacões nestas áreas. Para formação de furacões também são necessárias algumas condições dinâmicas e termodinâmicas da atmosfera que, no Atlântico Sul, raramente são satisfeitas. Já o Atlântico Norte e o Mar do Caribe possuem atividade de ciclones tropicais entre os meses de junho e novembro, pois as suas águas são mais aquecidas e os outros fatores mencionados também são favoráveis à formação e sustentação desses ciclones.

Porém a formação, em março de 2004, de um ciclone com características tropicais que atingiu a costa do Brasil e ficou conhecido como Furacão Catarina causou perplexidade na comunidade científica e muitos estragos nas cidades litorâneas do norte do estado do Rio Grande do Sul e do sul de Santa Catarina. O “fenômeno” Catarina teve sua origem em um ciclone extratropical, ou seja, inicialmente era um sistema de baixa pressão atmosférica associado a uma frente fria. Após a oclusão e a dissipação do sistema frontal, o ciclone começou um movimento incomum de leste para oeste, ao mesmo tempo em que ocorria em sua estrutura uma lenta transição de um tipo clássico de ciclone extratropical para um ciclone com características híbridas. Ou seja, apresentava características extratropicais e tropicais. Tal transição esteve associada à passagem do ciclone sobre águas mais aquecidas e à formação de bandas de nuvens do tipo *cumulonimbus*, que levou à liberação de grande quantidade de energia na atmosfera, na forma de calor latente de condensação, e à situação dinamicamente favorável da atmosfera em todos os seus níveis. A nebulosidade vista a partir de satélites meteorológicos era muito semelhante àquela dos furacões que atin-

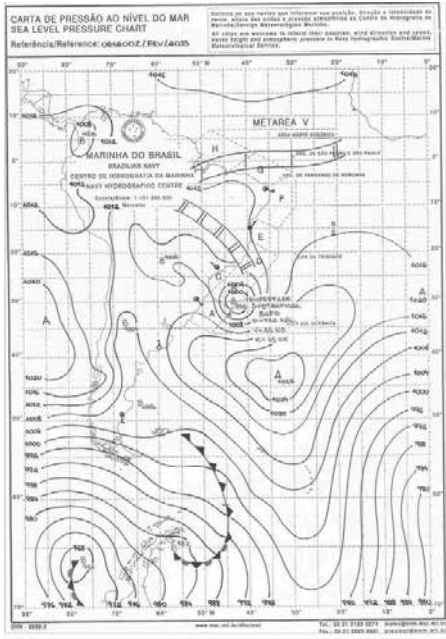
gem outras partes do mundo, com bandas espiraladas de nuvens e a formação de um “olho”, indicando ausência de nuvens na sua parte central.

Somando-se à grande quantidade de energia disponível já mencionada, o Catarina se manteve intacto por alguns dias, também pelo fato da Região Sul do Brasil e o oceano adjacente estarem sob o efeito de um baixo cisalhamento vertical do vento, ou seja, o vento estava fraco e não mudava sua direção e intensidade ao longo de toda troposfera. Os ciclones tropicais se formam preferencialmente sob fraco cisalhamento vertical do vento. Já os ciclones extratropicais (com frentes frias) normalmente estão associados a forte cisalhamento, que é evidenciado pelo aparecimento das chamadas “correntes de jato” de altos níveis atmosféricos sobre as frentes.

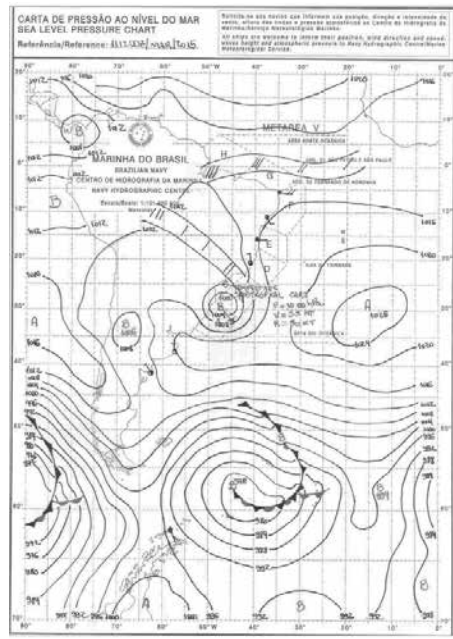
Segundo o National Hurricane Center (NHC), órgão americano que realiza o acompanhamento e a previsão de ciclones tropicais nos Oceanos Atlântico e Pacífico, o Furacão Catarina atingiu a categoria 2 na escala Saffir-Simpson para classificação de furacões, com ventos sustentados de até 180 km/h. As condições atmosféricas anômalas permitiram que o ciclone evoluísse, atingindo seu máximo de intensidade no dia 28 de março de 2004, quando penetrou o Sul do Brasil e perdeu intensidade até desorganizar-se. O fenômeno adverso ocasionou algumas mortes e danos generalizados às construções litorâneas e deixou diversas pessoas desabrigadas.

OS CICLONES SUBTROPICAIS

Os ciclones subtropicais não são caracterizados como ciclones extratropicais, que estão associados a frentes frias e que são mais comuns sobre a Metarea V, nem como ciclones tropicais, mais conhecidos como furacões. Na prática, eles apresentam carac-



(a)



(b)

Figura 2 – Cartas sinóticas divulgadas pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) para os dias: (a) 6/2/2015 (1200Z) e (b) 11/3/2015 (1200Z), representando os ciclones Bapo e Cari, respectivamente

terísticas parciais de ciclones extratropicais e tropicais, e também podem apresentar severas condições meteorológicas sobre o mar, o que representa grande ameaça à navegação.

De maneira geral, os ciclones subtropicais possuem o núcleo quente restrito à baixa atmosfera (até o nível de 600 hPa aproximadamente) e, ao contrário dos ciclones extratropicais, realizam pouco ou nenhum transporte de temperatura, uma vez que eles se formam em regiões com fraco gradiente térmico². Apesar de, segundo a literatura, haver o registro de ciclones subtropicais sob várias condições de cisalhamento vertical do vento, os ciclones subtropicais normalmente possuem fraco cisalhamento

vertical do vento³. Além disso, a liberação de calor latente das nuvens pode exercer importante papel em sua intensificação, como nos ciclones tropicais. Muitas vezes, nas imagens de satélite, a organização das nuvens nos ciclones subtropicais lembra uma frente fria, apesar de realmente não haver uma. Os ciclones subtropicais não possuem bandas de nuvens espiraladas, nem a formação de um “olho”, como ocorrem nos ciclones tropicais. Portanto, como é possível notar, trata-se de um ciclone que mescla características tropicais e extratropicais.

Os ciclones subtropicais são classificados como depressões subtropicais quando

2 HART, R. E.: *A Cyclone Phase Space Derived from Thermal Wind and Thermal Asymmetry*. Mon. Wea. Rev., 131, 585-616, 2003.

3 EVANS, J.L. e A. BRAUN: “A Climatology of Subtropical Cyclones in the South Atlantic”. *J. Climate*, 25, 7328–7340, 2012.

METAREA V
AVISO NR 098/2015
AVISO ESPECIAL
SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO DA MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA
EMITIDO ÀS 1530 HMG - SEX - 06/FEV/2015
TEMPESTADE SUBTROPICAL "BAPO" COM PRESSÃO CENTRAL DE 996 HPA EM 305043W, MOVENDO-SE COM 10/15 NÓS PARA SUL/SUDOESTE ASSOCIADO A VENTOS FORÇA 7/8 COM RAJADAS FORÇA 9/10 AFETANDO A ÁREA ALFA A LESTE DE 050W, ÁREA BRAVO AO SUL DE 28S E LESTE DE 043W E ÁREA SUL OCEÂNICA A OESTE DE 035W. POSIÇÃO ESTIMADA EM 071200 HMG - 345044W. NÃO É ESPERADO QUE O CENTRO DO CICLONE ATINJA A REGIÃO COSTEIRA.
VÁLIDO ATÉ 080000 HMG.

METAREA V
AVISO NR 106/2015
AVISO ESPECIAL
SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO DA MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA
EMITIDO ÀS 1300 HMG - SAB - 07/FEV/2015
TEMPESTADE SUBTROPICAL "BAPO" COM PRESSÃO CENTRAL DE 992 HPA EM 348044W, MOVENDO-SE COM 05/10 NÓS PARA SUL/SUDESTE ASSOCIADO A VENTOS FORÇA 7/8 COM RAJADAS FORÇA 9 AFETANDO A ÁREA ALFA A LESTE DE 050W, ÁREA BRAVO AO SUL DE 30S E ÁREA SUL OCEÂNICA A OESTE DE 030W. NÃO É ESPERADO QUE O CENTRO DO CICLONE ATINJA A REGIÃO COSTEIRA. POSIÇÃO ESTIMADA EM 080000 HMG - 355043W.
VÁLIDO ATÉ 080000 HMG.
ESTE AVISO SUBSTITUI O AVISO NR 098/2015.

METAREA V
AVISO NR 170/2015
AVISO ESPECIAL
SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO DA MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA
EMITIDO ÀS 0200 HMG - QUA - 11/MAR/2015
TEMPESTADE SUBTROPICAL "CARI" COM PRESSÃO CENTRAL DE 1000 HPA EM 295046W, MOVENDO-SE COM 05 NÓS PARA SUL/SUDOESTE ASSOCIADO A VENTOS FORÇA 7/8 COM RAJADAS FORÇA 9/10 AFETANDO A ÁREA ALFA AO NORTE DE 34S, ÁREA BRAVO AO SUL DE 28S E ÁREA SUL OCEÂNICA A OESTE DE 038W. POSIÇÃO ESTIMADA EM 111200 HMG - 305046W.
VÁLIDO ATÉ 120000 HMG.

METAREA V
AVISO NR 171/2015
AVISO ESPECIAL
SERVIÇO METEOROLÓGICO MARINHO DA MARINHA DO BRASIL
CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA
EMITIDO ÀS 1330 HMG - QUA - 11/MAR/2015
TEMPESTADE SUBTROPICAL "CARI" COM PRESSÃO CENTRAL DE 1000 HPA EM 295047W, MOVENDO-SE COM 05 NÓS PARA SUDESTE ASSOCIADA A VENTOS FORÇA 7/8 COM RAJADAS FORÇA 9/10 AFETANDO A ÁREA ALFA AO NORTE DE 34S, ÁREA BRAVO AO SUL DE 27S E ÁREA SUL OCEÂNICA A OESTE DE 038W. POSIÇÃO ESTIMADA EM 121200 HMG - 315045W.
VÁLIDO ATÉ 121200 HMG.
ESTE AVISO SUBSTITUI O AVISO NR 170/2015.

Figura 3 - Avisos de mau tempo especiais divulgados pelo Serviço Meteorológico Marinho (SMM) devido à atuação dos ciclones Bapo (avisos NR 098/2015 e NR 106/2015) e Cari (avisos NR 170/2015 e NR 171/2015) sobre a Metarea V

os ventos sustentados observados à superfície são de até 33 nós, passando à categoria de tempestades subtropicais quando os ventos ultrapassam este limiar.

MONITORAMENTO

Os ciclones subtropicais Bapo e Cari se formaram nas proximidades da costa do Sudeste brasileiro, em fevereiro e março de 2015, respectivamente, e, ao se deslocarem para o sul, alcançaram a categoria de tempestades subtropicais, como pode ser visto nas respectivas cartas sinóticas divulgadas pelo CHM (figura 2). A classificação destes ciclones como tempestades subtropicais foi feita a partir de dados observados por embarcações nas proximidades do ciclone e estimativas de vento realizadas por escatêrometros a bordo de satélites.

A partir da caracterização do ciclone por meio de dados observacionais, as previsões do seu deslocamento, de ventos e da agitação marítima foram realizadas por meio de modelagem atmosférica e de ondas do

CHM, servindo de base para a elaboração de avisos de mau tempo aos navegantes.

O ciclone Cari, que afetou a região costeira do Sul do Brasil, se deslocou próximo ao litoral dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocasionando grandes acumulados de chuva e alagamentos em diversas cidades catarinenses e ventos intensos em alto-mar, com rajadas de até 50 nós, que provocaram agitação marítima e ressaca na costa dos dois estados. Já o ciclone Bapo, mais afastado da costa, ocasionou ventos fortes e grandes ondas apenas em alto-mar, tendo pouca influência na região litorânea. O SMM emitiu avisos de mau tempo especiais (figura 3), no intuito de alertar os navegantes sobre a intensidade do vento, a altura de ondas e a trajetória desses ciclones, além de representá-los em suas análises sinóticas sobre as cartas de pressão ao nível do mar.

O que havia em comum durante a ocorrência das duas tempestades subtropicais era a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é um sistema

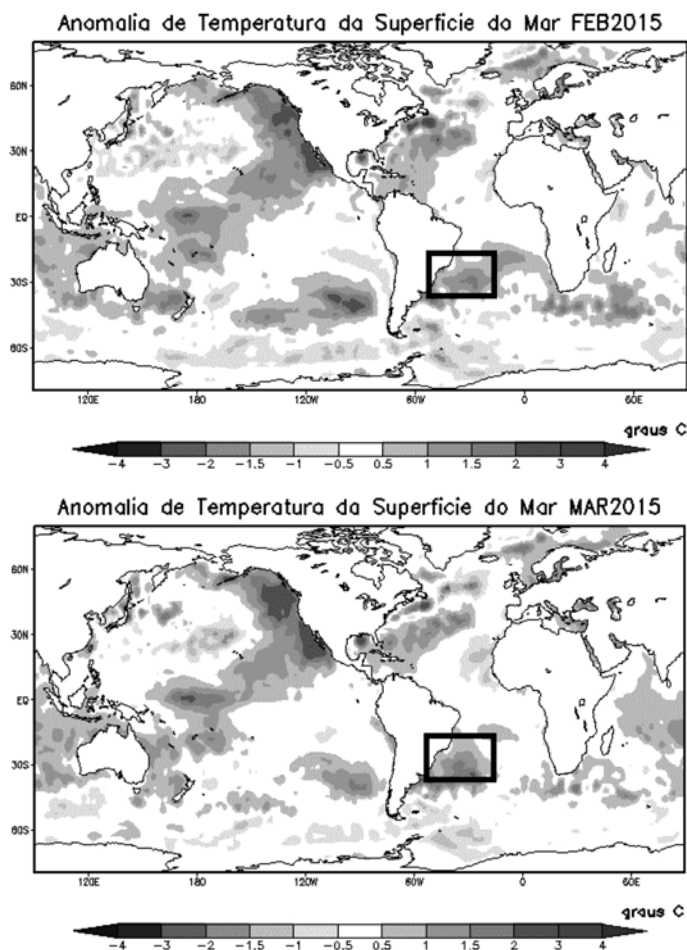


Figura 4 – Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para os meses de fevereiro (superior) e março (inferior) de 2015. Fonte: CPTEC/INPE.

meteorológico característico do verão na América do Sul e que favorece o transporte de umidade da região amazônica em direção ao Oceano Atlântico Sul, passando pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Além disso, a porção sudoeste do Atlântico apresentava anomalias positivas de TSM (figura 4), representando uma fonte de energia para tais sistemas. O campo de anomalia de TSM ilustra como a região em destaque (retângulo preto) apresentava temperaturas

acima da média de até 1,5°C em fevereiro de 2015 e de até 2,0°C em março de 2015.

A ocorrência de duas tempestades subtropicais em um mesmo ano, com apenas um mês de diferença entre cada uma, pode estar associada às elevadas TSM registradas em fevereiro e março sobre as áreas marítimas adjacentes ao Sul e Sudeste do Brasil, que serviram de combustível para os ciclones, e às condições dinâmicas da atmosfera que favoreceram a formação e o deslocamento de áreas de baixa pressão sobre a superfície do mar aquecida.

Vale destacar que ciclones subtropicais não são raros no Atlântico Sul, mas os ciclones que atingem a categoria de tempestades subtropicais não são comuns sobre a Metarea V e os ciclo-

nes Bapo e Cari são os primeiros ciclones subtropicais a alcançarem este patamar desde 2011, quando a tempestade subtropical Arani se formou entre os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, causando mau tempo em mar aberto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SMM conta com equipes de operação ininterrupta, composta por praças e oficiais

meteorologistas, que são responsáveis por elaborar e divulgar análises e previsões meteorológicas para os meios navais e para os navegantes em geral que se encontram na Metarea V. O monitoramento contínuo das condições atmosféricas e oceanográficas e a emissão de avisos de mau tempo pelo SMM permitem que os navegantes sejam informados de possíveis condições adversas que venham a encontrar em sua derrota, denotando assim a importância e a responsabilidade da Marinha do Brasil no tocante à salvaguarda da vida humana no mar.

A previsão de ciclones subtropicais é um desafio para a Meteorologia da MB, bem como para meteorologistas de todo o mundo, já que as características híbridas daqueles dificultam a previsão de sua trajetória e a variação de sua intensidade, que dependem fortemente das TSM. Portanto, as observações meteorológicas realizadas a bordo dos navios e as estimativas realizadas por sensoriamento remoto possuem um papel fundamental no entendimento, na classificação e na previsão de sistemas meteorológicos como estes.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<ATIVIDADES MARINHEIRAS>; Meteorologia; Previsão meteorológica;

REFERÊNCIAS

- CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA, Marinha do Brasil. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/index.htm>>. Acessado em: 10/12/2015.
- CONVENÇÃO INTERNACIONAL PARA SALVAGUARDA DA VIDA HUMANA NO MAR (SOLAS), 1974. 517p.
- BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Normas da Autoridade Marítima para as Atividades de Meteorologia Marítima (Normam-19), 2011. 23p.