

PRIMEIRA EXPEDIÇÃO BRASILEIRA À ANTÁRTICA

PESQUISA DE CIÊNCIAS
ATMOSFÉRICAS A BORDO
DO NApOc "BARÃO DE TEFFÉ"

Vera Lucia Requia Kuntz*

No dia 20 de dezembro de 1982 partiu, do cais norte do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), o Navio de Apoio Oceanográfico (NApOc) "Barão de Teffé" e, do porto de Santos, em São Paulo, o Navio Oceanográfico (NOc) "Professor Wladimir Besnard", da Universidade de São Paulo (USP), dando início à Primeira Expedição Brasileira à Antártica. Com a partida dos dois navios, o Brasil deu importante passo para marcar sua presença no continente antártico. A expedição tinha, entre seus objetivos, a realização de pesquisas científicas e a busca por uma região onde seria instalada uma futura estação antártica brasileira. No verão seguinte, na Ilha Rei George, na Península Antártica, foi inaugurada a Estação Antártica Comandante Ferraz.

A Primeira Expedição representou a colocação em prática do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR). A viagem histórica do NApOc "Barão de Teffé", como parte da chamada Operação Antártica I (OPERANTAR I), durou setenta dias e percorreu mais de dez mil milhas marítimas, em um percurso que abran-



NApOc "Barão de Teffé" no
Arsenal de Marinha (RJ)

geu uma região entre 22 e 70 graus de latitude sul e entre 8 e 70 graus de longitude oeste, até seu retorno, ao mesmo AMRJ, em 28 de fevereiro de 1983. Os resultados das pesquisas da Primeira Expedição Brasileira à Antártica, tanto no NApOc "Barão de Teffé" quanto no NOc "Prof. W. Besnard", trouxeram o reconhecimento internacional necessário para que o País se tornasse, ainda em 1983, membro consultivo do Tratado da Antártica e colocaram o Brasil no mesmo patamar de excelência de outras nações que mantêm estações naquele local e realizam expedições periódicas para essa instigante região do planeta.



Iceberg na região da Península Antártica
Foto Carlos Humberto T.D.C.



◀ Percurso de navegação da viagem do NApOc "Barão de Teffé"

realizada com a participação do técnico Armando Hadano, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A pesquisa visava estudar a influência da variação latitudinal na propagação de ondas de rádio em frequências muito baixas (VLF – *very low frequency*, então utilizadas em navegação marítima, submarina e aérea), no guia de propagação de ondas de rádio definido entre a superfície terrestre e a baixa ionosfera terrestre, durante toda a viagem do navio. O projeto permitiria conhecer como a baixa ionosfera é alterada, por exemplo, durante ocorrência de explosões solares, até as altas latitudes da região antártica a serem alcançadas durante a expedição.

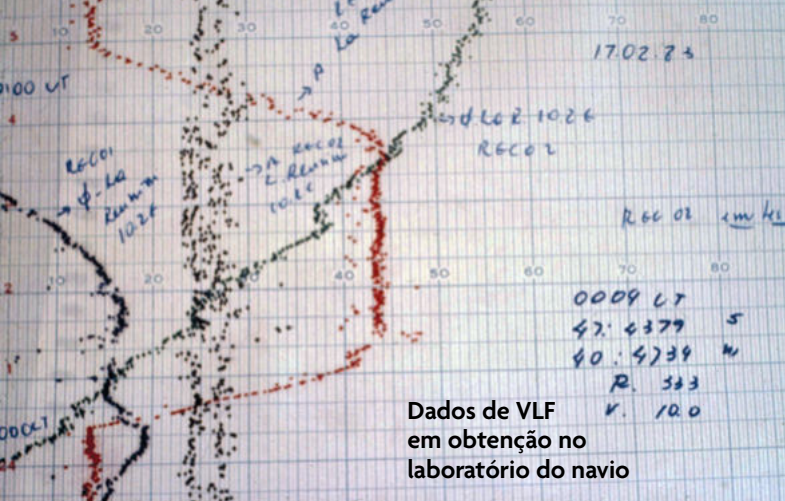
O experimento desenvolvido no NApOc "Barão de Teffé" foi proposto pelo Centro de Radioastronomia e Astrofísica (CRAAM), sediado em São Paulo, então vinculado ao INPE, em parceria com

Para realizar essa expedição, o Brasil adquiriu, em 1982, o navio dinamarquês "Thala Dan", apropriado para trabalhos nas regiões polares e que recebeu o nome de Barão de Teffé, em homenagem ao Almirante Antonio Luiz von Hoonholtz. A viagem do NApOc "Barão de Teffé" foi conduzida pela Marinha do Brasil, abrindo caminho para a presença brasileira no continente antártico. O navio partiu do Rio de Janeiro com 86 pessoas a bordo, dentre elas cinco pesquisadoras mulheres, as únicas dentre os dois navios que integraram a Primeira Expedição Brasileira à Antártica. O NApOc "Barão de Teffé" retornou ao AMRJ, depois de cumprir sua programação de viagem, com a visitação das estações antárticas da Alemanha, Argentina, Chile, Estados Unidos, Inglaterra, Polônia e Rússia (na época, União Soviética), estabelecendo os primeiros contatos com pesquisadores de diferentes países nessas estações antárticas, tendo feito o levantamento de possíveis locais para a futura estação brasileira e obtido material para pesquisas ao longo de todo o trajeto.

Uma das pesquisas conduzidas a bordo do NApOc "Barão de Teffé" era sobre ciências atmosféricas, sob minha responsabilidade e

o CTA (Centro Técnico Aeroespacial) e IAE (Instituto de Atividades Espaciais), ambos em São José dos Campos (SP). Contava ainda com a colaboração do Observatório Nacional no Rio de Janeiro, o qual determina a hora correta para sincronismo de relógios de precisão, como os de padrão de célio e rubídio utilizados no projeto de ciências atmosféricas. A pesquisa de propagação de ondas de rádio como a realizada a bordo requeria medidas extremamente precisas, motivo pelo qual utilizava relógios atômicos de precisão.

Localizada dentro da termosfera, a ionosfera é uma região da atmosfera definida entre cerca de 60 km e cerca de 300 km de altura onde predominam íons e elétrons livres e cujas reações químicas estão em contínua mudança. Os elétrons livres afetam a maneira pela qual as ondas de rádio se propagam nessa área e, por conseguinte, a comunicação utilizando esse guia de ondas. Entre 60 km e 90 km da superfície terrestre está a camada D ou baixa ionosfera, região ionizada que age como um refletor para as ondas longas de rádio (VLF) do tipo utilizadas no projeto desenvolvido no NApOc "Barão de Teffé".



A propagação de ondas de rádio em frequência muito baixa é sensível a diversos fatores, como: a modificação de altura de reflexão de ondas na ionosfera que ocorre entre o dia e a noite (a ionosfera é muito diferente entre os períodos de dia e de noite, pois a variação diurna da densidade eletrônica da baixa ionosfera é consequência da radiação solar alterando a razão entre íons e elétrons nessa camada da atmosfera); explosões solares; variação latitudinal; tempestades magnéticas; ciclo solar; condutibilidade da superfície terrestre, entre outros. Tais fatores afetam os sinais de onda de rádio levando, em algumas situações, à perda desses sinais, podendo também gerar erros relevantes de posicionamento, o que, principalmente para navegação aérea, era um grande problema.

Equipamentos instalados no laboratório do navio



Para a realização da pesquisa em ciências da atmosfera durante a viagem, um compartimento na região de popa do navio foi adaptado para ser o laboratório. No seu interior foi montada uma estrutura de instalação dos equipamentos do projeto de ciências atmosféricas. Esses equipamentos consistiam de receptores de ondas de rádio, registrador com rolo em papel para o registro ininterrupto dos sinais de ondas de rádio sendo recebidos, relógio de precisão, entre outros. A montagem do laboratório também incluía a formação de uma bancada de testes e manutenção dos receptores, local de disposição de manuais de manutenção, rolos de papel para obtenção dos dados, tinta para o registro dos sinais e local de arquivo dos rolos de papel com os dados obtidos. Era uma reprodução, em escala reduzida, do laboratório de recepção de tais sinais de rádio em baixa frequência do então Rádio Observatório do Itapetinga (Atibaia, São Paulo), do Departamento de Radioastronomia – atualmente Rádio Observatório Pierre Kaufmann, homenagem a esse precursor da radioastronomia no Brasil. O sistema montado no laboratório recebia os sinais em VLF 24 horas/dia por uma das antenas receptoras verticais instaladas na parte mais alta do navio e conectada, por cabeamento, aos receptores no laboratório. A recepção de sinais em VLF somente era interrompida para paradas

Antenas do projeto de VLF no navio



técnicas de cada receptor, para troca de rolo registrador, de tinta de impressão ou para ajustes mecânicos.

Após a montagem do laboratório e testes usuais iniciamos a operação de recepção de sinais de ondas de rádio do projeto em questão, durante praticamente os dez dias no AMRJ anteriores à partida do navio, pois havia o interesse em obter as primeiras medidas desses sinais em VLF com o navio parado, o que também ocorreu em outras condições de parada do navio, situações essas nas quais os sinais recebidos ficavam mais estáveis e permitiam uma melhor comparação de comportamento e análise dos dados.

Dentre os sistemas de transmissão em VLF existentes havia o Sistema Ômega de Navegação⁽¹⁾ (descontinuado em setembro de 1997, com o advento do sistema GPS para localização), o qual operava emitindo continuamente sinais de ondas de rádio a partir de uma rede de transmissores formada por oito estações estrategicamente distribuídas ao redor do planeta e que emitiam pulsos sincronizados em frequências determinadas.

A obtenção de dados da qual era responsável prosseguia de forma nova, pois até então nossas antenas e receptores de ondas de rádio ficavam estáticos no Rádio Observatório do Itapetinga, ou em outras localidades, quando participaram de projetos em outras regiões do País. Estávamos iniciando um programa de recepção de sinais com receptores em movimento que não era usual para pesquisa. Não tínhamos vivência de recepção de sinais em VLF em movimento, de como seriam esses dados e o que poderíamos aproveitar para a pesquisa, depois que suas trajetórias fossem matematicamente trabalhadas para normalização, descontada a velocidade do navio e considerando as coordenadas geográficas de posicionamento contínuo dos receptores ao longo da viagem. Para tanto, era necessário o conhecimento regular da posição geográfica do navio, principalmente quando de qualquer modificação em sua rota e/ou velocidade. Esse posicionamento era calculado pelos integrantes da Marinha que operavam a rota de navegação do navio.

Em algumas ocasiões, compartilhávamos o mesmo ambiente de laboratório com o projeto de pesquisa de biologia marinha também realizado durante a expedição, já que para essa viagem não havia separação entre um “laboratório seco” para pesquisas como a que efetuávamos e um “laboratório úmido” para pesquisas mari-

Península Antártica

Foto: Carlos Humberto T.D.C.



nhas. Além de dividirmos o uso do laboratório com a pesquisa em biologia marinha, acabávamos compartilhando as informações de posicionamento geográfico do navio, importante também para essa pesquisa a bordo. Como o navio parava para cada lançamento de rede de coleta, nossos dados também acabavam sendo afetados por essa atividade.

Vários foram os desafios dessa pesquisa. O ineditismo da expedição também estava presente no experimento para nós, não só relacionado ao desafio de posterior tratamento dos dados obtidos, mas também com a expectativa de como os diferentes sinais em distintas trajetórias de propagação se comportariam ao longo da viagem. Não havia conhecimento prévio de como seriam esses comportamentos, nem o que poderia ser considerado como um comportamento normal. Durante toda a viagem conseguimos manter o experimento a bordo em operação ininterrupta, sem paradas significativas que comprometessem a pesquisa. No geral, os maiores problemas detectados na viagem foram de eventuais falhas de contato, devido ao balanço contínuo do navio, de perda de sincronismo com algumas das estações de rádio monitoradas e de perda de sinal, em função de determinadas condições de navegação. Mesmo em condições de fortes tempestades, não tivemos danos nos equipamentos, antenas ou dados já obtidos e armazenados.

Em diversas situações de navegação, como as paradas do projeto de biologia marinha e aquelas de navegação não retilínea (em círculo, em zigue-zague), durante manobras que exigiam mudança de velocidade e tinham constante mudança de rota, comuns quando o navio estava em operação de visita às estações antárticas ou em exercício de navegação, os sinais recebidos

eram drasticamente afetados em todas as trajetórias sendo recebidas. Para nosso sistema de recepção de sinais em VLF, a volta à navegação normal permitia que os sinais de rádio recebidos fossem mais estáveis e passíveis de estudo.

Mar de Weddell

Foto: Carlos Humberto T.D.C.



Assim como havia novidades no campo da pesquisa a bordo, havia novidades também no próprio trajeto de navegação da expedição, que passou por regiões de grande beleza natural, sempre apresentando atraentes cenários com os diferentes formatos e cores dos icebergs, com imponentes montanhas geladas das regiões da Península Antártica, e com a grandiosidade do gelo continental.

Além de acompanhar a pesquisa a bordo do NApOc "Barão de Teffé", também participava de visitas às estações antárticas, com especial atenção às pesquisas em ciências atmosféricas realizadas nesses locais. Nas esta-

ções visitadas não verificamos pesquisas como a nossa. Em algumas estações antárticas com pesquisas sobre física da alta atmosfera o estudo era voltado para camadas mais altas (E e F) da ionosfera terrestre, superiores àquela de nosso projeto a bordo (camadas C e D) e também no Observatório do Itapetinga. Essas pesquisas utilizavam equipamentos diferentes daquele instalado no navio.

Em função das características de nossa pesquisa, havia uma curiosidade comum aos pesquisadores ou responsáveis pelas pesquisas nas estações visitadas sobre o experimento no navio, sobre as condições dos equipamentos, das antenas, a qualidade dos dados recebidos e o objetivo científico da pesquisa.

Os equipamentos de recepção em VLF trabalharam até que o NApOc "Barão de Teffé" atracasse no AMRJ em fevereiro de 1983, completando oitenta dias de projeto a bordo do navio. Os dados obtidos resultaram em diversos trabalhos científicos publicados em revistas científicas, apresentados em congressos nacionais e internacionais, assim como resultou em disser-

tações de mestrado e teses de doutorado.

A viagem pioneira de cada um dos dois navios da Primeira Expedição Brasileira à Antártica abriu um novo horizonte de pesquisas no País. O prosseguimento das viagens científicas e das pesquisas no continente antártico contribui para que o Brasil mantenha seu direito de participar das decisões sobre o destino daquele continente, garantindo que os esforços até aqui despendidos não tenham sido em vão. A atuação do PROANTAR tem constituído a base de suporte para que tais atividades de pesquisa possam prosseguir, permitindo que o Brasil mantenha sua posição de respeito na comunidade internacional, adquirida através das pesquisas que vêm sendo realizadas desde a histórica Primeira Expedição Brasileira à Antártica. ■

NOTA

(1) O Sistema Ômega de Navegação foi criado nos Estados Unidos para uso em aviação militar e, posteriormente, navegação de submarinos. As estações transmissoras do Sistema Ômega de Navegação eram identificadas por letras de "A" a "H": A: Noruega (Bratland); B: Libéria (Paynesville); C: Hawaii (Kaneoke, USA); D: North Dakota (Lamoure, USA); E: LaReunion (Plaine Chabrier); F: Argentina (Golfo Nuevo, Cholut); G: Austrália (Woodside, Victoria); H: Japan (Shushi-Wan, Tsushima Island)

REFERÊNCIAS

- <https://i.pinimg.com/originals/97/44/c5/9744c5847ffffc567beb1ef8bc23988.jpg>
<http://www.jproc.ca/hyperbolic/omega.html>
KUNTZ, V.L.R., "Restará sempre muito que fazer", São Paulo, Editora Casa Flutuante, 2 ed, 2022.
T. D. C., Carlos Humberto. O Brasil a caminho da Antártida. Revista Manchete 08/01/1983-edição 1603: <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=004120&pasta=ano%20198&pesq=bar%C3%A3o&pagfis=214873>
T. D. C., Carlos Humberto. O Brasil na Antártida. Revista Manchete 12/02/1983-edição 1608:<http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=004120&pasta=ano%20198&pesq=bar%C3%A3o&pagfis=215663>
T. D. C., Carlos Humberto, "Brasil Antártica", Bloch Editores S.A.,1983
T. D. C., Carlos Humberto, Antártida, a maxi aventura brasileira. Revista Manchete 12/03/1983-edição 1612: <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=004120&pasta=ano%20198&pesq=bar%C3%A3o&pagfis=216251>
T. D. C., Carlos Humberto. Barão de Teffé: não atires em mim Argentina. Revista Manchete 05/02/1983-edição 1607: <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=004120&pasta=ano%20198&pesq=bar%C3%A3o&pagfis=215511>

* Mestre em Ciências Espaciais pelo INPE e Bacharel em Física pela Universidade Mackenzie