

METEOROLOGIA ANTÁRTICA E A SEGURANÇA DO BRASIL*

DANIEL PEIXOTO DE CARVALHO**
Capitão de Corveta

SUMÁRIO

Introdução
Aspectos da segurança do Brasil
Influências no campo econômico
Influências no campo ambiental
Eventos meteorológicos recentes
Conclusão

INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Defesa (PND) é o documento condicionante de mais alto nível do planejamento de ações destinadas à defesa nacional, e seus objetivos e orienta o Estado sobre o que fazer para alcançá-los, conforme a apresentação da sua versão em vigor. Na PND 2012, a Antártica foi incluída no entorno estratégico do Brasil. Essa expressão foi introduzida no ordenamento legal em 2005 pela então Política de Defesa Nacional e extrapolava a massa do subcontinente da América do Sul incluindo a projeção pela fronteira do Atlântico Sul e

os países limítrofes da África. Numa definição mais ampla, o entorno estratégico é considerado por Fiori (2013, p. 32) como a “região onde o Brasil quer irradiar – preferencialmente – sua influência e sua liderança diplomática, econômica e militar”. Entre maio e setembro de 2017, estiveram disponíveis para consulta pública as atualizações da PND e dos dois outros documentos estratégicos de Defesa, quais sejam a Estratégia Nacional de Defesa (END) e o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN), que estão em apreciação no Congresso Nacional; o continente gelado permanece no entorno estratégico do Brasil nessas datas. Apesar da inclusão

* Adaptação da monografia apresentada à Escola de Guerra Naval no Curso Superior em dezembro de 2017.

** Mestre em Meteorologia e Oceanografia Física pela Naval Postgraduate School (Monterey, CA, Estados Unidos) e encarregado da Divisão de Previsões Meteorológicas do Centro de Hidrografia da Marinha.

mencionada, não foram desenvolvidas em quaisquer versões dos três documentos as razões que levaram a essa inclusão e a essa permanência. Mattos (2014, p.181) julga que seria necessário constar nas próximas versões da PND o que levou o País a incluir a Antártica em seu entorno estratégico de forma expressa, para que não restem dúvidas na comunidade internacional sobre as intenções nacionais.

Com vistas a contribuir para a análise das razões que levaram à inclusão da Antártica no entorno estratégico, sugere-se estabelecer ligações entre a Meteorologia Antártica e a segurança do Brasil. Isto porque a pesquisa levou à verificação de que o conceito de segurança era ligado à confrontação entre nações e foi gradualmente

passando a abranger os campos político, militar, econômico, psicossocial, ambiental e científico-tecnológico, entre outros. Essa ampliação levou à investigação de quais in-

fluências da Antártica sobre o País poderiam ser englobadas nos campos mencionados e que talvez tenham provocado a inclusão do continente no entorno estratégico. Os fenômenos meteorológicos que ocorrem ou são originados na região austral mostraram-se especialmente importantes, dadas as suas influências nos campos econômico e ambiental. Foram identificados quatro aspectos da segurança do Brasil nesses campos influenciados pela Meteorologia Antártica, por meio de eventos meteorológicos recentes com correlação positiva entre aquela região e o Brasil. A partir desta pesquisa, espera-se adquirir uma sustentação na argumentação conclusiva de que a inclusão da Antártica no entorno estratégico na PND de 2012 pode

ser justificada por meio das influências da Meteorologia Antártica na segurança do Brasil, revelando, assim, sua importância.

ASPECTOS DA SEGURANÇA DO BRASIL

Parte significativa da costa brasileira é atingida pelos ventos da região antártica, e as correntes marinhas trazem recursos vivos, nutrientes e oxigênio para o litoral do Brasil, fatos que influenciam diretamente a costa de sua Região Sul. Grande parte do pescado disponível no litoral brasileiro sofre influência das massas de água provenientes do oceano austral.

Foram identificados quatro aspectos da segurança do Brasil influenciados pela Meteorologia Antártica

Essa passagem do LBDN 2012 menciona dois impactos da Meteorologia Antártica no campo econômico da segurança do Brasil: no regime de ventos – que influencia o tempo e o clima brasileiros, com desdobramentos no agronegócio e na defesa civil – e na pesca. Outro campo impactado pela Meteorologia Antártica é o ambiental, que é considerado por Mattos (2014, p. 185) como mais relevante que o estratégico-militar atualmente, no que concerne à Geopolítica Brasileira para a Antártica. Duhá (2014, p. 33) explica essa modificação atualmente por meio da mudança de postura das nações a partir de 1990, que fez a balança geopolítica global pender a favor das dimensões ambiental e científica, em detrimento da dimensão econômico-territorial. Cabe mencionar que o campo científico-tecnológico também está incluído no conceito de segurança, mas não será abordado diretamente no que

concerne à Meteorologia Antártica. Foram selecionados a pesca; a defesa civil, aqui entendida como o conjunto de medidas protetivas das pessoas e do patrimônio quando ameaçadas por desastres, conforme definido nas diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil; o agronegócio e a Amazônia como os aspectos da segurança do Brasil influenciados pela Meteorologia Antártica. Seu estudo se dará em suas diferentes formas e níveis de relevância entre a região costeira e o interior do País.

INFLUÊNCIAS NO CAMPO ECONÔMICO

Antes de passar à análise das influências da Meteorologia Antártica no campo econômico, é preciso definir três termos: tempo severo, tempo adverso e vulnerabilidade. Cavalcanti (2009, p. 149) explica que fenômenos meteorológicos severos estão normalmente associados a tempestades violentas, ventos intensos, forte atividade elétrica, queda de granizo e chuvas torrenciais. Estes fenômenos causam grandes prejuízos econômicos frequentemente, porém existem outros que podem ser tão devastadores quanto a pior das tempestades: os adversos, tais como as secas, as ondas de calor, as geadas e as friagens. Por último, a vulnerabilidade de um local corresponde à sua propensão a eventos severos ou adversos que possam causar impactos, como, por exemplo, precipitações excessivas ou períodos de calor intenso (OBERMAIER, 2011, p. 31).

A abordagem do campo econômico engloba os prejuízos advindos dos eventos severos, dos eventos adversos e das mudanças climáticas. As duas primeiras categorias escolhidas tiveram como base a categorização das catástrofes naturais do Natural Catastrophe Service

(NatCatService), um dos maiores bancos de dados sobre catástrofes naturais do mundo e referência global para avaliações de riscos de seguradoras, em eventos hidrológicos (inundações e movimentos de massa por saturação do solo), eventos meteorológicos (tempestades tropicais, extratropicais e locais), eventos climatológicos (temperaturas extremas, secas e incêndios) e eventos geofísicos (terremotos, erupções e movimentos de massa por razões geológicas). Um exemplo dessa divisão está em um relatório do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina, que aponta prejuízo total de R\$ 17,6 bilhões no Estado no período de 1995 a 2014 (BRASIL, 2016, p. 47). Os danos e prejuízos foram categorizados por tipologia do desastre entre decorrentes de desastres hidrológicos (inundações, enxurradas, alagamentos, chuvas intensas e os relacionados a movimentos de massa), de desastres meteorológicos (ciclones, ressacas, frentes frias, tornados, tempestades de raios, granizo e vendaval), de desastres climatológicos (ondas de calor, friagem, geadas, estiagem e seca) e de desastres geológicos ou biológicos.

Pelas definições anteriormente apresentadas, as categorias dos eventos hidrológicos e meteorológicos do NatCatService estão associadas aos eventos severos, ao passo que a categoria dos eventos climatológicos está associada aos eventos adversos. Em termos do prejuízo total analisado naquele relatório, 55,7% desse prejuízo decorreu de desastres hidrológicos, 35,0% de desastres climatológicos, 9,2% de desastres meteorológicos e 0,1% de desastres geológicos e biológicos. Em termos da quantidade de desastres no período, a distribuição foi de 47,1% de origem hidrológica, 31,6% climatológica, 20,9% meteorológica e 0,4% geológica ou biológica.

gica. Pelas reduzidas proporções em ambas as distribuições, a categoria dos eventos geofísicos do NatCatService (desastres geológicos ou biológicos) será descartada no presente trabalho. Tomando por base o exemplo analisado, os eventos severos provocam desastres mais frequentemente por causa de inundações e deslizamentos de terra (desastres hidrológicos). Contudo, os eventos adversos (desastres climatológicos) provocam mais que o triplo do prejuízo causado por tempestades (desastres meteorológicos). Acrescenta-se que o relatório mostra maior incidência dos desastres hidrológicos no litoral e dos climatológicos no interior, enquanto os meteorológicos foram bem distribuídos por todo o Estado de Santa Catarina, assumindo-se que seja uma amostra do que se espera em toda a Região Sul e na Sudeste.

As mudanças climáticas foram separadas dos eventos severos e adversos em uma terceira categoria porque podem causar prejuízos ainda considerados como potenciais. Apesar de não haver uma quantidade já plenamente observada, o Programa Água Brasil apresentou a expectativa de perdas econômicas anuais da ordem de 7 bilhões de reais no Brasil até 2020, com a deterioração da disponibilidade de água, da produção de alimentos e das condições de saúde da população (PROGRAMA ÁGUA BRASIL, 2015, p. 3). Vale ressaltar que este material foi direcionado ao mercado financeiro e apontou também oportunidades de investimento que podem ser geradas pelas mudanças climáticas. Está assim demonstrada mais uma razão econômica para compreender como a Antártica pode influenciar o ambiente brasileiro.

Uma vez estruturada como será a abordagem do campo econômico, é possível analisar as influências da Meteorologia Antártica em cada um dos aspectos da segurança do Brasil. Isto será feito nos

três próximos parágrafos, um para cada categoria de influências da Meteorologia Antártica. Começando pelas influências da Meteorologia Antártica nos eventos severos, a defesa civil é frequentemente ameaçada pela passagem de frentes frias. Os estados do Sul e Sudeste do Brasil são monitorados constantemente por instituições responsáveis pela defesa civil nas esferas municipal, estadual e federal. Esse fenômeno é frequentemente associado a intensa precipitação e ventos fortes. Portanto, tem relação com os desastres naturais de origem hidrológica e meteorológica. O Serviço Meteorológico Marinho (SMM), operado pela Marinha do Brasil (MB) por meio do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), emite avisos de mau tempo, alertando sobre a ocorrência de ventos intensos, mar agitado, ressacas e baixa visibilidade. Esses avisos são associados muitas vezes à passagem de frentes frias. A Defesa Civil de Santa Catarina apresenta, em sua página da internet, as estatísticas anuais de 1999 a 2013 dos desastres naturais decretados pelos municípios catarinenses (SANTA CATARINA, 2017, p. 1). Os principais são as enxurradas e as estiagens em anos diferentes, seguidos por granizo em alguns anos. As enxurradas decorrem, em geral, das cheias dos rios após intensa precipitação, como ocorreu no vale do Rio Itajaí nos anos de 1983, 1984, 2001, 2008 e 2011. As estiagens são eventos adversos e serão analisados no próximo parágrafo.

Passando às influências nos eventos adversos, a análise envolve a dependência da produtividade da agricultura e da pecuária em relação às variações climáticas impostas pela Meteorologia Antártica, entre outras origens, além dos aspectos da defesa civil e do agronegócio, que são frequentemente ameaçados pela ocorrência de geadas e friagens. A ampla variabilidade anual

dos rendimentos da produção agrícola pode atingir níveis por vezes desastrosos devido à sua dependência direta da disponibilidade hídrica (OLIVEIRA; SILVA, 2016, p. 404). Como visto no parágrafo anterior, as estiagens são frequentes nos estados do Sul do Brasil, e variações da precipitação a longo prazo podem estar associadas com os ciclos de fenômenos como o El Niño e a Oscilação Antártica. Esses fenômenos são frequentemente associados a mortes por hipotermia. Em 2010, 2.700 bois morreram por causa da queda brusca da temperatura em Mato Grosso do Sul, quando a temperatura do ar chegou a 3°C (VARGAS; BRASIL, 2010). Em 2013, seis cidades catarinenses decretaram situação de emergência por causa da friagem, associada a temperaturas entre 0°C e 4°C, que levou a óbito três pessoas nas cidades de Joinville, Biguaçu e Criciúma (MAJOR, 2013). Em 2016, o excesso de chuvas e a ocorrência de geadas em um ano de El Niño provocaram grandes prejuízos à produção de hortaliças no Paraná porque “muitas plantas foram queimadas pelas geadas, e outras vão demorar a crescer devido à friagem”, segundo o produtor rural Ivan Ito (CARVALHO, 2016).

Na análise da terceira categoria das influências da Meteorologia Antártica, observa-se que as mudanças climáticas causam insegurança à pesca e à defesa civil e podem reduzir o regime de precipitação na Amazônia. A preocupação brasileira com a produtividade pesqueira no Atlântico Sul não é recente. O programa da MB no Ano Geofísico Internacional constou de diversas ações, entre as quais foram realizadas cem estações oceanográficas em 1956 para estudar o avanço, na costa brasileira, da relevante corrente das Falklands/Malvinas para a produtividade pesqueira (CASTRO, 1976, p. 142), corrente esta que é desdobrada da Corrente

Circumpolar Antártica. Segundo o então Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), a atividade pesqueira brasileira gera um PIB nacional de R\$ 5 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2014b, p. 13). Por depender da circulação oceânica meridional global, que se inicia com a formação da Água Antártica de Fundo que provém do Oceano Austral (CAVALCANTI, 2009, p. 389), a pesca no Atlântico Sul está sujeita a alguns dos temas relacionados às mudanças climáticas, como a acidificação dos oceanos, que pode alterar a disponibilidade de nutrientes. Outro desses temas é a elevação dos níveis dos mares, a partir do degelo do manto antártico provocado pelo aquecimento global, que pode impactar a defesa civil nas cidades litorâneas. Por último, a redução do regime de precipitação na Amazônia pode proporcionar alterações no clima do Brasil e do mundo, dada sua importância tão relevante quanto a Antártica na regulação do clima em termos globais.

INFLUÊNCIAS NO CAMPO AMBIENTAL

A compreensão dos aspectos da segurança do Brasil influenciados pela Meteorologia Antártica no campo ambiental será iniciada pela caracterização geográfica dos ambientes antártico e brasileiro. Tradicionalmente, divide-se o globo terrestre entre a região tropical, ou seja, entre os paralelos dos Trópicos de Câncer e Capricórnio (aproximadamente 23°N e 23°S, respectivamente), as regiões subtropicais e as polares, essas ao norte do paralelo do Círculo Polar Ártico e ao sul do Antártico (aproximadamente 66°N e 66°S, respectivamente). O Brasil se estende do paralelo do Equador, que corta o Amapá, ao paralelo de 33°S. Logo, está distribuído entre as

regiões tropical e subtropical. Contudo, é o sétimo país mais próximo geograficamente da Antártica (MATTOS, 2015, p. 105), contida quase integralmente ao sul do Círculo Polar Antártico. A Cordilheira dos Andes desvia as massas de ar polar que se deslocam a partir da Península Antártica para o norte, em direção ao centro da América do Sul e às regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil. Assim, a proximidade da América do Sul e, particularmente, a do Brasil, em relação à Antártica ajuda a entender por que há tantas influências da Meteorologia Antártica no ambiente brasileiro.

As influências no campo ambiental também serão categorizadas para orientar a análise. As categorias escolhidas dizem respeito à escala temporal que essas influências precisam para se manifestarem no ambiente, conhecidas no meio acadêmico como tempo e clima. A primeira categoria, associada ao que se considera como tempo, ou weather em sua versão em inglês (CAVALCANTI, 2009, p. 15), refere-se ao comportamento da pressão, do vento, da temperatura do ar e das demais variáveis meteorológicas no dia a dia, que apresentam oscilações em frequência mais alta que a média chamada de clima. Em contrapartida, o clima refere-se ao comportamento das variáveis meteorológicas, medido ao longo de décadas, geralmente a média ao longo de 30 anos. Nos dois próximos parágrafos, será procedida a abordagem do campo ambiental com base nessas escalas de tempo.

A análise das influências da Meteorologia Antártica no tempo do Brasil é uma particularização das influências sobre o tempo da América do Sul e, em algumas condições, de todo o Hemisfério Sul. A Antártica é a geradora das massas de ar polar que avançam em direção ao paralelo do Equador. Esses fenômenos meteorológicos deslocam-se pela América do Sul durante todo o ano, sendo mais frequentes

no inverno, quando a radiação solar incide prioritariamente sobre o Hemisfério Norte. Especialmente nessa época do ano, as massas de ar das latitudes altas, chamadas de massas de ar polar, causam geadas e friagens (CAVALCANTI, 2009, p. 135). As frentes são as superfícies de contato entre duas massas de ar de características diferentes, tais como a temperatura e a umidade. As frentes frias marcam o avanço das massas de ar frio sobre as de ar quente. A defesa civil é frequentemente ameaçada pela passagem de frentes frias e pela ocorrência de geadas e friagens. As geadas acontecem quando há congelamento da umidade na superfície do solo, nas plantas e nos objetos, causado pelo resfriamento do ar abaixo do ponto de congelamento da água. A geada branca é a mais comum e ocorre quando a água se congela sobre a superfície; a geada negra só ocorre quando a disponibilidade de água é muito reduzida ou o vento é muito intenso, mas é a mais agressiva porque as plantações ficam totalmente expostas às temperaturas negativas. As friagens são a chegada de massas de ar polar provenientes da Antártica, que podem reduzir a temperatura do ar a 0°C e congelar a vegetação ao longo de grandes áreas do Pantanal Matogrossense (CAVALCANTI, 2009, p. 149 a 151).

As influências da Meteorologia Antártica no clima do Brasil podem ser subdivididas entre aquelas que determinam as médias climáticas hoje existentes e as mudanças climáticas que podem estabelecer novas médias no longo prazo. Em relação às médias climáticas hoje existentes, a Oscilação Antártica (AAO, na sigla em inglês, para diferenciar da Oscilação do Ártico), que é uma das teleconexões de maior escala temporal e espacial no mundo, pode provocar, segundo Firpo (2012, p. 2), alterações das trajetórias dos centros de baixa pressão que se deslocam da Península Antártica

para a América do Sul e intensificar ou enfraquecer a precipitação e os ventos por ocasião da passagem de frentes frias.

Em relação às mudanças climáticas que podem estabelecer novas médias no longo prazo, a Antártica é o lugar a ser estudado para compreender suas tendências de alterar significativamente o clima do Brasil. Os mantos de gelo conservam as características climáticas de épocas passadas (AQUINO, 2016, p. 10) por meio dos testemunhos – espécie de cilindro de gelo extraído verticalmente do solo antártico – que permitem calcular os níveis de alguns elementos e inferir o comportamento das variáveis meteorológicas no passado. Com base nesse conhecimento, sabe-se que há sinais de aquecimento global, entre os quais se destacam: o norte da Península Antártica registra os maiores aumentos de temperatura média superficial do planeta ao longo dos últimos 60 anos; e o manto de gelo antártico apresenta balanço de massa global negativo, contribuindo para o aumento do nível do mar (BRASIL, 2014a, p. 4). Aqui se enquadram os aspectos da segurança do Brasil ligados à Amazônia e à defesa civil – elevação do nível dos mares. Primeiro, as mudanças climáticas podem gerar redução da umidade do ar na Amazônia por influência da Meteorologia Antártica. Segundo, o aumento do nível dos mares é preocupante, dados o extenso litoral do País e a concentração da população na faixa costeira. O IPCC (2014, p. 1140) expõe que, em rodadas de modelos numéricos voltados para o clima, as mudanças climáticas respondem por 65% do aumento dos níveis dos mares observado de 1901 a 1990 e 90% do observado nos períodos de 1971 a 2010 e de 1993 a 2010. Além disso, o IPCC (2014, p. 1204) mostra a expectativa de elevação do nível médio do mar global em torno de um metro até o ano de 2100. Há, assim, importante vulnera-

bilidade das áreas metropolitanas litorâneas brasileiras à elevação do nível dos mares.

EVENTOS METEOROLÓGICOS RECENTES

A influência da Meteorologia Antártica nos campos econômico e ambiental dos aspectos selecionados da segurança do Brasil, ou seja, na pesca, na defesa civil, no agronegócio e na Amazônia, foi analisada para sustentar argumentos que justifiquem a inclusão da Antártica no entorno estratégico do País. Resta apresentar situações que comprovem estes argumentos objetivamente.

As massas de ar polar, em seu deslocamento para norte passando pela América do Sul, dão origem aos sistemas frontais, às friagens e geadas. Segundo Cavalcanti (2009, p. 150), as geadas ocorrem diversas vezes por ano na Região Sul do Brasil, quando os sistemas frontais frios e anticiclones migratórios interagem com a topografia em áreas superiores a mil metros. Reis Jr. (2006, p. 18) observou que o agronegócio é o “setor econômico mais sensível às condições meteorológicas”. Um exemplo dessa sensibilidade está na produção cafeeira da espécie *Coffea Arabica*. Assad et al (2004, p. 1058) apontaram que a temperatura ótima dessa cultura está entre 18°C e 22°C, enquanto a mínima tolerável, sem causar danos às folhas, está entre 0°C e 1°C. Dessa forma, geadas expõem as plantações de café a temperaturas negativas que podem acabar com toda uma safra.

A onda de frio de 1975 foi uma das mais intensas já registradas no Brasil, tendo chegado a Roraima e causado prejuízos que mudaram a história da cultura cafeeira no Paraná, em decorrência da geada de 18 de julho. A safra daquele ano já estava encerrada, mas no ano seguinte praticamente não houve colheita. Segundo a Secretaria

de Agricultura e do Abastecimento do estado do Paraná (Seab), o percentual do café brasileiro produzido no estado caiu de 48,18% em 1975 para 0,06% em 1976 (PARANÁ, 2013, p. 6). O governador à época, Jayme Canet Júnior, declarou uma redução de 20% no orçamento estadual. Outros produtos estaduais também sofreram redução na participação nacional, como a cevada (40,75% para 29,24%), a mamona (27,35% para 17,88%) e a cebola (10,05% para 5,99%), mas a redução do café foi emblemática. Os efeitos combinados da geada de 1975, da construção da barragem da usina hidrelétrica de Itaipu de 1975 a 1982 e da ascensão da rentabilidade da cultura da soja desde os anos 1960 levaram a um êxodo do Estado do Paraná para as regiões Centro-Oeste e Norte. Tal êxodo fica evidente pelo fato de as famílias de origem paranaense terem sido o maior grupo não-natural em Mato Grosso e em Rondônia e o segundo maior em Mato Grosso do Sul, ao final da década de 1990 (IBGE, 2001). Este evento de 1975 demonstra a relevância do entendimento das massas de ar polar para a correta previsão de fatores geradores de insegurança à economia brasileira.

As frentes frias que se deslocam ao longo da costa atlântica da América do Sul são fenômenos meteorológicos que atuam durante todo o ano (CAVALCANTI, 2009, p. 135). Essas frentes são regiões de maior gradiente térmico que o centro das massas de ar que elas separam, logo apresentam ventos e precipitação mais intensos que provocam riscos à defesa civil. Ciclones extratropicais são frequentemente correlacionados ao avanço das frentes frias ao longo da costa sul e sudeste do Brasil. Seu modelo conceitual de formação possui duas regiões de convergência de massa, chamadas de frente fria e frente quente, formadas ao longo de uma linha de descontinuidade,

chamada de frente polar (CAVALCANTI, 2009, p. 111). Em 27 de março de 2004, o registro inédito de ventos com intensidade de um furacão, correspondente à passagem de um ciclone extratropical entre Laguna (SC) e Torres (RS), colocou em risco a defesa civil. O Furacão Catarina matou 11 pessoas em terra e no mar (MARENCO, 2006, p. 74), fazendo com que 20 municípios decretassem estado de calamidade pública (POSSIDONIO, 2011, p. 32). Os prejuízos foram da ordem de R\$ 200 milhões ao Estado de Santa Catarina. A análise dos impactos no município de Criciúma mostrou que os danos foram mais significativos nos bairros litorâneos, reduzindo-se o impacto em direção ao interior. Foram registrados ventos de até 120 km/h e chuva torrencial que atingiu o município durante nove horas (POSSIDONIO, 2011, p. 43 e 44). As características do Furacão Catarina foram extremas para a média climatológica brasileira e da Região Sul – o índice das condições que originaram o bloqueio e desvio do fenômeno para o continente estava, estatisticamente, no percentil 0,6% mais elevado da média dos 25 anos anteriores – e, ainda que invulgar, não se descarta a possibilidade de que o fenômeno se repita, em vista da tendência das mudanças climáticas (PEZZA; SIMMONDS, 2005, p. 1).

A acidificação dos oceanos foi uma das preocupações da Convenção da Diversidade Biológica, assinada na Rio-92, e pode impactar a produção pesqueira nacional. O aumento da acidez é a redução do potencial hidrogeniônico (pH) da camada superficial dos oceanos. O pH da água do mar é reduzido quando há aumento da concentração de íons de hidrogênio dissolvidos na água. Isto ocorre após a geração de ácido carbônico pela reação química do gás carbônico com a água do mar. Como a disponibilidade de gás carbônico na atmosfera tem aumentado desde a Revolução Industrial,

com a queima de combustíveis fósseis, a acidificação dos oceanos acompanha o movimento. A consequência é a disfunção causada em algumas espécies de mariscos, algas, corais, plânctons e moluscos que diminui sua capacidade de formar conchas. A redução destes organismos causa dois impactos: redução de alimentos na base da cadeia alimentar oceânica e erosão das plataformas continentais, habitat de grande parte dos recursos pesqueiros nacionais, pela ausência de corais para as suas encostas. Cabe ressaltar que outros organismos, como algumas espécies de

plâncton, podem se beneficiar da acidez excedente em um primeiro momento, porém, no longo prazo, os efeitos são maléficos à biodiversidade marinha (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2014, p. 42 a 45). A Meteorologia Antártica não tem relação direta com a

acidificação dos oceanos, mas é o ponto de partida da circulação termohalina, que, se alterada, pode variar os efeitos da acidificação dos oceanos no Atlântico Sul. Variações na circulação termohalina iniciada na Antártica, especialmente em regiões onde massas de água com menor pH se formam naturalmente, associadas à intensificação dos regimes de ventos, podem incrementar os efeitos da acidificação dos oceanos (IPCC, 2014, p. 292) e provocar prejuízos à produção pesqueira nacional.

Por sua vez, a intensificação nos regimes dos ventos predominantes de oeste nas médias latitudes pode causar impac-

tos na precipitação sobre a Amazônia. Mayewski et al (2015) observaram, por meio de modelos climáticos, que os ventos predominantes de oeste podem aumentar sua intensidade e mudar sua posição média em direção ao Polo Sul. Isto ocorreria por causa do aumento da diferença de temperatura entre as regiões tropical e polar como consequência do resfriamento da região central da Antártica, decorrente da degradação da camada de Ozônio (CIENTISTAS...2014). O resultado seria redução da disponibilidade de umidade em áreas fora da região polar, como a Amazô-

nia. Contudo, Dias (2006, p. 12) indica que “os diferentes modelos de previsão usados pelo IPCC apresentam cenários contrastantes para a Amazônia, em que em alguns deve chover mais no futuro e em outros a previsão é de uma tendência à seca”. Logo, fica mostrado que ainda há muito o que estudar sobre a influência

da Meteorologia Antártica na segurança da Amazônia no campo ambiental.

CONCLUSÃO

A importância da Meteorologia Antártica para a segurança do Brasil foi apresentada neste trabalho a partir da percepção de que a PND incluiu a Antártica no entorno estratégico sem explicitar as razões para tal. A contribuição prestada foi estabelecer ligações entre a Meteorologia Antártica e a segurança do Brasil. Isto foi possível porque o conceito de segurança era ligado à confrontação entre nações e foi gradual-

O conceito de segurança passou a abranger outros campos, entre eles o econômico e o ambiental, que agrupam diversas influências da Meteorologia Antártica: a pesca, a defesa civil, o agronegócio e a Amazônia

mente passando a abranger outros campos, entre eles o econômico e o ambiental, que agrupam diversas influências da Meteorologia Antártica. A partir da compreensão de que o Brasil está hoje na Antártica para estudar as influências climáticas do continente austral no território e águas brasileiros, ainda que não possa ser descartada a necessidade geopolítica de lá estar presente para garantir assento nas mesas que decidirão o futuro do continente, passou-se a verificar as diretrizes das ações do País

sobre o assunto. O Plano de Ação 2013-2022 é o documento oficial que norteia a pesquisa científica brasileira na Antártica atualmente. A análise de seus cinco programas temáticos levaram à escolha dos quatro aspectos da segurança do Brasil influenciados pela Meteorologia Antártica: a pesca, a defesa civil, o agronegócio e a Amazônia. Em cada um desses aspectos há influências em

ambos os campos, econômico e ambiental.

Para organizar a compreensão, diversas categorizações foram implementadas. Primeiro, foram apresentadas as influências na região costeira, onde a pesca depende da circulação oceânica que se origina na região austral e a defesa civil é frequentemente ameaçada tanto pela passagem de sistemas meteorológicos de origem polar quanto pela possível elevação do nível dos mares relacionada às mudanças climáticas. Em contrapartida, o interior do País tem de lidar com as friagens que ceifam vidas

por hipotermia, as geadas que destroem plantações e criações de gado e, em uma abordagem mais ampla, moldam o clima do qual depende a produção agrícola, isso tudo sem esquecer que as mudanças climáticas podem alterar significativamente a disponibilidade de umidade da Amazônia. Após definir as influências que seriam analisadas, foi possível entrar em cada um dos campos, nos quais se seguiu nova organização por categorias. No campo econômico, os prejuízos foram divididos

entre os relacionados com eventos extremos, severos e os decorrentes das mudanças climáticas. No campo ambiental, a categorização foi implementada entre as influências que determinam as médias climáticas hoje existentes e as decorrentes das mudanças climáticas que podem estabelecer novas médias climáticas no longo prazo e alterar significativamente o clima do Brasil. A

essas últimas somaram-se as influências que não atendem a uma escala de tempo específica, mas têm relevância para o País no campo ambiental.

O que se conclui, à luz das influências analisadas e dos eventos meteorológicos recentes que a elas dão corpo, é que a inclusão da Antártica no entorno estratégico na PND pode ser sustentada pela importância das suas condições meteorológicas para a segurança do Brasil. Não é novidade que a sociedade brasileira precisa de fomentadores da importância

Os recursos de toda ordem sempre serão insuficientes porque as necessidades são ilimitadas e os recursos restritos aos disponíveis. A inclusão da Antártica no entorno estratégico do Brasil pode ser sustentada pela importância das suas condições meteorológicas para a segurança do País

das terras do Polo Sul para o Brasil – já o sabia Therezinha de Castro desde 1956. A Antártica não está ao alcance da vista corriqueiramente. Por esse motivo, a soma das contribuições de cada um dos entusiastas que a ela se seguiram já levou o País muito mais longe do que se sonhava até 1975. Agora se deve olhar para o futuro e se preparar para ele, a fim de garantir que o Brasil seja efetivamente

um local seguro para se viver e para se desempenhar atividades econômicas que sustentem o desenvolvimento. Os recursos de toda ordem sempre serão insuficientes porque as necessidades são ilimitadas e os recursos restritos aos disponíveis, mas são contribuições como a que se intencionou neste trabalho que levam à elaboração das justificativas que cativam corações e mentes a investir no futuro do País.

1 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<ÁREAS>; Antártica; Geopolítica; Clima; Economia;

REFERÊNCIAS

- ASSAD, Eduardo Delgado et al. “Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil”. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1.057-1.064, nov. 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/113093/impacto-das-mudancas-climaticas-no-zoneamento-agroclimatico-do-cafe-no-brasil>>. Acesso em: 28 ago. 2017.
- BRASIL. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina – Ceped UFSC. Relatório dos danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais em Santa Catarina: 1995 – 2014. Florianópolis: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2016/04/Relatório-Danos-e-Prejuízos-SC_290316-BAIXA.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- _____. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Plano de Ação 2013-2022: Ciência Antártica para o Brasil. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2014a. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/inctcriosfera/arquivos/231154.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2017.
- _____. Ministério da Pesca e Agricultura. 1º Anuário Brasileiro da Pesca e Agricultura. Brasília: Ministério da Pesca e Agricultura, 2014b. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2017.
- CARVALHO, Luiz de. “Chuvvas e geadas derrubam produção de hortaliças”. O Diário, Maringá, 14 jun. 2016. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/agribusiness/2016/06/chuvvas-e-geadas-derrubam-producao-de-hortalicas/2175233/>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- CASTRO, Therezinha de. Rumo à Antártica. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976.
- CAVALCANTI, Iracema Fonseca de et al. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 458 p.
- CIENTISTAS do País estudam interação entre a Antártica e a Amazônia. G1, [s.l.], 31 mar. 2014. Seção Natureza. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2014/03/cientistas-do-pais-estudam-interacao-entre-antartica-e-amazonia.html>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

- DIAS, Maria Assunção Faus da Silva. “Meteorologia e Sociedade”. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 30, n 2-3, p. 9-13, 2006. Disponível em: <http://www.sbmet.org.br/portal/publisher/uploads/publicacoes/5_2006_Volume_30_No_2_e_3.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.
- DUHÁ, Janice R. Trotte. “Novos rumos para a pesquisa antártica no Brasil”. In: SEMINÁRIO ANTÁRTICA, 2048: MUDANÇAS CLIMÁTICAS E EQUILÍBRIO GLOBAL, 2013, Porto Alegre. São Paulo: MarinaBooks, 2014. p. 32-39.
- FIORI, José Luís. “O Brasil e seu entorno estratégico na primeira década do século XXI. In: SADER, Emir (Org). 10 Anos de governos pós-neoliberais no Brasil: Lula e Dilma. São Paulo: Boitempo Editorial, 2013, p. 31-51.
- FIRPO, Mári Ândrea Feldman. Influência remota da TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico e da Oscilação Antártica na variabilidade climática interanual no Rio Grande do Sul e suas inter-relações. 200 f. Dissertação (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2012. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2012/09.19.19.14/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD. [S.l.]: IBGE, 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2001/default.shtm>>. Acesso em: 27 jul. 2017.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Working Group I Report “Climate Change 2013: The Physical Science Basis”. [S.l.]: IPCC, 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml>. Acesso em: 7 jul. 2017.
- MAJOR Vieira e Ipuacu decretam situação de emergência pela friagem. G1 SC, [s.l.], 26 jul. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2013/07/major-vieira-e-ipuacu-decretam-situacao-de-emergencia-pela-friagem.html>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- MARENGO, Jose A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2006. Disponível em: <<http://www.silvestra.ufv.br/handle/123456789/4806>>. Acesso em: 29 jul. 2017.
- MATTOS, Leonardo Faria de. O Brasil e a Adesão ao Tratado da Antártica. 244 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.
- _____. “A inclusão da Antártica no conceito de Entorno Estratégico Brasileiro”. Revista da Escola de Guerra Naval, v. 20, n. 1, p. 165-191, 2014. Disponível em: <<https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/193/155>>. Acesso em: 12 maio 2017.
- MAYEWSKI, Paul A. et al. “Potential for Southern Hemisphere climate surprises”. Journal of Quaternary Science, v. 30, n. 5, p. 391–395, 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jqs.2794/full>>. Acesso em: 16 ago. 2017.
- OBERMAIER, Martin. Velhos e Novos Dilemas nos Sertões: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade e Adaptação no Semiárido Brasileiro. 98 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/obermaier.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2017.
- OLIVEIRA, Kyssyanne Samihra Santos; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi da. “Onda Circumpolar Antártica: Influência na Variabilidade Climática do Estado do Rio Grande do Sul”. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n. 4, p. 403-414, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v31n4/0102-7786-rbmet-0102-778631231420150010.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- PARANÁ. Secretaria de Agricultura e do Abastecimento. Evolução da área colhida, produção, rendimento, participação e colocação Paraná/Brasil. [S.l.]: SAEB, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/cprbr.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

- PEZZA, Alexandre Bernardes. Ondas de frio na América do Sul e as trajetórias dos ciclones e anticiclones extratropicais: Climatologia sinótica. 369 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <ftp://ftp.iag.usp.br/private/adm/jeni/teses/aca/d_alexandre_b_pezza.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2017.
- POSSIDONIO, Taise Martins. Danos Ocasionados pela Passagem do Furacão Catarina em Março de 2004: Estudo de Caso do Município de Criciúma – SC. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.
- PROGRAMA ÁGUA BRASIL. As Mudanças Climáticas - Riscos e Oportunidades. [S.l.]: BB/WWF-BRASIL, 2015. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/uds/dwn/mudclimatica.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- REIS JR., Dirceu Silveira. “Aplicações da Meteorologia na Economia”. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 30, n 2-3, p. 18-20, 2006. Disponível em: <http://www.sbmet.org.br/portal/publisher/uploads/publicacoes/5_2006___Volume_30_No_2_e_3.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2017.
- SANTA CATARINA. Defesa Civil. Defesa Civil em Dados. Disponível em: <<http://www.defesa-civil.sc.gov.br/index.php/2011-12-19-19-29-58/estatisticas.html>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- SECRETARIADO DA CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA. An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine. Montreal: Eds, S. Hennige, J.M. Roberts & P. Williamson, 2014. 99 p. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-75-en.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2017.
- VARGAS, Rodrigo; BRASIL, Kátia. “Tempo frio causa morte de 2.700 bois em MS”. Folha de São Paulo, São Paulo, 20 jul. 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/007201020.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2017.