

CASSIO FELIPE FONSECA TARANTO

NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES

Monografia apresentada 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 (a): 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira

Rio de Janeiro

2013

CASSIO FELIPE FONSECA TARANTO

NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES

Monografia apresentada 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 (a): 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira

Graduação em meteorologia e Mestrado em meteorologia

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL:_____

Aos meus irmãos Luan e Leticia,
que são tudo na minha vida

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço ao 1T (RM2-T) Vinicius Oliveira, pela sua paciente orientação e pelos conselhos, sem os quais este trabalho não teria chegado a lugar algum.

Agradeço também aos meus pais, pelo incondicional apoio e carinho.

E aos meus amigos e namorada, que se sacrificaram em muitas ocasiões em prol da realização deste projeto.

*Pensamos demasiadamente
Sentimos muito pouco
Necessitamos mais de humildade
Que de máquinas.
Mais de bondade e ternura
Que de inteligência.
Sem isso,
A vida se tornará violenta e
Tudo se perderá.*

(CHARLES CHAPLIN)

RESUMO

O objetivo deste trabalho não se limita somente a destacar as peculiaridades da navegação em regiões polares e enunciar e analisar seus fatores complicadores e adversidades. Além disso, abrange também aspectos socioeconômicos envolvidos nas travessias e ainda almeja fazer uma projeção para o futuro, estudando as diversas consequências que essa atividade pode trazer. O projeto tem como partida a própria definição e delimitação da extensão das regiões polares. A seguir, são explorados aspectos físicos de ambos os continentes (Ártico e Antártica) de interesse ao navegante. E colocando em evidência o âmbito da navegação, explica-se o que torna essas regiões tão especiais, realçando os principais fatores que afetam essa navegação, tanto meteorológicos quanto geográficos. Para finalizar, três equipamentos de auxílio à navegação (bússola magnética, giroscópica e radar) foram escolhidos para ilustrar a influência que estes sofrem nas regiões polares e como seus desempenhos podem se tornar limitados e duvidosos. Ao falar de radar, dentre as várias complicações encontradas, quatro foram escolhidas devido à importância: neve, nevoeiro (ou cerração), gelo e icebergs.

Palavras-chave: Regiões polares. Navegação. Antártica. Ártico.

ABSTRACT

This project aims to not only draw attention to polar navigation peculiarities and number and analyze the various complicating factors and drawbacks. Besides that, it is also about the socioeconomic aspects involved in the passages and it still undertakes to make a prospect, studying the diverse consequences that this activity may bring about. This project commences with the definition the limitation of the polar regions extension. Then, both Arctic and Antarctic physical features interesting for seafarers are explored. And highlighting the navigation scope, one explains what makes these regions so special, accentuating the main navigation-affecting factors, both meteorological and geographic. Finally, three pieces of navigation aids equipment (magnetic compass, gyroscopic compass and radar) have been chosen to illustrate the influence these equipment they are under on these polar regions and how their performance can become limited and doubtful. When it comes to radar, among the many complications, four were picked due to their importance: snow, fog, ice and icebergs.

Key-words: Polar regions. Navigation. Antarctica. Arctic.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de costa na Antártica. Fonte: (DREWRY, 1983)._____17

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** A Terra segundo Macróbio. Fonte: (SEQUEIRA, 2008)_____13
- Figura 2.** As zonas climáticas da Terra. Fonte: www.coladaweb.com_____14
- Figura 3.** A rota do Ártico. Fonte: planetasustentavel.abril.com.br_____19
- Figura 4.** O futuro da navegação marítima no Ártico em 2050 (tradução nossa). Fonte: The Future of Arctic Marine Navigation: Scenario Narratives (2008)_____21
- Figura 5.** Áreas onde uma Agulha Magnética é de Confiabilidade Reduzida, Errática e Inútil, no Ártico. Fonte: (MIGUENS, 2000)_____29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES	12
2.1 As regiões polares e suas delimitações	12
2.2 Aspectos físicos e de interesse ao navegante acerca das regiões polares	15
2.3 Principais fatores que afetam a navegação nas regiões polares	22
2.3.1 Efeitos de latitudes elevadas	22
2.3.2 Efeitos meteorológicos	23
2.4 Desempenho de equipamentos e sistemas de navegação	26
2.4.1 Agulha magnética	27
2.4.2 Agulha giroscópica	30
2.4.3 Radar	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1 INTRODUÇÃO

Desde épocas remotas, o ser humano se vê impelido por uma força extraordinária que testa seus limites e influências. Essa força, denominada “sede de conhecimento”, impedia a espécie de acomodar-se no seu próprio território. Logo, o ser humano, no seu desejo de incessante exploração, descobriu, em algum instante, a necessidade de desafiar o até então “desconhecido”: o oceano. E esse gigante apresentava infinitas possibilidades: novas terras, novas espécies, novas riquezas... Mas como desafiar tamanha força da natureza?

A mesma pergunta ecoa durante milênios e atravessa civilizações, fundamentando a grande questão da navegação. Todas as tecnologias empregadas e a informatização aplicada à embarcação até hoje concorrem para o mesmo ponto: navegar e transportar a carga com segurança, sendo ela mercadoria ou pessoas. Contudo, a navegação pode se mostrar ainda mais arriscada ao marítimo em áreas inóspitas; de difícil acesso ou de clima e condições meteorológicas constantemente desfavoráveis.

Este projeto objetiva analisar a navegação nas regiões polares, umas das mais adversas à atividade marítima. E não só estudar os diversos fatores que a tornam especial, mas também trazer à luz questionamentos sobre até onde é válida a sua exploração e perspectivas para o futuro, do ponto de vista socioeconômico. Serão também explorados todos os aspectos geográficos de interesse ao navegante: desde a delimitação dessas regiões até a natureza de seus mares e costas.

A monografia ainda busca responder outras perguntas imprescindíveis à navegação: até que ponto pode-se confiar no desempenho dos equipamentos eletrônicos e, dada a extensa lista de obstáculos presentes nessa área, como estar preparado para enfrentar o inesperado?

CAPÍTULO 2

NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES

Como o tema a ser desenvolvido durante a monografia é a navegação em águas polares, é interessante citar a definição usada por Miguens (2000) para navegação: “Navegação é a ciência e a arte de conduzir, com segurança, um navio (ou embarcação) de um ponto a outro da superfície da Terra” (MIGUENS, 2000, p. 1).

Entretanto, o navegante desinformado pode acabar subestimando a navegação nessas regiões especiais, pois o marítimo habituado a se valer das formas tradicionais de orientação no mar encontrará uma série de erros relativos aos instrumentos náuticos e ferramentas à navegação, tais como cartas náuticas e radar eletrônico. Logo, é vital o entendimento das peculiaridades das regiões polares e como elas afetam os diversos tipos de navegação, seja estimada, radar etc. Além disso, serão descritas com brevidade as condições meteorológicas dessas regiões, que geralmente se apresentam bem adversas ao navegante.

Antes de adentrar os assuntos que concernem essa navegação especial, é importante definir o que são as regiões polares – seus limites e dimensões. A julgar pela multiplicidade de pensamentos a respeito, o tópico será exposto e debatido de modo que o leitor entenda com clareza a definição utilizada no presente trabalho a fim de melhor atendê-lo.

2.1 As regiões polares e suas delimitações

A questão de dividir os mundos em zonas, ou regiões, suscita curiosidade entre os estudiosos há muito séculos. Historicamente, segundo Sequeira (2008), uma das primeiras evidências dessa divisão encontra-se nos volumes de *Geographia*, extensa obra de autoria de Estrabão de Amaséia (63 ou 64 a.C. – entre 21 e 25 d.C), grande geógrafo e filósofo grego. Outra divisão, ainda mais interessante e aplicável ao nosso trabalho, é a de Macróbio (cerca de 340 – 415 d.C).

Figura 1. A Terra segundo Macróbio

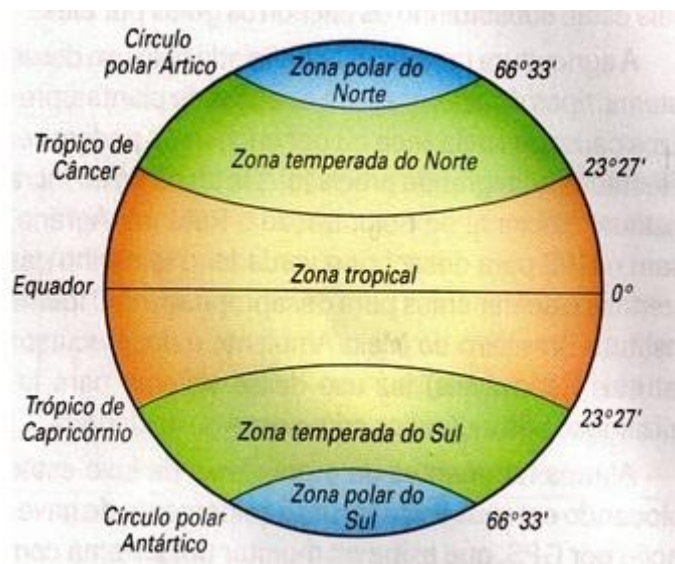


Fonte: (SEQUEIRA, 2008)

Na figura 1, constata-se um mundo plano e redondo cercado por água. Ao Norte, a África e a Europa à esquerda e a Índia à direita; ao Sul, o desconhecimento atribuindo o status de terra incógnita e; nos dois extremos do mapa (Norte e Sul) está presente o conceito revelador de regiões frias (SEQUEIRA, 2008).

Hoje em dia, a geografia já delimita com precisão a extensão das regiões (ou zonas) polares Ártica e Antártica. A Zona polar do Norte é limitada inferiormente pelo Círculo polar Ártico, paralelo localizado a $66^{\circ}33'N$; enquanto a Zona polar do Sul é limitada inferiormente pelo Círculo polar Antártico, paralelo localizado a $66^{\circ}33'S$.

Figura 2. As Zonas climáticas da Terra



Fonte: www.coladaweb.com

Vale apontar que essa divisão está estreitamente ligada ao que tange ao clima, independente da geografia local. Como sinalizou Miguens (2000), esses limites inferiores localizados nas latitudes de cerca de 66,5°N e 66,5°S são os paralelos de latitude nos quais o Sol se torna circumpolar.

Verifica-se que o conceito muda em outras áreas da ciência:

Na Meteorologia e Oceanografia os limites são linhas irregulares que no Ártico coincidem aproximadamente com o extremo norte das florestas da Groenlândia, norte do Canadá, Alasca, Sibéria e norte da Noruega; e na região polar sul com a Convergência Antártica (MIGUENS, 2000, p. 1541).

Como elucidou o autor: “Qualquer definição de limites das **regiões polares** não satisfaz completamente às necessidades de todos os que se interessam por essas áreas” (MIGUENS, 2000, p. 1541). Portanto, usaremos como resposta ao questionamento do tópico

(e daqui em diante) a definição dessas regiões do ponto de vista da navegação, que lida com fins mais práticos que científicos:

Para propósitos de navegação, podem-se considerar as **regiões polares** como estendendo-se desde os **pólos geográficos** da Terra até as Latitudes de 60° (N e S), com uma **região de transição subpolar**, nas proximidades dos paralelos de 60°. As regiões polares também incluem os dois pólos magnéticos da Terra (MIGUENS, 2000, p. 1541).

2.2 Aspectos físicos e de interesse ao navegante acerca das regiões polares

A região **polar sul**, ou **Antártica**, apresenta uma massa terrestre alta e montanhosa, com cerca de 14 milhões de quilômetros quadrados, totalmente cercada por água. [...] A **altitude média** da Antártica, cerca de 1850 metros (6000 pés), é maior do que a de qualquer continente. [...] A barreira representada pela massa terrestre e por plataformas de gelo formidáveis, de 200 a 1000 metros de espessura, impede os navios de alcançarem Latitudes muito elevadas. A maior parte da Antártica é alta e acidentada, com poucos portos e fundeadouros seguros (com uma notável exceção na região da Península Antártica e arquipélagos próximos) (MIGUENS, 2000, p. 1543).

Além das características físicas mencionadas adversas à navegação (altitude média antártica superior a de qualquer continente e presença de barreira formada pela massa terrestre e plataformas de gelo, resultando em poucos portos e fundeadouros seguros), é necessário ressaltar outro fator contrário à navegação presente na região antártica: ventos muito intensos.

De acordo com o website da Divisão Antártica Australiana, ventanias com velocidades de aproximadamente 54 nós são comuns e podem durar vários dias. Porém, a situação nas regiões costeiras é ainda mais drástica: ventos de até 173 nós já foram registrados nessa área.

Fazendo uso da Escala Beaufort, escala internacional que classifica a intensidade dos ventos tendo em vista a velocidade e seus efeitos resultantes em mar e terra, verifica-se que tempestades (ventos de 48 a 55 nós, grau 10) podem ser comuns e que em regiões costeiras há o risco de furacão (ventos superiores a 64 nós, grau 12).

De acordo com “A Escala Beaufort de Ventos” na página do CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), tempestades causam mar revolto de até 9 metros e superfície do mar branca, enquanto em terra são observados danos estruturais em construções. Já o furacão pode causar um mar todo de espuma com até 14 metros e visibilidade nula, enquanto em terra podem ocorrer estragos graves e generalizados em construções. Para complementar as informações do CPTEC/INPE, é válido acrescentar informações de Lobo *et al* (2007) a respeito dos efeitos do que o autor denomina temporal (vento de grau 10) e furacão (vento de grau 12). Em relação ao temporal, o aspecto do mar apresenta “vagas muito altas de cristas compridas e pendentes, ronciana em lençóis estirados em faixas brancas, superfície da água esbranquiçada, o rolo é violento e caótico, má visibilidade” (LOBO *et al*, 2007, p. 103) e a altura da vaga é entre 10 e 12 metros. No furacão, “o ar está saturado de espuma e ronciana, mar completamente branco, péssima visibilidade” (LOBO *et al*, 2007, p. 103). Para o autor, as vagas no furacão podem ultrapassar 16 metros.

Ainda, segundo a Divisão Antártica Australiana, nevascas ocorrem quando a intensidade do vento é igual ou superior à designação de ventania (“gale”) por pelo menos uma hora; a temperatura está abaixo de 0°C e a visibilidade reduzida a 100 metros ou menos.

No que tange aos aspectos físicos da costa da Antártica, é apresentada abaixo uma tabela bem objetiva a respeito dos tipos de costa ao longo da Antártica:

Tabela 1. Tipos de costa na Antártica

Tipo	Ocorrência
Plataforma de gelo (gelo flutuante)	44%
Paredes de gelo (sobre o solo)	38%
Correntes de gelo (limite do gelo ou parede de gelo)	13%
Rocha	5%
Total	100%

Fonte: (DREWRY, 1983)

A respeito do continente ártico, Miguens (2000) destaca:

O Oceano Ártico é um corpo de água um pouco menor em área que os Estados Unidos, que é quase completamente circundado por terra [...] Algumas dessas terras são altas e acidentadas, cobertas por uma calota de gelo permanente; outras são baixas e pantanosas quando descongelam. O subsolo permanentemente congelado, denominado **permafrost**, impede uma drenagem adequada, resultando em um grande número de lagos e lagoas, além de áreas extensas de terreno mole e esponjoso (“**muskeg**”) com vegetação de musgos e tufos de gramíneas (MIGUENS, 2005, p. 1541-42).

Em relação à porção da Zona Polar Norte que abrange a Groenlândia, o autor acrescenta:

A Groenlândia é montanhosa e notável por seus muitos **fiordes**, braços de mar longos estreitos e profundos, entre montanhas elevadas. Sua porção norte é coberta por uma pesada calota de gelo. Seu extremo norte é o Cabo Morris Jesup, a cerca de 380 milhas do polo Norte (MIGUENS, 2000, p. 1543).

Ainda acerca da plataforma continental do continente ártico:

(...) Circundando a bacia polar, existe uma extensa plataforma continental, quebrada apenas na área entre a Groenlândia e o Spitzbergen. As muitas ilhas do arquipélago norte-canadense situam-se sobre esta plataforma. O Mar da Groenlândia (a leste da ilha do mesmo nome), a Baía de Baffin (a oeste da Groenlândia) e o Mar de Bering, ao norte das Ilhas Aleutas, cada um tem sua bacia independente. Devido às condições de gelo, navios de superfície não podem penetrar até o pólo norte; entretanto, no verão já foram alcançadas Latitudes bastante elevadas (MIGUENS, 2005, p. 1543).

Conforme o autor citado aponta, no verão já foram relatadas expedições que alcançaram latitudes mais elevadas ao norte do planeta. Isso se deve à recente aceleração no degelo sofrido pelo continente na última década.

Como amplamente divulgado na imprensa internacional no ano de 2007, o intenso derretimento de gelo do continente ártico foi responsável por abrir a passagem nordeste – via que liga a Europa à Ásia e serviria como alternativa à passagem pelo canal de Suez, no Egito. Além de ser uma alternativa mais econômica, visto que a travessia demoraria, em média, menos de dez dias, graças a menos de duas mil milhas na viagem e, portanto, com uma economia de combustível estimada em 100 mil dólares por navio em viagem; a travessia também seria mais segura em relação a ataques terroristas, visto que a embarcação não passaria pela costa da África, alvo de constante pirataria.

A figura 3 mostra as vantagens econômicas da utilização da passagem nordeste como via navegável em detrimento da regular que liga a Europa à Ásia pelo canal de Suez.

Figura 3. A rota do Ártico



Fonte: planetasustentavel.abril.com.br

Visto que o Ártico apresenta um novo leque de possibilidades, mesmo que incertas, para a navegação marítima, inúmeras organizações internacionais voltaram sua atenção para o continente nos últimos anos, principalmente após o alarmante degelo em 2007. Uma delas é a NOAA (Administração Nacional dos Oceanos e Atmosfera) do Departamento de Comércio dos Estados Unidos. Em seu website, a NOAA diz estar se esforçando em atualizar as cartas náuticas do Ártico, implementar estações de monitoramento de corrente e maré e conduzir pesquisas geodésicas na região. Segundo a própria página da internet, as últimas informações

disponíveis em cartas náuticas e piloto datam do século XIX. Esse hiato de quase dois séculos se deve a grossa e impenetrável camada de gelo, inacessível até os últimos anos.

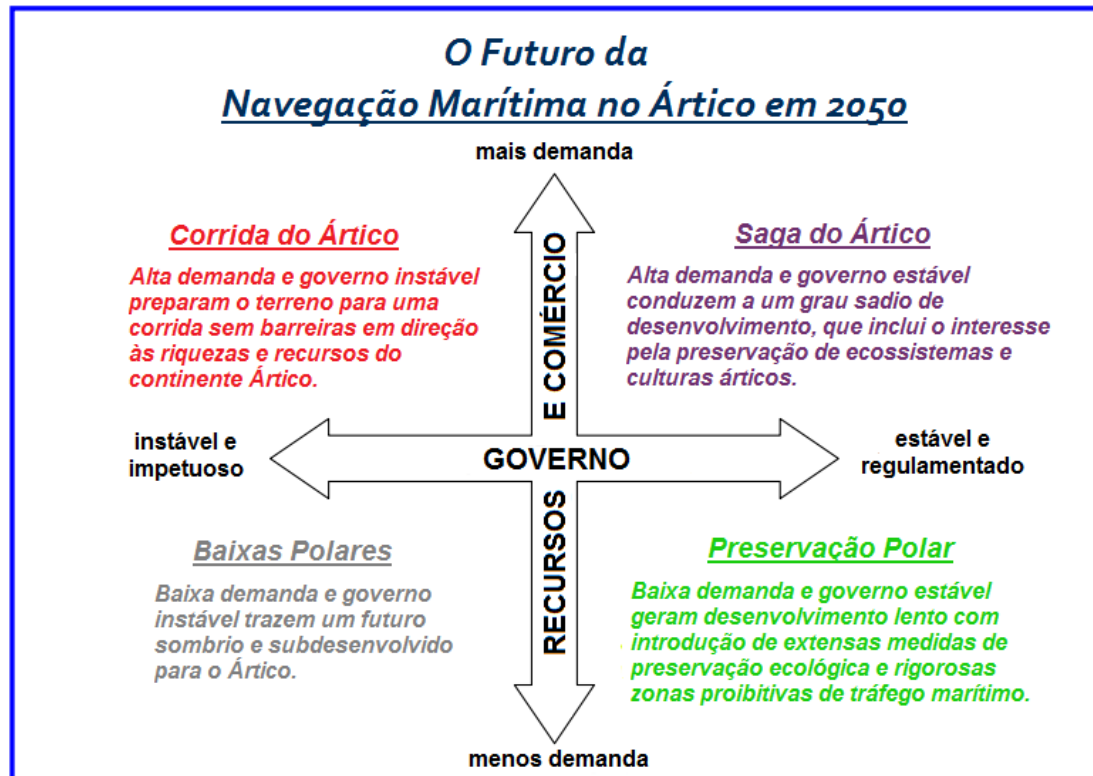
No que concerne as pesquisas hidrográficas, a NOAA determinou uma região chamada de *survey priority areas* (áreas prioritárias de pesquisa) de extensão de 38 mil milhas náuticas quadradas. Conforme a Administração apontou, das 568 mil milhas náuticas quadradas da Zona Econômica Exclusiva do Ártico (pertencente aos Estados Unidos), menos da metade é considerado significativamente navegável; e fazer varredura de 250 mil milhas náuticas quadradas demoraria décadas, portanto, surgiu a necessidade de criar as áreas prioritárias de pesquisa.

O degelo no continente Ártico não só trouxe à tona novas perspectivas em relação à economia e ao setor marítimo, como também levantou preocupações em escala global quanto à exploração dos recursos naturais e preservação do meio ambiente. Inclusive, a GBN (Global Business Network) foi contratada para fazer um documento denominado *Scenario Narratives* em que ela aborda o futuro da navegação marítima no Ártico em meados do século XXI (originalmente *The Future of Artic Marine Navigation in Mid-Century*).

O documento é um projeto do Conselho de Proteção do Meio Ambiente Marinho do Ártico (PAME) e tem como propósito considerar os impactos sociais, tecnológicos, econômicos, ambientais e políticos em longo prazo na navegação do Ártico. As “Narrativas de Cenário”, objeto do documento, consistem de uma tentativa orientada de prever os “possíveis futuros” para o assunto em questão. Para isso, são feitos *workshops* com os interessados a fim de promover debates e assim elucidar quais seriam os possíveis “cenários” e as suas respectivas soluções, caso cada cenário se tornasse realidade no futuro. Nada menos que um plano de ação que tenta cobrir todas as possibilidades.

A figura abaixo sintetiza o resultado a que chegaram com o documento: todos os quatro cenários em função das incógnitas estabelecidas (Governo e Recursos & Comércio).

Figura 4. O futuro da navegação marítima no Ártico em 2050 (tradução nossa)



Fonte: The Future of Arctic Marine Navigation: Scenario Narratives (2008)

Um dos eixos de incerteza é representado pelo Governo. Essa incógnita descreve o grau relativo de estabilidade do Governo, tanto na região do Ártico quanto internacionalmente. Menos estabilidade implica em deficiências na estrutura legal e transparência do governo, além de entidades principais e partes interessadas estarem mais propensos a trabalhar unilateralmente do que colaborando internacionalmente de maneira cooperativa. Em contrapartida, mais estabilidade não só implica em entidades reguladoras eficientes, mas também em uma atmosfera internacional mais contribuinte para um desenvolvimento cooperativo e colaborativo.

O outro eixo (Recursos & Comércio) descreve o nível de demanda pelos Recursos e Comércio árticos. Essas concepções em um contexto global expõem os cenários a uma maior

variedade de potenciais mercados em desenvolvimento, como a emergente Ásia ou o politicamente instável Oriente Médio. Mais demanda implica em uma maior demanda por parte dos mercados ao redor do mundo pelos recursos do Ártico, inclusive mar aberto para o comércio marítimo. Menos demanda também tem uma configuração bem objetiva, com menos mercados interessados em uma quantidade menor de recursos do Ártico.

2.3 Principais fatores que afetam a navegação nas regiões polares

Conforme Miguens (2000) destaca, são inúmeras as condições adversas à navegação presentes nas regiões polares. Estas, segundo o autor, são resultado, principalmente, de dois fatores: latitudes extremamente elevadas e fatores meteorológicos. Os respectivos fatores serão detalhados a seguir.

2.3.1 Efeitos de latitudes elevadas

O raciocínio normal do navegante faz-se em termos do “**mundo retangular**” da Projeção de Mercator, na qual os **meridianos** são linhas verticais igualmente espaçadas, perpendiculares aos **paralelos de latitude**, representados por linhas horizontais (desigualmente espaçadas, em virtude das **Latitudes crescidas**). As direções (**rumos e marcações**) são medidas com relação aos meridianos. Os **rumos** são obtidos e as **marcações** obtidas através do uso de **agulhas náuticas, magnéticas ou giroscópicas**. Uma linha reta na Carta de Mercator é uma **loxodrômica**, isto é, a **linha de rumo** usada normalmente para os propósitos da navegação. Os astros nascem no horizonte a leste, galgam sua altura máxima na passagem meridiana e se põem a oeste. Nesse seu movimento aparente, o Sol divide naturalmente o dia em dois períodos aproximadamente iguais, um de claridade e um de escuridão, separados por períodos de transição relativamente curtos, os crepúsculos (especialmente curtos nas regiões tropicais). As horas do dia são associadas ao movimento diário do Sol (MIGUENS, 2000, p. 1544).

Contudo, o autor aponta que o citado não se aplica da mesma forma nas regiões polares. Como se pode ver:

Nas regiões polares as condições são diferentes. Todos os **meridianos** convergem para os **pólos**, que são centros de uma série de círculos concêntricos, que constituem os **paralelos de latitude**. A **rápida convergência dos meridianos** torna o conceito normal de **direção** inadequado para alguns propósitos. Uma **loxodrômica (linha de rumo)** é uma curva que difere notavelmente de uma **ortodrômica (arco de círculo máximo)**, inclusive para curtas distâncias. Até mesmo as **marcações visuais** não podem ser adequadamente representadas como **loxodrômicas**. No **pólo Sul**, todas as direções são **norte**. Dois observadores poderão estar ao sul um do outro, bastando, para isso, que o pólo Sul esteja entre eles (MIGUENS, 2000, p.1544-45).

No que diz respeito à astronomia, alguns realces também precisam ser feitos:

No **pólo**, o **Zênite** e o **pólo celeste** coincidem. Desta forma, também coincidem o **equador** e o **horizonte celeste**, e a **Declinação** e **altura** de um astro são iguais. Por isso, os astros só variam de altura com a variação de **Declinação**.

Assim, as **estrelas** movem-se no céu sem variação de altura. Os **planetas** nascem e se põem uma vez em cada **período sideral** (12 anos para Júpiter; 30 anos para Saturno). No **pólo Sul**, o Sol nasce a 23 de setembro, descreve vagarosamente uma espiral até uma **altura máxima** de cerca de $23^{\circ} 27'$, próximo de 21 de dezembro e, então, inicia uma espiral descendente para o horizonte, até cerca de 21 de março, quando desaparece por outros 6 meses. Os períodos de **crepúsculos**, que se seguem ao pôr-do-Sol e que precedem o seu nascer, duram diversas **semanas**. A **Lua** nasce e se põe cerca de uma vez a cada mês. Somente astros com **Declinação Sul** são visíveis do **polo Sul** (MIGUENS, 2000, p. 1545).

O autor ainda acrescenta:

Todos os **fusos horários**, bem como todos os meridianos, convergem para os pólos. Assim os conceitos de **Hora Legal** e **Fusos Horários** perdem seus significados normais, pois a hora do dia não tem relação direta com os períodos de claridade e escuridão ou com a altura do Sol. Desta forma, as estações científicas na Antártica mantêm a hora de seus países de origem ou a HMG (Hora Média de Greenwich) (MIGUENS, 2000, p.1545).

2.3.2 Efeitos meteorológicos

A seguir veremos o segundo fator causador de complicações na navegação nas regiões polares segundo Miguens (2000), relacionado ao tempo meteorológico.

Cerração e nebulosidade ocorrem com frequência nas **regiões polares**, embora haja menos precipitações que em algumas regiões desérticas, pois o ar frio tem pequena capacidade de acumular umidade. O ar muito frio sobre o oceano aberto algumas vezes produz vaporização na superfície, podendo alcançar uma altura de centenas de pés. Este fenômeno é chamado de **fumaça gelada** ou **fumaça do mar** (“**frost smoke**” ou “**sea smoke**”). Quando não há cerração, nebulosidade ou “frost smoke”, a visibilidade é, normalmente, excelente. O som se propaga muito bem, de forma tal que, algumas vezes, pode ser ouvido a grandes distâncias (MIGUENS, 2000, p. 1545).

Outro fenômeno, raríssimo em quaisquer outros lugares, nessas regiões, não é tão improvável assim. Como o autor destaca:

Inversões de temperatura ou fortes descontinuidades no gradiente térmico produzem, às vezes, miragens e valores extremos de refração. Já houve ocasião de o Sol nascer várias vezes antes do esperado na primavera. Horizontes falsos não são raros (MIGUENS, 2000, p. 1545).

Como previamente explicado na monografia, ventos fortes são comuns na Antártica. Por isso, ela é conhecida como a morada dos ventos, ou “home of the blizzards”, em inglês.

(...) O cinturão de água que circunda a Antártica é o mais tempestuoso do mundo, caracterizado por uma área de ventos fortes e mares bravios (ao contrário do Oceano Ártico, onde quase não são encontrados ventos fortes) (MIGUENS, 2000, p. 1545).

Outro perigo, característica de regiões polares e subpolares, deve ser ressaltado: o gelo. Tanto aquele formado por congelamento da água do mar quanto o formado em terra e que se desprende e flui para o oceano são perigosos. Apesar de muitas áreas terrestres baixas permanecerem livres de neve e gelo no chamado verão antártico, o gelo há de ser considerado em qualquer época do ano e qualquer travessia deverá estudar as melhores estratégias para vencer essa barreira natural. Posteriormente, neste presente trabalho, serão definidos os diversos tipos de gelo e indicados seus respectivos níveis de periculosidade para a navegação nas regiões polares.

A seguir, o autor explica em que situações acontecem um dos fenômenos exclusivos do Continente Antártico, denominado “branco total antártico”, além de suas conseqüentes complicações à navegação:

Quando a neve mascara todos os acidentes de superfície e o céu é coberto por uma camada uniforme de nuvens **cirrostratus** ou **altostratus**, o horizonte desaparece e a terra e o céu se misturam, formando uma extensão branca contínua, sem interrupções. Nessa situação, pontos de terra não podem ser distinguidos e torna-se impossível distinguir distâncias, pela absoluta falta de distância. O fenômeno é chamado de **branco total antártico** (“**antartic white out**”), sendo perigosíssimo para operações aéreas, principalmente para o vôo de helicóptero (é como voar dentro de um copo de leite) (MIGUENS, 2000, p. 1546).

Outros fatores, que afetam a navegação nas regiões polares em menor escala, são tempestades magnéticas (centradas nas zonas de aurora perturbam as radiocomunicações e alteram os desvios das agulhas magnéticas, em virtude da fraca intensidade horizontal do campo magnético terrestre) e o solo congelado das regiões polares (por ser mau condutor, afeta adversamente a propagação das ondas de rádio, empregadas no sistema de navegação rádio).

Para finalizar, o autor apresenta um sumário dos principais problemas para a navegação nas regiões polares, que afetam a navegação nas regiões polares e subpolares.

1. Altas Latitudes;
2. Rápida convergência dos meridianos (as noções de hora e longitude perdem sua correlação normal);
3. Movimento diurno dos astros quase horizontal;
4. Períodos prolongados de claridade, crepúsculos e semi-escurecimento;
5. Temperaturas médias muito baixas;
6. Verões curtos e frios; invernos longos e rigorosos;
7. Sensação térmica elevada (“wind-chill fator”);

8. Razão de evaporação baixa;
9. Pouca precipitação;
10. Ar seco (umidade absoluta baixa);
11. Condições excelentes de propagação do som;
12. Cerração e nebulosidade intensas;
13. Períodos de excelente visibilidade;
14. Grande número e variedade de miragens;
15. Refração anormal e falsos horizontes;
16. Perigo constante de gelo no mar;
17. Áreas de gelo permanente marítimo e terrestre;
18. Áreas de solo permanentemente congelado;
19. Congelamento de parte do oceano;
20. Atividade auroral intensa;
21. Grandes áreas com fraca intensidade horizontal do campo magnético terrestre;
22. Tempestades magnéticas intensas;
23. Propagação incerta das ondas eletromagnéticas;
24. Ventos fortes e mares tempestuosos (na região antártica);
25. Tempestades de neve;
26. Cartas náuticas não confiáveis;
27. Limitações da agulha giroscópica nas altas Latitudes;
28. Imprecisões da agulha magnética nas regiões polares;
29. Limitações da projeção de Mercator nas altas Latitudes;
30. Ausência de auxílios à navegação nas regiões polares (MIGUENS, 2000, p.1547).

2.4 Desempenho de equipamentos e sistemas de navegação

Como já visto anteriormente, a natureza nas regiões polares e subpolares não costuma ser amigável e facilitadora com o homem do mar. Contudo, as peculiaridades dessas regiões

não só dificultam a travessia de forma prática, a navegação efetiva, como também afetam os equipamentos eletrônicos responsáveis por auxiliar a navegação propriamente dita. Ou seja, além do tempo meteorológico arisco e das dificuldades encontradas em latitudes elevadas, o navegante deverá ter em mente quais equipamentos poderá valer-se de uso e até que ponto eles podem ser confiáveis.

2.4.1 Agulha magnética

Como iremos constatar a seguir, o efeito de latitudes crescidas não influencia somente no que diz respeito às questões astronômicas. Este efeito irá exercer influência também no magnetismo terrestre, responsável pelo funcionamento da agulha magnética.

A componente horizontal do campo magnético terrestre é a responsável pela orientação da Agulha Magnética. Seu valor é **máximo** no **equador magnético**, diminui à medida que a Latitude magnética aumenta e torna-se nulo nos **pólos magnéticos**. Como os **pólos magnéticos** situam-se relativamente próximos dos **pólos geográficos**, o desempenho da Agulha Magnética fica prejudicado nas altas Latitudes, isto é, nas regiões polares (MIGUENS, 2000, p. 1552-53).

A agulha magnética tende a perder a confiabilidade quando se navega a partir do paralelo de 60°, pois seus erros podem variar com rapidez. Logo, indica-se vigilância constante através de “verificações frequentes, por azimutes de astros ou qualquer outro método disponível” (MIGUENS, 2000, p. 1553). Além disso, “um registro cuidadoso das comparações e observações efetuadas é útil na previsão da confiabilidade futura da Agulha” (MIGUENS, 2000, p. 1553).

Portanto, conclui-se que “a **declinação magnética** informada nas Cartas Náuticas das regiões polares não têm a mesma ordem de precisão que nos outros lugares” (MIGUENS, 2000, p. 1553). O que pode ser comprovado pelos seguintes fatores listados abaixo:

1) As medidas do campo magnético nas regiões polares são esporádicas e em pequeno número;

2) Nessas áreas, as linhas isogônicas aproximam-se umas das outras, resultando numa rápida mudança de declinação em determinadas direções, a curtas distâncias; e

3) O traçado das isogônicas é imperfeito.

Além da declinação magnética, existe o desvio chamado de “desvio da agulha”, que é afetado pelo “decréscimo da intensidade horizontal e pelas tempestades magnéticas que ocorrem nas proximidades dos polos magnéticos”; e outros fatores que influenciam o desempenho da agulha, descritos a seguir:

Qualquer influência magnética residual sobre a Agulha, que reste após a compensação (que raramente é perfeita), exerce um efeito muito maior à medida que a força que orienta a Agulha diminui. Não é raro que os **desvios residuais** aumentem de 10 a 20 vezes nas áreas polares.

Outro efeito da redução da intensidade horizontal do campo magnético terrestre, que orienta a agulha, é a maior influência dos erros devido ao atrito. Isto, combinado com um aumento no período de oscilação, resulta numa grande morosidade da Agulha no seu retorno ao rumo correto após uma perturbação (MIGUENS, 2000, p. 1553).

Em resumo:

A Agulha apresenta um melhor desempenho em mar calmo e livre de gelo, comparando com uma área infestada de gelo, onde o seu equilíbrio é frequentemente perturbado pelo impacto do navio contra blocos de gelo (MIGUENS, 2000, p. 1553).

Quanto à confiabilidade da agulha magnética, Miguens (2000) apresenta as seguintes classificações:

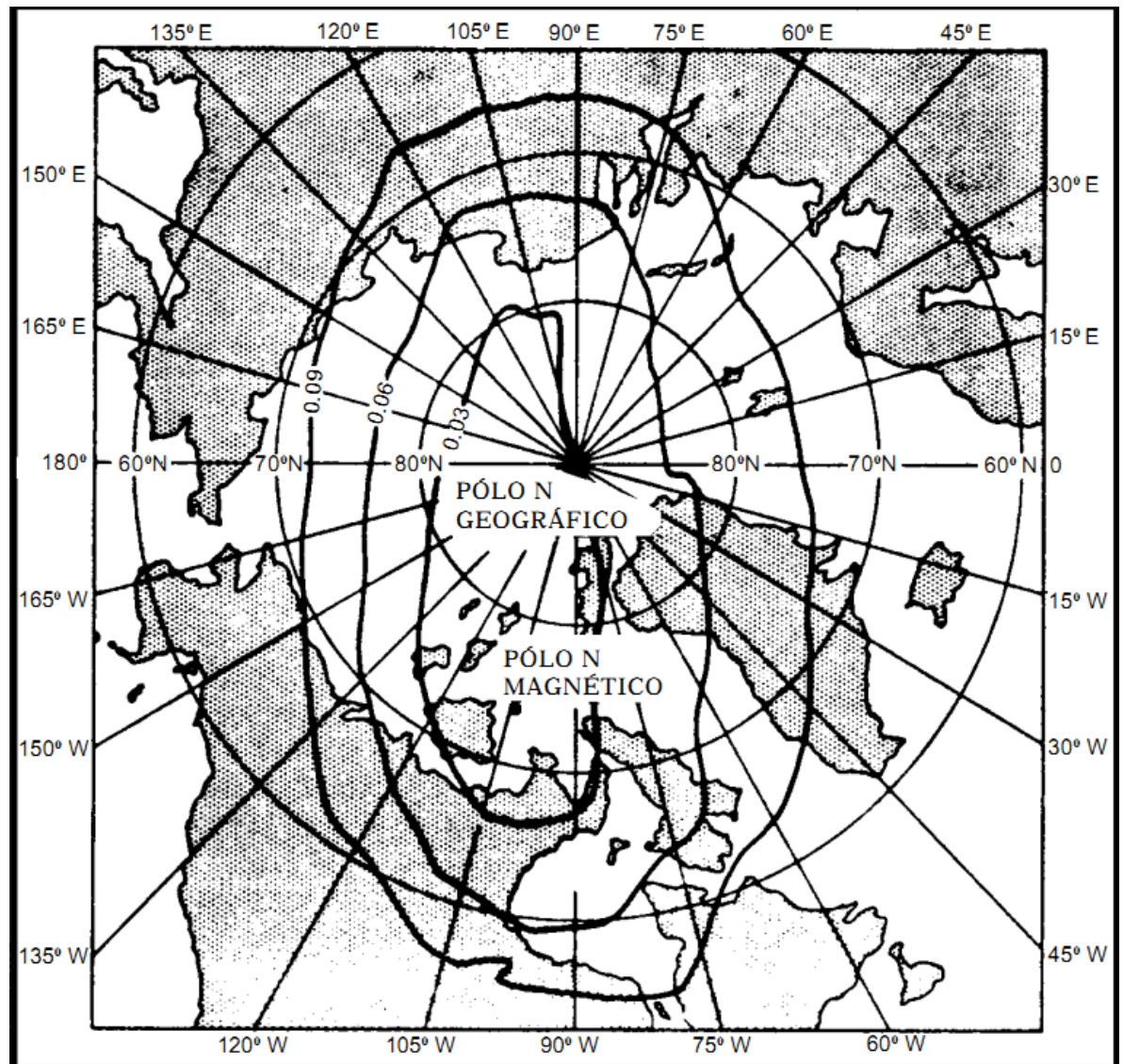
1) Reduzida: intensidade horizontal do campo magnético terrestre é menor que 0,09 Oersted;

2) Errática: intensidade horizontal é menor que 0,06 Oersted; e

3) Inútil: intensidade horizontal é menor que 0,03 Oersted.

A extensão dessas áreas no polo norte magnético é mostrado na figura 5.

Figura 5. Áreas onde uma Agulha Magnética é de Confiabilidade Reduzida, Errática e Inútil, no Ártico



Fonte: Miguens (2000)

2.4.2 Agulha giroscópica

A **Agulha Giroscópica** depende, para sua operação, da rotação da Terra em torno do seu eixo. Sua força máxima de orientação ocorre no Equador, onde o eixo do giroscópio é paralelo ao eixo da Terra. À medida que a Latitude aumenta, o ângulo entre estes dois eixos cresce. Nos **polos geográficos**, a **Agulha Giroscópica** não possui força diretiva (MIGUENS, 2000, p. 1555).

A agulha giroscópica, no que diz respeito à confiabilidade, não se destaca muito em relação à magnética:

A Agulha Giroscópica é, normalmente, confiável até a Latitude de 70°. Em Latitudes mais altas, os efeitos perturbadores de imperfeições na Agulha ou no seu ajuste tornam-se muito maiores. O ajuste de Latitude torna-se crítico. O erro de velocidade aumenta à medida que a velocidade do navio aproxima-se da velocidade tangencial da Terra. O erro de deflexão balística torna-se grande e a Agulha responde lentamente às forças de correção. As alterações frequentes de rumo e velocidade, muitas vezes necessárias quando se navega em área com gelo, introduzem erros que só são corrigidos muito lentamente. O impacto do navio contra blocos de gelo deflete a Giro, que não retorna rapidamente à leitura correta.

O desvio aumenta e torna-se mais errático conforme o navio alcança Latitudes maiores. Em Latitudes de 75° a 80°, as Agulhas Giroscópicas, em sua maioria, apresentam grandes erros. Desvios de até 27° foram observados em Latitudes maiores que 82°. A Giro torna-se inútil na Latitude de cerca de 85° (que não é alcançada por navios na Antártica) (MIGUENS, 2000, p. 1555).

Devido aos inúmeros desvios sofridos pela agulha giroscópica, a indicação fornecida por Miguens é que “o desvio da Agulha Giroscópica deve ser frequentemente determinado e monitorado em latitudes de 70° ou maiores (a cada 4 horas, pelo menos), por meio de Azimutes dos astros visíveis” (MIGUENS, 2000, p. 1555).

Contudo, há outro aspecto que merece atenção e cuidado redobrados: a ajustagem da Giroscópica. Como ela não possui corretor para latitudes acima de 70°, há dois métodos possíveis para efetuar a correção:

a) ajustar os corretores de Latitude e de velocidade em **zero** e aplicar uma correção ao rumo, obtida de uma tábua ou diagrama fornecido pelo fabricante da Giro; ou

b) usar uma ajustagem equivalente para Latitude e velocidade (MIGUENS, 2000, p. 1555).

Concluindo:

Ambos os métodos são geralmente satisfatórios, embora o segundo seja considerado superior, porque corrige, pelo menos parcialmente, os erros introduzidos por mudanças de rumos (MIGUENS, 2000, p. 1555).

2.4.3 Radar

É de conhecimento geral entre os navegantes como é imprescindível o uso do radar em águas restritas, em virtude dos inúmeros obstáculos e armadilhas presentes em áreas abrigadas, como portos e terminais, por exemplo. A navegação polar não se distancia muito desse tipo de navegação. Apesar de o navio se encontrar, muitas vezes, a muitas milhas de distância dos continentes polares (Ártico e Antártica), as dificuldades encontradas podem equiparar o grau de dificuldade da navegação costeira ou oceânica a uma navegação em águas restritas; se não pior, tendo em vista as adversidades do tempo meteorológico e a visibilidade constantemente ruim nessas regiões.

O radar é afetado por diversos fatores presentes nas regiões polares, a saber: neve, nevoeiro ou cerração, gelo, *icebergs*, *bergy bits*, *growlers*, flocos de gelo e campos de gelo. Os quatro primeiros serão explicados com detalhes.

1) Neve: a queda de neve atenua as ondas radar, provocando redução do alcance de detecção. Outro aspecto muito prejudicial da neve é que cobre todos os alvos, mascarando os ecos. Essa cobertura de neve deforma os alvos, que já não poderão ser identificados facilmente. Embora a onda radar penetre na neve, ela sofre muita atenuação devido à absorção de energia pelos cristais de gelo e, assim, os ecos que retornam são fracos. O resultado desses dois fatores é uma apresentação indefinida dos alvos na tela do radar. Às vezes a queda de neve é detectada com um radar de 3 cm (banda X), mas não com um que opere na faixa de 10 cm (banda S).

2) Nevoeiro ou cerração: é a presença em suspensão de minúsculas partículas de água ou de gelo junto à superfície. Mas, só quando estas partículas em suspensão diminuírem a visibilidade para 1 quilômetro (0,54 milha náutica), é que o fenômeno tem o nome de nevoeiro. Se a visibilidade for maior que 1 quilômetro, o nome correto é neblina. Contudo, a bordo, também é comum a palavra cerração para ambos os fenômenos, falando-se em cerração leve, moderada ou cerração fechada.

O nevoeiro também não se faz apresentar na tela do radar, salvo em casos especiais de nevoeiros muito densos. Mas as gotículas de água ou de gelo em suspensão absorvem energia da onda, de maneira que o alcance radar fica reduzido. Um nevoeiro pesado, ou seja, aquele que restringe a visibilidade para 100 metros ou menos, reduz o alcance radar para 60% de seu alcance normal. Com radar de 3 cm poderão ser detectados bancos de nevoeiros pesados, de grande densidade.

Pode-se afirmar que, em qualquer tipo de precipitação, seja chuva, granizo ou neve, e mesmo no caso de nuvens, nevoeiro, neblina ou smog, um radar de 10 cm (banda S) será menos afetado que um de 3 cm (banda X).

3) Gelo: O radar pode ser de grande valia indicando a presença de gelo em baixa visibilidade ou período de escuridão. Porém, também pode produzir um falso sentimento de segurança, especialmente se suas limitações não forem apreciadas ou se não for usado adequadamente. Inúmeros exemplos têm sido coletados sobre formações de gelo que não puderam ser detectadas pelo radar, mas que eram suficientemente grandes para causar avarias em um navio.

Quando se navega nas proximidades de gelo, especialmente em condições de visibilidade restrita, recomenda-se empregar as escalas de 6 e 12 milhas, por serem as mais apropriadas para proporcionar alarme antecipado da presença deste perigo. Assim, ter-se-á tempo suficiente para tomar as ações evasivas correspondentes.

Devido ao fato de que os gelos detectados pelo radar podem desaparecer posteriormente da tela, pelos efeitos do retorno do mar, deve-se manter uma plotagem geográfica de seus ecos, o que, por sua vez, também pode ser útil para distinguir entre gelos flutuantes, encalhados ou presos à terra, e ecos provenientes de outros navios. Esta plotagem permitirá determinar um rumo seguro para navegar. Se um eco for classificado como um “berg”, deverá ser dado ao navio bastante espaço para manobrar, de maneira que se evitem quaisquer destroços que se tenham separado do bloco principal. Por outro lado, se os contatos são avaliados como “growlers” (rugidores), isto é, destroços flutuantes de gelo, isto significa que, provavelmente, em suas imediações existe um “iceberg”.

4) Icebergs: 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 glaciár), 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 (MIGUENS, 2000, p. 1555-57).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por mais aprimorados que estejam a técnica e o conhecimento do homem na atualidade, este ainda reafirma o seu despreparo diante das adversidades que o gigante apresenta. Seja ela costeira ou oceânica, a navegação realizada em zonas tropicais ou temperadas não contempla a gama de dificuldades encontrada nas regiões polares.

Como exposto ao longo do trabalho, ventos de forte intensidade e mares bravios ocorrem com frequência nessas regiões e, aliados aos diversos tipos de gelo (como icebergs), representam perigo constante ao navegante. E, não bastassem os efeitos meteorológicos complicadores, há ainda os que afetam a navegação astronômica, tornando-a ainda mais inacessível, por serem regiões de latitudes elevadas. Os equipamentos eletrônicos de auxílio à navegação (aqui citados as bússolas magnética e giroscópica, e radar) também figuram longe da sua completa operacionalidade. Requerem atenção redobrada e propiciam uso bem limitado, necessitando de frequentes correções.

Por mais que as regiões polares sirvam primordialmente como fonte de estudos marinhos, meteorológicos e oceanográficos, almejou-se revelar, neste presente trabalho, outra faceta do problema: o interesse econômico despertado pelas possíveis rotas alternativas. Fugindo então, propositalmente, ao aspecto técnico do projeto, buscou-se também colocar em destaque questionamentos sobre as implicações econômicas dessas regiões e até onde é saudável e seguro, tanto para a embarcação quanto para o planeta, rotas alternativas para o comércio internacional. Mesmo que não existam respostas ou soluções definitivas, outro olhar foi lançado para a navegação nas regiões polares através de um estudo apresentado. Nele ousou-se prever a navegação no Ártico no ano de 2050, englobando todos os aspectos sociais, econômicos e ambientais que isso pode acarretar.

Enfim, conclui-se que não só uma maturidade técnica é necessária para o entendimento da complexidade que é a navegação nas regiões polares, mas também uma visão ampla de mundo e uma única certeza: nunca estaremos suficientemente preparados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arctic Melt Opens Northwest Passage. Disponível em <http://news.nationalgeographic.com/news/2007/09/070917-northwest-passage_2.html>. Acesso em: 16 de julho, 2013.

Australian Antarctic Division: Leading Australia's Antarctic Program – Weather. Disponível em <<http://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/environment/weather>>. Acesso em: 15 de julho, 2013.

Escala de Beaufort. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Beaufort>. Acesso em: 16 de julho, 2013.

NOAA (Administração Nacional dos Oceanos e Atmosfera) – Weather. Disponível em <www.noaa.gov.com>. Acesso em: 15 de julho, 2013.

DREWRY, David J. **Antarctic Geology and Geophysics.** Universitetsforlaget, Oslo, 1972.

Global Business Network (GBN). **The Future of Arctic Marine Navigation in Mid-Century:** Scenario Narratives. AMSA, 2008.

LOBO, Paulo Roberto; SOARES, Carlos Alberto. **Meteorologia e oceanografia para navegantes.** Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 2007.

MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação: a ciência e arte:** Volume I – Navegação costeira, estimada e em águas restritas. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Rio de Janeiro, 2000.

SEQUEIRA, Jorge Manuel Dias. **A história da geografia.** Proelium – Revista Científica da Academia Militar, 2006.