



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



**RHAVINE CALDAS PINTO**



# NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES

RIO DE JANEIRO

2013

**RHAVINE CALDAS PINTO**

**NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES: Seus métodos e objetivos**

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: 1T(RM2-T) Vinicius Oliveira

Rio de Janeiro

2013

**RHAVINE CALDAS PINTO**

**A NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES: Seus métodos e objetivos**

Monografia apresentada como exigência para obtenção do título de Bacharel em Ciências Náuticas Náutica/Máquinas da Marinha Mercante, ministrado pelo Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientador (a): 1T (RM2) Vinicius Oliveira

Graduação em Meteorologia e Mestrado em Meteorologia

---

Assinatura do Orientador

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

A meus pais, minha irmã, meu namorado, meus familiares e orientador.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a primeiramente a Deus, essa conquista foi certamente graças a Ele. Agradeço a meus queridos pais, Vagne Margareth pela dedicação e apoio dados ao longo de todo o meu estudo. Agradeço a minha irmã Karine e ao meu namorado Everson pelo carinho e pelas palavras incentivo. Agradeço ao Prof. Vinicius Oliveira pela paciente orientação desta monografia e por toda ajuda prestada.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem a vitória, nem derrota.”

Franklin Roosevelt

É preciso decidir o caminho... Ainda que não tenha certeza dele... Tomar uma decisão parece um tanto quanto arriscado, mas permanecer parado somente pensando torna-se muito mais trágico... A decisão significa uma escolha, você só saberá que escolheu certo quando seguir por ele sem olhar para trás.

Rhavine

## RESUMO

Nas regiões polares, conhecidas como extremos do planeta, regiões limites ao norte e ao sul, encontramos características tão próprias e adversas de tempo, condições ambientais, fenômenos da natureza, porém a navegação nessas regiões ocorre normalmente, com a pesca, pesquisas científicas, projetos que tornam essas regiões um polo de informações da natureza e do meio ambiente.

A navegações polar apesar de não ser um assunto tão comum e abordado como outros tipos de navegações exploradas atualmente, é uma atividade importante e que requer muita precisão, por ser realizada em locais com características e climas diferentes do habitual.

Essas regiões também requerem qualidade dos equipamentos necessários para uma perfeita operação, navios apropriados e do conhecimento da área explorada. Saber os fatores que influenciam a navegação é de grande relevância e também conhecer o desempenho dos equipamentos e sistemas de navegação relacionados.

Esse tipo de navegação é realizada com equipamentos e sistemas de navegação que permitam segurança durante toda a viagem, são eles a agulha magnética, a agulha giroscópica, o radar, o ecobatímetro, instrumentos esses que devem estar sempre disponíveis por se tratar de regiões peculiares, por possuírem características únicas e condições especiais como latitudes extremamente altas e fatores meteorológicos.

As condições ambientais muito adversas inviabilizaram, ao longo dos tempos, a Antártica como habitat natural para a ocupação humana, e, mesmo hoje, a presença do homem lá só é possível com o emprego de moderna tecnologia e complexo apoio logístico. Como exemplo de um projeto de pesquisa temos a Operação Antártica (OPERANTAR), um programa científico de qualidade e com repercussão internacional.

Pelos motivos restritos dessas regiões, foi visto que há a necessidade de grande tecnologia nos navios, como exemplo, além dos radares de pulsos normalmente utilizados, devem possuir também um radar doppler para determinar a velocidade relativa de aproximação de “icebergs” e outros blocos de gelo, dentre outros equipamentos de grande importância, utilizados para se ter a confiabilidade da segurança da navegação.

**Palavras-chave:** Navegação nas regiões polares; pesquisa científica.

## **ABSTRACT**

In the polar regions, known as the extreme planet, regions boundaries to north and south, we found characteristics so typical and adverse of the weather, environmental conditions, the nature phenomena, but navigations in these regions is used to fishing, scientific research, projects that make these areas a hub of information on the nature and environment.

The navigation in the polar regions although not as common subject and approached as other types of navigations explored nowadays, it's an important activity that requires a lot of precision, for being held in places with different characteristics and climates of the usual.

The navigation in these regions also require quality equipment needed for a perfect operation, appropriate ships and knowledge of the area explored. Knowing the factors that influence the navigation is of great importance and also to know the performance of equipments and navigation systems related.

This type of navigation is achieved with equipments and navigation systems that enables security throughout the hole trip, they are the magnetic compass, the gyrocompass, the radar, echo sounder, instruments that must always be available when it comes to peculiar regions, for having unique characteristics and special conditions as extremely high latitudes and meteorological factors.

The polar navigation practiced in the colder regions of the Earth, the Arctic and Antarctica have important goals, one of the important ones id the scientific research with projects based on studies carried out in these areas, about the local weather, animals, climate, soil, relief, temperatures, and the whole ecosystem. As an example of a research project we have the Operation Antarctica (OPERANTAR), a scientific program of quality and international impact.

For these reasons restricted areas, it was seen that there is a need for technology in large vessels, for example, besides the radar pulses normally used must also possess a radar Doppler to determine the relative speed of an approaching icebergs and other blocks of ice, among other equipment of great importance, used to get reliability of navigational security.

**Key-words:** navigation in the polar regions; scientific research



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVO.....	12
1. REGIÕES POLARES.....	13
1.1- OS MARES GLACIAIS.....	13
1.2- DIFERENÇAS ESTRUTURAIS.....	14
1.3- REGIÃO POLAR NORTE (ÁRTICO).....	15
1.4- REGIÃO POLAR SUL (ANTÁRTICO).....	16
1.5- O TRATADO DA ANTÁRTICA.....	18
2. FATORES QUE AFETAM A NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES.....	19
2.1- EFEITOS DE ALTAS LATITUDES.....	19
2.2- EFEITOS METEOROLÓGICOS.....	20
2.3- SUMÁRIO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS PARA A NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES.....	21
3. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO UTILIZADOS.....	23
3.1- AGULHA NÁUTICAS.....	23
3.1.1- AGULHA MAGNÉTICA.....	23
3.1.2- AGULHA GIROSCÓPICA.....	25
3.2- RADAR.....	26
3.2.1- NEVE.....	26
3.2.2- NEVOEIRO E CERRAÇÃO.....	26
3.2.3- GELO.....	27

3.2.4- ICEBERG.....	28
3.2.5- ICEBERGS TABULARES.....	28
3.2.6- BERGY BITS.....	29
3.2.7- GROWLERS (RUGIDORES).....	29
3.2.8- FLOCOS DE GELO (ICE FLOES).....	29
3.2.9- CAMPOS DE GELO.....	30
3.3- ECOBATÍMETRO.....	31
3.4- RADIOGONIÔMETRO.....	31
4. ICEBERGS.....	32
4.1- ORIGEM E FORMA DOS ICEBERGS.....	32
4.2- APROVEITAMENTO DOS ICEBERGS.....	34
4.3- DESLOCAMENTOS.....	35
4.4- A NAVEGAÇÃO EM PERIGO.....	36
5. NAVIOS DO GELO.....	37
5.1- QUEBRA-GELO.....	37
5.1.1- UM POUCO DE HISTÓRIA.....	37
5.1.2- OS PIONEIROS.....	38
5.1.3- O PROJETO DO QUEBRA-GELO.....	39
5.1.4- ROMPER GELOS, UMA AVENTURA.....	40
5.2- NAVIO DE APOIO OCEANOGRÁFICO.....	42
5.3- NAVIO DE APOIO LOGÍSTICO.....	42
5.4- NAVIO DE APOIO SUBMARINO.....	42

6. PESQUISAS NA ANTÁRTICA.....	43
6.1- OPERAÇÕES ANTÁRTICA.....	44
6.1.1- I EXPEDIÇÃO.....	44
6.1.2- OPERAÇÃO ANTÁRTICA II.....	44
6.2- ADVERSIDADE DA REGIÃO.....	45
6.3- ACIDENTE NA ESTAÇÃO BRASILEIRA.....	46
6.4- OPERANTAR XXXI.....	47
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
9. BIBLIOGRAFIA.....	53
10. ANEXOS.....	54

## INTRODUÇÃO

O Planeta Terra em seu movimento de rotação ao redor de seu próprio eixo proporciona dois pontos naturais, os chamados polos da Terra, nos quais está baseada a chamada rede geográfica, que serve para localizar qualquer ponto na superfície terrestre. Essa rede consta de um conjunto de linhas imaginárias traçadas de norte a sul unindo os polos, os meridianos e um conjunto de linhas traçadas de leste a oeste, paralelas ao equador, os paralelos.

Os polos são os extremos do planeta, são as regiões limites ao norte e ao sul. Na Meteorologia e Oceanografia esses 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.

Podem-se considerar as regiões polares como se estendendo desde os polos 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 polos magnéticos da Terra. (MIGUENS,2000)

E nessas áreas da Terra com suas características tão próprias, podemos encontrar alguns tipos de navegações, como pesca e relacionadas com pesquisas científicas, as chamadas Navegações Polares. As atividades científicas são propostas e desenvolvidas por estudiosos de universidades e instituições de pesquisa de diversas regiões do Brasil que, de forma interdisciplinar e interinstitucional, conduzem investigações nas áreas de Ciências da Terra, Ciências da Atmosfera e Ciências da Vida. (STEINBERGER,1990).

Desde a primeira vez em que o Brasil foi à Antártica, no verão de 1982-83, até os dias de hoje, o Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR) tem contribuído sobremaneira para o desenvolvimento da ciência antártica (PAES, 2010).

Há apenas pouco mais de dois séculos o continente foi descoberto por conquistadores e exploradores e hoje a presença humana tem como objetivo maior a pesquisa científica. A Antártica é um patrimônio universal dedicado à paz e à ciência.

**Objetivo:**

O objetivo do trabalho é mostrar como se faz a navegação nas regiões de altas latitudes, os equipamentos próprios para o aperfeiçoamento dessa atividade e apresentar os aspectos relacionados a essas regiões, como sua meteorologia e os fatores que influenciam a navegação.

# CAPÍTULO 1

## REGIÕES POLARES

### 1.1- Os Mares Glaciais

Os pólos constituem as regiões mais frias que existem sobre a Terra: ali o ano se divide apenas numa longa “noite” invernal e num “dia” mais curto de verão, com reduzida radiação solar.

Os mares localizados nessas regiões polares caracterizam-se pela presença de fantásticas massas de gelo, águas muito frias e densas, ventos violentos e chuvas escassas. Em meados de maio, no hemisfério norte, ou de novembro, no hemisfério sul, começa uma primavera de apenas quinze dias, em que o sol aparece de vez em quando. Os períodos de insolação vão aumentando em seguida, até que o sol se fixa pouco acima do horizonte durante os três meses do verão polar. Segue-se a grande noite dos polos: o rigoroso inverno que chega a durar oito meses.

Apesar dessas difíceis condições ambientais, os mares glaciais são abundantes em vida. A riqueza em nutrientes dissolvidos e a grande oxigenação das águas permitem a formação de enormes quantidades de fitoplâncton e zooplâncton, assim que a banquisa começa a abrir-se em grandes fendas e canais, no início do verão. Os cardumes surgem, então, em busca do alimento fácil, e bandos de aves povoam as costas.

Ao contrário do que poderia parecer, as regiões ártica e antártica diferem substancialmente em muitos aspectos. O polo sul situa-se num continente, enquanto o polo norte está em pleno oceano, cercado pela região da tundra. Devido à sua massa e altitude, a Antártica tem o clima mais hostil da Terra: abaixo dos 60 graus de latitude sul, com raras exceções, não vivem seres humanos, árvores ou animais terrestres. O Ártico, ao contrário, é muito mais benigno: entre 60 graus de latitude norte e o polo vivem milhões de pessoas, há grandes florestas e a vida animal é intensa. No verão, grande parte da área desfruta um clima temperado e mesmo quente – a neve derrete, as plantas florescem e os pássaros regressam do sul. O próprio mar Ártico nunca se congela completamente, a camada de gelo varia de 3 a 30

metros de espessura, fluando em torno do polo num movimento lento e incessante (CIVITA, 1975).

## **1.2- Diferenças estruturais**

Entre as duas zonas polares há profundas diferenças estruturais. Ao norte, uma vasta extensão de água encerrada entre áreas continentais estende-se, em parte, sobre uma larga plataforma continental e, em parte, sobre uma bacia oceânica muito profunda. A comunicação entre esse mar e os oceanos limita-se às camadas superficiais, uma faixa de aproximadamente 650 metros de profundidade, com o Atlântico, e de apenas 50 metros com o Pacífico. No sul, ao contrário, o oceano circunda o continente antártico, e o “mar glacial” é apenas o extremo sul dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (CIVITA,1975).

Ao norte, as águas frias e densas que se precipitam para o fundo ficam encerradas na bacia e só uma pequena parte consegue passar para o Atlântico. Mas, no hemisfério sul, as águas frias e densas das vizinhanças da Antártica estão livres para fluir em direção ao fundo dos oceanos, de onde se propagam para o norte, constituindo as correntes abissais polares.

A rigor, os chamados mares glaciais são: O Glacial Ártico e mares adjacentes; as extremidades meridionais dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, que bordejam a Antártica; e alguns mares em contato com o Ártico, mas separados dele geograficamente, como o mar de Bering, que pertence ao Pacífico, e o mar Baffin e do Labrador, que fazem parte do Atlântico.

Apesar de suas pequenas dimensões (apenas um sexto das do Atlântico), o Glacial Ártico era considerado um oceano à parte, principalmente em função de suas especificidades hidrológicas e climáticas. Atualmente, é tida, sobretudo como uma ampla bacia – um “mediterrâneo ártico” – pertencente ao Atlântico. Essa bacia se insere entre o continente euroasiático, de um lado, e a Groenlândia, o arquipélago canadense e o Alasca, do outro. Na ampla abertura que comunica o Ártico e o Atlântico, entre os meridianos de 20 graus oeste e 10 graus leste, os limites situam-se na altura da Islândia e das ilhas Faroer. Quase na direção oposta, perto de 170 graus oeste, o estreito de Bering é um limite nítido, dada sua pequena profundidade (CIVITA,1975).

O mar Glacial Antártico – estreita zona oceânica, que seria mais propriamente denominada “convergência antártica” – não existe como entidade geográfica, mas em função

das condições hidrológicas, climáticas e ecológicas que o caracterizam. Seu limite sul é a costa antártica, e o norte é geralmente aceito como o paralelo 55 graus sul.

Outros mares, embora não sejam considerados glaciais, ficam periodicamente congelados. É o caso do Báltico: mesmo situado ao sul do círculo polar ártico, está sujeito a temperaturas inverniais de -30 graus C. Devido a baixa salinidade, os gelos são abundantes no inverno, especialmente nos golfos de Bótnia e da Filândia. Ocasionalmente, no início do inverno, quando a água ainda não está congelada na superfície, formam-se gelos profundos no Báltico e em outros mares rasos e de baixa salinidade. A explicação mais provável para o fenômeno é que a água superficial, resfriada abaixo do ponto de congelamento, possa descer ao fundo e congela-se bruscamente em torno de pedras ou outros objetos, que serviriam como núcleos de cristalização (CIVITA, 1975).

Também a baía de Hudson, na costa norte do Canadá, fica coberta de gelo e completamente bloqueada durante alguns meses por ano. De novembro a maio, o mar de Okhotsk apresenta-se congelado até uma distância de 50 milhas da costa. Também ocorre o congelamento ao longo das costas ocidentais do mar do Japão, Vladivostok tem o porto bloqueado entre janeiro e março (CIVITA, 1975).

### **1.3 – Região Polar Norte (Ártico)**

Essa região corresponde à área tanto marítima quanto continental, com extensão ao redor do polo norte, abrangendo as porções mais setentrionais da América, Ásia e Europa, além do oceano Glacial Ártico e suas ilhas.

O Ártico é constituído do território de oito países, ou parte deles: Estados Unidos (Alasca), Canadá, Noruega, Suécia, Finlândia, Dinamarca (Groenlândia), Islândia, Rússia e bem como as terras de dezenas de grupos indígenas que abrangem distintos subgrupos e comunidades. Os povos indígenas atualmente representam cerca de 10% da população total do ártico, embora, no Canadá representem cerca de metade da população ártica do país, e na Groenlândia representam a maioria.

De acordo com o autor Altineu Pires Miguens, o Oceano Ártico 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. No que diz respeito ao subsolo permanentemente congelado, denominado permafrost, há um impedimento de 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. Observam-se ainda, grandes áreas de tundra, planícies árticas das costas baixas da Rússia (Sibéria) e do Canadá, com vegetação consistindo de musgos, e arbustos, tendo, normalmente, uma camada de permafrost subjacente.

Ele ainda cita em seu livro *Navegação: A Ciência e a Arte*, vol III, características da Groenlândia, 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 e seu extremo norte é o Cabo Morris Jesup, a cerca de 380 milhas do polo Norte. 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, possuem sua bacia independente. Devido às condições de gelo, navios de superfície não podem penetrar até o polo Norte; entretanto, no verão já foram alcançadas Latitudes bastante elevadas.

O Ártico e a Antártica são ambas regiões de gelo, porém com diferenças peculiares, no que diz respeito as suas características físicas. O Ártico pode ser caracterizado por um oceano de gelo cercado por terras, ao contrário da Antártida, que é vista como um continente coberto de gelo cercado pelo oceano.

#### **1.4- Região Polar Sul (Antártica)**

Localizado no extremo sul de nosso planeta, a Antártica apresenta área total de aproximadamente 14 milhões de km<sup>2</sup>, sendo cercado pelo Oceano Antártico, que fica entre o Oceano Pacífico e o Atlântico. No verão, cerca de 98% de sua área total permanece coberta por 50 milhões de km<sup>3</sup> de gelo, que pode chegar a 4.500m de espessura. Nessa estação, somente cerca de 2% do continente, na região costeira, fica livre de gelo e mostra seu solo, normalmente pedregoso. No inverno, a área sólida aumenta ainda mais, passando de 14 para até 30 milhões de km<sup>2</sup> devido ao congelamento de parte dos mares circundantes.

Como citado no vol III do livro *Navegação: A Ciência e a Arte*, do autor Miguens, 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. Há um planalto polar extenso, coberto com gelo e neve, de cerca de 3.000 metros de altitude. Diversas cadeias de montanhas na Antártica possuem picos elevados, alcançando altitudes de 4.000 metros e maiores. A altitude média da Antártica, cerca de 1.850 metros é maior do que a de qualquer outro continente. A altitude do polo Sul é de aproximadamente 2.900 metros. A barreira representada pela massa terrestre e por plataformas de gelo formidáveis, de 200 a 1.000 metros de espessura, impede os navios de alcançarem latitudes muito elevadas. A maior parte da costa da Antártica é alta e acidentada, com poucos portos e fundeadouros seguros (com uma notável exceção na região da Península Antártica e arquipélagos próximos).

É o continente com a maior média de altitude e ventos fortíssimos que fazem com que o tempo mude constantemente e bastante rápido. E embora possua mais de 2/3 da água doce do planeta, é um dos locais mais secos do mundo, já que toda a água por lá está congelada. A precipitação anual é de apenas 140 mm, o que faz do continente um verdadeiro deserto polar. Entretanto, esse deserto polar possui uma grande diversidade biológica. (MIGUENS, 2000)

Há estimativa que existam na Antártica aproximadamente 150 espécies de peixes que se adaptaram para viver em locais muito frios. Nessa região há o encontro da Corrente Antártica Circumpolar com as correntes quentes do sul dos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. Esse encontro de correntes, chamado de Convergência Antártica, faz dessa região a mais nutritiva do planeta. É nesse lugar onde cresce o crustáceo que é a base da cadeia alimentar local. Em seus mares também, habitam criaturas como os golfinhos e as baleias, que migram para regiões mais quentes no inverno. Outros habitantes são algumas espécies de focas, o lobo-marinho e o elefante marinho (MIGUENS, 2000)

Na Antártica são encontradas grandes quantidades de indivíduos da mesma espécie, mas a variedade de espécies é bem limitada. O pinguim, animal típico da região, chega a ser encontradas populações com até 1,5 milhões de indivíduos. Outras aves do continente Antártico são os albatrozes, as skuas ou gaivota-rapineira além de outras espécies de gaivotas, o biguá, andorinhas do mar, espécies de pombas e os petréis (aves marítimas que podem chegar a 2,10 de envergadura).

## 1.5 - O Tratado da Antártica e o Protocolo de Madri

Segundo o site do CNPQ, do PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro), o tratado da Antártica, reserva a área ao sul do paralelo 60°S para fins pacíficos e livre para pesquisa científica em cooperação internacional, além de proibir atividades militares na região, explosões nucleares e depósito de lixo radioativo. Por esse acordo, os países com atividades no continente se consultam sobre seu uso, sem torná-lo objeto de disputas internacionais. Assinado inicialmente pelos 12 países que então mantinham empreendimentos na Antártica - África do Sul, Argentina, Austrália, Bélgica, Chile, Estados Unidos, França, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Reino Unido e URSS -, o acordo não tem data para término e é aberto a adesões. Conta hoje com 45 integrantes, entre eles o Brasil.

Em 1991 foi assinado o Protocolo ao Tratado da Antártica para Proteção ao Meio Ambiente, conhecido como Protocolo de Madri, que entrou em vigor em 1998. O documento torna a região uma reserva natural, dedicada à paz e à ciência, proíbe por 50 anos a exploração econômica dos recursos minerais e regulamenta e controla as atividades humanas no local.

Seguindo as recomendações do Protocolo ao Tratado da Antártica, o Brasil em conjunto com a Polônia propôs a criação da primeira Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG) – área da Baía do Almirantado que abrange as estações do Brasil, Chile, Polônia, Peru, além de refúgios Americanos e Equador, tendo em vista que a vida dos seres nativos da região é muito frágil e pode ser prejudicada por qualquer mudança global, foram tomadas medidas com o intuito de minimizar qualquer possível interferência e promover a cooperação entre as Partes Consultivas. Espera-se que a nova base seja concluída em 2018, contando com investimentos do governo. Que o trabalho e a vida desses brasileiros que representam esta nação sirvam de estímulo para aumentar ainda mais os interesses deste projeto nacional, que possui paralelos de diversas nações (VERDOLIN,2012).

## **CAPÍTULO 2**

# **FATORES QUE AFETAM A NAVEGAÇÃO NAS REGIÕES POLARES**

Sabendo que as Regiões Polares são lugares com características peculiares e condições próprias, tornou-se necessário o desenvolvimento de técnicas especiais para adaptar a navegação a essas condições. Estas condições são resultado, principalmente, de Latitudes extremamente altas e fatores meteorológicos.

### **2.1 – Efeitos de altas latitudes**

Através da Projeção de Mercador se faz o raciocínio do navegante em termos do mundo retangular, na qual as linhas horizontais chamadas de paralelos são desigualmente espaçadas e as linhas verticais, chamadas de meridiano são igualmente espaçadas.

As direções (rumos e marcações) são medidas com relação aos meridianos. Os rumos são mantidos e as marcações obtidas com o uso de agulhas náuticas, magnéticas ou giroscópicas. Em geral, sabe-se que os astros nascem a Leste, conquistam sua altura máxima na passagem meridiana e se põe a oeste. Através desse movimento o sol divide naturalmente o dia em dois períodos, o dia e a noite, separados pelo período de crepúsculo, períodos de transição curtos. As horas estão relacionadas a esse movimento diário do Sol.

De acordo com o autor Autineu Pires Miguens, nas regiões polares essas condições são diferentes. Os meridianos convergem para os polos, que são centros de uma série de círculos concêntricos, os paralelos de latitude. Com essa rápida convergência dos meridianos torna o conceito de direção inadequado para alguns propósitos. Nos polos a loxodromia, linha de rumo é uma curva que difere notavelmente de uma ortodromia, arco de círculo máximo, até mesmo para pequenas distancias.

No polo, o Zênite e o polo celeste coincidem. Assim, também coincidem o equador e o horizonte celeste, e a Declinação e a altura de um astro são iguais. Por isso, os astros só variam de altura com a variação de Declinação. Com isso, não há variação de altura no movimento das estrelas. Os planetas nascem e se põem somente uma vez em cada período sideral.

No polo Sul, o Sol nasce a 23 de setembro, e chega até uma altura máxima de cerca de 23 graus e 27 minutos, após ter descrito vagarosamente uma espiral até se chegar nesta altura, 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 (MIGUENS, 2000).

As etapas que se seguem ao pôr do Sol e que precedem o seu nascer, os períodos de crepúsculos, duram diversas semanas. A Lua nasce e se põe cerca de uma vez a cada mês e apenas são visíveis do polo sul os astros com Declinação Sul. As noites não são totalmente escuras. Os planetas e estrelas contribuem com uma apreciável quantidade de luz nos polos, onde a cobertura de neve proporciona uma excelente superfície refletora.

Com a convergência dos fusos horários e dos meridianos para os polos, os conceitos de Hora Legal e Fusos Horários não permanecem com seus significados, pois a hora do dia não tem relação direta com os períodos de claridade e escuridão ou com a altura do Sol, por esse motivo as estações científicas na Antártica mantêm a hora de seus países de origem ou a HMG (Hora Média de Greenwich) (MIGUENS, 2000).

## **2.2- Efeitos Meteorológicos**

Essas regiões polares possuem temperaturas extremamente baixas. No interior do Continente Antártico, a maioria de suas áreas têm registrado temperaturas menores que zero grau, sendo esta considerada a parte mais fria do mundo. Durante o verão antártico, a temperatura geralmente está acima do ponto de congelamento sobre o oceano.

Nas regiões polares ocorrem com bastante frequência os efeitos de cerração e nebulosidade, apesar de se ter menos precipitação que em algumas regiões desérticas, pelo fato do ar frio acumular pouca umidade.

Nessas áreas também ocorrem os efeitos de miragens e valores extremos de refração, devido a inversão de temperatura ou fortes descontinuidade no gradiente térmico, como a ocorrência do Sol nascer vários dias antes do esperado na primavera. Horizontes falsos não são raros.

Há o predomínio de ventos fortes na Antártica, conhecida como morada dos ventos e na região subantártica. No Oceano Ártico quase não são encontrados ventos fortes, ao contrário do que ocorre na Antártica, que possui o cinturão de água mais tempestuoso do mundo, caracterizado como uma área de ventos fortes e mares bravios (MIGUENS, 2000).

O principal perigo para a navegação nessas regiões polares é o gelo, tanto o formado por congelamento da água do mar como o formado em terra e que se desprende e flui para o oceano. No verão antártico, muitas áreas terrestres baixas permanecem livres de gelo ou neve. Quando 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 e contínua. Nesse caso, não há a distinção de pontos da terra e torna-se difícil estimar distâncias, pela total falta de contraste (MIGUENS, 2000).

Na Antártica as correntes marítimas, próximas à costa fluem para oeste, sendo mais fraca do que as encontradas em torno do continente, que apresenta uma corrente forte e a circulação geral é para leste, ou no sentido horário, em torno do continente.

### **2.3- Sumário dos principais problemas para a navegação nas regiões polares**

De acordo com o autor Miguens, o sumário que se segue apresenta as características mais relevantes e os principais problemas 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-escuridão
5. Temperaturas médias muito baixas
6. Verões curtos e frios; invernos longos e rigorosos
7. Sensação térmica elevada (“wind-chill factor”)

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
- Os problemas para a navegação nas regiões polares e subpolares

## CAPÍTULO 3

### EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO

#### 3.1 Agulhas Náuticas

##### 3.1.1 Agulha Magnética

O que orienta a Agulha Magnética é a componente horizontal do campo magnético terrestre. No equador magnético esse valor é máximo, sendo inversamente proporcional com Latitude magnética, diminuindo à medida que essa latitude aumenta e nos polos magnéticos tem o valor nulo. E como os polos magnéticos estão situados próximos aos pólos geográficos, o desempenho da Agulha Magnética é dependente das altas latitudes, ficando seu funcionamento prejudicado nas regiões polares, devido as altas latitudes.

Por esse motivo, quando se navega em latitudes superiores a 60 graus, a agulha magnética não é confiável, devendo se ter atenção, já que seus erros podem variar rapidamente. Devem ser utilizados azimutes de astros e outros métodos disponíveis para se ter verificações frequentes disponíveis. Devem-se comparar as observações realizadas, a fim de serem útil na previsão da confiabilidade futura da Agulha (MIGUENS, 2000).

Como os polos magnéticos da Terra se deslocam, participando das variações normais diurnas, anuais e seculares do campo magnético terrestre, assim como das variações irregulares causadas por tempestades magnéticas, eles são considerados mais como áreas do que propriamente como pontos. As grandes variações diurnas da declinação magnética nas altas latitudes são causadas por esse movimento contínuo dos polos magnéticos.

A declinação magnética informada nas Cartas Náuticas das regiões polares não possui a mesma precisão que nos outros lugares pelo fato das medidas do campo magnético da Terra nas regiões polares não serem frequentes e pela linha isogônicas nessas áreas aproximar-se umas das outras, resultando numa rápida mudança da declinação em curtas distâncias, em determinadas direções. Além disso o traçado das isogônicas é imperfeito (MIGUENS,2000).

A respeito dos desvios da Agulha, estes são afetados pelo decréscimo da intensidade horizontal e pelas tempestades magnéticas que ocorrem nas proximidades dos polos



magnéticos. Desvios residuais chegam a aumentar de 10 a 20 vezes nas áreas polares, devido a influencia magnética residual sobre a Agulha, que exerce um efeito muito maior à medida que a força que orienta a Agulha diminui (MIGUENS,2000).

A influencia dos erros devido ao atrito também é efeito da redução da intensidade horizontal do campo magnético terrestre, que orienta a agulha. Essa influência junto ao aumento no período de oscilação faz com que a Agulha no seu retorno ao rumo correto responda de forma devagar, após uma perturbação. Por isso, a Agulha possui um atuação melhor em mar tranquilo e livre de gelo, já que nas áreas polares o seu equilíbrio é habitualmente prejudicado pelo impacto do navio contra os gelos.

Numericamente, a Agulha Magnética pode ser dita pouco confiável quando a intensidade horizontal do campo magnético terrestre é menos que 0,09 Oersted; errática quando a intensidade horizontal é menor que 0,06 Oersted e dispensável quando o campo é menor que 0,03 Oersted. (MIGUENS,2000)

Há certo risco do líquido da Agulha Magnética, quando submetida a baixas temperaturas sofrer congelamento, apesar de ser constituído de água e álcool. Para evitar que isso ocorra, provendo calor suficiente à Agulha, deve-se deixar sua Luz permanentemente acesa. Por isso, não se pode deixar de realizar a compensação e seguir o regulamento da Agulha Magnética em uma Latitude elevada, quando navegar na proximidades da região polar. Nessas regiões polares a Agulha Giroscópica também afetada, por isso considera-se a Agulha Magnética um instrumento de grande importância, apesar de suas limitações. O navegante pode obter bom aproveitamento da Agulha Magnética nas altas Latitudes se utilizada com atenção e cuidado, submetida a verificações frequentes e com um registro detalhado do comportamento prévio em situações semelhantes (MIGUENS,2000).

Um desenvolvimento recente das Agulhas Magnéticas são as bússolas de fluxo magnético, que não se orientam pela intensidade horizontal do campo magnético terrestre. Utilizam um sensor eletrônico estacionário mantido cobertas abaixo, alinhado com a quilha do navio (eixo longitudinal). A função desse sensor é detectar as mudanças de direções do navio com relação ao campo magnético terrestre e envia informação (centenas de leituras por segundo) para um computador, que calcula continuamente as média das leituras e apresenta

valores precisos e estáveis do rumo magnético. As agulhas de fluxo magnético sofrem menos os efeitos das altas latitudes, em comparação com as Agulhas Magnéticas convencionais.

### **3.1.2- Agulha Giroscópica**

Para a operação da Agulha Giroscópica considera-se a rotação da Terra em torno do seu eixo. No Equador é onde ocorre sua força máxima de orientação, onde o eixo giroscópico é paralelo ao eixo da Terra. Esse ângulo entre os dois eixos aumentam a medida que a Latitude aumenta. Nos polos geográficos, a Agulha Giroscópica não possui força direta.

A confiabilidade da Agulha Giroscópica a partir da Latitude de 70 graus torna-se suspeita pelos efeitos perturbadores de imperfeições na Agulha ou no ajuste serem maiores em latitudes mais altas. O ajuste de Latitude torna-se (MIGUENS, 2000).

À medida que a velocidade do navio aproxima-se da velocidade tangencial da Terra, o erro de velocidade aumenta. A agulha nessas latitudes começa a responder lentamente às forças de correção, devido ao erro de deflexão balística tornar-se grande. As alterações normais de ocorrer de rumo e velocidade, muitas vezes necessárias quando se navega nessas regiões de gelo, introduzem erros que só são corrigidos muito lentamente. O atrito do navio com o gelo causa um impacto contra os blocos, que deflete a Giro, que não retorna rapidamente à leitura correta.

A cada Latitude maior que o navio alcança, o desvio aumenta e torna-se errático. Em latitudes de 75 a 80 graus, as Agulhas Giroscópicas, em sua maioria, apresentam grandes erros. Em Latitudes maiores que 82 graus já foram observados desvios de até 2 graus. Assim, não se pode deixar de monitorar o desvio da Agulha Giroscópica em Latitudes de 70 graus ou maiores (a cada 4 horas, pelo menos), por meio de Azimute dos astros visíveis. E ainda devem ser feitos com muito cuidado os ajustes de Latitude e velocidade (MIGUENS, 2000).

Mas a maioria das Agulhas Giroscópicas não possui ajustagem para o corretor de Latitude acima de 70 graus. Além deste valor, a correção pode ser feita por métodos: 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 usar uma ajustagem equivalente

para Latitude e velocidade. Ambos os métodos são geralmente satisfatórios, embora o segundo seja considerado superior, porque corrige, pelo menos parcialmente, os erros introduzidos por mudanças de rumo (MIGUENS, 2000).

## **3.2- Radar**

O radar é de grande valor na navegação nas regiões polares, onde há condições de visibilidade restrita e longos períodos de escuridão, que reduzem a eficácia das observações visuais e da navegação astronômica, e onde outros auxílios à navegação não são geralmente disponíveis.

Como outros equipamentos, o uso do radar nas regiões polares também apresenta suas limitações:

### **3.2.1 Neve**

Há a redução do alcance de detecção do radar provocada pela atenuação das ondas radar, pela queda de neve. Outro aspecto prejudicado devido a neve é que ela cobre todos os alvos, mascarando os ecos. Essa cobertura de neve deforma os alvos, que 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) (MIGUENS, 2000).

### **3.2.2- Nevoeiro ou cerração**

Nevoeiro 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) (MIGUENS, 2000).

### **3.2.3- 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, tem-se 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 contactos são avaliados como “growlers” (rugidores), isto é, destroços flutuantes de gelo, isto significa que, provavelmente, em suas imediações existe um “iceberg”. (MIGUENS,2000)

### 3.2.4- 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 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 ( LOBO, 2007).

### 3.2.5- Icebergs Tabulares

A classificação desse tipo de iceberg se deve a sua forma aproximadamente retangular na maioria das vezes e a sua superfície relativamente plana. A expressão tabular se aplica exclusivamente aos icebergs desprendidos da frente marítima do “ice shelf” antártico e do “ice island” no hemisfério norte. Em todos eles se pode observar a estratificação do gelo em camadas horizontais, devido à congelamento da neve depositada em anos sucessivos. Sua cor que inicialmente branca, por causa da grande quantidade de ar que contém, muda gradativamente para tonalidades azuis pouco intensas. Suas dimensões podem ser extraordinárias, sendo, entretanto frequentes os 6 a 10 milhas de comprimento e numerosos os de 1 milha. Já se observaram icebergs tabular com dezenas de milhas de comprimento. A altura da parte que aflora está entre 5 e 35 metros e a parte submersa é 4 a 5 vezes a que aflora (LOBO, 2007).

### 3.2.6- Bergy Bits

“Bergy bits” são pedaços quebrados de “icebergs”, isto é, pedaços de gelo de glaciário (de origem terrestre) ou pedaços de gelo marinho amontoados (“floeberg” ou “hummock ice”), aproximadamente do tamanho de uma casa, com **3 a 4** metros de altura. Os “bergy bits” normalmente não são detectados pelo radar a distâncias maiores que três milhas. Devido a seus ecos relativamente fracos e que podem se perderem no retorno do mar, essas formações de gelo representam um grande perigo à navegação (MIGUENS, 2000).

### 3.2.7- Growlers (Rugidores)

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 glaciário e crepitam (rugem) com frequência. Os “growlers” são reconhecidos como as formações de gelo mais perigosas que podem ser encontradas.

São muito difíceis de detectar no radar, principalmente quando têm pequena altura e quando a ação das ondas os tenham moldado de uma forma arredondada e lisa. Estes tipos de gelo aparecem mais nas proximidades dos grandes “icebergs” que em qualquer outra área. Tem sido observado que menos da metade dos “growlers” que se avistam são efetivamente detectados pelo radar, e que todas as detecções são obtidas fora da região de reverberação do mar, ou em águas calmas. Um judicioso uso dos controles “ANTI-CLUTTER”, LARGURA DE PULSO e GANHO pode ajudar a detecção e o acompanhamento dos mesmos. Com mar agitado e com um retorno do mar que se estenda até mais de 1 milha do próprio navio na tela do radar, estes derrelitos podem produzir avarias graves no navio. Com mar calmo, os “growlers” podem ser detectados pelo radar a cerca de 2 milhas (MIGUENS,2000).

### 3.2.8- Flocos de gelo (“ice floes”)

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 insubstituível para a detecção de flocos de gelo e “growlers” perigosos à navegação.

### **3.2.9- Campos de gelo (“field ice” ou “pack ice”)**

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 (MIGUENS, 2000).

### 3.3- Ecobatímetro

O ecobatímetro é extremamente útil e deve ser operado continuamente nas altas Latitudes. As sondagens são tão importantes nas regiões polares que um ecobatímetro operando permanentemente torna-se indispensável para a segurança da navegação. É de boa prática dispor de pelo menos dois ecobatímetros, do tipo equipado com registrador e tendo uma grande flexibilidade de alcance. Como vimos, poucas partes das áreas polares apresentam sondagens suficientes para permitir uma navegação segura e uma adequada representação da configuração do fundo nas Cartas Náuticas. Assim, uma vigilância constante da indicação do ecobatímetro é imprescindível, para assinalar a presença de perigos e altos fundos não cartografados. Se um navio ficar preso, perdendo o governo e passando a derivar com o gelo, pode surgir o perigo de encalhe, se o gelo mover-se em direção a águas rasas. Assim, mesmo com o navio aprisionado, é importante manter o ecobatímetro operando.

### 3.4- Radiogoniômetro

Existem poucos Radiofaróis na Antártica, apesar do radiogoniômetro ser muito útil. Um dos principais usos do **Radiogoniômetro** nas regiões polares é no auxílio à localização de outros navios, para “rendez-vous”, salvamento ou outros propósitos. Isto é particularmente verdadeiro numa área com muitos “icebergs”, onde pode ser difícil distinguir no radar entre ecos de navios e de blocos de gelo. O “homing” com o radiogoniômetro constitui, assim, uma técnica de grande utilidade nas áreas polares (MIGUENS, 2000).



## **CAPÍTULO 4**

### **ICEBERGS**

Ao descobrirem a região da Terra Nova, no século XVI, os exploradores europeus, em seus pequenos e frágeis avios, depararam com gigantescos blocos de gelo flutuantes que já haviam sido familiares aos antigos vikings. Viram como um perigo à navegação, e também como fonte de água doce e como possível abrigo nas tempestades. Os enormes icebergs tabulares do mar glacial Antártico tornaram-se conhecidos no fim do século XV, quando os portugueses iniciaram a exploração nos mares do sul, logo seguidos por espanhóis, ingleses, holandeses e franceses, os quais, atravessando a vela o Atlântico sul e dobrando o temível cabo Horn, sofreram grandes privações naquela região de gelo, neve e vento. Hoje, o conhecimento da natureza e do movimento dos icebergs assume importância crescente para a navegação, e sua utilização prática como fonte de água doce inspira grandes projetos que poderão se viabilizar num futuro próximo (CIVITA, 1975).

#### **4.1- Origem e forma dos icebergs**

As principais fontes de icebergs são a Groenlandia, no hemisfério norte, de onde se desprendem cerca de 90% dos icebergs árticos, e o continente antártico, no hemisfério sul. Ambos são territórios montanhosos, que atingem mais de 3000 metros de altura. A neve e o gelo acumulados em seus planaltos centrais escoam para o nível do mar sob a forma de geleiras, que, atingindo o oceano, ou alimentam as banquisas, acúmulos tabulares de gelo flutuante, ou se rompem em blocos, formando os icebergs. As estimativas sobre o volume anual de gelo desprendido dessas regiões variam bastante, mas, segundo cálculos, da Antártica sai um volume de sete a oito vezes superior ao gerado pela Groenlândia.

Os icebergs apresentam configurações muito variadas, que podem ser agrupadas em duas formas predominantes. Os da Antártica têm a forma tabular, pois resultam do rompimento de grandes mantas de gelo continental que se acumulam ao longo de vastíssimas planícies. A forma mais comum de iceberg ártico é a de uma cúpula ou torre, pois as geleiras

originárias da Groenlândia escorrem por estreitas enseadas para desprender-se a pouca distancia da costa. (CIVITA,1975)

No caso ártico, a geleira que escorre das montanhas entra na água do mar quase verticalmente; nessas circunstâncias, o impulso hidrostático originado pelas diferentes densidades do gelo e da água do mar cria tensões que rompem a corrida glacial em grandes blocos. O mesmo mecanismo é atuante quando os ângulos de entrada das geleiras na água são menores. Em geral as fraturas ocorrem perto da ponta, na parte da frente da geleira, onde o lingote glacial não está suficientemente apoiado no fundo da enseada e recebe o impulso provocado pelas marés e ondas, que favorecem o rompimento do gelo. Outras geleiras podem quebra-se nas margens dos recifes; e, onde os gelos ainda estão presos em terra firme, alguns blocos podem cair das elevadas frentes das geleiras, formando pequenos icebergs. Esse processo ocorre, sobretudo nas geleiras ativas, que são cheias de fendas.

O que impede as geleiras flutuantes da Groenlândia de consolidar-se em barreiras é a temperatura no verão, que, sendo superior a zero grau, faz com que os estratos de neve caídos no inverno se dissolvam. O degelo é acelerado por grandes precipitações e, assim, as geleiras não podem aumentar de tamanho e desenvolver-se, como nas planícies antárticas. Desintegrando-se, os icebergs originam altos picos emergentes, cuja formação se deve a rompimentos ao longo das bases, onde a resistência foi minada por grandes rachaduras. Além disso, pela ação erosiva das ondas, que cria terraços sob a superfície líquida, deslocando o centro de flutuação, um iceberg com superfície plana pode inclinar-se até a formação de picos. Na fase final da desagregação, o iceberg gira sobre si mesmo e apresenta formato arredondado (CIVITA,1975).

A frequência com que os icebergs se desprendem depende de fenômenos como as marés excepcionalmente altas, as tempestades de vento e os abalos sísmicos, assim como da espessura, temperatura e densidade do gelo que forma a geleira. Um gelo mais fino reage mais rapidamente às forças externas, partindo-se mais facilmente. Sua velocidade de escoamento depende da temperatura da geleira: quanto mais elevada ela for, mais rapidamente o gelo fluirá e a frente glacial atingirá uma posição de instabilidade mais frequentemente. Nessa posição, um gelo pouco denso resiste menos à tensão e se submete mais facilmente ao impulso hidrostático, enquanto se desprende da terra firme, o que provoca a sua ruptura em

blocos. Muitas geleiras da península Antártica (terra de Graham) e das ilhas subantárticas, como a Geórgia do Sul, têm essas características.

Na Antártica, de modo geral, as barreiras de gelo ou geleiras flutuantes vão crescendo e se ampliando para a frente, enquanto são alimentadas por outros gelos provindos do continente e pela neve que se acumula na superfície. Sua borda externa, ou frente glacial, se afina frequentemente por causa da fusão de sua parte inferior, até que se desprende em grandes blocos, constituindo um iceberg tabular. Mas, na verdade, o processo de formação de um gigantesco iceberg tabular de 100 quilômetros de comprimento ainda não é satisfatoriamente compreendido. Supõe-se que a crosta glacial se abra ao longo de uma fenda, por efeito de uma onda provocada, sob o gelo, por um terremoto ou uma violenta tempestade, ou, menos que exista uma dimensão limite para cada barreira de gelo, além da qual as tensões naturais, causadas por correntes oceânicas, marés e pelo impulso do campo de gelo para a frente, originem grandes movimentos de flexão e causem instabilidade na distensão glacial, até a ruptura no ponto mais fraco. Essa suposição é reforçada pelo fato de as barreiras de Ross, Filchner e Amery terem a frente terminal na embocadura natural de grandes baías, no interior da plataforma continental antártica, onde a frente dos gelos tem o primeiro contato com as principais correntes e tempestades oceânicas. (CIVITA, 1975)

## **4.2- Aproveitamento dos icebergs**

Estudos recentes têm demonstrado que a velocidade de fusão de um iceberg é suficientemente lenta para tornar possível o seu transporte desde o mar glacial Antártico até as praias da Austrália, por exemplo, para ser aproveitado como reserva de água doce. Envolvendo-se o iceberg com uma folha de polietileno, a água doce, menos densa, formaria uma reserva sobre a superfície do mar, que é mais denso.

Já por volta de 1860, algumas cervejarias peruanas rebocavam pequenos icebergs desde a laguna San Rafael, do sul do Chile. Atualmente, desenvolvem-se projetos em grande escala, já que quase dois terços do suprimento terrestre de água doce estão aprisionados nos 14 milhões de quilômetros quadrados de gelo da Antártica. O gelo polar pode ser aproveitado nas regiões mais secas do mundo: com esse objetivo, há projetos para transporte de imensos comboios de icebergs, puxados por rebocadores atômicos, que chegariam a seu destino com

apenas 10% de perda. Então seriam levados a estações de conversão, para serem transformados em água. O custo operacional seria bem menor que o do processo de captação e adução de fontes, ou que a dessalinização (CIVITA, 1975).

### **4.3- Deslocamentos**

Costas da Antártica são tocadas por uma corrente do leste, e isso faz os icebergs permanecerem quase sempre nas águas polares, exceto os que se formam numa ou duas zonas mais amplas, que a circulação oceânica consegue levar para o norte, em direção à área de convergência antártica. A circulação em sentido horário, favorecida pelo vento, nos mares de Weddell e de Ross, empurra o gelo para o norte, respectivamente entre 40° e 60° de latitude sul e entre 170° e 180° de longitude oeste. Os icebergs entram depois nos mares do sul pela corrente predominantemente do oeste, e seguem até a latitude de 40° sul nos Oceanos Atlântico e Índico (CIVITA, 1975).

O tamanho dos icebergs tabulares atinge proporções enormes, como se comprovou em 1927: um iceberg de 185 quilômetros de comprimento, 40 metros de altura e muitos quilômetros de largura foi assinalado perto da ilha de Clarence, nos limites norte - oeste do mar de Weddell.

A freqüência dos icebergs varia com o lugar e o tempo. A desagregação das barreiras e dos gigantescos acúmulos tabulares resulta numa infinidade de icebergs menores. Em média, as zonas ricas em icebergs, além do oeste do Atlântico sul, são os oceanos Índico, entre 40° e 60° de longitude leste, e o Pacífico sul, entre 90° e 160° de longitude oeste. Entre os limites extremos levantados no fim do verão e no fim do inverno há pouca diferença, e esta se deve à regularidade da circulação oceânica atmosférica, proveniente do oeste, entre 40° e 50° de latitude sul (CIVITA, 1975).

No hemisfério boreal, a configuração dos oceanos e das correntes limita os icebergs ao Atlântico norte, através do leste da Groenlândia e da corrente do Labrador. Nessas regiões, os principais lugares onde surgem icebergs que alcançam o mar aberto são as baías de Disko e de Nordeste, na Groenlândia ocidental, responsável por 70% do total. Calcula-se que as doze geleiras da região descarreguem anualmente 5400 icebergs. Outros 20% provêm da região de

Dioevelens Tammelfinger, entre o cabo York e Svartenhuk. Um número quase igual de icebergs provém do outro lado (oriental) da Groenlândia, mas poucos subsistem depois de ultrapassar o cabo Farewell (CIVITA, 1975).

A descarga de icebergs da Groenlândia tem importância muito grande, por suas conseqüências sobre as rotas de navegação da América do Norte, especialmente de abril a junho, quando a maioria dos icebergs é levada para o sul, abaixo da latitude 48° norte, pela corrente do Labrador.

#### **4.4- A navegação em perigo**

Tendo representado um grave obstáculo à navegação a vela, os icebergs ainda são perigosos para os modernos navios, cujas grandes dimensões e velocidade elevada os tornam de certo modo até mais vulneráveis que os antigos veleiros.

Na sua viagem inaugural, em 1912, o enorme transatlântico Titanic transitou à noite numa zona da América do Norte onde havia icebergs particularmente numerosos naquele ano. A visibilidade era boa, mas a velocidade do navio excessiva. Ele raspou o lado de um iceberg, e o esporão de gelo submerso abriu-lhe o casco abaixo da linha de flutuação, fazendo-o afundar e causando a morte de 1513 pessoas (CIVITA,1975).

Para evitar os perigos que os primeiros exploradores das águas polares enfrentaram, e acidentes como o do Titanic, os navios modernos contam com um serviço de rádio e o auxílio de radares. Ainda assim, os radares não são eficientes em relação aos últimos restos de um iceberg ou aos iceberg menores. Com o objetivo de fornecer maior segurança e o melhor serviço de informações possível, criou-se em 1912, logo após a tragédia do Titanic, a Patrulha Internacional dos Gelos (International Ice Patrol), que durante a estação dos icebergs – especialmente de abril a junho – e em colaboração com os diversos serviços de meteorologia e companhias de navegação, reúne todas as notícias e elabora mapas frequentes sobre as condições das geleiras. Esses mapas são transmitidos aos países e companhias de navegação. As fotografias tiradas regularmente pelos satélites também permitem a elaboração sistemática de mapas dos desprendimentos das barreiras glaciais e da direção de deslocamento das gigantescas montanhas de gelo (CIVITA, 1975).

## CAPÍTULO 5

### NAVIOS DO GELO

#### 5. 1- Quebra-Gelo

##### 5.1.1- Um pouco de história

Durante séculos, as regiões geladas da Terra foram evitadas pelos navegadores, que preferiram aventurar-se pelas latitudes quentes a enfrentar o mundo branco e inóspito dos icebergs e gelos fixos, cercados por densos nevoeiros. Embora vários exploradores, como Fernão de Magalhães e James Cook, tenham alcançado a periferia dos mares glaciais, a navegação no gelo só se tornou viável em fins do século XIX, com a invenção do navio quebra-gelo (STEINBERGER,1990).

O desejo de usar um caminho mais curto entre a Europa e os ricos portos Ásia, através de uma passagem a noroeste (em torno da América do Norte) ou nordeste (ao longo da costa norte da Rússia), motivou árduas e frustradas tentativas de atravessar os gelos. Enquanto a vela e os remos eram os únicos meios de propulsão aquática, só se podia avançar nos mares gelados usando os canais existentes na banquisa (a grossa camada de gelo que cobre a superfície dos mares glaciais). Mas, frequentemente, esses canais se fechavam e, apesar dos esforços para robustecer os cascos dos navios, muitos deles eram esmagados pela pressão do gelo (CIVITA, 1975).

Logo se tornou evidente que os navios de proa arredondada tinham maiores possibilidades de enfrentar o impacto do gelo que os de proa afilada. E quando, na metade do século XVIII, a Marinha inglesa iniciou a exploração polar no Ártico, e as embarcações escolhidas para esse serviço eram de convés enrijecido por vaus reforçados. Entretanto, na busca de novas rotas pelos polos, os navios sempre acabavam aprisionados pelos gelos. Até 1932, as únicas exceções a esses insucessos foram às viagens do sueco Nordenskjold, pela passagem do nordeste, em 1878-1879; e do norueguês Roald Amundsen, em 1903-1906, através da passagem do noroeste (CIVITA, 1975).

### 5.1.2- Os pioneiros

O primeiro navio especialmente projetado para resistir ao gelo polar foi Fram, do norueguês Fridtjof Nansen, na década de 1880. Seu casco de madeira era reforçado com grandes vaus e estruturas diagonais, o madeiramento externo formado por duas camadas de carvalho de 75 a 100 milímetros de espessura, e toda a parte submersa do casco (a carena) revestida por uma camada de até 15 centímetros de beberu. Além disso, o leme e o hélice podiam ser içados, para evitar avarias provocadas por gelo.

Em 1893, o Fram foi voluntariamente deixado entre os gelos do Ártico, para ser bloqueado, ao largo do arquipélago da Nova Sibéria, na posição 78 graus norte e 132 graus leste. Arrastado para noroeste pela deriva dos gelos, e em seguida para sul e sudeste, até 70 graus norte, o navio alcançou novamente o mar aberto em 1896. Nos três anos da viagem, ele ficou muitas vezes sujeito à pressão do gelo, mas sofreu apenas ligeiros danos (CIVITA, 1975).

O sucesso do Fram foi um ensaio que influenciou sobre a concepção dos quebra-gelos. Embora desde 1857 os suecos empregassem um navio forte, o Polhern, para manter aberta a navegação no Báltico no inverno, a primeira embarcação especialmente construída para quebrar o gelo foi a alemã Eisbrecher, lançada em 1871, e que ainda não tinha as características atuais do quebra-gelo.

Foram os russos, motivados por sua extensa costa ártica, que projetaram o primeiro quebra-gelo moderno, o Ermak, idealizado pelo almirante Stepan Makarov e construído em 1898 pelos estaleiros ingleses Armstrong. Com 97 metros de comprimento, 22 metros de boca (a maior largura do navio) e potência de 9500 hp, o Ermak tinha todas as qualidades dos modernos quebra-gelos: casco resistente, roda de proa em forma de cunha, e hélice sob a proa (para aspirar a água, facilitando a ruptura do gelo) (CIVITA, 1975).

Um avanço técnico ocorreu em 1930, quando se desenvolveu o sistema agressivo de captura do gelo, baseado no princípio de “subir em cima e partir” (já idealizado por volta de 1865 pelo russo Britneff), segundo o qual o navio quebra o gelo utilizando o próprio peso.

Como a camada glacial polar é muito mais espessa e irregular que a formada em mares fechados, grandes lagos e ao longo de rios e estuários, surgiram dois tipos de quebra-gelo: um

grande e potente, com proa em forma de cunha, que sobe no gelo e o rompe simplesmente com seu peso; e outro, menor e menos potente, com proa reforçada, que abre uma passagem avançando através do gelo. No primeiro grupo, encontram-se navios de 5000 até mais de 16000 toneladas, com motores que superam os 40000hp de potencia; e no segundo, navios com cerca de 3000 toneladas e motores de 4000 a 75000hp (CIVITA,1975).

### **5.1.3- O projeto do quebra-gelo**

Um elemento básico na concepção do quebra-gelo é a inclinação da roda de proa (peça de madeira ou metal que é uma continuação da quilha), adotada segundo as experiências realizadas entre 1871 e 1924. A parte superior dessa peça, saliente acima da linha de flutuação, deve ser muito robusta e com inclinação acentuada, pois, quanto mais próxima ela estivesse da horizontal, mais difícil seria o desempenho do navio, caso ele não conseguisse romper o gelo com seu peso.

Para facilitar liberação do gelo nessas situações, os modernos quebra-gelos são equipados com tanques de lastro laterais, que lhes permitem oscilar de um lado para o outro, num período de 90 a 45 segundos, dependendo do seu tamanho (CIVITA, 1975).

Nas regiões onde a banquisa possui uma grande espessura, o quebra-gelo opera deslocando-se para trás o quanto pode e, em seguida, avança a toda força, para carregar sobre o gelo com o máximo impulso. Como o espaço para essa manobra é limitado, o navio deve possuir grande aceleração para realizá-la. Por isso, a relação entre potencia do navio e seu deslocamento, que é um indicativo de grandeza da aceleração, é muito elevada nos quebra-gelos.

Nos quebra-gelos atuais, a fragilidade do casco diante das baixas temperaturas polares foi superada. A espessura do chapeamento reforçado, na proa e na popa, varia de 52 a 38 milímetros de aço especial de alta resistência, enquanto na meia o chapeamento tem espessura de 32 a 25 milímetros. Alguns quebra-gelos possuem cascos capazes de suportar uma pressão de 1000 toneladas por metro quadrado (CIVITA, 1975).

Fabricado com ligas de alta resistência, os hélices são fundamentais no serviço de um quebra-gelo. Em zonas onde a boa manobrabilidade é muito importante, como o Báltico e os



Grandes Lagos, a instalação de um hélice de proa é imprescindível. Ele aspira a água sob o gelo, estabelecendo entre a carena e a banquisa uma corrente que reduz o atrito e facilita a ruptura com a depressão causada pela esteira do hélice.

Nas condições de gelo polar, no entanto, há um considerável risco de danificar o hélice de proa. Por isso, os soviéticos, com grande experiência no assunto, utilizam quebra-gelos com três hélices na popa, sendo que o central absorve uma potencia duas vezes superiores à dos laterais.

Ao contrário dos hélices dos navios convencionais, dimensionados em função da velocidade máxima, empuxo e número de rotações do motor, os do quebra-gelo são projetados tendo em vista a manobra de carregamento sobre o gelo.

Em geral são usados hélices de diâmetro moderado, instalados com ampla folga do casco. Os hélices de três pás são mais eficientes que os de quatro, sendo as pás normalmente mais robustas. O risco de danos às pás do quebra-gelo é maior para o hélice parado ou em marcha à ré do que em marcha avante devagar. A posição do leme em relação aos hélices também contribui para a proteção contra o gelo (CIVITA, 1975).

#### **5.1.4- Romper gelos, uma aventura**

A ruptura do gelo é uma manobra arriscada, que requer capacidade e experiência. Os quebra-gelos abrem longos e estreitos canais na superfície gelada, para que os navios possam transpor zonas glaciais, ou então para liberar aqueles que nelas ficam retidos. Mas a diversidade das condições do gelo e das condições meteorológicas fazem de cada operação uma aventura.

No caso de o vento soprar contra a banquisa, por exemplo, os bancos flutuantes de gelo se esmagam uns contra os outros, tornando perigosas as operações de quebra-gelo. Do mesmo modo, as passagens próximas da costa tornan-se arriscadas se o vento muda repentinamente de direção e atira o gelo contra a terra. Por isso, sempre que possível, a passagem deve ser aberta a favor do vento ou contra qualquer fluxo de corrente ou de maré, de modo que os fragmentos sejam deixados pela popa.

Quando se abre um canal para um ou mais navios, o primeiro navio do comboio mantém-se a uma distancia de 250 a 450 metros do quebra-gelo, dependendo das condições.

Quanto mais compacto o gelo for, menor deverá ser a distância. E o quebra-gelo deve manter-se numa rota tão retilínea quanto possível, o que requer grande habilidade do timoneiro (CIVITA, 1975).

Para abrir passagens com espessura a 2 metros, o quebra-gelo utiliza muitas vezes o sistema espinha de peixe, que consiste em executar movimentos alternados com ângulos de 40 a 50 graus entre si. Cada avanço sobre o gelo compreende uma série de cargas, em que o navio sobe sobre o gelo, rompendo-o, em movimentos contínuos, até terminar o seu impulso. Então, as máquinas são invertidas, com o leme a meio, até que, atingida uma velocidade à ré de três nós, a popa chegue ao gelo partido e arrastado pela esteira durante o corte. Os hélices são novamente invertidos para evitar a aspiração de grandes pedaços de gelo entre as pás, e nesse meio tempo, antes de chocar-se outra vez com o gelo, o navio terá ganho velocidade suficiente para retomar a operação de ruptura.

Se um bloco de gelo obstruir o hélice, é necessário parar imediatamente o motor correspondente. Nesse caso, um sinal automático indica qual dos hélices foi bloqueado. Para libertar um navio escoltado que ficou retido, o quebra-gelo executa uma rápida manobra: passa à popa do navio e em seguida avança, lado a lado, a cerca de 25 metros de distância, para finalmente aproximar-se pela proa. Nesse ponto as máquinas do navio preso são postas em marcha à ré, e a passagem do quebra-gelo afrouxa a camada de gelo, que age como proteção entre os dois navios, diminuindo o risco de colisão (CIVITA, 1975).

Um quebra-gelo aprisionado pode em geral libertar-se sozinho, usando os tanques de lastro laterais e pondo, ao mesmo tempo, as máquinas à ré a toda força. Entre os aperfeiçoamentos na técnica de romper gelo, cientistas soviéticos iniciaram estudos sobre uma espécie de serra-gelo, montado sobre um navio com uma proa que desliza sob a banquisa: na medida em que o navio avança, o gelo quebrado se acumula sobre o convés, de onde é removido por esteiras que o despejam na água.

Um sistema semelhante foi testado em 1968 no lago Ontário, com o quebra-gelo Alexbow, que parece um gigantesco arado, é dotado de uma lâmina de 9,75 metros de largura e 4,26 metros de altura, e consegue abrir canais em camadas de gelo de 45 centímetros de espessura. Entre as vantagens desse sistema, estão a redução da potência necessária, já que o arado corre sob o gelo, que se quebra ao entrar em contato com a lâmina; e o menor risco de

danos aos motores dos navios escoltados, pois os blocos quebrados de gelo, prejudicando o seu avanço são descarregados pelos lados da lâmina nas margens do canal aberto. Contudo, essa técnica não foi experimentada no gelo polar (CIVITA, 1975).

## **5.2- Navio de Apoio Oceanográfico**

Esta classificação aplica-se a navios normalmente desarmados e equipados apenas com meios eletrônicos de pesquisa e análise do oceano. São na prática laboratórios flutuantes e são normalmente utilizados para funções de pesquisa em tempo de paz.

## **5.3- Navios de Apoio Logístico**

É um tipo de navio que soma as capacidades do navio de reabastecimento com o navio de desembarque. Ele pode ser utilizado para transportar equipamentos, pessoal e material, e para desembarcá-los numa praia ou num porto marítimo. Os navios de apoio logístico, têm capacidade para desembarcar tropas sem necessidade de se aproximarem de terra, pois estão munidos de uma doca interna que é alagada para que embarcações de desembarque menores sejam lançadas em direção à costa. Estes navios têm ainda capacidade para operar aeronaves de descolagem vertical (helicópteros) que podem igualmente ser utilizados para as operações anfíbias.

## **5.4- Navios de Apoio Submarino**

Capaz de conduzir mergulhadores saturados até trezentos metros de profundidade e capaz de efetuar resgate até uma profundidade de trezentos metros, possuem câmara de recompressão com capacidade para oito mergulhadores, com sino de mergulho de transporte e veículo de operação remota, com câmaras de vídeo, manipulador e sonar.

Empregados na OPERANTAR em tarefas de apoio logístico aos serviços de desmonte da Estação Antártica Comandante Ferraz, e também, em tarefas relativas à instalação de módulos antárticos emergenciais, à realização de trabalhos de campo em refúgio e acampamentos e como plataforma para realização de pesquisas.

## **CAPÍTULO 6**

### **PESQUISAS NA ANTÁRTICA**

Desde a expedição que levou o primeiro brasileiro à Antártica, o Dr. Durval Rosa Borges, membro da Sociedade Geográfica Brasileira, durante o Ano Geofísico Internacional, o Brasil vem aumentando gradativamente suas atividades no continente gelado. Chegado a um consenso de que o país deveria se tornar membro consultivo do Tratado Antártico, foi atribuída à Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) a competência de acompanhar os resultados e sugerir alterações na execução do Programa Antártico Brasileiro PROANTAR (PROGRAMA ANTÁRTICO BRASILEIRO), este ativado pelo Presidente da República João Baptista de Oliveira Figueiredo.

O PROANTAR foi criado em janeiro de 1982 e, naquele mesmo ano, a Marinha do Brasil (MB) adquiriu o navio polar dinamarquês "Thala Dan", apropriado para o trabalho nas regiões polares, recebendo o nome de Navio de Apoio Oceanográfico (NApOc) "Barão de Teffé". O objetivo do PROANTAR é efetuar pesquisas conjuntas visando o conhecimento científico dos fenômenos antárticos. Para a consecução deste objetivo, contribuíram as ações "Missão Antártica" e "Desenvolvimento de Pesquisa na Antártica".

Com a primeira expedição antártica, organizada no verão de 1982/83, OPERANTAR I, as ações brasileiras foram consolidadas no continente, quando, finalmente, nosso país foi aceito como membro consultivo do Tratado Antártico. Na operação seguinte, OPERANTAR II, foi fundada a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF). A estação abriga pesquisadores brasileiros que realizam estudos sobre os efeitos das mudanças climáticas na Antártica e suas conseqüências para o planeta, além de pesquisas sobre a vida marinha e a atmosfera.

## **6.1- Operações Antárticas**

### **6.1.1- I Expedição**

A Operação Antártica I ocorreu no verão de 1982/83 e teve o apoio de dois navios: o Navio de Apoio Oceanográfico “Barão de Teffé”, que havia sido adquirido pela Marinha do Brasil possuíam a bordo militares, cientistas, jornalistas e convidados, e o Navio Oceanográfico “Professor Wladimir Besnard”, da Universidade de São Paul. Essa primeira aventura pela Península Antártica teve o propósito de realizar um reconhecimento inicial da região, a fim de contribuir para escolha do local da futura estação, além de dar início às primeiras pesquisas (VERDOLIN, 2012).

O “Barão de Teffé”, sob o comando do CMG Fernando José Andrade Pastor Almeida, deveria navegar pela Península Antártica, visitando bases de outros países para conhecer os estudos científicos e as condições de habitabilidade nas que eram guarnecidas permanentemente, e pelo Mar de Weddell para conhecer a navegação e a costa da Princesa Martha e visitar a estação alemã Georg Von Neumayer. Assim, pela primeira vez depois da criação do Tratado Antártico, o Brasil mostrou sua bandeira no continente austral.

Na época, a operação teve grande cobertura da imprensa, visto que o continente gelado sempre cria uma mística e provoca curiosidade sobre todos. Logo após esta primeira expedição o país foi reconhecido como Parte Consultiva do Tratado Antártico. Este havia sido assinado em 1959 por 12 países que mantinham bases na região e entrando em vigor em 1961. São eles: África do Sul, Argentina, Austrália, Bélgica, Chile, Estados Unidos, França, Japão, Nova Zelândia, Noruega, Reino Unido e a antiga união Soviética. Seus membros se comprometeram a suspender suas pretensões territoriais pelo período inicial de 30 anos (até 1991) e permitir a liberdade de exploração científica do continente antártico, em regime de cooperação internacional (VERDOLIN,2012).

### **6.1.2 Operação Antártica II**

Os trabalhos para a segunda expedição foram iniciados durante a primeira, com a coleta de informações, as mais variadas possíveis, que pudessem ser obtidas nas diversas bases e estações que foram visitadas por ela, além de fornecer um primeiro contato entre o continente e aqueles que iriam projetar, construir e instalar a nossa, na época, sonhada

estação. A ideia inicial era montar um acompanhamento sem grandes luxos para um pequeno grupo passar uma semana sentindo as peculiaridades da região e realizar estudos sobre o terreno. O “camping austral” acabou evoluindo a partir da base Georg Von Neumayer, que utilizava shelters (contêineres adaptados). O trabalho necessário para criar uma estação pioneira capaz de suprir 12 pessoas durante um período de 30 dias em um ambiente extremo era enorme e não permitia erros. Todos os preparativos foram iniciados: selecionar e treinar seu pessoal, projetar, licitar e construir os primeiros módulos, calcular a quantidade de suprimentos, realizar a única experiência do material em uma abicagem na Ilha Grande, entre outros (VERDOLIN,2012).

Com a missão de:

“transportar os módulos da estação Antártica Comandante Ferraz, selecionar e cartografar, na Península Antártica, o local adequado para desembarcar e instalar a Estação; transportar os pesquisadores engajados e apoiar as pesquisas programadas pela CIRM, a fim de estabelecer a primeira estação brasileira na Antártica e contribuir para o desenvolvimento do PROANTAR” (ADRIÃO,2005).

Em seus relatos, o Almirante comenta que, antes da comissão, o navio apresentou um problema nas máquinas e, por muito pouco, não foi aberto um inquérito, que poderia atrasar os planos da viagem.

... “roubamos” a referida lancha, “crime” que, imagino, já esteja prescrito. Sem ela não teríamos realizado adequadamente o levantamento hidrográfico da Baía do Almirantado, que deu origem a nossa primeira carta da Antártica, a primeira, também, fora do Território Nacional baseada em levantamento genuinamente brasileiro (ADRIÃO, 2005).

## **6.2- Adversidades da Região**

Alguns problemas causados pelo clima extremo da região são de constante preocupação para os habitantes da base; o vento, a neve e o fogo. A neve não chega a ser um problema tão grande, visto que na área da estação o risco de avalanche é quase nulo, e o problema com vento foi contornado com técnicas de engenharia – levantar os módulos do chão, para que o vento passe por cima e por baixos dos módulos; ter uma superfície de

recebimento de vento menor possível, que é obtida com telhados planos, rentes ao teto dos módulos; e o uso de estruturas muito pesadas faz com que os módulos funcionem como os ferros dos navios (VERDOLIN,2012).

Contra o fogo não é tão simples, pois o ar na região é muito seco e ajuda a programar qualquer incêndio. Além disso, existem materiais inflamáveis em alguns postos da estação, oriundos de materiais necessários para a continuidade das diversas pesquisas ou escolhidos para proporcionar conforto de certas áreas, visto que pessoas ficarem em um ambiente isolado, todo em inox, durante um ano, seria muito desconfortável para todos. Em um Plano de Revitalização da Estação que ocorreu entre os anos de 2005 e 2007, a arquiteta Cristina Engel de Alvarez, Coordenadora do Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo, foi a responsável pela parte arquitetônica e tomou algumas medidas para evitar os problemas com fogo. (VERDOLIN, 2012)

Depois de mais de três décadas de Programa Antártico, o país é reconhecido internacionalmente por seu sério trabalho desenvolvido na Antártica, realizado com o sacrifício de inúmeros brasileiros que se propuseram a ficar ausentes de seus lares para o progresso das pesquisas científicas que ajudam a entender melhor o nosso planeta. O PROANTAR está trabalhando agora em Módulos Antárticos Emergenciais que irão funcionar provisoriamente, enquanto a nova estação Antártica Comandante Ferraz estiver sendo planejada e, futuramente, construída com técnicas mais modernas que estão sendo utilizadas em estações de outros países na região.

### **6.3- A respeito do acidente na Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF)**

Ocorreu na madrugada do dia 25 de Fevereiro de 2012, com sessenta pessoas na base um incêndio iniciado por uma explosão sem causa estimada na Praça das Máquinas, onde ficam os geradores de energia da estação. Por ser anexa ao restante das instalações, o fogo se alastrou. Dois militares morreram porque não conseguiram deixar a Praça das Máquinas. Os pesquisadores que estavam na estação relatam que o incêndio destruiu tudo na base brasileira e que houve explosão de nitrogênio.

## 6.4 – OPERANTAR XXXI

A 31ª Operação Antártica (OPERANTAR XXXI) foi criada com o objetivo de ser a maior realizada no País, em termos logísticos operacionais. A Marinha do Brasil empregou o Navio Polar “Almirante Maximiano” em atividades de pesquisa científica, o Navio de Apoio Oceanográfico “Ary Rangel” e o Navio de Socorro Submarino “Felinto Perry”, no transporte de material, no apoio às equipes que trabalharão no desmonte da Estação Ferraz e no suporte a projetos científicos.

Em relação à reconstrução da Estação Antártica, estão sendo definidos requisitos técnicos e legais balizadores de um projeto que resultará num processo licitatório, nacional e internacional. O início da reconstrução é previsto para o verão austral 2013/2014.

O PROANTAR promove ciência de nível internacional na região sob jurisdição do Tratado da Antártica, garantindo papel ativo do Brasil nas decisões sobre a gestão ambiental e o futuro político da Antártica e do Oceano Austral. A realização de um programa científico nacional de vanguarda é essencial para o avanço do conhecimento das relações ambientais Antártica-Brasil, destacando-se as questões climáticas e de biodiversidade.

Um dos objetivos da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação /2012-2015 (ENCTI) explicita o fomento e ampliação de pesquisas de excelência internacional sobre a região Antártica e sua área adjacente e suas implicações para o Atlântico Sul.

As Instituições de Pesquisa envolvidas com o PROANTAR são as universidades e os institutos de pesquisa científica e tecnológica, representados no Programa por cientistas e pesquisadores a eles vinculados, bem como seus respectivos projetos, grupos e redes de pesquisa atuantes em temas referentes à Antártica e ao Oceano Austral, como, por exemplo, os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) antárticos.

Atualmente, são apoiados 19 projetos de pesquisa e dois Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia: o INCT Antártico de Pesquisas Ambientais e o INCT da Criosfera, que cobrem áreas do conhecimento tão diversas quanto o estudo de solos congelados até explosões solares, incluindo a participação brasileira em programas internacionais de pesquisa promovidos globalmente.



Esse é o cenário que hoje permite ao Brasil desenvolver um programa científico de qualidade e repercussão internacional. Os recursos direcionados para a ciência antártica têm sido geridos e executados conforme os objetivos dos projetos aprovados por comitês específicos de pesquisadores pertencentes à base nacional de dados.

O caráter multidisciplinar e a integração de esforços de pesquisadores brasileiros de diferentes especialidades com a comunidade científica internacional deverão continuar sendo fortemente estimulados, inclusive para ampliar a área geográfica de atuação do PROANTAR. Buscando aprimorar os seus projetos de pesquisa, o Programa vem atuando com:

1. Ações preventivas sobre o impacto das mudanças globais na Antártica e suas conseqüências para o Brasil, em particular, sobre a variabilidade climática global, a ocorrência de desastres naturais e eventos extremos incidentes sobre o território brasileiro, incluindo-se o derretimento do gelo e o conseqüente aumento do nível do mar, entre outros;
2. Previsão meteorológica nacional sobre frentes frias antárticas que chegam a atingir o sul da Amazônia, bem como monitoramento preventivo da radiação solar e do “buraco na camada de ozônio” decorrentes de mudanças químicas na atmosfera, com vistas à produção de modelagens preventivas sobre impactos socioeconômicos, na saúde pública, na agricultura e no meio ambiente.
3. Prevenção de interferência nas telecomunicações (teletransmissão), na navegação por GPS, no posicionamento de satélites e nas redes nacionais de energia elétrica (apagões), por meio do conhecimento dos processos físicos da alta atmosfera e das interações com a radiação solar;
4. Integração de conhecimento sobre o bioma marinho e o ambiente antártico para a compreensão dos mecanismos pelos quais aquela região influencia a produtividade e biodiversidade dos oceanos ao largo do Brasil;
5. Aplicações médicas e farmacêuticas e desenvolvimento de bioprodutos a partir de conhecimentos sobre a biodiversidade, bem como sobre mecanismos e processos adaptativos dos organismos antárticos a condições extremas daquele ambiente;

6. Produção de conhecimento aplicado à gestão governamental para subsidiar decisões políticas sobre a diversidade biológica e o uso sustentável dos recursos vivos marinhos, inclusive para o posicionamento do Brasil em convenções internacionais;
7. Integração das investigações geofísicas, geológicas e biológicas em estudos sobre o Oceano Austral, visando o entendimento da sua influencia pretérita e atual sobre o território nacional;
8. Implementação de programas educativos de comunicação social e de conscientização pública a respeito da relevância da Antártica para o planeta, em especial para a América do sul e para o cotidiano socioeconômico e ambiental brasileiro.

## CÁPITULO 7

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou que a navegação nos polos pode ser considerada especial, por serem regiões com difíceis condições ambientais e adversas, portanto necessário muita atenção. Há diferentes fatores que podem apresentar perigos à navegação nesses continentes, suas altas latitudes, suas maiores médias de altitudes, seus ventos fortíssimos, tudo isso gera grande influência na navegação polar. Porém, com a utilização de equipamentos específicos e próprios para essas regiões é possível se ter uma navegação segura e confiável.

Torna-se evidente que há outros fatores diferentes que podem prejudicar a segurança da embarcação, como exemplo, a existência de temperaturas muito baixas, o ar bastante seco, cerração e nebulosidade intensas, congelamento de parte do oceano, perigo constante de gelo nas rotas da navegação, como icebergs, bergy bits, growlers, que podem apresentar dificuldade de serem detectados no radar.

Por esse motivo, foi visto que há navios que, além dos radares de pulsos normalmente utilizados, que detectam em distâncias e tempo suficientes para ações evasivas, possuem também um radar doppler para determinar a velocidade relativa de aproximação de “icebergs” e outros blocos de gelo. Deve-se também atenção nos deslocamentos dos icebergs, que variam com o lugar e o tempo.

Também foram mencionados outros equipamentos de grande importância, utilizados para se ter a confiabilidade da segurança da navegação, o ecobatímetro, que se torna indispensável, por assinalar a presença de perigos e altos fundos não cartografados e o radiogoniômetro, muito útil no auxílio à localização de outros navios. É indispensável saber as características dos locais por onde se navega, e o conhecimento técnico para que não sejamos surpreendidos.

Evidenciou-se a importância das pesquisas que são realizadas nas regiões polares. Foi mostrado o projeto do PROANTAR, constituído por militares, pesquisadores e cientistas, que buscam informações da região, das mudanças climáticas verificadas e que atualmente

trabalham na reconstrução da base brasileira Comandante Ferraz, destruída em acidente no ano de 2012.

Fica a esperança de que em breve a estação brasileira esteja operando com seus pesquisadores, fazendo com que o Brasil continue com suas pesquisas e ciência. Com essa busca pelas ações preventivas sobre o impacto das mudanças globais na Antártica, previsões meteorológicas, integração de conhecimento sobre o bioma marinho antártico, pesquisas das mudanças climáticas ocorridas, o Brasil adquire conhecimentos de grande relevância para o nosso futuro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CIVITA, Victor Civita. Enciclopédia do Mar. São Paulo, 1975

Revista de Villegagnon, ISSN 1981-0342, Ano VII Número 7 - 2012.

MIGUENS, Altineu Pires Miguens. Navegação: A CIÊNCIA E A ARTE. Niterói (RJ), 2000.

STEINBERGER, José Roberto. Navegação no gelo. Rio de Janeiro: CIAGA 1992.

PAES, José Paes Paulo. Navegação: Na Antártica, 1987

VERDOLIN, Ferruccio Verdolin Filho. Mundo no Gelo, 2001.

LOBO, Paulo Roberto Valgas. Meteorologia e Oceanografia, 2007

## BIBLIOGRAFIA

JIMENEZ, Enrique Martinez. Elementos de oceanografía. Madrid: Librería San Jose, 1981.

STEINBERGER, José Roberto. Navegação no gelo. Rio de Janeiro: CIAGA 1992.

PACKARD, William V. Packard. Sea-Trading. London: SEI IUJ. 1984

CIVITA, Victor Civita. Enciclopédia do Mar. São Paulo, 1975

Revista de Villegagnon, ISSN 1981-0342, Ano VII Número 7 - 2012.

MIGUENS, Altineu Pires Miguens. Navegação: A CIÊNCIA E A ARTE. Niterói (RJ), 2000.

PAES, José Paes Paulo. Navegação: Na Antártica, 1987

VERDOLIN, Ferruccio Verdolin Filho. Mundo no Gelo, 2001.

LOBO, Paulo Roberto Valgas. Meteorologia e Oceanografia, 2007

# **ANEXOS**

## **FOTOS OPERANTAR**

### **XXXI**

















