

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

CÁSSIO CARDOZO SILVA

**A INFLUÊNCIA DOS ICEBERGS NA NAVEGAÇÃO EM ALTAS
LATITUDES**

RIO DE JANEIRO

2015

CÁSSIO CARDOZO SILVA

**A INFLUÊNCIA DOS ICEBERGS NA NEVEGAÇÃO EM ALTAS
LATITUDES**

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

Orientador (a): Henrique Vaicberg

RIO DE JANEIRO

2015

CÁSSIO CARDOZO SILVA

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 da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: ____/____/____

Orientador: Henrique Vaicberg

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: _____

DEDICATÓRIA

Esta monografia é dedicada a meus pais, que me apoiaram e me deram o suporte necessário para chegar até aqui e aos meus amigos de camarote sem os quais, essa conquista não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir chegar até aqui e por dar-me a direção correta; e agradeço a meus pais, pois me deram todo o suporte necessário.

RESUMO

Ao efetuar uma navegação em altas latitudes, o navegante se depara com condições de extremo risco tanto à integridade de sua embarcação e sua operação segura como às vidas de todos os tripulantes. Tais condições são decorrentes de fatores climatológicos inerentes às próprias regiões polares os quais, por sua vez, se devem, principalmente à própria curvatura do planeta e a consequente incidência de raios solares nas respectivas regiões.

Vale ressaltar que um dos elementos que mais oferece risco à navegação segura nas regiões polares é o iceberg a despeito de toda tecnologia empregada na navegação atualmente. Tais tecnologia, por sua vez, aplicam-se a inúmeros equipamentos, tendo como o principal exemplo dessa afirmação, o radar.

Este trabalho visa trazer à luz, conceitos básicos relativos à navegação nas regiões polares bem como seus reveses, abordando alguns aspectos meteorológicos e buscando esclarecer o navegante a respeito da movimentação de icebergs e também suas áreas de incidência dependendo da estação do ano.

Palavras-chave: icebergs - movimentação - áreas polares – raios solares.

ABSTRACT

When making a navigation in high latitudes, the sailor face extreme risks conditions not only for integrity of your vessel but and its safe operation but also the lives of all crew members. Such conditions are due to climatological factors that are related to the proper polar regions which, in turn, are due mainly to the very curvature of the planet and the consequent incidence of the sunlight in their regions.

It is noteworthy that one of the elements most dangerous in terms of risk to the safe navigation in the polar regions is the iceberg in spite of all technology used in currently shipping. Such technology, in turn, apply to many devices, with the main claim of this example, the radar.

This work aims to bring to light, basic concepts related to navigation in the Polar Regions and their setbacks, addressing some meteorological aspects and seeking to clarify the navigator regarding the movement of icebergs and also their areas of frequency, depending on the season.

Key-words: icebergs - movement - polar areas - solar ray.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES/FIGURAS

Figura 1- Transversa de Mercator	17
Figura 2- Projeção conforme de Lambert	17
Figura 3- Projeção cônica	18
Figura 4- Projeção cônica	18
Figura 5- Projeção estereográfica	19
Figura 6- Projeção gnomônica	20
Figura 7- Projeção gnomônica	20
Figura 8- Azimutal equidistante	21
Figura 9- Azimutal equidistante	22
Figura 10-Duto de superfície	25
Figura 11-Looming	25
Figura 12-Looming	26
Figura 13-Towering	26
Figura 14-Miragem superior	27
Figura 15-Miragem superior	28
Figura 16-Miragem inferior	29
Figura 17-Fata morgana	30
Figura 18-Fata morgana	30
Figura 19-Origens e trajetórias dos icebergs no Ártico	33
Figura 20-Número totais de iceberg cruzando 48° N a cada ano de 1900 até 1999	34
Figura 21-Imagem de satélite mostrando um iceberg originado da The Ronne ice shelf em 1998	35
Figura 22-Growlers e Bergy bits	38

Figura 23-Growlers e Bergy bits	38
Figura 24-Icebergs tabulares	39
Figura 25-Campo de gelo	41
Figura 26-Manobra no gelo	44
Figura 27-Reboque no gelo	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. CONCEITOS DE CARTOGRAFIA NÁUTICA	13
3. TIPOS DE PROJEÇÕES.....	14
3.1. A projeção transversa de Mercator	16
3.2. A conforme de Lambert.....	17
3.3. Projeção polar estereográfica	18
3.4. Projeção gnomônica	19
3.5. Azimutal equidistante.....	21
4. CARACTERÍSTICAS POLARES INFLUENTES NA NAVEGAÇÃO.....	23
4.1. Efeitos da refração.....	24
4.2. Elevação ou (“Looming”).....	25
4.3. Agigantamento ou (“towering”).....	26
4.4. Miragem superior	27
4.5. Miragem inferior	28
4.6. Fata Morgana.....	29
5. O GELO NO MAR	31
5.1. Região Norte.....	35
5.2. Região sul.....	35
6. PROPIEDADES GERAIS DO GELO	36
6.1. Acústica.....	36
6.2. Temperatura do gelo	36
6.3. Growlers e Bergy bits	37
6.4. Icebergs tabulares.....	38
6.5. Flocos de gelo.....	39
6.6. Campos de gelo	40
7. NAVEGAÇÃO EM PRESENÇA DE GELO.....	42
7.1. Manobrabilidade de navios	43

7.2. Resistência de navio.....	43
7.3. Capacidade estrutural.....	44
7.4. Operação com navio quebra-gelo.....	44
7.5. Reboque no gelo	45
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

1. INTRODUÇÃO

A navegação em regiões polares exige, previamente, que sejam conhecidos diversos aspectos no que dizem respeito a fatores climatológicos característicos destas regiões. Tais aspectos, por sua vez, se devem ao próprio formato do planeta, tendo em vista que, devido ao ângulo de incidência dos raios solares e a conseqüente deficiência na taxa de aquecimento dos pólos, corroborado pelo elevado índice de reflexão destes raios para o espaço devido à existência de gigantescas massas de gelo.

Somado a estes aspectos meteorológicos, temos a questão de peculiares características pertinentes às latitudes elevadas no que dizem respeito à cartografia. Considerando, portanto, que nessas regiões os meridianos convergem rapidamente para os pólos e que uma reta ou linha de rumo plotada na carta torna-se uma curva em altas latitudes por efeito da convergência dos meridianos.

Outro fator altamente influente na navegação polar é a variação irregular da agulha magnética devido à fraca intensidade do campo magnético horizontal nessa região além das tespestades magnéticas que dificultam extremamente as transmissões via rádio que são, por sua vez, um das principais formas de comunicação no mar. As linhas isogônicas nas regiões polares aproximam-se uma das outras, resultando numa rápida mudança da declinação em curtas distâncias, em determinadas direções. Além disso, o traçado das isogônicas é imperfeito. Como resultado, a declinação magnética informada nas cartas náuticas das regiões polares não têm a mesma ordem de precisão que nos outros lugares. Além disso, anomalias magnéticas severas já foram encontradas nas regiões polares.

A despeito de toda problemática apresentada, este trabalho visa dar ênfase ao estudo do gelo marinho, no que tange a sua formação e origem buscando entender a sazonalidade dos icebergs e como, conseqüentemente, os mesmos influenciariam a navegação segura nas referidas regiões. Contudo, para que se entenda tal fenômeno, se faz necessário o conhecimento complexo da dinâmica dos fatores naturais das regiões polares seja em seus aspectos meteorológicos e magnéticos quanto em seus aspectos fisiológico.

2. CONCEITOS DE CARTOGRAFIA NÁUTICA

Por definição, cartas náuticas são documentos cartográficos que resultam de levantamentos de áreas oceânicas, mares, baías, rios, canais, lagos, lagoas ou qualquer outra massa de água navegável e que se destinam a servir de base à navegação e são geralmente construídas na projeção de mercator e representam os acidentes terrestres e submarinos, fornecendo informações sobre profundidades, perigos à navegação (bancos, pedras submersas, cascos soçobrados, icebergs e etc), natureza do fundo, fundeadouros e área de fundeio, auxílios à navegação (faróis, faroletes, bóias, balizas, luzes de alinhamento, radiofaróis, etc), altitudes e pontos notáveis aos navegantes, linha de costa e contorno das ilhas, elementos de maré, correntes e magnetismo e outras indicações necessárias à segurança da navegação. (MIGUENS, 2000)

Haja visto a dada definição, infere-se que a carta náutica sempre fora um dos maiores instrumentos de auxílio à navegação, uma vez que, trata-se de um documento no qual constam todas as informações conspícuas necessárias ao transcorrer seguro de uma viagem. Tais informações, apesar de seguirem uma padronização em sua disposição na carta, possuem dados que variam de acordo com a região a ser analisado, ou seja, usando como exemplo, o fato de que toda carta náutica exibe o nível de redução do mar que, por sua vez, define-se como a média aproximada das baixa-mares de sizígia naquela região, porém, como já fora dito, esse dado varia de acordo com a região que esta sendo analisada.

Para um melhor entendimento, faz-se necessária a noção da diferença entre dois pontos: mapa e carta. O primeiro, por sua vez, apresenta diversos aspectos referentes à fronteiras política, formações geológicas, densidade populacional e muitos outros dados de cunho técnico-científico, porém, mais voltados para área terrestre. Já o segundo, também consiste em uma representação do globo terrestre num plano, contudo, possui dados relevantes ou conspícuos relativos ao meio marítimo navegável sendo, por esse por esse motivo, o enfoque deste capítulo.

3. TIPOS DE PROJEÇÕES

Devido ao tema proposto, daremos ênfase às projeções cartográficas náuticas relativas às regiões de altas latitudes. Considerando que nessas regiões as projeções sofrem fortes distorções tanto na forma quanto nos ângulos, surgiu a necessidade de uma projeção que apresentasse uma boa planificação buscando sempre o menor índice possível de distorções. Em prol deste objetivo, foram criadas as seguintes projeções cartográficas: projeção transversa de Mercator, a conforme de Lambert, projeção polar estereográfica, projeção gnomônica e a azimutal equidistante.

Quanto à classificação das projeções de acordo com as propriedades que conservam, podemos citar:

- Projeções equidistantes: apresentam deformações lineares, isto é, os comprimentos são representados em escala uniforme. A condição de equidistância só é obtida em determinada direção e, de acordo com essa direção, as projeções equidistantes se subclassificam em equidistantes meridianas, equidistantes transversais e equidistantes azimutais.
 - A) Equidistantes meridianas são aquelas em que há distância segundo os meridianos.
 - B) As equidistantes transversais apresentam equidistância segundo os paralelos.
 - C) As equidistantes azimutais ou ortodrômicas são as que não apresentam distorções nos círculos máximos que passam pelo ponto de tangência e são sempre projeções planas.
- Projeções equivalentes: são as que não deformam as áreas, isto é, as áreas na carta guardam uma relação constante com suas correspondentes na superfície da terra.
- Projeções conformes: não deformam os ângulos e, decorrente dessa propriedade, não deformam também a forma das pequenas áreas. As projeções azimutais podem ser consideradas um caso particular das projeções conformes, em virtude da propriedade que possuem de não deformarem os ângulos (azimutes) em torno do ponto de tangência.
- As projeções afiláticas são aquelas em que os comprimentos, as áreas e os ângulos não são conservados. Entretanto, podem possuir uma ou outra propriedade que justifique sua construção. A projeção gnomônica, apresentando todas as deformações, possui a excepcional propriedade de representar as ortodromias como retas. Por isso é amplamente utilizada na cartografia náutica em latitudes superiores a 60° norte e sul.

Comparando as projeções, temos:

Tabela

	MERCATOR	LAMBERT	GNOMÔNICA
Paralelos	Linhas retas e horizontais	Arcos de círculos concêntricos	Curvas (secções de cone) exceto o equador
Meridianos	Linhas retas verticas, perpendiculares ao equador	Linhas retas, raio dos paralelos convergindo para o pólo	Linhas retas
Conforme	Sim	Sim	Não
Círculos máximos	Linhas curvas (exceto meridianos e o equador)	Linhas aproximadamente retas	Linhas retas
Linhas de rumo	Linhas retas. Ângulo medido com qualquer meridiano	Linhas curvas	Linhas curvas
Escala de distâncias	Variável--será usada a do paralelo médio	Aproximadamente constante	Variável—será medida por ábacos impressos nas cartas
Aumento da escala	Aumenta com a distância do equador	Aumenta com a distância do paralelo central da projeção	Aumenta com a distância ao centro da projeção
Uso para navegantes	Navegação geral—costeira e estimada	Navegação costeira, estimada e eletrônica	Determinação da ortodrômica

Fonte: MIGUENS, 2000

As projeções polares, por sua vez, apresentam critérios específicos referentes às necessidades demandadas por uma navegação segura nessas regiões. Desta forma, as principais considerações para escolha de um sistema de projeção conveniente para a navegação polar são:

a. Conformidade: É desejável que os ângulos (direções) sejam corretamente representados, de modo que a plotagem possa ser feita diretamente sobre a carta.

b. Representação dos círculos máximos: Como os círculos máximos (ortodromias) são mais úteis em altas Latitudes que as linhas de rumo (loxodromias), é desejável que os círculos máximos sejam representados por linhas retas;

c. Escala constante: É desejável que se tenha uma escala constante em toda a carta;

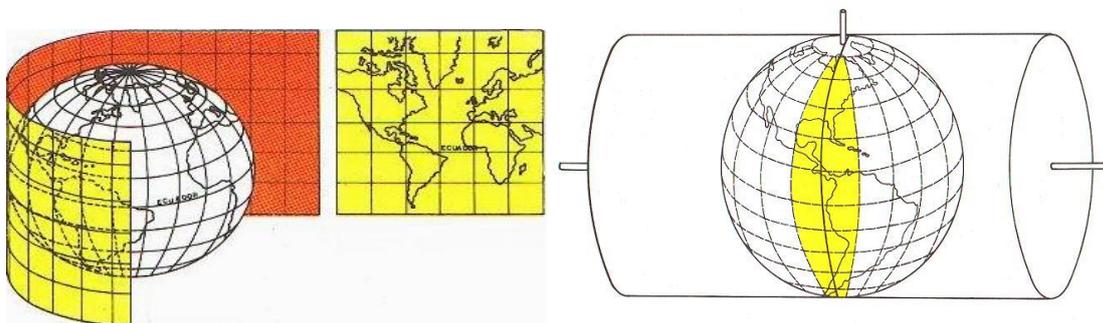
d. Limites de uso: Limites amplos de utilização são desejáveis, para reduzir ao mínimo o número de projeções necessárias.

3.1. A projeção transversa de Mercator

Trata-se de um tipo especial da projeção de Mercator que pode ser definida também como projeção cilíndrica transversa ortomorfa (conforme). Esta projeção consiste em uma representação do globo terrestre por meio de um cilindro que se estende de um pólo ao outro tangenciando um meridiano. Esta característica confere à projeção, uma menor deformação nas proximidades do meridiano de tangência, aumentando, desta forma, a medida que nos afastamos do mesmo meridiano.

Outro fator importante é que, ao traçarmos uma linha reta próxima ao meridiano de tangência, a mesma, aproxima-se de um círculo máximo na esfera terrestre. Assim, na cartografia das regiões polares, as vantagens da projeção de Mercator, tais como facilidade de construção e plotagem rápida dos pontos, podem ainda ser aproveitadas pela rotação do cilindro de 90° em azimute, ficando agora tangente a um meridiano, o qual passa a ser o equador fictício. Nesta projeção, dentro das regiões polares, os paralelos são praticamente circunferências concêntricas e os meridianos divergem ligeiramente de linhas retas; os arcos de círculos máximos também podem ser considerados linhas retas, desprezando-se o pequeno erro cometido.

Figura 1: Transversa de Mercator

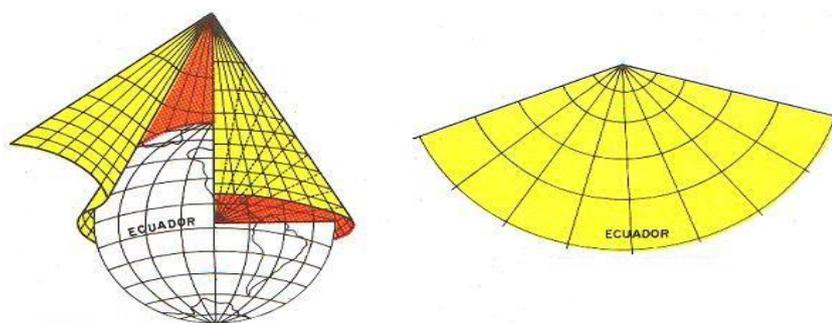


Fonte <<http://www.professores.uff.br/cristiane/Estudodirigido/Cartografia.htm>>

3.2. A conforme de Lambert

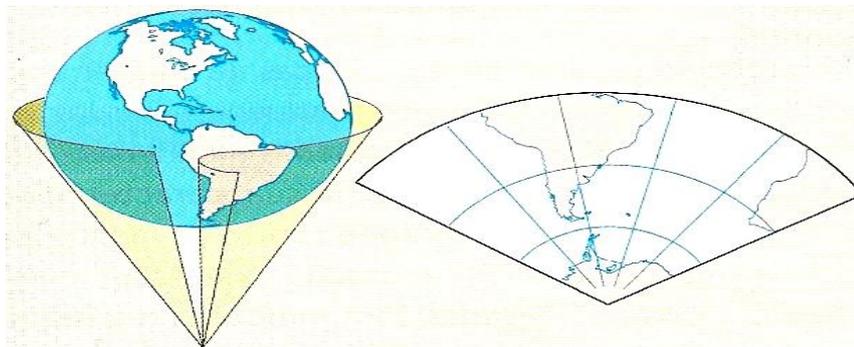
A projeção conforme de Lambert modificada ou projeção de Ney tem como principal característica, a apresentação de mínimas distorções até o cerca de 25° a 30° do pólo. Além desse limite, as distorções crescem rapidamente. Um círculo máximo é praticamente uma reta em qualquer ponto da carta e as distâncias bem como as direções podem ser medidas diretamente na carta. Esta projeção usa um paralelo muito próximo ao pólo como paralelo padrão mais alto. Assim, esta projeção cônica com dois paralelos padrões vai requerer pouca deformação para representar os paralelos como círculos e eliminar o círculo que representaria o pólo.

Figura 2 Projeção conforme de Lambert



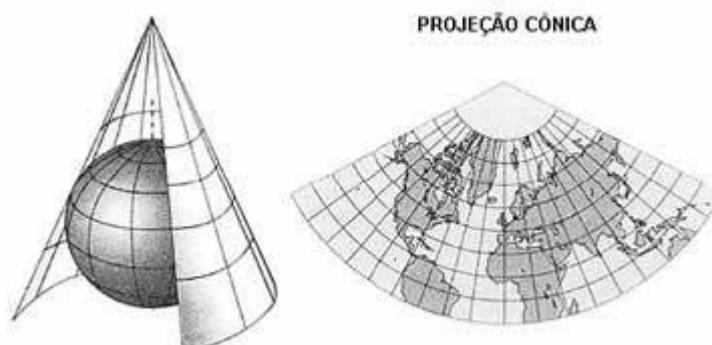
Fonte: <http://www.delton-aviation.fr/boutique/fiche_produit.>

Figura 3 Projeção cônica



Fonte: <<http://www.delton-aviation.fr/boutique/>>

Figura 4 Projeção cônica



Fonte: : <<http://www.delton-aviation.fr/boutique/>>

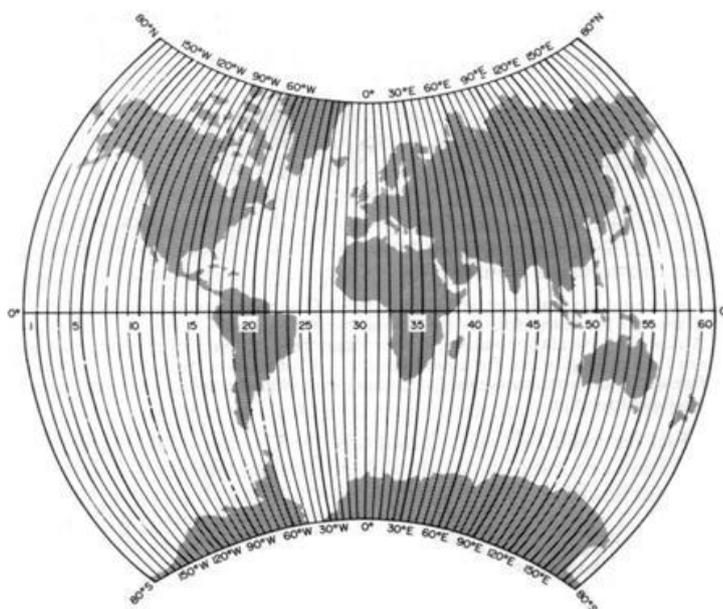
3.3. Projeção polar estereográfica

Outra projeção comumente utilizada em cartografia das regiões polares é a projeção polar estereográfica, que é conforme em toda sua extensão e na qual um círculo máximo difere muito pouco de uma linha reta. A distorção de escala não é excessiva para uma distância considerável do pólo, mas é maior que na Projeção Conforme de Lambert modificada. A variação de escala pode ser reduzida usando um plano secante, que corte a Terra em um paralelo intermediário entre o pólo e o paralelo mais afastado, de forma que as distorções sejam

divididas, com a porção dentro deste paralelo padrão comprimida e a porção fora dele expandida.

Também conhecida como azimutal ortomorfa, esta projeção é resultante da projeção geométrica de pontos da superfície terrestre sobre um plano tangente, desde de um ponto de vista situado na posição oposta ao ponto de tangência

Figura 5 Polar estereográfica



Fonte: <<http://arlete.meneguette.zip.net/repcarto/>>

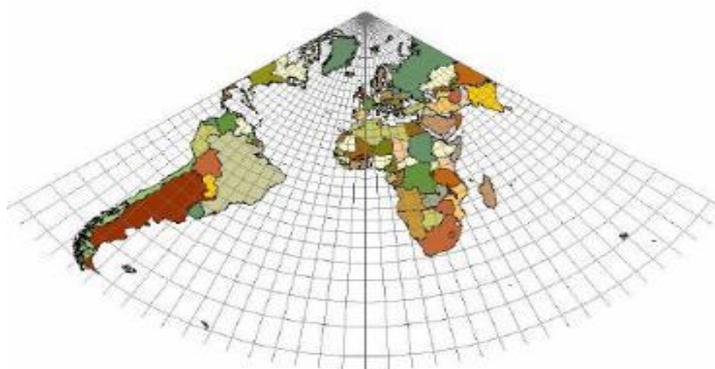
3.4. Projeção gnomônica

A projeção gnomônica, basicamente, surgiu em virtude da complexidade de se encontrar a menor distância entre dois pontos longínquos um do outro. Portanto, por meio da gnomônica, introduziu-se o conceito de navegação por círculos máximos ou navegação ortodrômica.

A gnomônica utiliza como superfície de projeção um plano tangente à superfície do globo terrestre, no qual os pontos são projetados geometricamente, a partir do centro da Terra. Esta é, provavelmente, a mais antiga das projeções, acreditando-se que foi desenvolvida por Tales de Mileto, cerca de 600 a.C.

Embora esta projeção apresente muitas deformações, sendo elas de forma e de área e diretamente proporcionais ao afastamento do ponto de tangência, somando-se também, o fato de não ser uma projeção equidistante, a gnomônica possui a propriedade única de representar todos os círculos máximos por linhas retas além de os azimutes a partir do ponto de tangência são representados sem deformações.

Figura 6 Projeção gnomônica



Fonte: <<http://people.ufpr.br/~firk/pessoal/projcart/Cap%204%20ProjCart.pdf>>

Figura 7 Projeção gnomônica



Fonte: <<http://people.ufpr.br/~firk/pessoal/projcart/Cap%204%20ProjCart.pdf>>

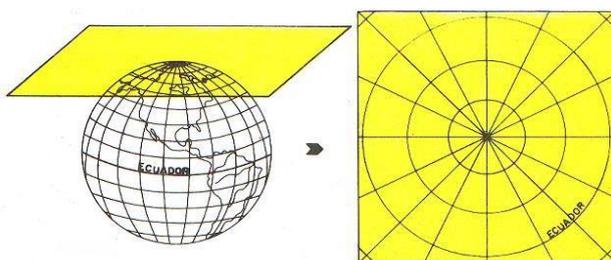
3.5. Azimutal equidistante

Nesta projeção, a escala de distância se mantém constante ao longo de todo meridiano que passa pelo ponto de tangência. Caso este último esteja situado em um dos pólos, os meridianos serão representados na forma de linhas radiais e os paralelos na forma de círculos concêntricos nos quais serão marcadas as distâncias, tendo como referência, o ponto de tangência. A projeção não é conforme, nem equivalente, nem perspectiva. Próximo ao ponto de tangência as distorções são pequenas, porém crescem com a distância, até que, nas imediações do lado oposto da Terra, as formas tornam-se irreconhecíveis.

A projeção azimutal equidistante é útil porque combina as três características possíveis de se encontrar nas projeções azimutais:

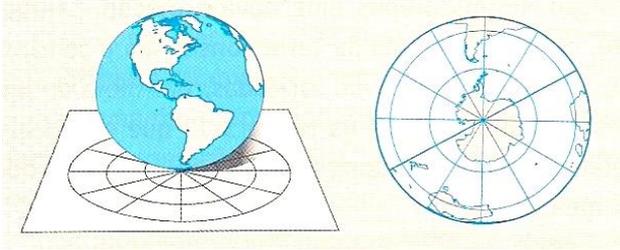
- as distâncias a partir do ponto de tangência são representadas sem distorções;
- as direções (azimutes) a partir do ponto de tangência são representados sem deformações; e
- permite representar toda a superfície da Terra em uma carta

Figura 8 Azimutal equidistante



Fonte: < http://arquimedes.matem.unam.mx/PUEMAC/PUEMAC_2008/mapas/html >

Figura 9 Azimutal equidistante



Fonte:< http://arquimedes.matem.unam.mx/PUEMAC/PUEMAC_2008/mapas/html>

4. CARACTERÍSTICAS POLARES INFLUENTES NA NAVEGAÇÃO

As regiões polares são consideradas regiões de peculiares características extremamente hostis à presença do ser humano. Tais características, por sua vez, se definem, em sua maioria, por fatores meteorológicos ou climatológicos.

Toda esta conjuntura, faz com que essas regiões sejam um grande empecílio ao trânsito de embarcações de forma segura e, conseqüentemente, interferem diretamente no mercado mundial no transporte de mercadorias, bens e serviços.

Utilizando como exemplo concreto deste fato, a presença de icebergs oferece grande risco à integridade das embarcações que demandam, além dessas referidas regiões, as áreas adjacentes a elas, uma vez que, os icebergs constituem um sistema dinâmico e sazonal, ou seja, possuem movimentação conforme as correntes oceânicas e podem ser localizados em latitudes menores dependendo da época do ano da singradura. Porém, as dificuldades não são impostas apenas às grandes singraduras mas também no que se refere às diversas técnicas de navegação e demanda de portos e canais.

Portanto, podemos citar alguns aspectos importantes, referentes à navegação e manobrabilidade nessas regiões:

- Restringem os movimentos e manobras do navio. Na estação de inverno, podem impedir a navegação.
- São um perigo para a estrutura do navio, principalmente nos pontos vulneráveis como os hélices e o leme.
- Dificultam o acesso aos portos.
- Condicionam quais as derrotas seguras ou mesmo as possíveis, de acordo com a linha limite de influência dos gelos flutuantes. A sazonalidade desses limites é evidenciada nas cartas piloto.
- Dificultam a navegação costeira, devido à variação dos contornos da costa e dos acidentes geográficos característicos da região e impossibilitam uma cartografia náutica precisa.
- Dificultam a navegação astronômica devido a valores anormais da refração.
- Dificultam a navegação eletrônica devido à propagação irregular.
- Dificultam a utilização do radar como auxílio à navegação, ocasionando falhas de interpretação das imagens, devido a modificações do perfil da costa, a ecos falsos ou atenuados, principalmente nos gelos flutuantes.

4.1. Efeitos da refração

Este fenômeno relaciona-se diretamente com a conhecida técnica de navegação chamada de navegação radar. Este equipamento, por sua vez, possui como princípio de funcionamento a transmissão de ondas eletromagnéticas na forma de pulsos e por meio de uma antena. Tais pulsos eletromagnéticos irão chocar-se com objetos e retornarão na forma de eco à antena receptora.

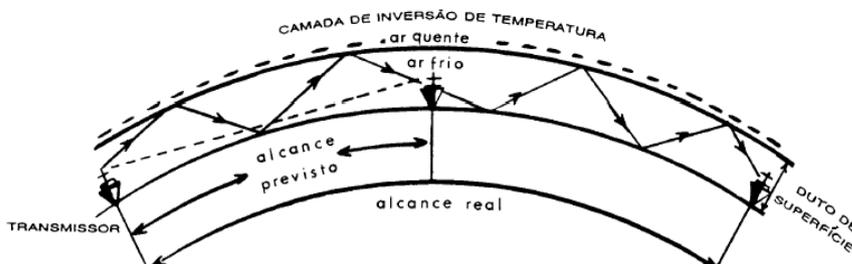
O equipamento irá, desta forma, interpretar a natureza do eco eletromagnético possibilitando ao navegante a capacidade de obter informações relevantes acerca do objeto que se quer analisar. Porém, a trajetória dessas ondas eletromagnéticas sofre diversas interferências relacionadas às condições atmosféricas da localidade e que podem atenuar ou maximizar o seu sinal, sendo um desses fatores atmosféricos conforme as leis físicas da refração.

Segundo Paulo Roberto Valgas Lobo na publicação Meteorologia e Oceanografia usuário navegante: “Em dias claros pode haver uma refração anormal e, embora o campo de gelo possa ser visto a uma distância maior do que normalmente seria possível, suas características podem ser extremamente amplificadas”.

Tendo em vista a afirmativa acima, podemos concluir que a refração, nesse caso, proporciona um maior alcance da onda eletromagnética, ou seja, determina um horizonte radar muito mais amplo. Tal fenômeno é conhecido como superrefração e sua existência se deve aos níveis de umidade do ar nas regiões polares bem como a temperatura da massa de ar na qual a onda se propagará. Para que isso aconteça, a atmosfera conter uma configuração específica determinada por uma massa de ar frio e seco sob uma camada de ar mais quente, conforme acontece comumente nas regiões gélidas das altas latitudes, gerando um duto de superfície.

Em geral, quando a densidade de um meio aumenta, o seu índice de refração também aumenta. Como variações de temperatura e pressão alteram a densidade, concluímos que essas alterações também alteram o índice de refração. No caso dos sólidos, essa alteração é pequena, mas para os líquidos, as variações de temperatura são importantes, e no caso dos gases tanto as variações de temperatura como as de pressão devem ser consideradas

Figura 10 Duto de superfície

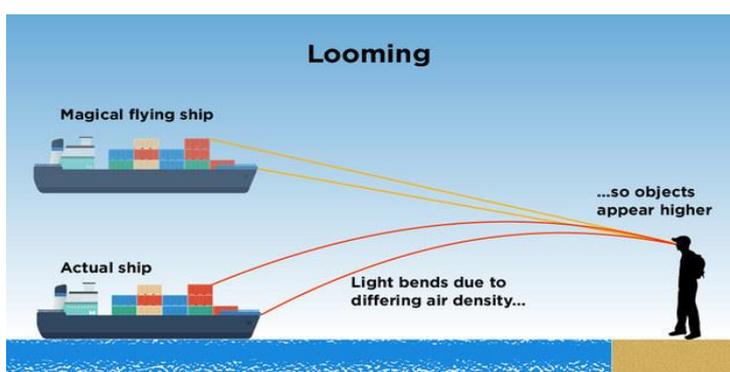


Fonte: MIGUENS, 2000

4.2. Elevação ou (“Looming”)

A elevação ou looping trata-se de um dos efeitos visuais causados pela refração da onda eletromagnética na atmosfera no qual objetos parecem ser elevados acima de suas posições verdadeiras, aparentando estarem mais próximos do observador além de objetos abaixo da linha do horizonte tornarem-se visíveis, porém, de forma distorcida e exagerada.

Figura 11 Looming



Fonte: < <http://www.fantasticfundas.com/2015/07/mirage-and-looming.html>>

Figura 12 Looming



Fonte:< <http://www.fantasticfundas.com/2015/07/mirage-and-looming.html>>

4.3. Agigantamento ou (“towering”)

Esse fenômeno ocorre quando, na distorção da paisagem, acarreta em um alongamento vertical de sua imagem. Fato esse que é corroborado também, pela refração luminosa referente às diferentes temperaturas atreladas à atmosfera.

Figura 13 Towering



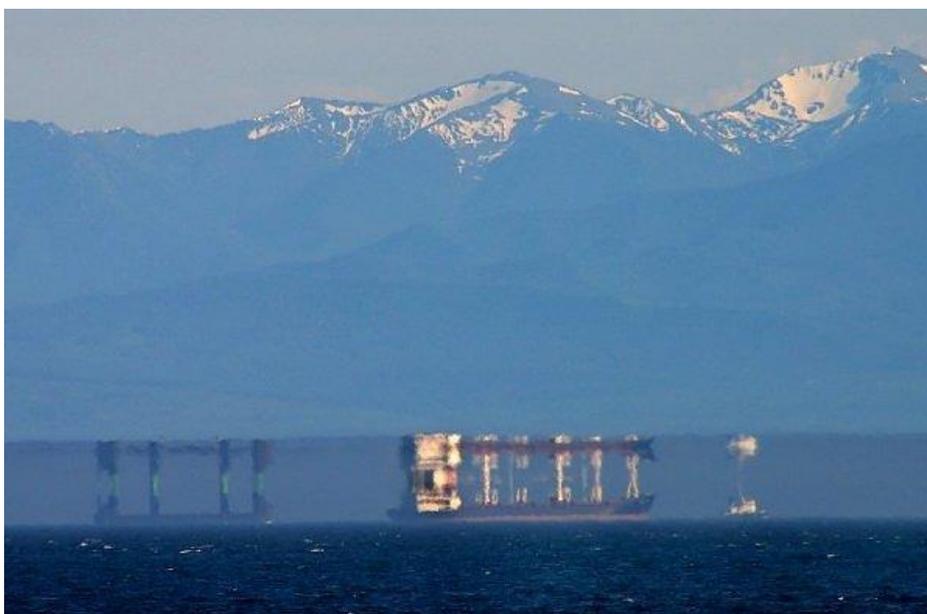
Fonte:< <http://www.islandnet.com/~see/weather/elements/supmrge.htm>>

4.4. Miragem superior

Ocorre quando aparece sobre um objeto uma imagem invertida, como se fosse refletida do céu. Sob condições ideais de refração, uma segunda imagem direta é, também, visível. Se o objeto e a imagem invertida estão além do horizonte, a segunda imagem direta pode ser a única porção visível, aumentando muito a distância de detecção visual. As condições estáveis necessárias para formação de miragem superior o são também para formação de nevoeiros no mar.

Miragens superiores são bastante comuns em regiões polares, especialmente em grandes folhas de gelo que têm uma temperatura uniforme baixa. Miragens superiores também ocorrer em latitudes mais moderadas, embora nesses casos eles são mais fracos e tendem a ser menos suave e estável. Por exemplo, uma linha costeira distante pode parecer torres e olhar mais alta (e, portanto, talvez mais perto) do que realmente é. Por causa da turbulência, parece haver picos de dança e torres.

Figura 14 Miragem superior



Fonte:< http://www.world-mysteries.com/illusions/sci_illusions1.htm>

Figura 15 Miragem superior



Fonte: :< http://www.world-mysteries.com/illusions/sci_illusions1.htm>

4.5. Miragem inferior

Fenômeno óptico associado com a refração produz-se na Antártica quando o ar mais quente e menos denso (em geral associado a correntes marítimas que fluem de áreas menos frias, isto é, de Latitudes mais baixas) permanece na superfície, sob ar mais frio e denso. Nesse caso, a trajetória dos raios luminosos é encurvada para cima, afastando-se da superfície. Ocorre, então, miragem inferior, isto é, objetos próximos parecem afundar, parcial ou totalmente, abaixo do horizonte. Isto pode levar o observador a superestimar a distância a objetos próximos. O fenômeno é freqüentemente acompanhado de uma névoa seca ou neblina e do obscurecimento do contorno de objetos distantes.

Imagens inferiores não são estáveis. O ar quente sobe, e o ar mais frio, sendo mais densa, desce, de modo que as camadas se misturam, dando origem a turbulência. A imagem será distorcida em conformidade. Pode ser de vibração; ele pode ser estendido na vertical (altaneiro) ou estendida horizontalmente (inclinando-se). Se existem várias camadas de temperatura, vários miragens pode misturar, talvez causando imagens duplas. Em qualquer caso, miragens são geralmente não maior do que cerca de meio grau elevado (mesmo tamanho aparente como o sol e a lua) e de objetos a apenas alguns quilômetros de distância.

Figura 16 Miragem inferior



Fonte:< <https://museudinamicointerdisciplinar.wordpress.com/2012/08/31/>>

4.6. Fata Morgana

Trata-se de uma miragem complexa, devido aos efeitos da refração, que é caracterizada por distorções múltiplas de imagem, geralmente na vertical, de modo que objetos como penhascos e “icebergs” são distorcidos e ampliados, aparecendo como pináculos ou castelos de altura fantástica. Uma estratificação em densidade do ar muito característica é requerida para produzir este fenômeno, especialmente a ocorrência conjunta, em camadas verticalmente adjacentes, de gradientes de densidade que produziriam miragem superior e inferior. Uma forte inversão de temperatura sobre um mar relativamente mais quente pode satisfazer este requisito.

Com tempo calmo, a separação regular entre o ar quente e o ar frio (mais denso) perto da superfície terrestre pode actuar como uma lente refractante, produzindo uma imagem invertida, sobre a qual a imagem distante parece flutuar. Os efeitos Fata Morgana costumam ser visíveis de manhã, depois de uma noite fria.

Os efeitos de Fata Morgana são miragens ditas superiores, diferentes das miragens inferiores, que são mais comuns e criam a ilusão de lagos de água distantes nos desertos ou em estradas com o asfalto muito quente.

Figura 17 Fata Morgana



Fonte: <<https://ajpadilla.wordpress.com/2012/12/21/fata-morgana/>>

Figura 18 Fata Morgana



Fonte:< <https://ajpadilla.wordpress.com/2012/12/21/fata-morgana/>>

É um efeito habitual em vales de altas montanhas, onde o efeito se vê acentuado pela curvatura do vale, que cancela a curvatura da Terra. Também se costuma ver de manhã nos mares árticos, com o mar muito calmo, e é habitual nas superfícies geladas da Antártida.

5. O GELO NO MAR

Como antes abordado, sabemos que um dos maiores empecilhos à navegação em altas latitudes é a própria presença de grandes massas de gelo de diversos tamanhos e formas. Estes últimos, por sua vez, são comumente chamados de icebergs e que são classificados segundo seu tamanho e forma.

Icebergs são grandes blocos de gelo formados por água doce, provenientes de extensas geleiras glaciais ou de outros blocos de gelo flutuantes que também são provenientes das mesmas geleiras. Embora os icebergs sejam gerados em terra, sua origem é um aspecto comumente discutido, uma vez que, tais blocos estão sempre cercados de água do mar. Contudo, a despeito da água salgada, os icebergs são compostos por água doce; Portanto, sua origem, estrutura cristalina e composição química, bem como o perigo que proporcionam, são diferentes.

Eles são encontrados nas duas regiões polares, seus tamanhos e números são geralmente maiores em grandes latitudes e podem proporcionar grandes riscos ao tráfego de embarcações e para unidades de exploração e produção como as plataformas, por exemplo.

As grandes camadas de gelo da Groelândia e da Antártica, que produzem, sem dúvida, a maior quantidade de icebergs no mundo, desprendem-se da terra e se direcionam para o mar por meio de muitos canais glaciais. Em muitos casos, especialmente na Antártica, o gelo se espalha na superfície do mar, permanecendo conectados à terra e formando uma camada de gelo flutuante de grande ou pequena extensão.

Existem duas grandes diferenças entre o desprendimento destes blocos de gelo na Groelândia e dos originários da Antártica. No primeiro, a maior parte dos icebergs da groelândia são desprendidos diretamente de geleiras maiores flutuando no mar, enquanto que os icebergs da Antártica são, em sua maioria, originados de gigantescas camadas de gelo quase que a totalidade da extensão litorânea do continente. O resultado disso é que, os icebergs da região sul tendem a ser, a partir do momento do desprendimento, muito grandes e tabulares, enquanto que os do norte não são tão grandes e possuem uma configuração mais compacta.

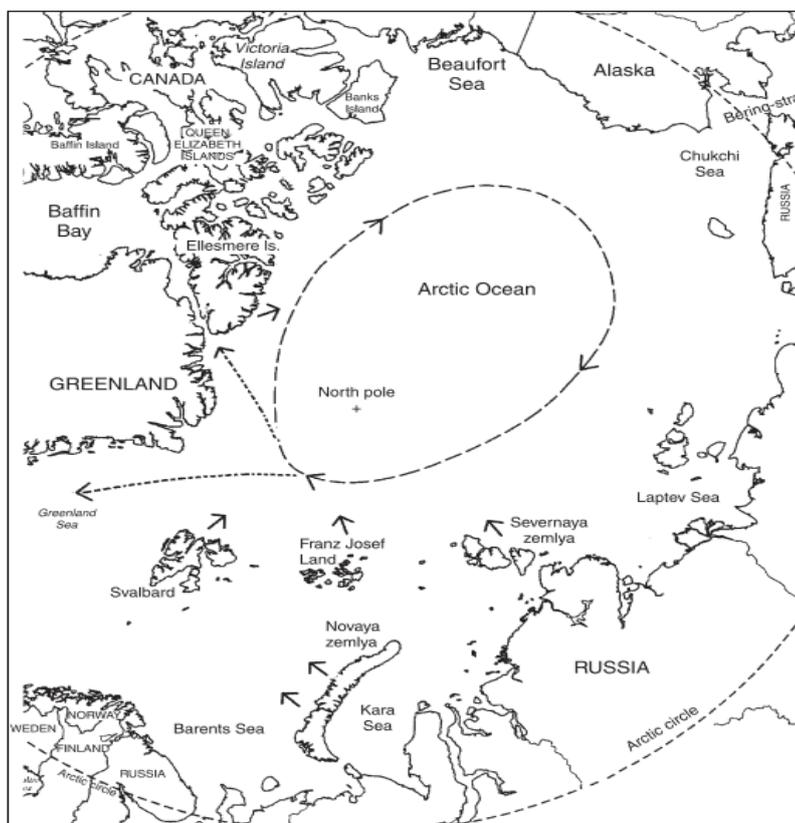
Segundo, a linha de equilíbrio da camada de gelo da Groelândia é cerca de 1000 m. Portanto, o volume total de um icebergs da Groelândia é composto por gelo. Na Antártica, por

outro lado, a linha de equilíbrio é localizada no limite das camadas de gelo, logo esses icebergs são geralmente originados com as camadas mais elevadas de gelo depositado, o que influencia diretamente nas taxas de derretimento, bem como em suas massas e propriedades de deriva.

A deriva dos icebergs é um fator determinado pelas correntes marinhas, embora o vento também exerce forte influência. Tendo em vista que, as correntes marinhas mais profundas possuem direções e intensidades diferentes das correntes de superfície, os grandes icebergs possuem, por sua vez, direções diferentes das camadas de gelo superficial que o rodeia. Isto faz com que se forme uma esteira de mar aberto por onde o grande bloco passe. Sabendo que os fatores de deriva, tais como direção e velocidade, dependem extremamente da profundidade e do formato da quilha do bloco, o que normalmente são desconhecidos, a previsão das trajetórias são raramente confiáveis, mesmo quando as características das correntes são conhecidas.

Devido ao fato do continente antártico ser rodeado por água ao passo que o ártico seja rodeado por continentes, os padrões de deriva dos icebergs dessas áreas são muito diferentes. Os restantes 5% dos icebergs setentrionais são paridos a partir de inúmeras geleiras na ilha de Ellesmere no ártico canadense, as muitas ilhas ou ribeirinhos do Mar de Barents, Kara, e Laptev Seas, e Alaska (ver Figura 2). Muitos destes, especialmente aqueles gerados das prateleiras de gelo em Ellesmere Island, estão em forma tabular. Quando eles foram descobertos pela primeira vez, à deriva entre o pacote Ártico, eles eram chamados de "ilhas de gelo", cuja denominação ainda perdura com eles. Uma vez que eles tornaram-se incorporados no bloco, eles tendem a ficar lá indeterminadamente, embora, ocasionalmente, possam escapar e se juntarem ao fluxo do sul através do estreito de Davis ou a costa leste da Groenlândia. As origens e trajetórias desses icebergs e ilhas de gelo são mostrados na Figura 2.

Figura 19 Origens e trajetórias dos icebergs no Ártico



Fonte: < curry.eas.gatech.edu/Courses/6140/Icebergs.pdf >

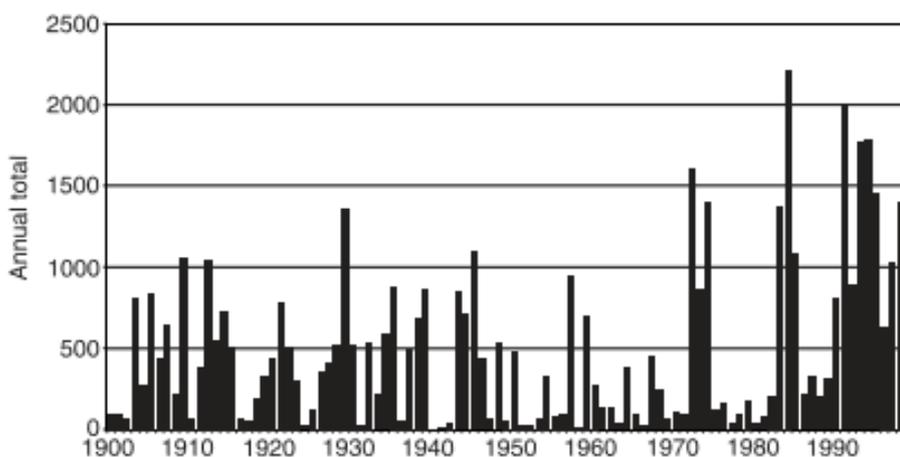
Como não há escoamento significativo da Antártica, a produção de icebergs responde pela maior parte da perda de massa do continente. A maioria desses icebergs são gerados a partir das enormes plataformas de gelo, como o Ross, Filchner, Ronne, Larsen, e Amery. Cerca de 60-80% em volume são originados das prateleiras de gelo, o restante dos glaciares vagam diretamente para o mar ou de barreiras de gelo ativas. Uma vez livre de frente de gelo, eles derivam de acordo com a corrente prevalecente ao longo da costa, em alguns lugares para o oeste, em outros para o leste, como mostrado na Figura 3.

Eles podem permanecer perto da costa, onde a sua concentração é o maior, por períodos de até 4 anos, protegidos pelo gelo do mar e a água fria. Há vários lugares localizados ao redor da costa, onde icebergs vire para o norte de distância do continente. Uma vez que elas são levadas para além do limite norte do bloco de gelo, cerca de 60°S, eles serão levados a leste e ao norte em águas cada vez mais quentes até que eles se deteriorarem. O avistamento mais setentrional relatado foi em 26°S perto do Trópico de Capricórnio. Poucos passam de 55°S.

Nosso conhecimento dos números e distribuição de tamanho de icebergs é baseado em observações visuais de navios e aeronaves; a partir de dados de radar de navios, costa, e aeronaves; e de imagens de satélite. Cada método tem suas vantagens e desvantagens. Por exemplo, as imagens de satélite cobre áreas muito grandes e todos os momentos do ano, mas não irá detectar pequenos icebergs; radar do navio vai pegar a maioria dos icebergs dentro de seu alcance, mas pode perder icebergs arredondados ou pequenos icebergs no mar agitado; observação visual vai pegar todos os tamanhos de icebergs, mas apenas dentro de uma área limitada no tempo bom quando alguém está olhando. Assim, qualquer pesquisa sobre icebergs será voltada para a forma e o tamanho de modo a moldar categorias favorecidas pelo método de observação utilizado.

Os registros mais detalhados de números e tamanhos iceberg em um único local foram mantidos pela Patrulha do Gelo Internacional da Guarda Costeira os EUA (IIP), que foi formado na sequência do naufrágio do Titanic. O IIP começaram a patrulhar o Grand Banks em 1914 e relatórios locais iceberg para navios na área. Desde então, o IIP manteve um registro detalhado de todos os icebergs que cruzam 48°N. Estes números são altamente variáveis de ano para ano como resulta na figura 4.

Figura 20 Números totais de icebergs cruzando 48° N a cada ano de 1900 até 1999.



Fonte: < <http://www.researchgate.net/publication/252120951> >

A razão para esta variabilidade não é clara. Ambos os números e tamanhos são maiores em latitudes mais altas, uma vez que os icebergs gradualmente se desintegram enquanto derivam para o sul em águas mais quentes. . Não existe tal registro de longa data para os

oceanos do sul, então estimativas de números aqui podem ser menos confiáveis. No entanto, o Centro Nacional de Gelo, usando imagens de satélite, se identificar e rastrear icebergs cuja maior dimensão é superior a 10 milhas náuticas (18,5 quilômetros) quando RRST avistados.

5.1. Região Norte

O número estimado de icebergs originados das geleiras da Groenlândia variam de cerca de 10 000 a 30 000 por ano. Os maiores números em oceanos do norte são encontrados em Baffin Bay. Icebergs podem também ser sazonalmente muito numerosos ao longo da costa do leste do Canadá, especialmente antes de o bloco de gelo derrete. Daqueles que deriva para o sul no Atlântico Norte, os números anuais cruzando 48°N, ao norte dos Grandes Bancos de Newfoundland, de acordo com o IIP são mostrados na Figura 4. Uma vez que eles encontram as águas quentes da Corrente do Golfo, rapidamente se deterioram.

5.2. Região sul

O volume total estimado de gelo da Antártida parido anualmente varia 750-3000 km³ por ano. A liberação ocasional de icebergs extremamente grandes tem um grande impacto sobre as estimativas anuais de perda de massa Antártica. O iceberg mostrado na Figura 5 representa o máximo de gelo como a perda de massa total anual de um ano "normal". A caixa sombreada mostra a Figura 3 é a área coberta por esta imagem. Números estimados de icebergs originado varia entre 5000-10 000 a cada ano.

Figura 21 Imagem de satélite mostrando um iceberg originado da the Ronne ice Shelf em 1998.



Fonte:< <http://www.researchgate.net/publication/252120951>>

6. PROPIEDADES GERAIS DO GELO

Gelo glacial é formado pela acumulação gradual de neve ao longo de muitos séculos. À medida que a neve compacta-se e se recristaliza, formando um material granular, permeável. Esta camada pode chegar tão profundo quanto 100 m em locais muito frios, mas raramente é mais profundo do que 50 m e não está presente nas frentes geradoras da Groenlândia, mas está presente nas frentes de gelo da Antártica, e nos icebergs originados a partir deles. Quando esta camada atinge uma densidade de 830 kg/metros cúbicos, os poros fecham, prendendo qualquer partícula de ar que permanece. Neste ponto, o gelo contém cerca de 10% de ar em volume. Além disso densificação é um resultado da compressão do ar nas bolhas. As bolhas se tornam menores e podem tornar-se partes integrantes nos cristais por meio de recristalização. A pressão no seu interior pode ser tão elevada quanto 2 MPa (20 bar).

6.1. Acústica

Os icebergs em derretimento no oceano aberto fazem um som característico, por vezes referido como "seltzer Bergy". Isto provavelmente é criado pela explosão ou implosão de bolhas como o gelo derrete. A gama de som audível produzido frequência é bastante amplo, e é em grande parte mascarados pelo ruído ambiente oceano em frequências abaixo de 6 kHz. O som parece variar de berg para berg e é, sem dúvida, influenciado pelas condições ambientais. Distâncias de detecção estimadas em frequências acima de 6 kHz faixa de 2-150 Km.

6.2. Temperatura do gelo

Uma vez que o gelo é um bom isolante, a temperatura inicial de uma grande Berg no momento da origem será retido no seu núcleo central, e pode ser tão baixo quanto -22°C . Depois de um ano ou mais, em água fria, com pouca ou nenhuma ablação, a superfície de gelo irá aquecer a cerca de 0°C . Em águas relativamente quentes, no entanto, estas camadas exteriores de gelo são removidos mais rapidamente do que o núcleo interior frio, deixando gelo muito mais frio perto da superfície do iceberg. Uma vez que a força de gelo é maior a

temperaturas mais baixas, o resultado de uma colisão com um iceberg pode ser mais grave do que com um que não tenha sido objeto de fusão significativa.

Segundo o livro meteorologia e oceanografia para navegantes do comandante Valgas, a densidade do gelo é função inversa do ar contido, mais ar, menos denso e função direta da salinidade, mais sais, mais denso. Nos gelos flutuantes, o valor da densidade determina a relação existente entre o volume submerso e o emergido. A relação das massas é dada pelo quociente da densidade do gelo sobre densidade da água subtraída da densidade do gelo. Dependendo do tipo de gelo, a relação entre as massas submersa/emergida varia entre de 8 a 9, ou seja, a parte submersa do gelo marinho é cerca de nove vezes a parte visível.

O gelo influencia acentuadamente a temperatura ambiental porque reflete cerca de 80% da radiação solar incidente, e contribuindo dessa forma para o resfriamento das camadas mais baixas do ar e a consequente progressão do processo de congelamento. Este fato é agravado, quando a cobertura é de neve, pois a reflexão da radiação solar incidente pela neve é superior a 90%.

6.3. Growlers e Bergy bits

Com o transcurso do tempo, os icebergs são afetados pela erosão, fusão e desagregação de pedaços. Esses pedaços são classificados como “bergy bits”, que afloram menos de 1 metro. Em sua etapa final, o processo desintegrador se acelera, sendo frequente que o iceberg perca estabilidade e mude sua posição de equilíbrio. Ao mesmo tempo, a produção de “growlers” aumenta sensivelmente e com eles os riscos da navegação, pois as dificuldades de sua detecção visual e radar é associada a uma massa submersa de 7 a 9 vezes a parte que aflora.

Os “growlers” (rugidores) são pedaços de gelo pequenos, menores que um “bergy bit”, com alturas de 0,6 a 1,8 m e que apenas sobressaem da superfície do mar. Normalmente têm coloração esverdeada ou são escuros, razão pela qual dificilmente são avistados. Sua altura sobre a água, em geral, é menor que 1 m, mas ocultam por baixo da superfície várias toneladas de gelo sumamente duro. É o pior inimigo dos navegantes dos mares antárticos, sendo de difícil detecção pelo radar. Geralmente, são pedaços de “icebergs” ou de gelo terrestre provenientes de um glaciar e crepitam (rugem) com frequência.

Figura 22 Growlers e Bergy Bits



Fonte:< <http://www.komar.org/faq/travel/vacation/antarctica/neko-harbor>>

Figura 23 Growlers e Bergy Bits



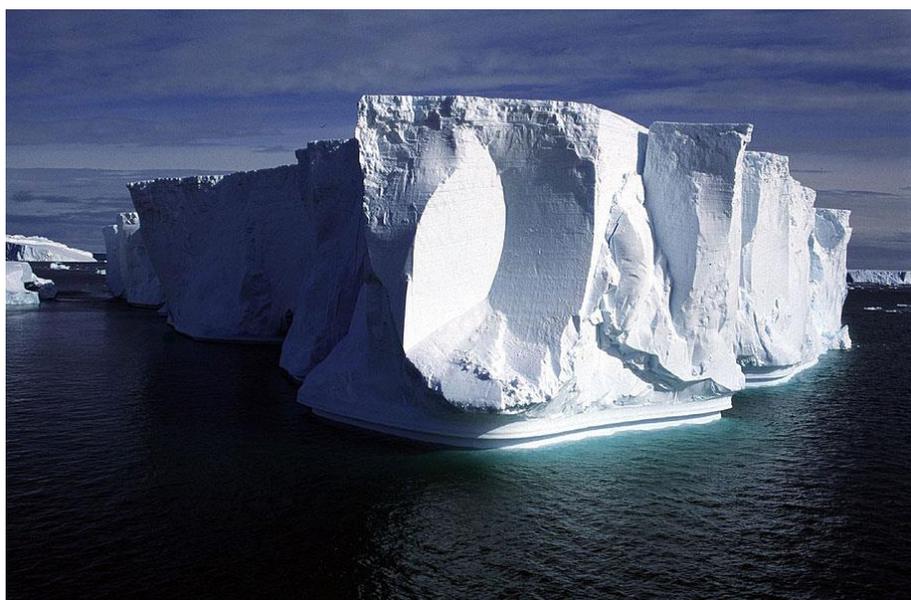
Fonte:< <http://www.komar.org/faq/travel/vacation/antarctica/neko-harbor>>

6.4. Icebergs tabulares

Os icebergs (blocos de gelo de água doce) geralmente são detectados pelo radar em distâncias que permitem tempo suficiente para ações evasivas. Essas distâncias dependerão de suas dimensões. Os “icebergs” do Ártico apresentam, em geral, superfícies cortadas e facetadas (são “icebergs” provenientes de geleiras ou glaciares), que proporcionam bons ecos de retorno. Os “icebergs” tabulares, comuns na Antártica, tendo tope plano e paredes laterais quase

verticais, que podem se elevar a mais de 30 metros acima da superfície do mar, também constituem bons alvos-radar, sendo normalmente detectados com tempo suficiente para manobrar a fim de deixá-los safos. Grandes “icebergs” podem ser detectados em distâncias da ordem de 15 milhas com mar calmo, embora a intensidade de seus ecos seja somente 1/60 da intensidade dos ecos que seriam produzidos por um alvo de aço de tamanho equivalente. “Icebergs” menores são detectados a cerca de 6 a 12 milhas. Os “icebergs” tendem a aparecer como ecos individuais no radar, podendo haver uma grande variação quanto ao aspecto e à intensidade desses ecos. Quando o retorno do mar está presente, um judicioso uso dos circuitos especiais de GANHO, “ANTI-CLUTTER RAIN” e “ANTI-CLUTTER SEA” poderá ajudar a reduzir a reverberação, de forma que os ecos possam ser acompanhados em pequenas distâncias.

Figura 24 Icebergs tabulares



Fonte:< <http://www.sodahead.com/fun/>>

6.5. Flocos de gelo

Os flocos de gelo (“ice floes”), formados pelo congelamento de água salgada, são, em geral, muito baixos (altura máxima de 2 metros) e constituem um alvo radar extremamente ruim, sendo de difícil detecção, principalmente com mar agitado, quando o “clutter” do mar pode mascarar por completo ecos de pedaços de gelo perigosos à navegação. Com mar calmo, esse tipo de gelo normalmente não é detectado em distâncias maiores que 2 milhas. Assim,

embora o radar constitua um auxílio muito importante para a navegação em presença de gelo (para a detecção de “icebergs” e blocos de gelo de maiores dimensões), a busca radar deve ser complementada por uma vigilância visual constante, pois esta é insubstituível para a detecção de flocos de gelo e “growlers” perigosos à navegação.

6.6. Campos de gelo

Com o “field ice” ou “pack ice” a apresentação do radar é semelhante à de uma tela com reverberação do mar, porém estacionária, e qualquer grande área de água livre, tal qual uma rota ou passagem, pode ser distinguida. É oportuno notar que massas de gelo flutuante cobertas de neve não produzirão ecos tão bons quanto aquelas cobertas com uma forte capa de gelo.

Além disso, quando usando o radar em áreas polares deve ser lembrado que a aparência da linha de costa pode ser totalmente alterada devido à espessa cobertura de gelo e neve, à presença de “icebergs” encalhados na costa, ou gelo preso à terra (“fast ice”).

Quando um grande campo de gelo (“pack ice”) estende-se para o largo a partir do litoral, a localização da linha de costa pelo radar é extremamente difícil. Ademais, a falta de detalhes precisos nas Cartas Náuticas das regiões polares dificulta a identificação de acidentes e pontos a serem utilizados para determinação da posição.

Tal como ocorre com as marcações visuais, as marcações radar obtidas nas regiões polares necessitam de correção para a convergência dos meridianos, exceto quando os objetos observados estão muito próximos do navio.

Há navios (especialmente os quebra-gelos) que, além dos radares de pulsos normalmente utilizados em navegação, possuem também um radar doppler (do tipo empregado em vigilância rodoviária) para determinar a velocidade relativa de aproximação de “icebergs” e outros blocos de gelo.

Figura 25 Campo de gelo



Fonte:< <http://pt.dreamstime.com/fotografia-de-stock-royalty>>

7. NAVEGAÇÃO EM PRESENÇA DE GELO

Cerca de 93% de todos os blocos de gelo à deriva no mundo estão concentrados no hemisfério sul, na Antártica e nos mares adjacentes, a presença de “icebergs” não é uma indicação da proximidade de gelo marinho (“ pack ice”), pois os “icebergs” podem estar a centenas de milhas da borda do “ice pack”.

Deve-se manter uma ampla distância de “icebergs”, pois eles podem ter esporões submersos projetando-se a dezenas de metros, ou poderão emborcar, trazendo perigo ao navio sem a necessidade de preocupação quando a menos de 50 jardas.

Não é possível estabelecer uma norma definida quanto a se um “iceberg” deve ser ultrapassado por barlavento ou por sotavento. É necessário analisar, para cada caso, os diversos fatores envolvidos: intensidade e direção do vento, rumo e velocidade da corrente (que é o fator predominante na deriva dos “icebergs”), espaço para manobra (considerando a presença de outros blocos de gelo, a existência de perigos à navegação, a profundidade do local, etc.), condições de manobrabilidade do navio, reserva de velocidade disponível, etc. Passando “por trás” dos blocos de gelo maiores (deixando-os a sotavento do navio) vai-se navegar numa região que pode conter destroços desgarrados do bloco. Deixando-os a barlavento, isto é, passando “à frente” deles, navega-se em uma área limpa. Na dúvida, entretanto, é preferível deixar o “iceberg” a sotavento.

As condições de gelo são afetadas pelo vento e número de dias abaixo do ponto de congelamento da água. A água pura mantida a 1 atmosfera, congela a 0 °C (273 Kelvin); quando está impura e as proporções de impurezas são baixas, o congelamento acontece inferior a 273 Kelvin. Isso acontece porque o conceito de solidificação é a estrutura geométrica organizada das moléculas, e estruturas impuras possuem uma complicação na hora de se organizarem, precisando diminuir mais ainda, nesse caso, para o líquido solidificar-se. Por isso apresentam desafios especiais em termos de assegurar uma navegação segura e manter prazos de tempo precisos. Estas condições, nos seus piores momentos, podem obstruir inteiramente a passagem e até mesmo amassar ou causar severos danos ao casco de embarcações que trafegam nas regiões com ocorrência de gelo.

A habilidade de selecionar a melhor derrota é fundamentalmente afetada pelas propriedades do gelo. O gelo pode ser estriado e pode fazer com que o navio fique preso por ele ou pode ser um banco de gelo sólido de até um metro de espessura. A navegação no gelo é também afetada pelo tamanho de um determinado campo de gelo, a espessura do gelo e a direção e velocidade do vento

nessa região. Uma navegação no gelo segura somente pode ser garantida com larga experiência na navegação no inverno e informações de tempo e gelo confiáveis e em tempo real. Tripulantes experientes na navegação no gelo estão hábeis a “ler” as condições de gelo e a prever o movimento e o comportamento do mesmo.

7.1. Manobrabilidade de navios

As características da forma do casco que influenciam a manobrabilidade no gelo na maioria das vezes são a razão comprimento-boca, seção a meio-navio e formas da proa e da popa. A manobrabilidade também é muito influenciada pelas condições de gelo, tais como: espessura, cobertura, pressão e condições da zona de cisalhamento. O diâmetro da curva de giro de um navio aumenta conforme a espessura do gelo aumenta. A guinada em outras condições é geralmente influenciada pelo grau de confinamento imposto pelo gelo ao redor. No entanto, guinadas francas e positivas raramente são usadas no gelo, devido aos obstáculos encontrados.

7.2. Resistência de navio

A resistência de um navio é maior quando se navega no gelo. Conforme a espessura do gelo aumenta, o navio aumenta a força para manter sua velocidade. No entanto, em concentrações de gelo mais pesado e na superfície, a tripulação do navio deve estar atenta para evitar uma velocidade excessiva. Quando a espessura do gelo excede aquela na qual o navio consegue progredir continuamente, o navio pode forçar a passagem se sua estrutura permitir.

A influência do gelo sobre o desempenho do navio varia diretamente com a espessura e o tipo de gelo, e aumenta em muito a resistência do navio. O coeficiente de fricção entre o gelo e o casco do navio varia com a consistência e umidade do gelo; gelo mais úmido tem um coeficiente de fricção maior. Em certas condições ambientais o gelo será bastante “pegajoso”, enquanto que, em outras, ele será muito seco e quebradiço. Revestimentos de baixo atrito e forma do casco são elementos importantes no desempenho do navio no gelo coberto por neve.

Figura 26 Manobra no gelo



Fonte:< <http://www.jornallivre.com.br/314631/o-navio-quebra-gelo.html>>

7.3. Capacidade estrutural

O desempenho de um navio no gelo pode ser limitado pela capacidade da estrutura em resistir a impactos de gelo. Diferentes tipos de operação e regimes de gelo irão gerar diferentes magnitudes de forças de impacto. Por exemplo, um navio encontrando gelo de apenas um ano experimentará forças de impacto mais baixas do que um navio encontrando gelo antigo, ou um navio que precisa forçar sua passagem agressivamente com a intenção de proteger navios ou estruturas menos capazes. Em termos gerais, forçar a passagem através de uma região com gelo gera as maiores forças sobre a estrutura do navio.

7.4. Operação com navio quebra-gelo

Um navio quebra-gelo é um navio especialmente projetado, cuja proa tem um formato apropriado para a quebra de gelo, que o permite navegar através de águas intensamente cobertas por gelo. Enquanto um navio normal de alto mar tem um proa mais ou menos vertical, geralmente com um bulbo submerso, os navios quebra-gelo têm uma proa semelhante a uma rampa invertida. Ao forçar caminho com máquinas a vante, esta rampa impele a proa do navio para cima. Existe uma altura em que o peso do navio é tão grande que o gelo não suporta mais e quebra.

Atualmente, existem novos tipos de navios quebra-gelo equipados com azipods, montados a vante, funcionando como propulsor e como picador de gelo. Existem também os navios quebra-gelo com propulsão nuclear.

Embora às vezes usado para pesquisa polar, a maioria dos navios quebra-gelo hoje são necessários para manter as rotas de comércio abertas, onde há condições de gelo sazonal ou permanente, bem como para escolta de navios mercantes em águas infestadas de gelo. Navios quebra-gelo são caros de se construir e muito caro para ser mantido, seja o navio alimentado por motores a diesel, turbinas a gás ou a energia nuclear. Eles são desconfortáveis para se viajar pois, devido ao constante movimento causado pela quebra do gelo grosso contínuo, causam ruído e vibração.

Navios quebra-gelo modernos podem ter uma ou mais das seguintes características especiais destinadas a impedir que o navio fique preso no gelo ou ajudá-lo a libertar-se se isto ocorrer: hélices tanto na proa quanto na popa, propulsores azimutais, bombas para mover o lastro de um lado para o outro, e furos no casco abaixo da linha d'água para ejetar as bolhas de ar. Muitos navios quebra-gelo também carregam helicópteros para auxiliar no reconhecimento e ligação com outros navios e instalações de terra.

7.5. Reboque no gelo

Em presença de gelo o cabo de reboque deve ser curto, para manter o navio rebocado próximo do rebocador, a fim de evitar que blocos de gelo ocupem o espaço entre os dois. É melhor usar ambas as amarras do navio rebocado como cabresto do reboque (“towing bridle”), de modo a prover algum peso à curta catenária. Use um cabo de reboque de 50 a 100 metros. Utilize o leme do navio rebocado, para mantê-lo exatamente na esteira do rebocador e, se possível, mantenha as máquinas do navio rebocado de sobreaviso, para evitar que ele se projete sobre o rebocador, se este tiver que parar ou reduzir muito a velocidade repentinamente.

Devido a toda essa problemática que envolve a presença de gelo, existem uma série de especificações para os navios que atuam nestas áreas no que dizem respeito a detalhes estruturais, sendo estes: As máquinas de todos os navios que operam no gelo devem ser capazes de responder prontamente às ordens de manobra. O mesmo deve suceder com os equipamentos de comunicação e navegação, em particular o radar, que deve estar em perfeito estado de funcionamento.

Os navios leves ou parcialmente carregados devem ser lastrados, porém não excessivamente, a fim de que não tenham diminuído sua capacidade de manobra. A aspiração e descarga das bombas devem ser removíveis, a fim de que possam ser limpas do gelo e da neve, que sempre se acumulam nas bocas. Por fim, o navio deve dispor de bons holofotes para a navegação noturna, esteja ou não sendo escoltado por um quebra-gelo.

Figura 27 Reboque no gelo



Fonte: < <http://www.telegraph.co.uk/news/earth/earthpicturegalleries/> >

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista todos os pontos abordados neste trabalho, podemos concluir que, a dinâmica da movimentação dos icebergs gera um grande risco à navegação segura no que tange à integridade da embarcação e a salvaguarda de seus tripulantes.

Tal risco, por sua vez, deve-se, geralmente, à própria dificuldade da previsão da frequência de incidência destes fenômenos, uma vez que, a movimentação de um iceberg depende de uma grande quantidade de variáveis naturais, tais como: movimentação das correntes oceânicas, do formato da parte submersa do bloco de gelo, da densidade do gelo, da salinidade da água, da profundidade da parte submersa de gelo, dentre uma série de outros diversos fatores de deriva.

Embora a previsão da deriva de um iceberg seja uma tarefa de grande complexidade, essa movimentação apresenta uma certa sazonalidade referente a cada hemisfério, segundo o livro meteorologia e oceanografia pra navegantes, no qual consta a seguinte informação: A ocorrência de gelos no mar depende das condições climáticas regionais. Além da variabilidade sazonal, a influência das correntes oceânicas tem efeito marcante na formação, movimentação, espessura, concentração e dissipação dos gelos marinhos. Por exemplo, em águas canadenses, no golfo de São Lourenço (46°-50°N), o gelo se forma ao longo de todo o inverno, enquanto que, na costa norueguesa (60°-70°N), não há gelo.

Pode-se inferir também, que a presença de icebergs é constatada em latitudes médias devido à movimentação destes em direção a linha do equador, fazendo com que promovam perigo à navegação nestas regiões, ainda que existam, atualmente, muitos recursos de auxílio ao trânsito seguro de embarcações. A navegação no gelo exige técnicas diferenciadas de manobra, uma vez que, não se deve navegar com grandes velocidades de modo a evitar avarias no casco, bem como, não se deve navegar de encontro ao movimento do gelo, além da necessidade de estar sempre em movimento.

Espero que, por meio deste trabalho, tenham sido sanadas algumas dúvidas quanto a natureza dos icebergs em seu aspecto comportamental e que possamos ter a consciência de sua influência no tráfego de embarcações o que, sem dúvida alguma, reflete diretamente na economia inerente ao transporte marítimo de mercadorias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- METEOROLOGIA E OCEANOGRAFIA. Lobo, Paulo Roberto Valgas. 2 ed. 1999 - Rio de Janeiro - Brasil.
- 2- KJERSTAD NORVALD, Ice navigation- Tapir Academic Press, Trondheim 2011
- 3- W.TANGBORN, Iceberg monitoring project, Vashon island, Washington
- 4- IMO, International requirements for ships operating in polar waters
- 5- <<http://www.ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=En&n=D32C361E-1&wsdoc=082CD667-6A9B-4205-AE25>>, Acessado em 11 de julho de 2015.
- 6- D. DIEMAND, Coriolis, Shoreham, VT, USA Copyright ^ 2001 Academic Press doi:10.1006/rwos.2001.0002
- 7- MIGUENS, Altineu Pires. Navegação: A Ciência e a arte. 2000. ed. Rio de Janeiro: Marinha do Brasil, 2000. 3 v.
- 8- JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY. Laval University, Canadá, 06 ago. 2011

