

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

CAROLINE CONSTANTINO RODRIGUES DA SILVA

A IMPORTÂNCIA DA CLIMATOLOGIA PARA A NAVEGAÇÃO POLAR

RIO DE JANEIRO

2014

CAROLINE CONSTANTINO RODRIGUES DA SILVA

A IMPORTÂNCIA DA CLIMATOLOGIA PARA A NAVEGAÇÃO POLAR

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

Orientador: **1T (RM2-T) Vinicius Oliveira**

RIO DE JANEIRO

2014

CAROLINE CONSTANTINO RODRIGUES DA SILVA

A IMPORTÂNCIA DA CLIMATOLOGIA PARA A NAVEGAÇÃO POLAR

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

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: **1T (RM2-T) Vinicius Oliveira**

Graduação em Meteorologia e Mestrado em Meteorologia

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

Aos meus pais, minha irmã, meus familiares e amigos da EFOMM.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me acompanhou durante esses três anos de curso.

Agradeço aos meus pais, João e Geiza, e à minha irmã, Stefani, pelo apoio.

E agradeço também ao meu orientador, Ten. Vinicius Oliveira, pela orientação e ajuda sem as quais não poderia concluir este trabalho.

A água inteira do mar não pode afundar um navio, a menos que ela invada seu interior. Da mesma forma, a negatividade do mundo não pode te derrubar, a menos que você permita que ela permaneça dentro de você.

(AUTOR DESCONHECIDO)

RESUMO

Navegar em águas congeladas é um desafio até mesmo para o marinheiro mais experiente. Saber escolher a melhor derrota, ou seja, aquela que será mais segura e ao mesmo tempo mais rápida e mais econômica é essencial quando se pretende transitar pelas regiões polares. Além de ter os equipamentos mais adequados e um casco reforçado para enfrentar possíveis dificuldades durante a viagem. Dessa forma, o estudo e entendimento do clima dessas regiões são de suma importância para se realizar uma navegação mais precisa, segura e ágil. Como também, saber definir os melhores tipos de previsão meteorológica e auxílios à navegação que serão úteis durante travessias, levando-se em conta que estudos recentes vêm comprovando uma variação do nível do mar de forma cíclica que pode afetar as rotas já existentes ou o aparecimento de novas rotas nos polos. Tal estudo se baseia na existência de um ciclo lunar de 18,6 anos que faz com que a inclinação tanto do eixo da Lua quanto do eixo da Terra varie em relação ao eixo que contém o Sol e os demais planetas. Dessa forma, quando atingido o ponto de inclinação referente a $28,6^\circ$, a Lua levanta a superfície do mar gerando um gradiente hidráulico que acarreta uma variação nas correntes levando mais calor das regiões tropicais para os polos. Dessa forma, pode-se garantir que as regiões polares são afetadas pelo o que acontece em outras regiões do planeta Terra, bem como o que acontece nas zonas polares também interfere no resto do mundo. Outro fator que tem a capacidade de influenciar o clima de todas as regiões do globo é a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), em vista que o Oceano Pacífico representa cerca de um terço da superfície da Terra e que seu próximo ciclo corrobora com a teoria anteriormente explicada. Como conclusão, pode-se dizer que a variação do nível do mar e o seu conseqüente aumento não possui relação com as ações antropológicas, mas sim com um maior transporte de calor sensível da região equatorial para as regiões de altas latitudes, ocasionadas pelo ciclo lunar, e também variações devidas a ciclos naturais do Atlântico Norte.

Palavras-chave: Regiões Polares. Clima. Ciclo Lunar.

ABSTRACT

Navigate icy waters is a challenge for even the most experienced sailor. Knowing how to choose the best defeat, ie, one that will be safer and simultaneously faster and more economical is essential when you want to carry over the polar regions. Besides having the most appropriate equipment and a hull strengthened to face any difficulties during the trip. Thus, the study and understanding of the climate of these regions are of paramount importance to perform a safer, quicker and more precise navigation. As well, knowing how to define the best kinds of weather forecasting and navigation aids that will be useful during crossings, taking into account that recent studies have proved that a variation of the sea level in a cyclical manner that may affect existing routes or the appearance new routes at the poles. This study is based on the existence of a lunar cycle of 18.6 years which makes the inclination of both moon's axis as the axis of the earth varies with respect to the axis that contains the sun and other planets. Thus, when we reached tipping point referring to 28.6° , the moon raises the sea surface generating a hydraulic gradient which causes a variation in the currents carrying heat from the tropics to the poles. That way, you can ensure that the polar regions are affected by what happens in other regions of the planet Earth, as well as what happens in the polar areas also affects the rest of the world. Another factor that has the ability to influence the climate of all regions of the world is the Pacific Decadal Oscillation (PDO), since the Pacific Ocean is about a third of the Earth's surface and its next cycle corroborates the theory previously explained. In conclusion, one can say that the variation in sea level and its consequent increase has no relation with the anthropological actions, but with a greater transport of sensible heat from the equatorial region to the high latitude regions, caused by the lunar cycle and also variations due to natural cycles of the North Atlantic.

Key-words: Polar regions. Climate. Lunar cycle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização as regiões polares. Fonte: http://www.grida.no/polar/	12
Figura 2: Mapa ártico. Fonte: www.guiageo-artico.com/imagens/mapa-artico.jpg	13
Figura 3: Mapa da antártica. Fonte: cienciahoje.uol.com.br	15
Figura 4: Circulação Oceano Antártico. Fonte: http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/antartida-continente/imagens/antartida-103.jpg	17
Figura 5: Navio rodeado por gelo. Fonte: oceanexplorer.noaa.gov	18
Figura 6: Navio quebra-gelo russo Krasin abrindo caminho para um navio de suprimento dos Estados Unidos até a estação McMurdo, Antártica. Fonte: http://www.martechpolar.com/	19
Figura 7: Anomalias da TSM para o Hemisfério Norte para os períodos (a) 1948-1976 (b) 1977-1998 (c) 1999-2010. Fonte: ESRL/PSD/NOAA	21
Figura 8: Anomalias da TSM para o Hemisfério Sul para os períodos (a) 1948-1976 (b) 1977-1998 (c) 1999-2010. Fonte: ESRL/PSD/NOAA	22
Figura 9: Variação da cobertura do gelo no Ártico (em milhões de km ²). Fonte: Univ. Illinois Urbana-Champaign, 2011.	24
Figura 10: Série temporal do Índice da Oscilação Decadal do Pacífico, adaptada de MANTUA et al (1997).	25
Figura 11: Campo de anomalias de TSM no período (a) 1948-1976, (b) 1977-1998, (c) 1999-2009, com relação ao período de 1948 a 2008	26
Figura 12: Série temporal do Índice da Oscilação Decadal do Pacífico	28
Figura 13: Padrões de comportamento da TSM nas fases (a) negativa e (b) positiva da ODP	29
Figura 14: Carta piloto do oceano atlântico norte. Fonte: figure8voyage.com	31

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ATSM	Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ENSO	El Niño Southern Oscillation
FF	Fase fria
FQ	Fase quente
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ODP	Oscilação Decadal do Pacífico
OMA	Oscilação Multidecadal do Atlântico
SOLAS	Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
USCG	Guarda Costeira dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVO	11
2	AS REGIÕES POLARES	12
2.1	Região Polar Ártico	12
2.2	Região Polar Antártica	13
3	A NAVEGAÇÃO	16
3.1	Fatores que Afetam a Navegação no Gelo	16
3.1.1	Projeções Cartográficas	16
3.1.2	Fatores Ambientais e a sua Influência no Desempenho dos Aparelhos	17
3.1.3	Influência das Correntes na Navegação	17
3.2	A Estrutura do Navio que Afeta a Navegação Polar	17
3.2.1	Navios Quebra-Gelo	18
4	CLIMA	20
4.1	Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM)	20
4.2	O Ciclo Lunar e sua Relação com o Nível do Mar	23
4.3	Oscilação Multidecadal do Atlântico	24
4.4	A Influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) / Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)	27
5	TIPOS DE PREVISÃO UTILIZADAS NA NAVEGAÇÃO POLAR	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

As regiões polares são o foco do estudo de muitos cientistas da atualidade já que pouco se sabe a respeito do seu funcionamento e da sua influência nas outras regiões do globo. Além disso, busca-se aprimorar as técnicas de navegação nessas regiões para que imprevistos e acidentes possam ser evitados.

Dessa forma, o trabalho se inicia com a conceituação básica das zonas polares determinando seus limites geográficos e características gerais, seguido da caracterização das suas divisões, ártico e antártica, ressaltando algumas semelhanças e diferenças.

A partir de tais definições, ressaltam-se os principais fatores que afetam a navegação e determinam-se algumas características necessárias ao navio para que ele possa navegar nessas regiões com segurança.

Prosseguindo, tem-se uma análise do clima de tais regiões e do clima global, verificando a influência de anomalias na temperatura da superfície do mar (ATSM) e do ENOS/ODP (El Niño Oscilação Sul/ Oscilação Decadal do Pacífico), bem como do ciclo lunar, no derretimento das geleiras e conseqüentemente na alteração do nível do mar.

Para finalizar, conclui-se a importância da climatologia para as navegações em altas latitudes e determinam-se quais os tipos de previsão que melhor auxiliam os navegantes quando navegando em rotas polares.

1.1 OBJETIVO

Geral: Definir a importância da climatologia para a navegação.

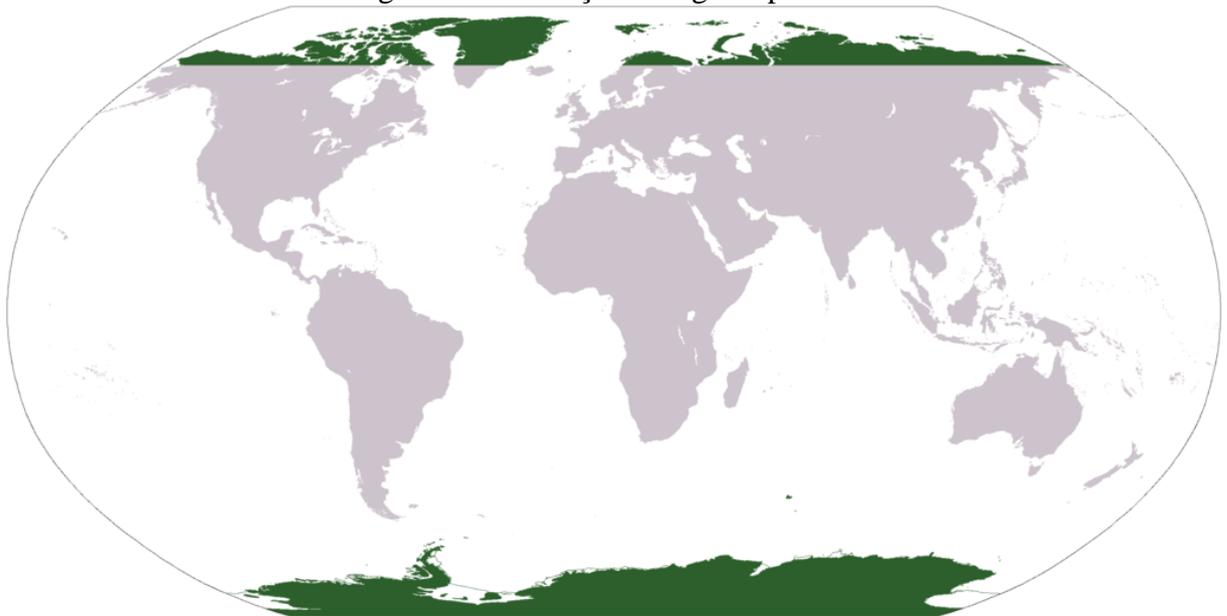
Específico: Estudar as zonas polares, analisando sua condição climática e sua geografia, estando estas diretamente relacionadas com os aspectos que tornam a navegação nessas regiões tão precisa e cautelosa.

2. REGIÕES POLARES

As regiões polares estendem-se ao norte do círculo polar ártico e ao sul do círculo polar antártico. Nessas regiões, a constituição do gelo marinho se dá pelo agrupamento de pequenas porções que em condições propícias vão se agrupando formando partes de grandes proporções podendo cobrir toda a superfície (LOBO et. al., 2007).

Consideradas como zonas térmicas da Terra, a radiação UV recebida ao longo do ano é mínima devido à posição relativa do sol, variando também de acordo com o ângulo de incidência dos raios solares. Entretanto, possui uma grande influência na temperatura ambiental ao passo que refletem a maior parte da radiação incidente esfriando as camadas mais baixas do ar e contribuindo para o processo de congelamento.

Figura 1:Localização as regiões polares.



Fonte: <http://www.grida.no/polar/>

2.1 Região Polar Ártica

Corresponde à área continental bem como marítima, com uma superfície de aproximadamente 13,5 milhões de quilômetros quadrados. Teoricamente, é limitada ao sul pelo círculo polar ártico, mas na realidade, devido a seu contorno irregular, estende-se um pouco além dele.

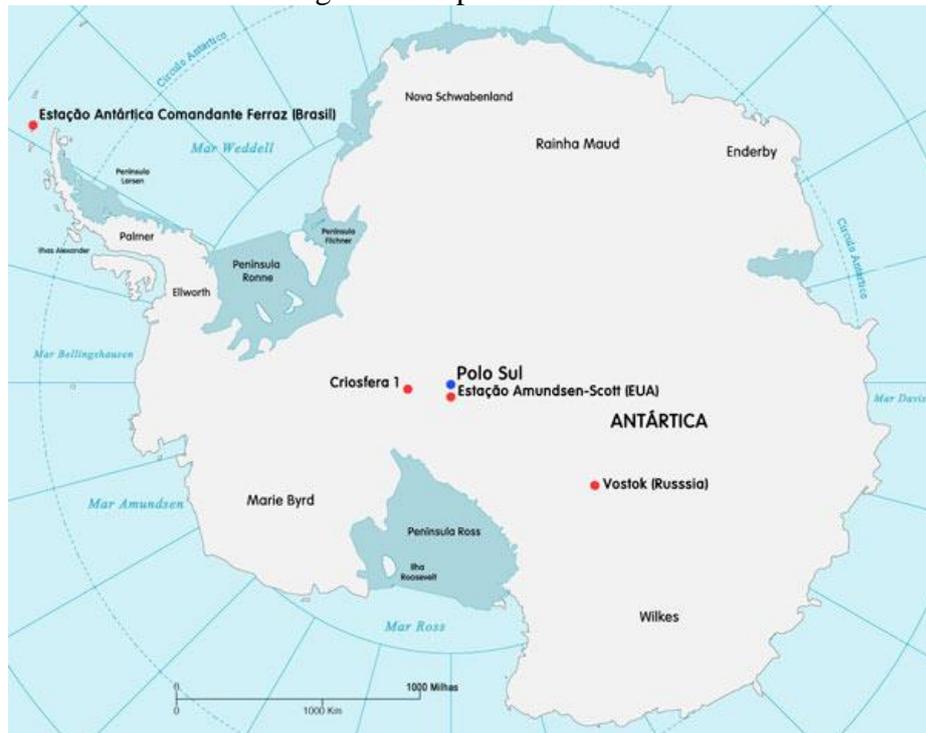
Seu clima é rigoroso com chuvas raras, caracterizando um deserto, e extrema oscilação da temperatura. Com o recuo das geleiras, novas rotas marítimas estão se abrindo.

pouca precipitação. Com altitude média de 2000 metros e ventos fortíssimos, cerca de 98% do território fica encoberto por gelo durante todo o ano. Dessa forma, é o único continente que não possui população permanente.

Apesar de não possuir população permanente, a Antártica é regularmente habitada por cientistas tais como geólogos, físicos, astrônomos, biólogos e etc, variando de 1000, no inverno, e podendo chegar a 4000 no verão. Tais cientistas possuem muito interesse na exploração dessa região ou realizam experiências que não poderiam ser realizadas em outros lugares do mundo.

Sendo uma massa terrestre composta por várias plataformas e com uma costa alta e acidentada, os navios ficam impedidos de atingirem latitudes mais elevadas além de não apresentar berços e fundeadouros seguros, com exceção à região da Península Antártica, localizada no Hemisfério Ocidental, relativamente perto da América do Sul.

Figura 3: Mapa da Antártica



Fonte: cienciahoje.uol.com.br

3. A NAVEGAÇÃO

A navegação que se realiza nas regiões polares não é igual àquela realizada em outras regiões do globo. Navegar em regiões de alta latitude requer técnicas especiais para que ela possa ser adaptada às condições únicas dessas regiões. Segundo Alexsander (2013), a escolha da derrota é diretamente afetada pelas condições do gelo (espessura, tamanho) e pela direção e intensidade do vento na região.

Para se garantir uma navegação no gelo segura é preciso que os tripulantes tenham muita experiência em navegação no inverno. Além disso, é preciso colher informações do clima e do gelo em tempo real para predizer o comportamento deste.

3.1 Fatores que Afetam a Navegação no Gelo

Em vista das condições únicas das regiões polares, existem fatores que dificultam a navegação nessas regiões, como a escolha da projeção cartográfica; a influência dos fatores ambientais no desempenho dos equipamentos e a influência das correntes.

3.1.1 Projeções Cartográficas

É de conhecimento geral que a Projeção de Mercator é a preferida dos navegantes. Entretanto, tal projeção começa a apresentar algumas limitações quando latitudes superiores a 60° são atingidas. A convergência dos meridianos altera o conceito de direção além das excessivas deformações que ocorrem na representação das altas latitudes e da impossibilidade de representação dos polos. Contudo, se as devidas precauções forem tomadas, a Projeção de Mercator pode ser usada satisfatoriamente até a latitude de 80°(MIGUENS, 1996).

Ainda segundo Miguens (1996), na hora da escolha da projeção, levam-se em conta algumas características que ajudam para melhor representar tais regiões, entre elas destacam-se conformidade (representação sem deformação de todos os ângulos em torno de quaisquer ponto, não deformando assim, pequenas regiões); representação dos círculos máximos (linhas retas); escala constante e limites de uso. Dessa forma, as projeções mais indicadas para serem usadas na representação das regiões polares são a Transversa de Mercator, Conformidade de Lambert modificada e a projeção polar estereográfica.

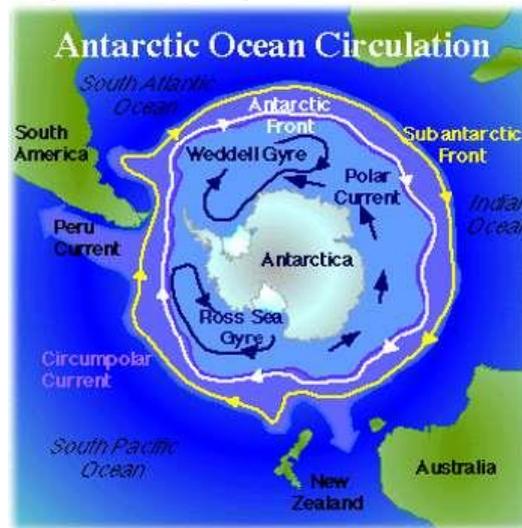
3.1.2 Fatores Ambientais e as suas Influências no Desempenho de Equipamentos

O funcionamento dos equipamentos e sistemas de navegação fica restrito quando realizando uma navegação em altas latitudes. A agulha magnética perde sua confiabilidade devido à pequena medida de campo magnético na região, a giroscópica perde força diretiva já que depende da rotação da Terra para se orientar e o radar sofre interferência pela neve que cobre alvos reduzindo seus ecos, diminuindo seu alcance de detecção além da dificuldade de detecção de pedaços de gelo que apresentam um grande risco de avaria ao casco.

3.1.3 Influência das Correntes na Navegação

Outro fator de suma importância é a ação das correntes nessas regiões que são as principais responsáveis pela movimentação e formação de pedaços de gelo. Na região da Antártica, por exemplo, a circulação geral é para leste, ou sentido horário, e próximo à costa verifica-se uma fraca corrente para oeste, ou sentido anti-horário, além da existência de muitas correntes locais.

Figura 4: Circulação Oceano Antártico



Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/antartida-continentes/imagens/antartida-103.jpg>

3.2 A Estrutura do Navio que Afeta a Navegação Polar

Muitas das vezes a derrota selecionada para realizar determinada travessia encontra-se coberta por gelo. Porém, em virtude dos prazos que devem ser cumpridos, nem sempre é possível alterar essa derrota. Assim, os navios tem que ser capazes de abrir um caminho pelo gelo.

Consequentemente, a estrutura do navio deve estar preparada para suportar esforços extras. Seu casco e seu aparelho de governo tem que ser fortes o suficiente para resistirem aos impactos com o gelo.

Figura 5: Navio rodeado por gelo.



Fonte: oceanexplorer.noaa.gov

3.2.1 Navios Quebra-Gelo

Em alguns casos, o casco do navio não é resistente o suficiente pra sustentar os choques com o gelo, com isso, a utilização de navios quebra-gelo se faz necessária. Tais navios abrem passagem, onde o gelo que recobre a água não permitiria que embarcações de estruturas convencionais navegassem.

Isso é possível devido às adaptações feitas em sua estrutura tais como: modelagem da proa e seu reforçamento, formato do restante do casco e etc. Além disso, hoje em dia, alguns quebra-gelo podem ser equipados com hélices tanto na proa quanto na popa bem como com propulsores azimutais.

A forma como essas embarcações abrem caminho nas regiões cobertas por gelo consiste na quebra deste através do peso do navio. A proa possui um formato de rampa invertida que faz com que a embarcação suba sobre a camada sólida e, ao atingir uma determinada altura, o gelo se rompe e com a ajuda do formato do casco os pedaços quebrados são mantidos afastados de partes importantes da embarcação.

Figura 6: Navio quebra-gelo russo Krasin abrindo caminho para um navio de suprimento dos Estados Unidos até a estação McMurdo, Antártica.



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

4. CLIMA

Tempo é o estado físico das condições meteorológicas em determinado momento em uma certa localidade. Sendo assim, pode-se conceituar clima como sendo o estudo do tempo para um período de no mínimo 30 anos nessa localidade, ou seja, é o conjunto de características de temperatura, umidade, chuva, ventos entre outros numa região.

Assim, a climatologia é uma subárea da meteorologia que estuda o comportamento das condições atmosféricas e eventos possíveis da condição do tempo numa dada região. Tal estudo é feito por meio da análise de dados por métodos estatísticos.

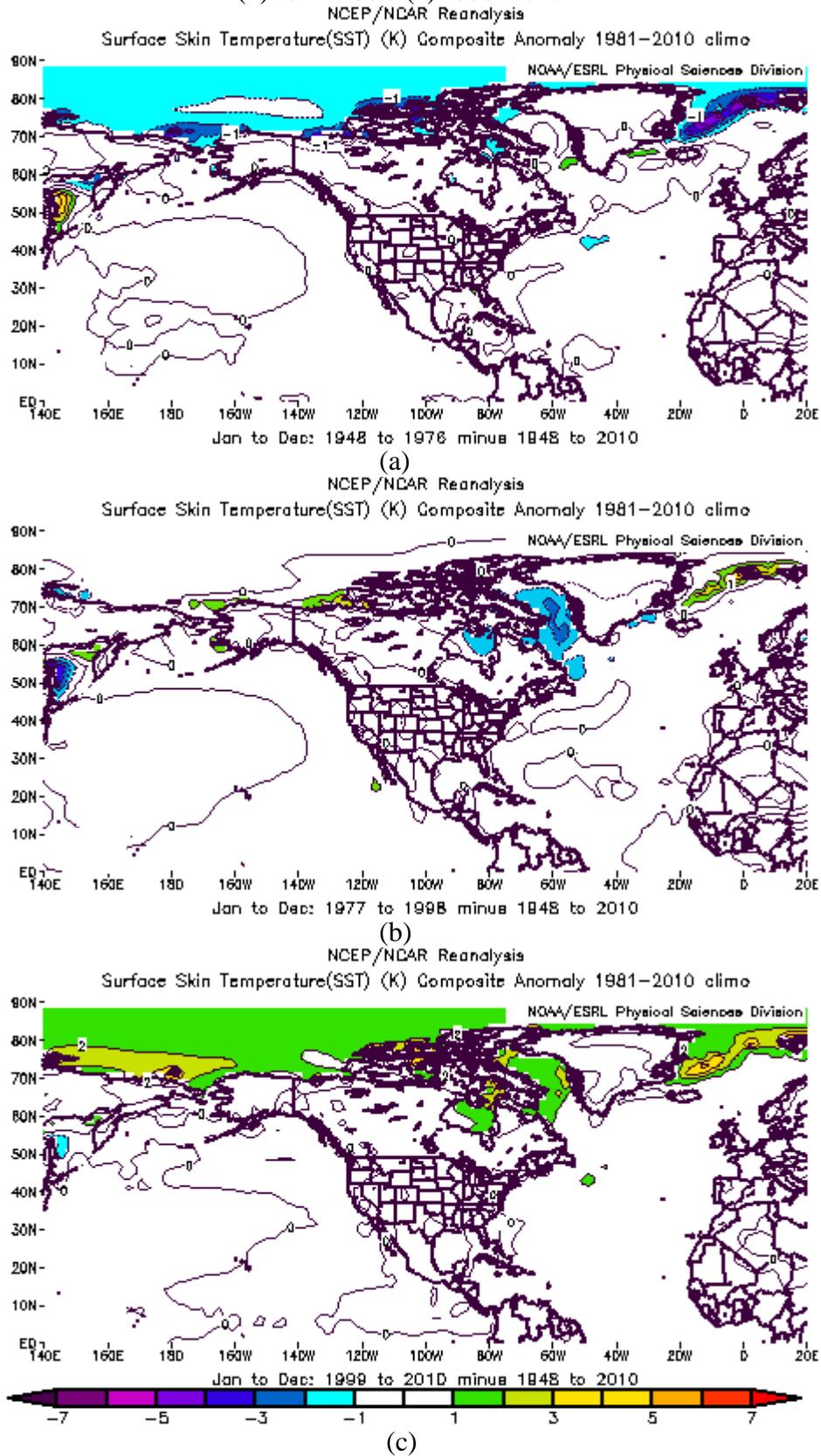
4.1 Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM)

Na figura 7 a seguir, observa-se a variação das anomalias padronizadas da TSM com relação à média do período 1948-2010 para ambos os hemisférios.

Nota-se, claramente, uma anomalia negativa de aproximadamente 5°C para o período de 1948-1976 (figura 7a) o que significa uma diminuição da temperatura quando comparada com o seu valor normal. Já na figura 7b, percebe-se uma anomalia próxima de zero enquanto que na figura 7c tem-se uma anomalia positiva por volta de 3°C , o que indica que a TSM foi em média maior que o normal. Dessa forma, conclui-se que o aumento da TSM ocorrido a partir do período de 1977-1998, confirma que o mar na região próxima aos polos se aqueceu a partir daquele período.

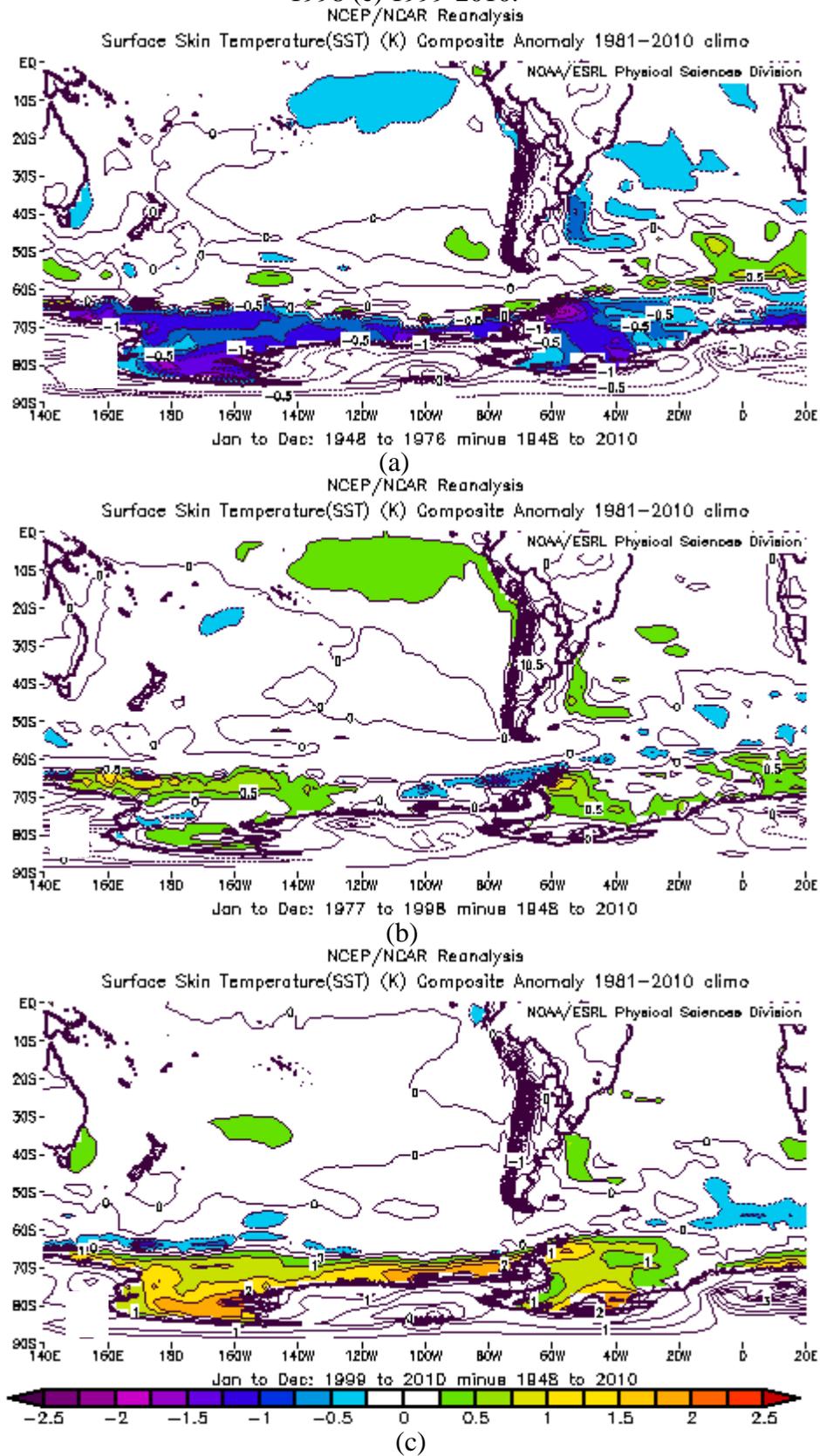
O mesmo se repete nas figuras 8a, 8b e 8c, porém com menor intensidade. Observa-se uma anomalia negativa de 1°C para o período de 1948-1976, para os anos entre 1977-1998 variou positivamente próximo de $0,5^{\circ}\text{C}$ e em torno de $1,5^{\circ}\text{C}$ para 1999-2010, também positivamente. Assim, pode-se concluir também, que houve um aquecimento da TSM.

Figura 7: Anomalias da TSM para o Hemisfério Norte para os períodos (a)1948-1976 (b) 1977-1998 (c) 1999-2010.



Fonte: ESRL/PSD/NOAA

Figura 8: Anomalias da TSM para o Hemisfério Sul para os períodos (a) 1948-1976 (b) 1977-1998 (c) 1999-2010.



Fonte: ESRL/PSD/NOAA

4.2 O Ciclo Lunar e sua Relação com o Nível do Mar

Atualmente, muito se discute quanto ao aquecimento global e a elevação do nível do mar. As informações que recebemos são que as ações do homem moderno influem diretamente na temperatura do planeta e como consequência há um derretimento das calotas polares ocasionando uma elevação do nível do mar. Entretanto, estudos indicam que a relação entre as ações antropológicas e o aumento do nível do mar não pode ser comprovada. Além de existirem dados comprovando que nos últimos quatro anos, o nível do mar aparentemente deixou de aumentar. E tal afirmação está relacionada com a existência de um ciclo lunar.

Segundo Molion, (2005), tal ciclo é chamado de precessão da órbita lunar ou dos nodos lunares, isto é, à medida que a lua revolve em torno da Terra o plano de sua órbita vai girando no espaço e completa 360° em 18,6 anos. A Lua tem seu eixo de rotação inclinado em $5,1^\circ$ com relação ao plano da eclíptica (plano em que se encontram o Sol e os planetas) e o da Terra é $23,5^\circ$. Quando os dois eixos apontam em direções opostas, eles fazem um ângulo de $28,6^\circ$ ($23,5^\circ + 5,1^\circ$) e a Lua, relativamente à superfície terrestre, se desloca na faixa entre $28,6^\circ$ N e $28,6^\circ$ S de latitude. Quando os eixos estão na mesma direção, a área varrida está entre $18,4^\circ$ N e $18,4^\circ$ S ($23,5^\circ - 5,1^\circ$). Considerando que 1° de latitude é equivalente a 110 km nas regiões tropicais, vê-se que a distância percorrida no máximo lunar é cerca de 12.000 quilômetros ($4 \times 28,6^\circ \times 110$ quilômetros), enquanto, no mínimo lunar, é cerca de 8.000 quilômetros, ou seja, 4.000 quilômetros de diferença nos mesmos 28 dias do ciclo das fases da Lua amplamente conhecido. Ou seja, a velocidade relativa da Lua é muito maior no máximo do ciclo e cria marés mais altas nos trópicos. No máximo de seu ciclo nodal, como ocorreu entre 2006-2007, a Lua levanta a superfície do mar, entre o equador e 40° de latitude, por sua atração gravitacional. Esse desnível (ou gradiente) hidráulico aumenta ligeiramente a velocidade das correntes marinhas que levam mais calor dos trópicos para os polos.

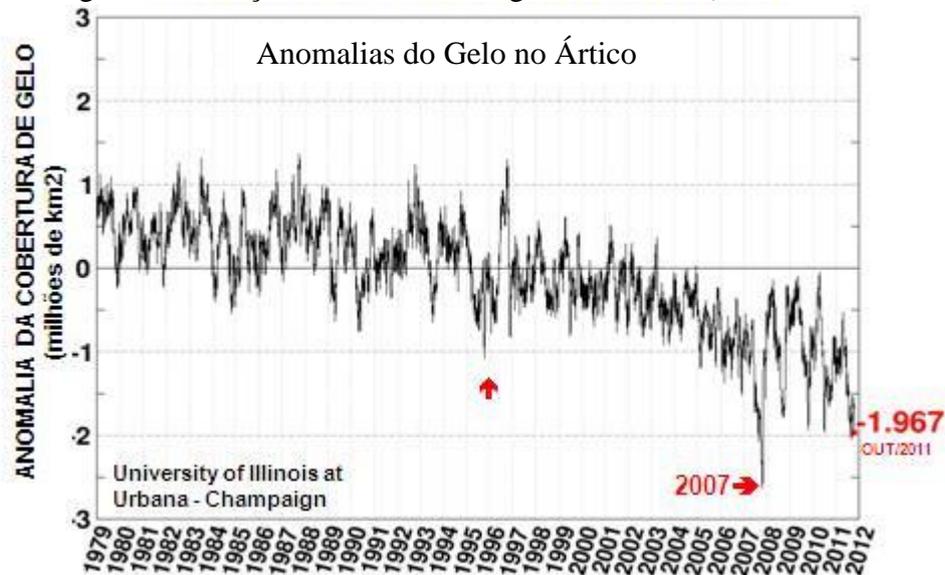
O ciclo está também relacionado com a aproximação da Lua em relação à Terra, fazendo com que a posição dela varie a cada 9,3 anos, estando ora mais perto ora mais longe. O último fenômeno observado desse ciclo data do ano de 2012, ano em que a Lua estava mais próxima do nosso planeta, o que implica um aumento na velocidade das correntes tropicais, transportando mais calor para os polos.

Assim, pode-se dizer que a lua está caminhando para mais longe do nosso planeta a partir de 2012, e que atingirá o ponto de maior afastamento por volta do ano de 2021. Logo, a tendência é que a velocidade das correntes dos trópicos vá diminuindo aos poucos,

ocasionando uma diminuição do transporte de calor sensível para os polos e consequentemente uma diminuição no derretimento das zonas cobertas por gelo.

Infelizmente, não é possível associar as datas dos ciclos com imagens de satélites da cobertura de gelo no Ártico, em vista de um fenômeno chamado atraso meteorológico. Esse fenômeno enuncia que apesar da Lua estar mais próxima ou mais afastada da Terra em determinado momento, os efeitos dessa aproximação ou desse afastamento, só serão sentidos algum tempo depois, devido a diferença de aquecimento entre oceano e continente, além disso, a superfície dos oceanos responde mais lentamente ao aquecimento solar também. Podemos observar esse fenômeno na Figura 9, onde visualizamos uma anomalia negativa na cobertura total de gelo em milhões de quilômetros quadrados, ou seja, maior derretimento da calota polar do Ártico no ano de 2007. Porém, conforme dito anteriormente, a Lua estava mais próxima da Terra no ano de 1994, explicando esse atraso na cobertura total de gelo no Ártico. Em adição, podemos observar na Figura 10 que a partir do ano de 2000 inicia-se uma outra fase quente da Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA), o que também pode justificar esse aumento no degelo do Ártico visivelmente observado na Figura 9.

Figura 9: Variação da cobertura do gelo no Ártico (em milhões de km²)



Fonte: Univ. Illinois Urbana-Champaign, 2011.

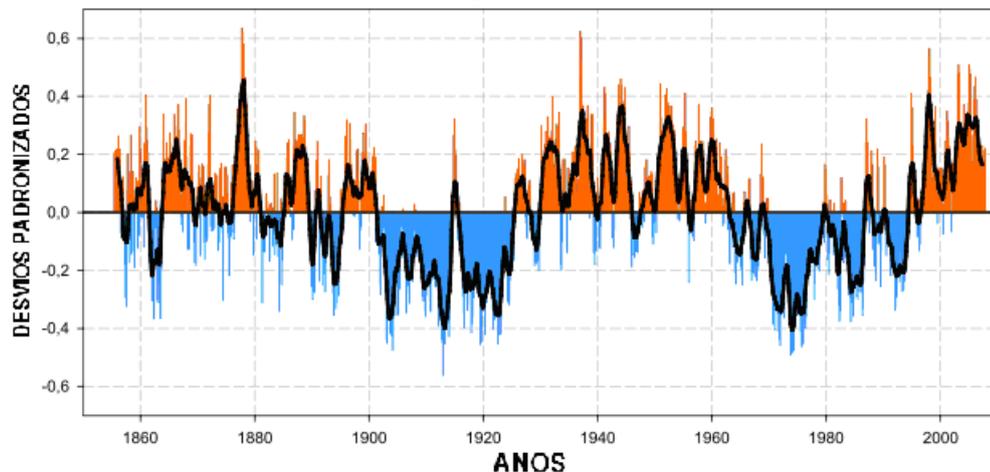
4.3 Oscilação Multidecadal do Atlântico (OMA)

A OMA é uma oscilação de baixa frequência que ocorre nas TSM do Oceano Atlântico Norte. As variações ocorrem entre a região equatorial, aproximadamente o Golfo do México, e a Groenlândia, geralmente entre de 0° N a 70° N. Apresenta duas fases mostradas

na Figura 10, fase fria e fase quente, com uma duração característica de 20 a 40 anos cada uma, num ciclo total de 60 a 70 anos. Esse fenômeno altera as temperaturas da superfície do mar, influenciando as correntes marinhas que levam calor dos trópicos para Europa e Ártico (OLIVEIRA, 2010).

Segundo D'Aleo (2008), a diminuição da camada de gelo ocorrida no Ártico, nos últimos anos, esteve associada à fase quente da OMA, uma vez que o degelo observado a partir do fim da década de 90 se equipara ao ocorrido entre as décadas de 30 e 40 e evidencia que esse tipo de mudança no Pólo Norte é decorrente de causas naturais e não pela intensificação do efeito estufa devida à maior liberação dos gases do efeito estufa. Ele notou, também, que quando o Atlântico Norte passa pela sua fase de aquecimento, como agora, aumenta a temperatura em Godthab Nuuk – capital da Groenlândia – e derretem as geleiras. Foi assim entre os anos 30 e 40 e está sendo assim nos últimos dez anos.

Figura 10: Serie temporal do Índice de Oscilação Mutidecadal do Atlântico (OMA) de 1856 – 2008.

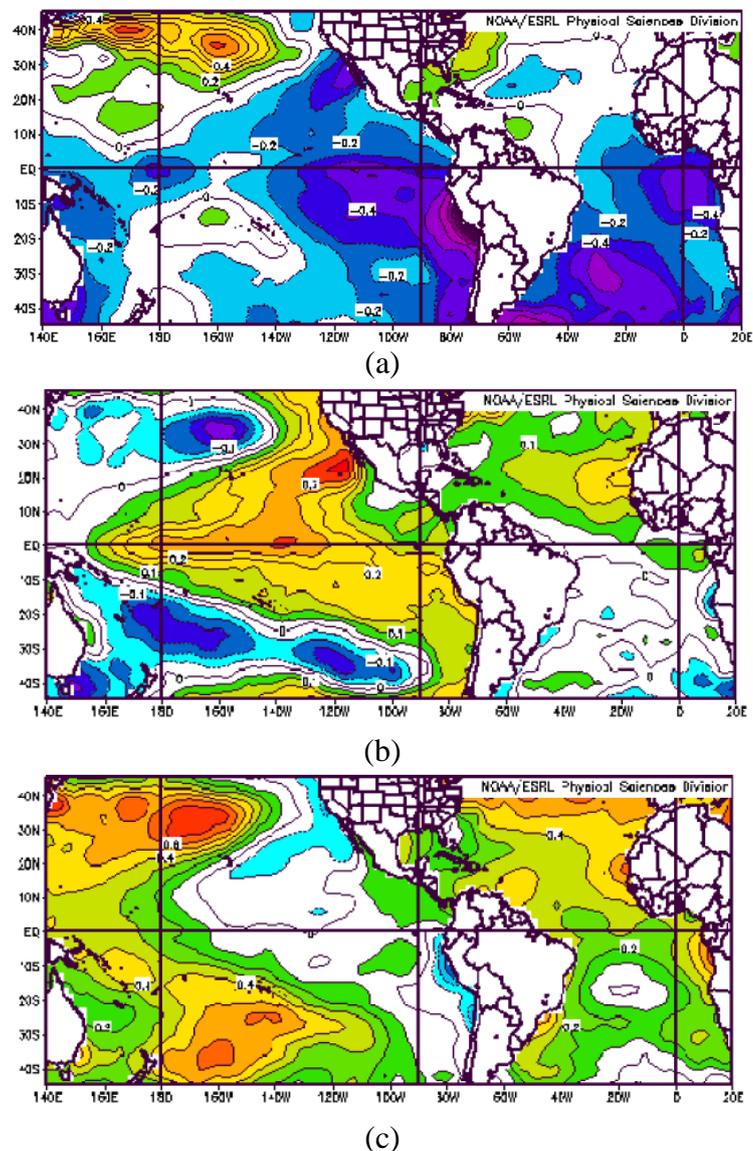


Fonte: <http://www.esrl.noaa.gov>

Além disso, Oliveira (2010) também enuncia que existe uma discussão em andamento na comunidade científica quanto ao tempo de resposta da influência do Oceano Pacífico sobre o Atlântico, ou vice-versa. Uma possível explicação para isso é que, quando os Alísios se intensificam (enfraquecem) nos períodos próximos ao estabelecimento de uma fase fria (quente) da ODP, as correntes marinhas, geradas pelo estresse do vento, se modificam mais rapidamente no Atlântico por ser uma bacia de dimensões menores que as do Pacífico. Essas correntes transportariam mais calor sensível para fora das regiões equatoriais, fazendo com que o Atlântico Oeste Tropical (costa leste das Américas) fique mais aquecido (Figura 11c) no início da fase fria da ODP. Posteriormente, o Pacífico, uma vez estabelecida sua nova fase

fria, vai modificar novamente o Atlântico, fazendo com que suas águas apresentem anomalias negativas de TSM no Hemisfério Sul, conforme pode ser visto no mapa da fase fria (Figura 11a). A variação no tempo de estabelecimento vai depender da variação da intensidade do vento. A causa da variabilidade decadal da intensidade dos Alísios ainda não é conhecida e uma hipótese seria estar relacionada à variação da intensidade das Monções Asiáticas. Podendo também ser um fator determinante para anomalias negativas de cobertura total em quilômetros quadrados de gelo no Ártico.

Figura 11: Campo de anomalias de TSM no período (a) 1948-1976, (b) 1977-1998, (c) 1999-2009, com relação ao período de 1948 a 2008



Fonte: ESRL/PSD/NOAA.

Molion (2005) também enuncia que em 1956, os cientistas russos, Maksimov e Smirnov, analisando mais de 100 anos de registros de marégrafos no Atlântico, mostraram

que o nível do mar poderia variar de ± 6 cm dentro do ciclo nodal lunar. Ou seja, o fato de o nível do mar oscilar com o ciclo nodal lunar já é conhecido há mais de 60 anos. Yendstad confirmou a existência do ciclo nodal lunar no clima do Ártico, aparente em variáveis como temperatura da superfície do mar, nível do mar e cobertura de gelo. Mas, sugeriu que outro ciclo, de 74 anos ($4 \times 18,6$ anos), possa interferir e introduzir mudanças de amplitude, ou de fase, que mascare a influência contínua do ciclo nodal lunar. Müller et al (2011) também confirmaram sua existência nas análises da temperatura do Atlântico e do Pacífico Norte.

Dessa forma, existe grande chance de que nos próximos dez anos consiga-se comprovar que a variabilidade é natural, associada ao ciclo da precessão da órbita da Lua em torno da Terra. E que o propalado aumento do nível do mar é uma afirmação sem fundamento científico.

4.4 A influência do ENOS/ODP

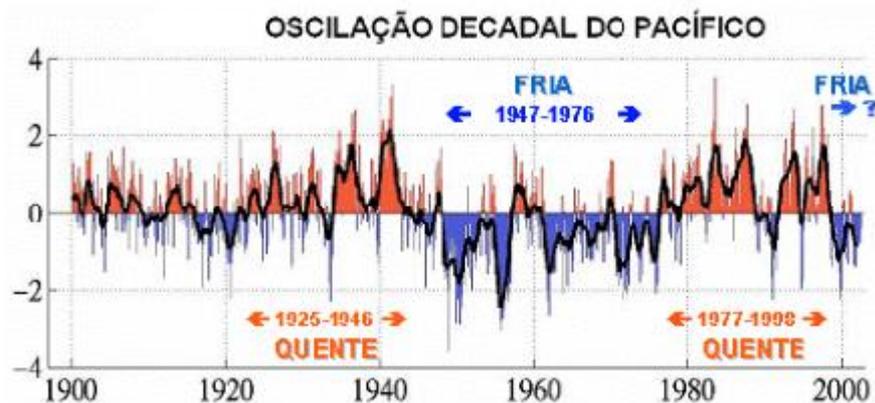
A ODP é um fenômeno muito semelhante aos eventos do El Niño e La Niña (ENSO), pois se trata de uma variação das temperaturas do Oceano Pacífico. No entanto, diferentemente dos dois fenômenos citados, a PDO tem uma variação climática um pouco mais longa, com cerca de vinte anos de duração, enquanto o ENSO costuma durar entre seis e dezoito meses.

Sendo o El Niño a fase quente (FQ) da ODP, um evento climático cíclico definido com um aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico, nas porções central e leste, de pelo menos 0,5 grau Celsius quando tomando como referência sua média térmica de vinte três graus Celsius. E tendo como origem ciclos solares, erupções vulcânicas, acúmulo sazonal de águas quentes no Oceano Pacífico e quedas de temperatura na Ásia Central. Sua principal consequência é a alteração da distribuição de calor e umidade em diversas localidades.

A fase fria (FF) da ODP, também conhecida como La Niña é também uma alteração cíclica, nas mesmas porções, central e leste, do Oceano Pacífico, representada por um resfriamento de sua temperatura média, ou seja, exatamente o oposto do El Niño. Sua origem não está bem definida, mas sua alternância com El Niño aponta para as mudanças de intensidade de calor, ou seja, ciclos solares que ora determinam maior radiação solar e consequente aquecimento das águas do Pacífico, ora determinam enfraquecimento da radiação solar que alcança o planeta, promovendo o resfriamento da temperatura das águas do Pacífico. Repercutindo assim, na distribuição de calor e umidade para outras partes do globo.

Assim, o ODP encontra-se dividido em duas fases, uma positiva e outra negativa. Estando a positiva, também denominada FQ, relacionada com um aumento do número de ocorrências e da intensidade do El Niño e uma conseqüente diminuição do La Niña. Enquanto que a fase negativa, também conhecida como FF, se apresenta em configuração contrária. Se relacionando com a diminuição nas temperaturas, elevação da umidade do ar e uma maior incidência e intensidade do La Niña em detrimento da diminuição e enfraquecimento do El Niño.

Figura 12: Série temporal do Índice da Oscilação Decadal do Pacífico

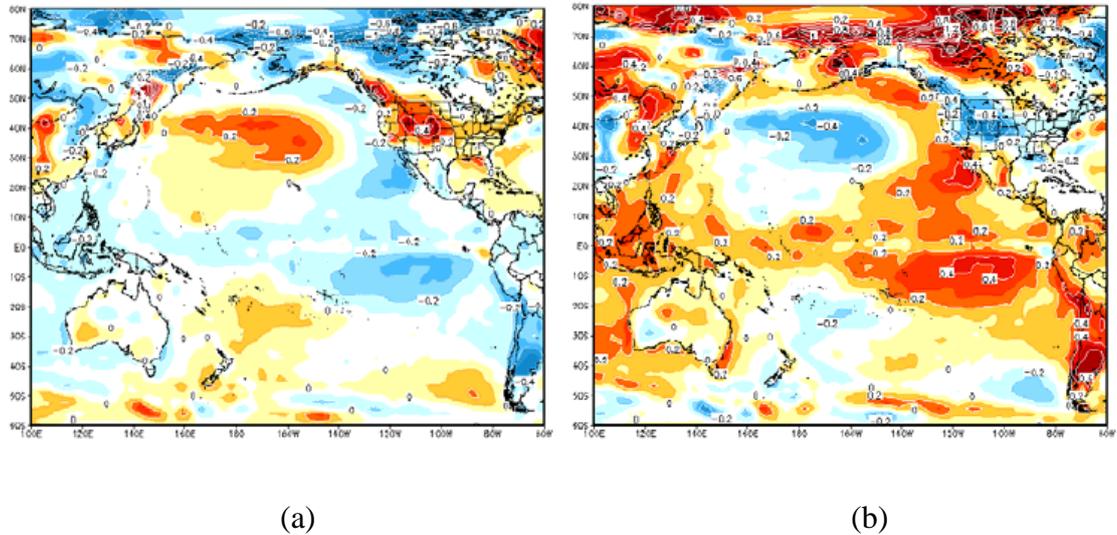


Fonte: adaptada de MANTUA et al (1997).

Estando a FQ também caracterizada por anomalias positivas de TSMs no Pacífico Tropical e costa oeste das Américas com simultâneas ATSMs negativas no Pacífico Extratropical em ambos os hemisférios ficando assim, frio nos polos e quente no equador (OLIVEIRA, 2010) (figura 13 b).

E a FF com anomalias de TSMs negativas no Pacífico Tropical e ao longo da costa oeste da Américas e positivas no Pacífico Extratropical, observa-se que nos polos fica quente e no equador fica frio (OLIVEIRA, 2010) (figura 13 a)

Figura 13: Padrões de comportamento da TSM nas fases (a) negativa e (b) positiva da ODP



Fonte: ESRL/PSD/NOAA.

Dessa forma conclui-se que em virtude do fato de o Oceano Pacífico ocupar cerca de um terço da superfície da Terra, as variações da ODP influenciam diretamente o clima dos continentes, inclusive as regiões polares. E como essas variações datam não somente dos dias atuais mas de períodos anteriores também, quando nem se falava em aquecimento da Terra, pode-se inferir que as alterações climáticas podem estar relacionadas com o ENOS e ODP.

Além disso, é possível observar na figura 12, que a partir do ano de 1998 iniciou-se a fase fria da ODP. Assim, o que os cientistas esperam presenciar é um aumento na temperatura das águas do Pacífico e uma conseqüente diminuição do transporte de calor sensível para os polos. O que indicaria que a tendência para os próximos vinte anos é de que a cobertura de gelo nas zonas polares aumente, contrariando a teoria do aquecimento global e reforçando as expectativas do ciclo lunar.

5. TIPOS DE PREVISÃO UTILIZADAS NA NAVEGAÇÃO POLAR

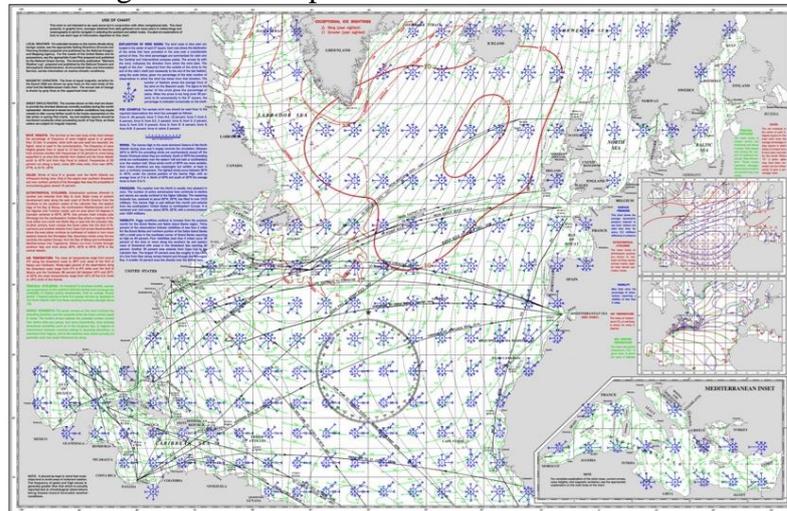
Para realizar qualquer tipo de navegação é preciso que se faça um planejamento antes de iniciar a viagem. Tal planejamento é composto pelas coisas que serão necessárias durante a viagem como combustível, alimentação, e demais custos operacionais. Além da verificação de rotas e informações meteorológicas.

Verificar as condições do tempo e clima do local por onde se pretende passar, antes e durante a travessia, é de suma importância. Dessa forma, o Comandante e demais tripulantes devem consultar algumas publicações que lhes fornecerão as informações que precisam visto que a constatação de que condições meteorológicas adversas, desprezadas ou mal interpretadas, significam avarias da carga e embarcação, com consequentes custos e prejuízos.

Com o navio ainda no porto, consulta-se:

- a) **Cartas Piloto:** tal publicação apresenta a frequência de dados de meteorologia e oceanografia, visando facilitar as providências, procedimentos, precauções e decisões dos navegantes na seleção das melhores rotas e condução adequada do navio. Elas podem indicar as correntes costeiras e oceânicas, os ventos predominantes, visibilidade, áreas abrangidas pelos boletins meteorológicos, limite de iceberg e etc, evidenciando condições adversas e perigosas nos meses críticos. Entretanto, ela não é usada isoladamente, mas em conjunto com outros auxílios de navegação.

Figura 14: Carta piloto do oceano atlântico norte.



Fonte: figure8voyage.com

- b) **Cartas Climáticas:** são apresentadas para os meses de janeiro e julho, ressaltando as mudanças significativas nas condições do estado do tempo e do mar, no oceanos Atlântico, Pacífico e Índico.
- c) **Ocean Passage of the World:** contém informações das principais rotas de navegação, se destinando a orientar navegantes que escolheram rotas que ainda não navegaram ou experimentaram.

Durante a travessia, consulta-se:

- a) **Patrulha Internacional do Gelo:** criada, em virtude do naufrágio do S. S. Titanic em 1912, pela Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), no de 1914, e conduzida pela Guarda Costeira dos Estados Unidos da América (USCG), que é responsável pela observação e divulgação das condições do gelo no Atlântico Norte. São emitidos boletins regulares, pelo rádio, duas vezes ao dia, às 00:48 horas e às 12:48 horas, divulgando as condições de gelo naquela área. Boletins especiais podem ser emitidos para casos em que são verificados icebergs além de seus limites costumeiros. Os patrulheiros realizam inspeções oceanográficas, estudam as condições gerais do mar e, se necessário, dão coberturas aos navios que navegam dentro de seus limites de operação.
- b) **Imagens de Satélites:** informações das condições de gelo são fornecidas pelos satélites da United States National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), com fotografias tiradas diariamente. O que possibilita à United States Fleet Weather Facility produzirem cartas de gelo na superfície terrestre, as quais são difundidas para recepção, por meio de aparelhos fac-símile instalados nos navios.

Em adição aos recursos supracitados, é possível se fazer um acompanhamento da navegação meteorológica. Tal serviço consiste em contratar uma firma que irá realizar a interpretação das condições meteorológicas e oceanográficas para a região de interesse e as divulgar em linguagem clara par os navegantes além do monitoramento ao longo de toda a derrota.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Navegar em altas latitudes é um assunto um tanto pouco comum visto que ainda existem muitas dúvidas e dificuldades quanto a melhor forma de se realizar tal empreitada. Os impasses devido ao baixo rendimento dos equipamentos e auxílios a navegação faz com que as viagens aos continentes gelados sejam realizadas com mais cautela e atenção pelos tripulantes de qualquer embarcação.

Em vista das mudanças climáticas que vem ocorrendo nos últimos tempos, a análise climática se tornou uma das maiores preocupações dos marítimos quando se tratando da navegação nas regiões polares.

O ciclo dos nodos lunares com certeza interfere nas marés e conseqüentemente na variação da temperatura devido ao transporte de calor sensível da região equatorial para as regiões polares, proporcionando um aumento da temperatura nessas regiões. Este ciclo se repete a cada 18,6 anos e influencia em outro ciclo, em que há um aumento do nível do mar que ocorre paralelamente e que nada tem a ver com o aquecimento global, mas sim com o transporte de calor.

Ainda, podemos concluir também, que os efeitos combinados da variação multidecadal cíclica observada no Atlântico Norte em sua fase quente (a partir do ano de 2000) e da última fase quente da ODP (terminada no ano de 1997) poderiam explicar o aumento do derretimento do ártico observado nos últimos anos, contrariando então pesquisas relacionadas com os efeitos antropogênicos relatados nos últimos anos

A partir dessas variações cíclicas a forma como se navega nos polos também variará. Pois as condições do tempo irão variar, fazendo com que a necessidade de instrumentação, de informações meteorológicas em tempo real, de suporte de navios quebra-gelo e entre outros, varie de viagem para viagem.

Conclui-se que, apesar das informações transmitidas pela mídia quanto ao aquecimento global antropogênico, o que os cientistas vêm querendo provar é que na verdade o aumento do nível do mar não passa de uma informação sem embasamento científico e que a cobertura de gelo varia de forma cíclica e natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA SILVA, Júlio César Lázaro. **El Niño**. Disponível em: <
<http://www.brasilescola.com/geografia/el-nino.htm>> Acesso em: 27 jul. 2014.

DA SILVA, Júlio César Lázaro. **La Niña**. Disponível em: <
<http://www.brasilescola.com/geografia/la-nina.htm>> Acesso em: 27 jul. 2014.

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

MIGUENS, A.P. 1996. **Navegação: A Ciência e a Arte**.

MOLION, L.C.B. 2005. **O nível do mar e o degelo no Ártico**.

OLIVEIRA, Vinícius. **Influência do Oceano Atlântico Sul na Precipitação do Brasil com Ênfase sobre o Rio Grande do Sul**. Maceió: UFAL, 2010.

PUPE, Alexsander Marques. **Navegação na Antártica: Mudanças Climáticas e uma Projeção para o Futuro**. Rio de Janeiro: CIAGA, 2013.

PENA, Rodolfo Alves. **Oscilação Decadal do Pacífico (ODP)**. Disponível em: <
<http://www.brasilescola.com/geografia/oscilacao-decadal-pacifico-odp.htm>> Acesso em: 27 jul. 2014.