

OS SATÉLITES E A  
REDE NACIONAL  
DE TELECOMUNICAÇÕES

## OS SATÉLITES E A REDE NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES

CMG WANDYR DAS NEVES SIQUEIRA

### INTRODUÇÃO

*Com o surgimento das técnicas espaciais, temos assistido a uma profunda alteração dos métodos e sistemas convencionais nos mais diversos campos da atividade humana.*

*Nos setores das comunicações e da navegação, aos quais nos temos encontrado mais ligados por obrigação e, sobretudo, por devoção, falar de progresso é certamente empregar uma expressão modesta. Com efeito, o surto de progresso tecnológico que se tem conhecido em tais atividades só encontra paralelo em alguns poucos setores técnico-científicos da atualidade. Por nós, falam melhor todas as maravilhas da Arte da Comunicação que os meios de teledifusão têm amplamente divulgado. Acontece, porém, que, no meio dos aspectos menos divulgados das telecomunica-*

*ções atuais, avulta um que se nos afigura de importância capital para os profissionais da segurança no mar, para quem o conhecimento de sua posição precisa e a confiabilidade das comunicações com os órgãos de comando são vitais. Referimo-nos aos modernos sistemas de navegação e de comunicações marítimas por satélite.*

*Daí decorre a razão fundamental deste trabalho de pesquisa, que, sem se deter em aspectos demasiadamente técnicos, outro escopo não tem senão trazer ao conhecimento daqueles que estão sendo preparados para o exercício das funções de chefia inerentes aos altos escalões da Marinha algumas considerações sobre um vasto assunto que, a médio prazo, fará parte das ferramentas normais de trabalho de um Chefe Naval.*

## Capítulo I OS SATÉLITES E AS REDES MUNDIAIS DE TELECOMUNICAÇÕES

Antes de analisarmos a utilização de satélites na rede nacional de telecomunicações, é necessário e oportuno que façamos uma breve apreciação a respeito dos satélites de comunicações atualmente existentes, bem como das prováveis futuras tendências neste setor da moderna tecnologia das telecomunicações.

*Satélites geoestacionários* — O vôo orbital em torno da Terra é obtido por meio do lançamento do veículo espacial verticalmente e, em seguida, pela inclinação da trajetória, de modo que o vôo seja paralelo à superfície da Terra no instante em que a velocidade orbital na altitude desejada é alcançada. Neste momento preciso, o propulsor do veículo espacial deve ser parado. O satélite, acoplado ao foguete do estágio final, estará então em queda livre em redor da Terra, a força centrífuga do satélite sendo igual à força da gravidade terrestre.

Na altitude de 200 Km, a velocidade orbital da Terra é próxima dos 28.800 Km/h. Uma vez que essa altitude é acima das camadas exteriores da atmosfera terrestre, o arrasto aerodinâmico não mais está presente. Portanto, teoricamente o satélite continuará em órbita indefinidamente.

O período de tempo necessário para que um satélite realize um giro completo em torno de um astro é conhecido como o período orbital. A 200 Km de altitude, esse período é de cerca de 90 minutos. Em altitudes mais elevadas, a velocidade do satélite decresce, enquanto o período orbital aumenta. Por exemplo, na altitude de 1720 Km a velocidade orbital é de 25.500 Km/h e o período é de duas horas. A cerca de 36.000 Km de altitude, a velocidade orbital será de 11.300 Km/h, isto é, igual à velocidade de rotação da Terra, cujo período é de 24 horas. Assim, um satélite, neste último tipo de órbita, permanece aparentemente fixo no espaço sobre um ponto da Terra. Esse tipo de órbita, em consequência, tem um valor muito especial para os satélites de comunicações que, em tal situação, passaram a ser denominados *satélites geoestacionários*.

A Conferência Administrativa Mundial de Radiocomunicações Espaciais (Genebra, 1971) define o *satélite geoestacionário* como sendo aquele cuja órbita circular situa-se no plano do Equador da Terra e que gira em torno do seu eixo polar no mesmo sentido e com o mesmo período de rotação.

O satélite geoestacionário é lançado, inicialmente, numa órbita elíptica, com

uma determinada altitude de perigeu e outra, diferente, de apogeu. As órbitas elípticas, entretanto, podem ser tornadas circulares, por meio dos propulsores do próprio satélite, comandados da Terra, aumentando-se a velocidade do satélite quando no apogeu. A fim de assegurar a manutenção do satélite na altitude adequada e no alinhamento terrestre, propulsores adicionais são acionados, quando necessário.

Uma vez que o satélite geoestacionário permite uma visibilidade contínua em cerca de um terço do globo terrestre, torna-se possível cobrir a Terra, quase que totalmente, com apenas três satélites desse tipo de órbita.

Devido à forte atenuação do campo eletromagnético, no percurso de ida e volta ao satélite na altitude de 36.000 km, atenuação essa da ordem de 200 decibéis ( $10^{20}$ ), o satélite geoestacionário não pode ser utilizado como um refletor passivo. Por conseguinte, é necessário que ele receba e amplifique o sinal da estação terrena, mude sua frequência e retransmita o sinal de volta à Terra num nível de potência adequado. No entanto, dificuldades técnicas e econômicas impedem que o satélite seja equipado com transmissores de potência muito elevada, o que torna necessário o emprego de antenas de alto ganho na estação terrena e também no satélite. Graças a isto, a potência de saída do transmissor do satélite pode então ser reduzida.

#### *Limitações dos satélites geoestacionários*

— Apesar das imensas possibilidades de utilização, os satélites geoestacionários de comunicações apresentam algumas limitações, dentre as quais podemos destacar os problemas de posicionamento e de retardamento.

Os satélites somente podem retransmitir mensagens entre estações terrenas visa-

das por eles; em conseqüência, o espaço disponível para o posicionamento de satélites geoestacionários não é talvez suficiente para atender a todas as necessidades das redes internacionais, bem como as das demais existentes ou a serem planejadas, em futuro próximo, para uma certa área geográfica de nosso planeta. Por este motivo, há uma limitação no que se refere ao número de satélites deste tipo que poderiam estar em órbita equatorial geoestacionária, na altitude de cerca de 36.000 km da superfície terrestre, sobre o continente americano. Atualmente, o afastamento entre dois satélites contíguos, a fim de evitar problemas de interferências, deve ser maior do que três graus (3:8).

Já o retardamento, decorrente da utilização de satélites posicionados a grandes altitudes, resulta do fato de que o trajeto de ida e volta de qualquer sinal ou mensagem entre a Terra e um satélite geoestacionário é de aproximadamente 72.000 km, retardando assim a comunicação em quase um quarto de segundo. Como resultado, há uma espécie de eco na conversação telefônica que, todavia, pode ser tolerado pelo ouvido humano, daí decorrendo o emprego de supressores de eco. Em sistemas de processamento de dados, o problema é mais grave, porém ainda pode ser compensado.

Como um único satélite não é suficiente para levar, por exemplo, uma mensagem aos nossos antípodas, são então necessários dois satélites, ocasionando um retardamento de quase meio segundo que, aliás, somente pode ser tolerado nas comunicações telefônicas por pessoas prevenidas para o problema. Esta dificuldade é mais séria, entretanto, no caso de processamento de dados. Recorre-se, neste caso, aos cabos submarinos que são utilizados em lugar de um segundo lance por meio de satélite.

Se comparado, na época atual, com um sistema terrestre de microondas em visibilidade de alta capacidade, um sistema que empregue satélite geostacionários apresenta algumas outras desvantagens, tais como:

- projeto, construção, lançamento e posicionamento do satélite ao alcance de apenas alguns poucos países e empresas no mundo;
- vida ativa do satélite limitada a cerca de sete anos;
- impossibilidade de reparos, caso algum defeito venha a ocorrer no satélite;
- número reduzido de canais;
- necessidade da instalação e operação de estações terrenas de alto custo e tecnologia sofisticada;
- maior vulnerabilidade à destruição ou interferência em caso de guerra total ou limitada.

*Satélites e cabos submarinos* — Há vários serviços de comunicações que jamais poderão ser executados por meio de cabos submarinos. Podemos citar, como exemplo, as comunicações relacionadas com os serviços móveis: aeronáutico, marítimo e terrestre, bem como as comunicações sobre grandes extensões de água interior ou terra pouco desenvolvida, ou, até mesmo, a transmissão de programas de rádio ou televisão em regiões escassamente povoadas, como a nossa Amazônia. Conseqüentemente, os problemas já por demais conhecidos do congestionamento de frequências, aliados ao fato novo do limitado espaço de posicionamento disponível para os satélites geostacionários, fazem com que se deva empregar satélites prioritariamente para aqueles serviços.

Por outro lado, os cabos submarinos devem ser utilizados em serviço nos quais o seu desempenho seja melhor do que o

dos satélites. Desta maneira, devido aos problemas de retardo, que dificultam a comunicação telefônica e o teleprocessamento de dados numa ligação por meio de dois satélites, o cabo submarino é o meio ideal para escoar o tráfego destinado aos pontos situados além daqueles que podem ser cobertos por um único satélite. Não se podendo interligar eficientemente as redes de satélites regionais ou nacionais com as internacionais, o problema é facilmente solucionado pelo emprego de cabos submarinos.

Como já vimos, os satélites podem ser destruídos ou interferidos em situações de conflito. Tal consideração nos leva a afirmar que os cabos submarinos podem igualmente ser cortados, não só na paz, por acidente, como também em caso de guerra total ou limitada.

A este respeito, o Vice-Presidente Executivo da International Telephone and Telegraph argumenta que "os cabos submarinos podem ser cortados e os satélites interferidos", e ainda conclui dizendo que "a confiabilidade de um serviço de comunicações está em proporção direta com o número de rotas alternativas e de técnicas disponíveis". O seu pensamento foi assim expresso:

"Tanto para os clientes como para as companhias de comunicações, o importante não é saber qual é o melhor sistema, pois nenhum sistema é perfeito. Para tanto, a existência dos dois satélites e cabos submarinos facilita sanar as falhas de qualquer deles. Esse é o motivo pelo qual as mensagens transmitidas pela linha "quente" ou de emergência para comunicações urgentes entre Washington e Moscou se duplicam por rádio. Essa é a razão pela qual um sistema que utiliza muitos cabos é melhor do que outro que emprega um só satélite, por mais avançado que seja este" (26:7).

*Redes mundiais de telecomunicações* — A Resolução n.º 172 (XVI), de 20 de dezembro de 1961, da Assembléia-Geral das Nações Unidas, recomendou a necessidade de cooperação internacional no domínio das telecomunicações por satélite "a fim de que as nações do mundo possam, desde que possível, se comunicar por meio de satélites em uma base mundial e não discriminatória".

Em conseqüência, com base nessa Resolução, foram criadas as duas principais redes mundiais de telecomunicações por satélite: a primeira, a Organização Internacional de Telecomunicações por Satélite "INTELSAT", com seus satélites geoestacionários, abrangendo 83 Estados-membros e cerca de 70 estações terrenas e cobrindo a quase totalidade do globo terrestre. A outra rede, "INTERSPUTNIK", utilizando em sua primeira fase satélites não-síncronos do tipo MOLNYA, colocados em órbita pela União Soviética, e que, em uma segunda fase, deverá empregar satélites geoestacionários. Ambas as redes asseguram tecnicamente todos os tipos de comunicações previstas nas Convenções Internacionais de Telecomunicações vigentes.

A Organização INTELSAT, que atualmente utiliza os modernos satélites da série INTELSAT IV, oferece a grande número de países, notadamente aqueles que não possuem cabos submarinos instalados, um serviço telefônico internacional de alta qualidade, ao mesmo tempo em que é possível assistir por televisão aos importantes acontecimentos do mundo moderno no exato momento em que eles se desenrolam.

O Brasil é signatário da INTELSAT, que nasceu dos Acordos Provisórios de Washington de 1964, renegociados em 1971; a nova versão entrou em vigor em 12 de fevereiro de 1973. O Decreto Legislativo n.º 87 de 1972, publicado no Diá-

rio do Congresso Nacional, de 6 de dezembro de 1972, aprova o texto do Acor- do relativo à INTELSAT.

As tabelas I-1, I-2 e I-3 fornecem as relações de todas as estações terrenas em operação e dos satélites através dos quais é atribuída a operação dessas estações.

Em 31 de dezembro de 1973, as quotas partes dos investimentos dos principais países-membros da INTELSAT eram: Estados Unidos — 40,60%, Reino Unido — 10,55%, Japão — 4,64%, França — 3,82%, República Federal da Alemanha — 3,71%, Canadá — 3,21%, Espanha — 3,08%, Itália — 2,84%, Austrália — 2,77%, Brasil — 1,95%, Argentina — 1,82%, Suíça — 1,29%, Filipinas — 1,14%, Israel — 1,10% e Grécia — 1,03% (10:11).

Tendo em vista que a colocação em órbita dos satélites da INTELSAT é um monopólio dos Estados Unidos, a União Soviética idealizou seu próprio sistema internacional com a participação de nove países socialistas, inclusive Cuba, sistema esse aplicável a uma área geográfica bem mais limitada que a da INTELSAT.

Tabela I-1

### ESTAÇÕES TERRENAS EM OPERAÇÃO REGIÃO DO ATLÂNTICO

Abidjan, Costa do Marfim  
Andover, Maine, Estados Unidos  
Aquimes Ilhas Canárias, Espanha  
Asadabad, Iran  
Balcarce n.ºs 1 e 2, Argentina  
Baga, Jordânia  
Barbados, Barbados  
Buitrago n.ºs 1 e 3, Espanha  
Borum, Holanda  
Camatágua, Venezuela  
Emeq-Ha'ela, Israel  
Etam, Virgínia, Estados Unidos  
Fucino n.º 1, Itália

Gandoul, Senegal  
 Gayey, Porto Rico, Estados Unidos  
 Goonhilly Downs n.ºs 2 e 3, Reino Unido  
 Ilha de Ascensão, Reino Unido  
 Ivanjica, Iugoslávia  
 Lanlate, Nigéria  
 Lessive, Bélgica  
 Leuk, Suíça  
 Longvilo, Chile  
 Lurin, Peru  
 Manágua, Nicarágua  
 Matura Point, Trinidad e Tobago  
 Mill Village n.º2, Canadá  
 Nkoltang, Gabão  
 Nsele, Zaire  
 Philibert Tsiranana, Madagascar  
 Pleumeur-Bodou n.º 3, França  
 Prospect Pen, Jamaica  
 Quito, Equador  
 Raisting n.º 2 e 3, Alemanha Ocidental  
 Sehoul, Marrocos  
 Tanguá n.º 1, Brasil  
 Tanum, Suécia\*  
 Thermopylae n.º 2, Grécia  
 Trois-Ilets, Martinica, França  
 Tulancingo, n.º 1, México  
 Ubite, Panamá  
 Zamengoe, Camarões

Tabela I-2

### ESTAÇÕES TERRENAS EM OPERAÇÃO REGIÃO DO PACÍFICO

Brewster, Washington, Estados Unidos  
 Carnarvon n.º 2, Austrália  
 Hong Kong n.º 1, Reino Unido  
 Ibaraki n.º 3, Japão  
 Jamesburg, Califórnia, Estados Unidos

Kim San, Coréia  
 Lake Cowichan, Canadá  
 Moree, Austrália  
 Paumalu n.º 2, Hawaii, Estados Unidos  
 Peking n.º 1, China  
 Pulantat, Guam, Estados Unidos  
 Shanghai, China  
 Si Racha n.º 1, Tailândia  
 Taipei n.º 1, Formosa  
 Tanay n.º 1, Filipinas  
 Warkworth, Nova Zelândia

Tabela I-3

### ESTAÇÕES TERRENAS EM OPERAÇÃO REGIÃO DO ÍNDICO

Arbanniyeh, Líbano  
 Buitrago n.º 2, Espanha  
 Ceduna, Austrália  
 Deh Mandro, Paquistão  
 Djatiluhur, Indonésia  
 Fucino n.º 2, Itália  
 Goonhilly Downs n.º 1, Reino Unido  
 Hong Kong n.º 2, Reino Unido  
 Kuantan, Malásia  
 Longonot, Quênia\*  
 Peking n.º 2, China  
 Pleumeur-Bodou n.º 1, França  
 Raisting n.º 1, Alemanha Ocidental  
 Ras Abu Jarjur, Bahrain  
 St. Denis de la Reunion, França  
 Sentosa, Cingapura  
 Si Racha n.º 2, Tailândia  
 Taipei n.º 2, Formosa  
 Tanay n.º 2, Filipinas  
 Thermopylae n.º 1, Grécia  
 Umm-Al.Aish, Kuwait  
 Vikran, Índia  
 Yamaguchi, Japão

\*A estação terrena está localizada na Suécia mas é propriedade conjunta da Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia.

\*A estação terrena está localizada no Quênia mas é propriedade conjunta do Quênia, Tanzânia e Uganda.

**Tendências futuras** — O desenvolvimento dos satélites de comunicações está se processando em três etapas. A primeira etapa compreende as comunicações entre pontos fixos da Terra. Neste sistema, as estações terrenas empregam transmissores de grande potência e receptores extremamente sensíveis, ao passo que o satélite utiliza transmissor de potência muito reduzida. Desta forma, as estações terrenas custam milhões de dólares, limitando sua utilização futura ao estabelecimento de ligação entre os sistemas terrestres já existentes.

A segunda etapa consistirá na utilização de satélites mais potentes que se interligarão com estações terrenas menos sofisticadas e menos custosas, da ordem de cem mil dólares ou até menos. Serão os satélites chamados de *distribuição*, podendo alimentar as estações de retransmissão locais com programas de televisão. Esses satélites serão de acesso bastante mais facilitado e constituirão uma solução suplementar para os equipamentos de microondas e para os circuitos de longa distância.

A terceira etapa compreenderá o emprego dos satélites denominados de difusão direta. Serão satélites ainda mais potentes, capazes de enviar imagens televisadas ou fac-símiles diretamente a receptores individuais. Esses receptores não custariam, ao que se estima, mais do que 50 dólares em relação aos televisores comuns; deste modo, os programas poderiam atingir milhões de lares espalhados por áreas de alguns milhões de km<sup>2</sup>. É

conveniente, aqui, meditarmos sobre os problemas políticos que poderiam ser criados por tal tipo de satélite, causados pelo transbordamento das emissões de um país sobre outro, na zona fronteiriça, causando uma verdadeira invasão sócio-cultural e, por vezes, econômica.

Apesar das incertezas técnicas, econômicas e políticas, estima-se que os satélites de difusão direta possam começar a ser explorados em meados da próxima década.

No que concerne a outros meios de comunicação eletrônicos, as últimas décadas deste século conhecerão, certamente, uma grande expansão nesses meios. Cabos submarinos de alta capacidade, com cerca de 2 000 canais, já estão em fase de planificação. As experiências com os raios laser prosseguem, o que talvez venha a permitir a utilização de milhões de canais de comunicação.

Em resumo, os satélites ocuparão, provavelmente, nesta imensidão de meios de comunicação, uma posição intermediária no que tange à capacidade de canais; portarão dezenas de milhares de canais a distâncias muito grandes e permitirão a conexão simultânea de um grande número de estações distribuídas sobre uma vasta área, sem que seja necessário estabelecer uma rede de ligações diretas entre todos esses pontos. Conseqüentemente, os satélites desempenharão um papel particularmente importante, mas não exclusivo, nos futuros sistemas de telecomunicações (27:8).

## Capítulo II

### O SISTEMA DOMÉSTICO DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE PARA O BRASIL

O estado atual da tecnologia de telecomunicações por satélite já permite a utilização de satélites do tipo de distribuição, empregando estações terrenas menos sofisticadas e menos custosas do que, por exemplo, a nossa estação de Tanguá, receptora do INTELSAT. Tais satélites, de maior carga útil e, conseqüentemente, maior potência irradiada, podem alimentar pequenas estações transmissoras de televisão locais. Ademais, como foi mencionado no capítulo anterior, este tipo de satélite representa uma solução suplementar para os equipamentos de microondas nos circuitos de longa distância.

Com o crescente desenvolvimento da tecnologia dos satélites de comunicações, o custo anual por circuito tem diminuído e, assim, os satélites estão se tornando cada vez mais competitivos, quando comparados com enlaces terrestres convencionais, em distâncias cada vez menores. Desta forma, um interesse considerável tem ocorrido no presente com relação aos sistemas regionais de comunicações por satélite.

Um outro fator de importância é que, como a potência efetiva isotrópica irradiada (e.i.r.p.)<sup>1</sup> dos satélites pode, atual-

mente, ser aumentada a um custo cada vez menor, a dimensão ótima das estações terrenas tende a diminuir. Tal fato torna exequível considerar o uso, além das já citadas estações terrenas de baixo custo para recepção doméstica de televisão, de estações terrenas móveis e terminais de comunicações marítimas para uso civil, militar e naval. Uma outra aplicação seria o emprego de satélites para fins aeronáuticos, proporcionando vigilância e comunicações intercontinentais, para aeronaves (25:2).

**Soluções regionais** — Na época presente, somente o Canadá e os Estados Unidos da América já implantaram sistemas domésticos de comunicações por satélite, mas por razões bem diversas. O Canadá, por um lado, colocou em órbita os satélites da série ANIK — que significa “Irmão” em idioma esquimó — pois que, apesar de possuir uma rede de microondas integrando as regiões mais densamente povoadas, não dispunha de meios adequados à ligação com as regiões árticas do Norte, constituídas de pequenas povoações representando menos do que 5% de sua população. Por outro lado, os Estados Unidos, embora dispondo de extensas e numerosas redes de microondas espalhadas por todo o seu território, decidiram colocar em órbita o WESTAR I,

<sup>1</sup> *Effective isotropic radiated power* — medida de potência empregada em telecomunicações por satélites, expressa em watts.



por razões exclusivamente econômicas. Por meio do uso deste satélite, um canal telefônico privado de longa distância, como, por exemplo, New York — Los Angeles, terá uma redução tarifária da ordem de 50%, fato este que está provocando uma acirrada competição entre as concessionárias de serviços telefônicos daquele país.

**O problema brasileiro** — Preocupados com a ocupação e valorização dos espaços vazios da Amazônia Legal e, ao mesmo tempo, objetivando a vivificação das áreas de fronteira, desenvolveram os órgãos do Ministério das Comunicações estudos de viabilidade com vistas à implantação de uma Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite para o Brasil, cômicos dos altos custos que seriam exigidos para a consecução do objetivo nacional de integração, seja pelos meios convencionais — microondas e tropodifusão — seja por meios espaciais.

Nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil, o Sistema Nacional de Telecomunicações é atendido por uma rede de tropodifusão de 5.100 km de extensão, cobrindo os Estados do Pará, Amazonas, Acre e Mato Grosso e os Territórios de Rondônia, Roraima e Amapá. Estas regiões são, sem sombra de dúvida, as que atualmente mais carecem de meios de comunicações, ao mesmo tempo que apresentam os maiores obstáculos à implantação de meios adequados que consistam de sistemas terrestres convencionais.

A rede de microondas em visibilidade, numa extensão de 11.500 km, cobre todas as outras regiões brasileiras.

No entanto, a rede de tropodifusão foi implantada na região amazônica, em lugar da rede de microondas, em virtude da carência de estradas, da existência de numerosos e largos rios e vegetação de alto

porte que cobre praticamente toda a região; na época de sua implantação, não havia em disponibilidade, no mercado internacional, qualquer outro sistema de telecomunicações capaz de enfrentar o desafio que a região amazônica oferece.

A rede de tropodifusão tem a sua utilização limitada a apenas algumas dezenas de circuitos telefônicos e telegráficos e, além disso, apresenta dificuldades de ampliação satisfatória, em contraposição à alta capacidade do número de canais e facilidade de ampliação dos circuitos de microondas. A tropodifusão, muito embora permita a transmissão de telefonia, telegrafia, fac-símile, dados e de programas de alta fidelidade, apresenta o grave inconveniente de não possibilitar a transmissão de sinais de televisão, não permitindo, portanto, que a região amazônica seja integrada à Rede Nacional de Televisão. Outro fator importante a ser levado em conta é que a rede instalada deverá ficar congestionada ainda antes de 1980 (4:2).

A curto prazo, pode o Governo brasileiro alugar mais algumas poucas centenas de canais da INTELSAT para atender à demanda de canais adicionais de telefonia das principais cidades da região amazônica, a fim de complementar as facilidades do sistema de tropodifusão, providência esta que, a propósito, já está sendo tomada<sup>2</sup>.

Entretanto, o sistema internacional jamais poderá atender plenamente às necessidades de comunicações de toda aquela região. Haveria dificuldade de cessão de número suficiente de canais — da ordem de vários milhares — e também, dificuldades técnicas relativas ao emprego

<sup>2</sup> BRASIL. Ministério das Comunicações. Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A. — EMBRATEL. *Proposição de Projeto 1974 — Utilização de Terminais Satélite para Tráfego Nacional — Revisão 2*. Rio de Janeiro, 1974.

de estações terrenas de pequena potência empregando antenas de baixo ganho, estações essas que seriam necessárias em pequenas cidades e em algumas localidades da faixa de fronteiras por razões de segurança nacional.

Assim, à luz de uma série de aspectos, alguns dos quais foram aqui sucintamente apresentados, a questão do Satélite Doméstico tem sido exaustivamente estudada desde 1973 e, em conseqüência, os órgãos vinculados ao Ministério das Comunicações elaboraram o anteprojeto de um Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite.

Em se tratando de atividades espaciais, cabe à Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) assessorar o Presidente da República nas decisões de alto nível referentes à implantação do Sistema. Desta forma, o anteprojeto foi submetido à apreciação da COBAE, na qual o Ministério da Marinha tem sido representado. Por esta razão, consideramos inoportuna e sem finalidade a reprodução, a crítica, ou mesmo a análise do anteprojeto. Todavia, é necessário que, em rápidas pinceladas, façamos uma breve apreciação sobre o que o anteprojeto apresenta de mais importante dentro do quadro estratégico nacional e naval.

**O Sistema projetado** — Os estudos que precederam o anteprojeto já mencionado levaram em consideração não somente o fato de que satélites adequados à situação brasileira já se encontram em disponibilidade no mercado internacional, mas também as características técnicas e os dados econômico-financeiros indispensáveis à avaliação do Sistema, informações essas obtidas através de consulta a diversas empresas americanas especializadas no assunto.

O anteprojeto divide o sistema em dois subsistemas, a saber: o de média e alta capacidade e o de baixa capacidade.

A premissa básica que deu origem à necessidade de dimensionar o subsistema de média e alta capacidade foi a existência de tráfego telefônico suficiente para permitir que o equilíbrio entre a despesa e a receita seja atingido em um certo número de anos. A Tabela II-1 nos mostra as cidades que constituirão este subsistema, com as respectivas estimativas de canais e dimensões das antenas das estações terrenas, além do número de repetidores que seriam necessários no segmento espacial, isto é, no satélite.

Por outro lado, o propósito da criação do subsistema de baixa capacidade foi a integração das regiões Norte e Centro-Oeste do país. A seleção das cidades que deveriam dele participar obedeceu aos critérios de demanda de telefones e de população, estimados para 1980, e de distância a outros pontos da Rede Nacional de Telecomunicações. Em conseqüência, foram estabelecidas prioridades para outras cidades das regiões em questão, cidades essas que seriam favorecidas pelo Sistema, uma vez que não estariam cobertas pelo subsistema de mais alta capacidade. A Tabela II-2 exhibe esse planejamento. Outras localidades seriam tributárias das cidades escolhidas para receber estações terrenas e a elas seriam interligadas por meio de enlaces de UHF em visibilidade.

No que se refere à distribuição nacional de TV, o anteprojeto, se bem que tivesse estimado o custo mínimo que poderia ser atribuído por estação receptora de TV, não definiu as possíveis localizações nem o número de estações de TV. Concluiu-se, no entanto, que quanto maior for o número de estações receptoras de TV, tanto menor será o custo anual por estação para receber um determinado canal de vídeo.

## SUBSISTEMA DE MÉDIA E ALTA CAPACIDADE

CIDADES	ANTENA DIÂMETRO EM METROS	CANAIS		
		1977	1980	1983
BELÉM	30	840	834	1096
BRASÍLIA	30	339	444	599
BOA VISTA	13	65	84	112
CUIABÁ	30	276	377	534
CAMPO GRANDE	13	144	156	216
MANAUS	30	501	588	800
PORTO VELHO	13	53	77	121
RIO BRANCO	13	94	132	189
RIO DE JANEIRO	30	452	582	757
SANTARÉM	13	—	84	114
TOTAL DE CANAIS		2534	3358	4538
TOTAL DE CIRCUITOS		1267	1679	2269
N.º DE REPETIDORES NECESSÁRIOS NO SATÉLITE		4	4	5

Obs.

- 1) Até 1980 o tráfego de Santarém será escoado via Manaus.
- 2) O tráfego destinado a S.Paulo é escoado via Rio de Janeiro.

TABELA II-1

**SUBSISTEMA DE BAIXA CAPACIDADE  
DISTRIBUIÇÃO**

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	PRIORIDADE 1		PRIORIDADE 2		OUTROS CRITÉ- RIOS	TOTAL
	ESTAÇ.	TRIBUT.	ESTAÇ.	TRIBUT.		
ACRE	2	1	2	1	—	6
RORAIMA	—	—	1	—	1	2
AMAPÁ	—	—	3	1	1	5
AMAZONAS	4	3	6	1	—	14
PARÁ	5	3	1	2	—	11
MATO GROSSO	16	24	2	1	1	44
GOIÁS	1	—	5	2	—	8
FERNANDO DE NORONHA	—	—	—	—	1	1
TOTAL	28	31	20	8	4	91

**NÚMERO DE CANAIS**

FASES	NAS ESTAÇÕES DE BAIXA CAPACIDADE	ACRÉSCIMOS ÀS ESTAÇÕES DE ALTA CAPACIDADE	TOTAIS
PRIORIDADE 1	848	848	1696
PRIORIDADE 2	136	122	258
OUTROS CRI- TÉRIOS	24	18	42
TOTAIS	1008	988	1996

TABELA II-2

**Rede de Segurança Nacional** — O apoio às Forças Armadas, bem como a possível extensão dos meios de comunicações a locais remotos da faixa de fronteiras foram também levados em consideração por ocasião dos estudos referentes ao Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite.

A localização definitiva das estações dessa Rede seria definida posteriormente pelas Forças Armadas. De posse dessa definição e, também, da quantidade de terminais, número de canais necessários e serviço a ser utilizado, poder-se-ia, então, datilhar o custo total do investimento do segmento terrestre correspondente à Rede de Segurança Nacional.

Nas localidades em que estiverem instalados terminais do Sistema que atenda à rede comercial, haverá interesse econômico em se utilizar este terminal igualmente para a Rede de Segurança. Terminais independentes numa mesma localidade seriam utilizados somente quando razões de segurança nacional assim o exigissem.

Em junho de 1973, mediante solicitação do Estado-Maior das Forças Armadas, que então participava de um Grupo de Trabalho vinculado ao Ministério das Comunicações, o Estado-Maior da Armada dimensionou as necessidades da Marinha em face de uma possível utilização de um Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite.

**Estimativa econômico-financeira do Sistema** — Como já foi exposto no início deste capítulo, o avanço da tecnologia de comunicações por satélite tem propiciado um decréscimo paulatino nos custos dos equipamentos componentes dos sistemas espaciais para uma mesma potência efetiva isotrópica irradiada (e.i.r.p.), fazendo com que estes sistemas se tornem, cada vez mais, em melhores condições de competir com os sistemas terrestres convencionais,

particularmente nos circuitos de longa distância.

Por conseguinte, somente quando especificações claras e definidas, não só no aspecto técnico-qualitativo, mas também no aspecto quantitativo, forem estabelecidas é que se poderá ter uma idéia precisa e final do valor do investimento a ser realizado na implantação do Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite. Essa etapa somente será alcançada quando, após ter sido aprovado pela Presidência da República, o anteprojeto for submetido à concorrência pública internacional.

Contudo, para que se possa avaliar o custo envolvido, com reduzida margem de erro, a Tabela II-3 apresenta uma estimativa do investimento total, baseada em dados obtidos das diversas empresas americanas especializadas na técnica espacial.

Conclui, finalmente, o anteprojeto que, considerando-se o Sistema como um todo, isto é, independentemente da análise econômico-financeira dos subsistemas componentes, haveria um equilíbrio entre a receita e a despesa em 3,6 anos, sendo o deficit acumulado recuperado após 5,6 anos (4 : 42).

Apesar do custo elevado envolvido na implantação do Sistema, de cerca de 125 milhões de dólares ou, em números redondos, de aproximadamente um bilhão de cruzeiros (1975), é conveniente salientar que o atual sistema de tropodifusão, embora tenha exigido investimentos da ordem de 224 milhões de cruzeiros, valor este já atualizado para a época presente, na realidade jamais conseguiu a efetiva integração da região amazônica, como um todo, aos centros desenvolvidos do país, principalmente pela sua não integração à Rede Nacional de Televisão.

**Apreciação estratégica sobre o Sistema** — O Sistema Doméstico de Comunicações

por Satélites é viável sob o aspecto econômico-financeiro e tem como objetivo político-estratégico a integração, pelas telecomunicações, das regiões mais desenvolvidas do Centro-Sul.

Por outro lado, o Sistema apresenta a extraordinária vantagem de, quando necessário, levar serviços de telecomunicações, sejam eles telefônicos, de telex ou de televisão, inclusive estações da Rede de Segurança Nacional, a qualquer ponto coberto pelo feixe de irradiação do satélite, dentro ou fora do território nacional, potencialidade esta inteiramente fora do alcance dos sistemas convencionais de telecomunicações de grande capacidade.

A área total a ser coberta pelo Sistema, seja no continente sul-americano, seja na nossa fronteira marítima de 200 milhas de largura, ou seja, até em parte do Atlântico

Sul, não foi levantada pelo anteprojeto. O anteprojeto assegura, apenas, a cobertura de todo o território continental brasileiro, sem se preocupar com o provável transbordamento para o restante do continente sul-americano e para área marítima do Atlântico Sul. Entretanto, tal estudo, se julgado necessário, poderá ser elaborado em prazo relativamente curto.

A utilização do Sistema pelo Serviço Móvel Marítimo, a fim de atender aos navios brasileiros, de guerra ou mercantes, implicaria no uso de frequências diferentes daquelas destinadas aos Serviços Fixo e Móvel Terrestre para os quais o Sistema foi projetado. Além disso, tal hipótese acarretaria, certamente, um reexame total do anteprojeto, pela necessidade de se compatibilizarem os enlaces navio-satélite com os enlaces estação terre-

**ESTIMATIVA AO INVESTIMENTO TOTAL  
(EM MILHARES DE US\$)**

ITEM	VALOR PRESENTE	
	1977	1980
SUBSISTEMA DE MÉDIA E ALTA CAPACIDADES Estações Terrenas, comutação e TT&C	42.738	—
SUBSISTEMA DE BAIXA CAPACIDADE — PRIOR. 1 Estações Terrenas, comutação e enlaces de UHF	37.799	—
SUBSISTEMA DE BAIXA CAPACIDADE — PRIOR. 2 Estações Terrenas, comutação e enlaces de UHF	—	17.037
SEGMENTO ESPACIAL 3 satélites e 2 veículos lançadores	45.000	—
<b>TOTAL</b>	<b>125.537</b>	<b>17.037</b>

**TABELA II-3**

na-satélite. Mesmo que tal tipo de utilização seja exequível a médio ou longo prazo, ainda restará o problema, o de como escoar, com confiabilidade e rapidez compatíveis, o tráfego dos navios nacionais além dos limites de cobertura do Sistema. Ter-se-ia, então, dentro da mesma técnica espacial, que recorrer a um Serviço Móvel Marítimo Internacional por Satélite, assunto esse que será abordado no capítulo seguinte.

Podemos concluir, também, que o sistema projetado é apenas complementar ao Sistema Nacional de Telecomunicações, praticamente um substituto, obviamente para melhor, da atual rede de tropodifusão, e não almeja servir de rota alternativa à atual rede de microondas em visibilidade, nem ampliar a atual capacidade do sistema implantado.

Julgamos que não seria demasiado aqui relembrar o que já foi exposto, no capí-

tulo anterior, no tocante aos problemas de posicionamento em órbita de satélites geoestacionários. Assim sendo, "é de toda conveniência que o Brasil garanta, desde já, um arco na órbita equatorial, tendo em vista principalmente a tendência de saturação dessa órbita e a potencialidade do desenvolvimento futuro do uso dos satélites geoestacionários"<sup>3</sup>. Aliás, o princípio do "*uti possidetis*" é normalmente aceito nas telecomunicações internacionais. Desta forma, enquanto os organismos internacionais não tomarem decisões a esse respeito, a coordenação entre os países envolvidos será, evidentemente, o melhor meio a ser adotado para resolver a questão. No hemisfério ocidental já estão planejados, ou em operação, 21 satélites em órbitas equatoriais geoestacionárias, ocupando o arco de longitudes 70° W a 130° W (3 : 8). O Brasil deverá utilizar em seu Sistema o arco compreendido entre as longitudes 72° e 91° W.

<sup>3</sup>Ofício n.º 0857, de 4 de julho de 1974, do Representante do Ministério da Marinha na COBAE, Contra-Almirante Ibsen de Gusmão Câmara, ao General-de-Exército Humberto de Souza Mello, Presidente da COBAE.

### Capítulo III

## SERVIÇO MÓVEL MARÍTIMO INTERNACIONAL POR SATÉLITE

No capítulo precedente, tecemos algumas considerações a respeito de a exequibilidade do Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite atender ao Serviço Móvel Marítimo, a médio ou a longo prazo. Duas possibilidades foram vislumbradas: a primeira, em que o Sistema apenas cobriria o território continental brasileiro, isto é, os Serviços Fixo e Móvel Terrestre, e a segunda em que o Serviço Móvel Marítimo seria também atendido dentro da área marítima de cobertura do satélite. Concluímos naquela ocasião que, em qualquer das hipóteses, seria necessária a existência de um Serviço Móvel Marítimo Internacional, que fosse capaz de escoar eficientemente o tráfego rádio destinado ou oriundo dos nossos navios. Além disso, em decorrência da política de expansão do comércio exterior que o país vem adotando já há alguns anos, o tráfego marítimo de interesse para o Brasil não mais está limitado ao oceano Atlântico, mas sim a todos os oceanos do globo terrestre, fato este que vem reforçar ainda a necessidade da existência do Serviço Internacional. Deste modo, vejamos, a seguir, quais as providências que têm sido tomadas na esfera intergovernamental para a consecução deste objetivo.

**Antecedentes** — Desde 1966 que a Organização Marítima Consultiva Intergovernamental (abreviadamente IMCO, na língua inglesa), agência especializada da Organização das Nações Unidas dedicada a assuntos marítimos, tem demonstrado considerável interesse pelo desenvolvimento da tecnologia espacial para fins marítimos. A Conferência Administrativa Mundial de Radiocomunicações de 1967, sob os auspícios da União Internacional de Telecomunicações (UIT), encorajou ainda mais aquela iniciativa da IMCO e convidou-a a continuar os estudos referentes à aplicação de técnicas espaciais que pudessem trazer benefícios à segurança da navegação.

Aproximadamente na mesma época, o Subcomitê Técnico e Científico relativo aos Usos Pacíficos do Espaço Exterior, organismo da ONU, analisou a questão de um sistema para a determinação de posição no mar por meio de satélites. Nos debates, tornou-se evidente que, por razões práticas e econômicas, o emprego de satélites exclusivamente para radiolocalização, embora exequível, não era uma necessidade premente e prioritária; um sistema que empregasse técnicas espaciais somente poderia ser efetivo e viável desde



que pudesse executar mais de uma função ou, na realidade, tantas quanto possível. Assim, a IMCO, a partir daquela época, concentrou seus esforços no sentido da identificação das funções que seriam desempenhadas por um sistema baseado em satélites, em resposta aos requisitos operacionais estabelecidos.

Em 1971, a Conferência Administrativa Mundial de Radiocomunicações Espaciais, também patrocinada pela UIT, alocou frequências para o Serviço Móvel Marítimo por Satélites. Em continuação à decisão desta Conferência, os países-membros da IMCO salientaram a importância de um sistema internacional de satélites para a salvaguarda da vida humana e propriedade no mar e para aprimorar a eficiência da navegação e das operações marítimas. Conseqüentemente, o principal órgão técnico da IMCO decidiu, em setembro de 1971, que a Organização deveria desempenhar um papel ativo na futura organização e implementação de tal sistema, em plena cooperação com as autoridades de telecomunicações dos países-membros.

Pela Resolução A. 305 (VIII), adotada em 23 de novembro de 1973, a Assembleia da IMCO, órgão supremo da Organização, resolveu convocar uma Conferência Internacional de Governos, a realizar-se no início de 1975, com o propósito de decidir sobre o estabelecimento de um sistema internacional de satélites para fins marítimos. Os estudos preparatórios elaborados pelos órgãos técnicos da IMCO, no que se refere aos aspectos institucionais, financeiros, técnicos, operacionais e jurídicos, foram devidamente levados em consideração pela citada Assembleia.

Para uma correta análise do que representa tal sistema para o Serviço Móvel Marítimo, é imprescindível que, em seguida, seja feita uma breve apreciação sobre a motivação técnico-operacional e acerca

das características operacionais do sistema em tela. Para esse fim, estudos foram elaborados a partir de 1971 pelo Painel de Peritos em Satélites para Fins Marítimos, órgão técnico da IMCO criado especialmente com esta finalidade.

#### **Razões para o estabelecimento do sistema**

— As técnicas convencionais de comunicações em alta-frequência (HF) não serão capazes de satisfazer às crescentes exigências do Serviço Móvel Marítimo no futuro. As necessidades de meios de comunicação a longa distância, particularmente a radiotelefonia, estão aumentando constantemente. Na proporção atual de crescimento, haverá um agudo congestionamento e saturação dos meios de comunicações em HF existentes antes do fim da presente década. Em certas áreas do globo terrestre, essa situação já foi alcançada em determinadas horas do dia. Acresce ressaltar, ainda, que os armadores das frotas mercantes ponderam que, no momento, o atraso médio de tráfego telegráfico internacional em HF é de cinco a seis horas e que, atrasos de até 12 horas não são anormais. Esses atrasos são causados, principalmente, pelos seguintes fatores:

a) as limitações da propagação ionosférica em HF;

b) o atual congestionamento das faixas de HF e conseqüente dificuldade em estabelecer contato com as estações costeiras; e

c) as limitações de pessoal, pois que a maioria dos navios mercantes lota apenas um radiotelegrafista, que mantém serviço de quarto por oito horas, nem sempre coincidindo com os horários das condições ótimas de propagação.

Por outro lado, as incertezas da propagação ionosférica, o congestionamento das faixas de HF e as deficiências de cobertura geográfica resultam em que os sinais

sejam muitas vezes de má qualidade e sujeitos a desvanecimento e interferência.

O atual sistema não é capaz de se expandir de maneira consentânea com as necessidades da navegação marítima moderna. Entre as facilidades que não podem ser satisfeitas adequadamente nas faixas de MF e HF, destacamos as seguintes:

a) métodos automáticos de estabelecer contato;

b) transmissão de dados, fac-símile, teletipografia e telegrafia de banda larga com a rapidez e a confiabilidade exigidas pela moderna administração e operação de navios mercantes;

c) um serviço eficaz para a coleta e disseminação de informações de navegação, meteorológicas, hidrográficas e oceanográficas, incluindo transmissão por impressão direta e fac-símile; e

d) a transmissão de previsão do tempo a navios isolados nas horas necessárias, sem atrasos.

Internacionalmente, medidas têm sido tomadas para melhorar o atual sistema e para otimizar os meios existentes de comunicações no Serviço Móvel Marítimo. Essas medidas incluem a operação em faixa lateral singela, a melhoria das tolerâncias de frequências, a atribuição de canais de modo mais compacto, sistemas de chamada seletiva e sistemas teletipógrafos com correção automática de erro. Essas medidas, entretanto, podem somente prover alívio temporário.

O emprego de técnicas espaciais proveria o Serviço Móvel Marítimo com um meio de comunicação mais eficiente e mais confiável. Tais técnicas, baseadas em satélites, garantiriam, do mesmo modo, um meio mais eficaz de comunicações de emergência e de busca e salvamento.

**Principais características do sistema em estudo** — Conclui-se que a implementação de um novo sistema deveria ser feita em

diversas fases. A primeira fase cobriria, no mínimo, os requisitos gerais de comunicações, particularmente correspondência pública. O projeto da primeira fase, todavia, não deveria impedir o Acréscimo, no final, de meios de radiodeterminação ou outros requisitos desejáveis nas fases posteriores do sistema.

O Sistema deveria, finalmente, operar com alta confiabilidade, 24 horas por dia, em todas as áreas marítimas do globo terrestre, entre as latitudes 70° N e 70° S, aproximadamente. Na medida do possível, as regiões polares entre 70° e 82°, latitudes Norte e Sul, deveriam também ser cobertas, não menos que uma vez, diariamente, por um período de pelo menos três a quatro horas. Posteriormente, a introdução de satélites para cobrir as regiões polares deveria ser prevista. Isso requereria satélites adiconais em órbitas inclinadas ou polares.

Nas etapas preliminares do projeto, os navios que deveriam integrar o sistema seriam de tipos especializados, tais como: petroleiros, porta-contentores, grandes navios de passageiros, todos eles, de qualquer forma, em pequena quantidade. O número potencial de navios na área coberta pelo sistema foi estimado em 60.000 (em 1980) e 100.000 (no ano 2000) navios de tonelage de porte bruto acima de 100 t. Estima-se que navios das seguintes categorias integrariam o sistema:

a) navios cobertos pela Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1960;

b) barcos de pesca operando em águas distantes; e

c) embarcações científicas, industriais e de outros tipos que operam no ambiente marinho.

É esperado também que, no período 1980-2000, até dois terços dos navios

existentes estejam no mar num determinado instante.

Foi considerado necessário que o sistema possa atender aos seguintes tipos de comunicações: ligações diretas empregando procedimentos de chamada automáticos e, por discagem direta, entre navios e redes telefônicas e telegráficas públicas. Essas ligações permitiriam a troca de informações por telefonia e telegrafia, incluindo transmissão de dados, fac-símile, telex e telegrafia de banda larga.

O tráfego de emergência e socorro, abrangendo alertas e comunicações de busca e salvamento, teria acesso prioritário e imediato ao sistema.

No que tange à capacidade do sistema, foi feita uma avaliação das exigências de tráfego, baseada nos dados disponíveis e nos desenvolvimentos previsíveis. Assim, o tráfego na área do oceano Atlântico exigiria uma capacidade de canais, em 1985, de:

Estimativa inferior	Estimativa superior
20-25 canais	40-50 canais

As estimativas mais elevadas, em ambos os casos, prevêm a utilização do sistema pelos navios surtos em portos.

No oceano Índico, a estimativa foi de cerca de 50 por cento daquela do Atlântico. No Pacífico, a estimativa estaria entre a do Atlântico e a do Índico.

Um aspecto relevante a ser destacado é que a introdução de um sistema baseado em satélites, o qual se espera que proporcione meios de comunicações aperfeiçoados, pode conduzir a um aumento muito intenso na demanda do tráfego, como aliás ocorreu com o INTELSAT.

**Estágio das negociações** — Até uma das últimas reuniões do Painel de Peritos da IMCO, ocorrida em janeiro de 1974, duas

correntes majoritárias de opinião despontaram com relação ao tipo de satélite e à organização internacional que iria administrar o sistema. A primeira, liderada pelos Estados Unidos, favorável ao lançamento de satélites de múltiplas finalidades (no caso, da série — INTELSAT V), que teria o número de canais necessários ao atendimento do Serviço Móvel Marítimo, ao mesmo tempo em que o atual Serviço Fixo Terrestre continuaria a ser atendido por este tipo de satélite. Sendo assim, a Organização INTELSAT administraria o sistema. A segunda corrente, da qual faz parte a grande maioria dos países europeus do Leste e do Oeste, inclusive a União Soviética, preferindo o lançamento de satélites exclusivos do Serviço Móvel Marítimo, sendo o sistema administrado por uma organização que seria criada por uma Conferência de Governos, a realizar-se em 1975.

Em sua argumentação em favor do satélite exclusivo, a União Soviética declarou que um critério essencial para a avaliação econômica do sistema seria a despesa total de capital por canal de comunicações. Um estudo comparativo do sistema empregando satélites exclusivos em oposição ao sistema de satélites de múltiplas finalidades (INTELSAT V), elaborado pela União Soviética, mostra que a despesa por canal no primeiro caso (com capacidade de 20 canais ou mais) é menor do que a do sistema que emprega satélites da série INTELSAT V. Conclui então o estudo que, assumindo que a receita e todos os outros sejam iguais, o uso de satélites exclusivos para o sistema seria mais lucrativo do que o emprego de satélites de múltiplas finalidades (22:6).

**Aspectos marítimos e navais da utilização do sistema em estudo na IMCO** — Muitos problemas sobre o Serviço Móvel Marítimo Internacional por Satélite ainda

estão aguardando discussão, equacionamento e solução. Contudo, somente Conferências de Governos é que poderão proferir a palavra final a respeito dos mesmos. Ainda assim, podemos afirmar que o interesse demonstrado no assunto e a rapidez das ações desfechadas pelas nações marítimas tornam acadêmica qualquer dúvida sobre a implantação de tal Serviço.

Em futuro previsível, o centro internacional de ação deverá permanecer na IMCO e nos seus órgãos técnicos. O que já foi conseguido num espaço de tempo relativamente curto nos dá razões abundantes para otimismo.

É tarefa difícil tentar prognosticar qual a melhor política a ser adotada pelo Brasil, isto é, apoiar a corrente européia do satélite exclusivo ou apoiar a norte-americana do satélite de múltiplas finalidades, pois, aparentemente, a questão ainda não conseguiu despertar o interesse dos órgãos de comunicações do Brasil.

Pelas vinculações brasileiras ao Sistema INTELSAT, talvez a versão do satélite de múltiplas finalidades venha a contar com o apoio dos representantes brasileiros às Conferências da IMCO. Entretanto, a posição das empresas brasileiras de telecomunicações, de capital e controle acionário governamental, muito mais se assemelha à das empresas governamentais européias de telecomunicações do que às das empresas norte-americanas de telecomunicações. Por conseguinte, não seria improvável, que a delegação brasileira, devidamente informada de todos os detalhes econômico-financeiros do sistema do satélite exclusivo, viesse a apoiar o grupo europeu nas Conferências que decidirão a respeito do sistema a ser implantado.

É forçoso, aqui, enfatizar o interesse que o problema despertou na União Soviética que, em todas as cinco reuniões do grupo de Peritos da IMCO, sempre se fez

representar por delegações de vulto, nas quais têm pontificado competentes delegados do Ministério das Relações Exteriores soviético, acontecimento esse incomum em todas as outras reuniões técnicas de IMCO. Atribuímos o fato à importância político-estratégica do sistema para os navios soviéticos, particularmente os de pesquisas oceanográficas que, ao fazer parte do sistema, não mais permitiriam que seus movimentos fossem acompanhados por redes radiogoniométricas de alta-freqüência, que exercem um acompanhamento contínuo de 24 horas por dia das emissões radioelétricas das embarcações soviéticas.

Nas reuniões do Painel de Peritos ficou estabelecido que poderiam fazer parte do sistema navios de qualquer nacionalidade, nas condições ainda a serem fixadas pelas futuras Conferências ou pelo órgão a ser por elas criado. Podemos, nesse caso, inferir que os navios da Força de Transporte da Marinha, em suas viagens ao exterior, teriam muitas vantagens em fazer parte integrante do sistema, em face da confiabilidade e rapidez das comunicações por ele oferecidas.

Quanto aos navios da Marinha Mercante Nacional, podemos antever que será por demais proveitosa a participação no sistema, já que nem a rede nacional de estações costeiras nem a existente rede internacional têm condições de comunicações no momento atual, fato este a ser agravado ainda mais com a expansão da nossa frota mercante.

A implantação de um sistema internacional para a determinação de posição no mar por meio de satélites foi considerada pela comunidade técnico-científica das Nações Unidas como sendo de baixa prioridade e pouca urgência, como vimos no início deste capítulo. Da mesma forma, mencionamos que o projeto do sistema em estudos na IMCO, em sua primeira

fase, não impediria o acréscimo no futuro de meios de radiodeterminação, porém, presumimos que, na presente década, nada deverá ser executado nesse campo. Em consequência, resta-nos verificar o que

existe disponível no mercado internacional no que concerne a sistemas de navegação por satélite, tarefa esta que nos propomos executar no capítulo que se segue.

## Capítulo IV

### SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE

O advento das técnicas espaciais tem causado e, ao que tudo indica, continuará a causar uma profunda alteração nos métodos e sistemas tradicionais nos mais diversos campos da atividade humana. O progresso tecnológico decorrente e o avanço provocado nos vários ramos da ciência fazem crer, efetivamente, que estamos em plena Era Espacial.

Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico por que tem passado a navegação marítima nas últimas décadas, permitindo maiores velocidades, densidades de tráfego sempre crescentes, calados e deslocamentos cada vez maiores, pôs em evidência as deficiências dos métodos clássicos de navegação, isto é, a navegação estimada e a navegação astronômica. Passou-se a clamar por novos métodos que possibilitassem maior precisão e rapidez e, ao mesmo tempo, estivessem disponíveis permanentemente em qualquer parte do globo terrestre.

Assim, surgiu a navegação inercial, cuja principal característica é a independência com relação a meios exteriores já que se baseia exclusivamente em processos físicos fundamentais, tais como os dos campos magnéticos e gravitacional terrestre. Trata-se, portanto, de um sistema que não é afetado pelas condições meteorológicas e

que não pode sofrer interferência, o que representa inestimável vantagem sob o ponto de vista militar. O seu grande inconveniente reside no fato de permitir uma rápida acumulação de erros, além do seu ainda muito elevado custo de obtenção.

Grandes inovações foram trazidas pelos sistemas de navegação eletrônica que apareceram durante e após a Segunda Guerra Mundial. O Radar, por si só, representa um capítulo à parte na história da navegação marítima. Dentre os sistemas hiperbólicos de navegação, podemos destacar o LORAN e o DECCA, ambos ainda intensamente utilizados, respectivamente, nas costas dos Estados Unidos e na Europa. Por último, o sistema OMEGA que, cobrindo totalmente o globo terrestre, tanto pode ser empregado pela navegação de superfície como pela aérea e submarina, mesmo em imersão.

O êxito espetacular dos satélites artificiais em aplicações tecnológicas fez pensar na sua utilização como base de um sistema de auxílio à navegação que permitisse eliminar os inconvenientes dos outros modernos métodos de navegação eletrônica. Vários sistemas foram idealizados e, entre outros, pode-se ressaltar:

- a) sistemas com satélites em órbitas geoestacionárias; e
- b) sistemas com satélites em órbitas polares.

No primeiro caso, um certo número de satélites em órbitas equatoriais geoestacionárias — um mínimo de três — emitiria sinais apropriados, e o utilizador, comparando os sinais recebidos de um par de satélites (diferença de fase ou diferença de tempo de propagação) poderia medir a diferença das suas distâncias a esses satélites, assim obtendo uma linha de posição de natureza hiperbólica. Uma segunda determinação, relativa a outro par de satélites, forneceria uma segunda linha de posição que, em conjunto com a primeira, definiria a posição do observador. Utilizando-se esse conceito, uma cobertura global da Terra requereria no mínimo cerca de uma dezena de satélites, excluindo os satélites de reserva em órbita. Este seria, em princípio, o sistema a ser utilizado em conjunção com os satélites do Serviço Móvel Marítimo Internacional por Satélite já apreciados no capítulo anterior.

No segundo caso, satélites em órbitas polares, de altitude relativamente baixa, deslocar-se-iam muito rapidamente em relação à Terra, podendo assim ocupar, em pequenos intervalos de tempo, posições muito diferentes e serem observados sucessivamente nessas posições.

Destas duas possibilidades principais, apenas a segunda foi tornada operacional, tendo servido de base ao Sistema TRANSIT, desenvolvido pela Marinha dos Estados Unidos na década de 60. O Sistema TRANSIT foi tornado ostensivo há alguns anos atrás, e os sinais dos seus satélites podem ser utilizados por todos aqueles que assim o desejarem. Os equipamentos de bordo estão sendo comercializados a preços razoáveis e acessíveis para uso geral dos navegantes.

**O Sistema TRANSIT** — Este sistema emprega satélites posicionados em órbitas polares circulares, na altitude de aproximadamente 600 milhas marítimas, pesando cada satélite cerca de 60 kg.

Como o período orbital de cada satélite é de 108 minutos, e tendo em vista que a Terra gira sob o plano deste satélite, cerca de 27° de longitude por órbita, qualquer ponto da Terra pode ser coberto, por um mesmo satélite do sistema, no mínimo duas vezes ao dia. Isto significa que, em termos de navegação marítima, o sistema pode até operar com apenas um satélite. Entretanto, para assegurar a operação do sistema a qualquer hora e sob quaisquer condições de tempo, foram colocados em órbita cinco satélites, cruzando-se nos pólos e igualmente separados no Equador, proporcionando contato em qualquer parte da Terra a cada 90 minutos aproximadamente. Cada satélite circunda a Terra na velocidade tangencial de cerca de cinco milhas marítimas por segundo.

Os satélites são projetados para receber, selecionar e armazenar os dados transmitidos pelas estações terrestres e para retransmitir esses dados a intervalos programados, à medida em que giram em torno da Terra. Tais dados são injetados no satélite, de uma só vez, de modo a durar 16 horas de irradiações consecutivas de dois minutos. Essas irradiações informam ao equipamento do usuário a identidade, a hora e a posição do satélite naquele exato momento. De posse dessas informações, o equipamento de navegação de bordo sabe exatamente onde está o satélite, e este é o primeiro passo necessário para a determinação da posição do observador. Ao mesmo tempo em que está recebendo os dados que descrevem a posição do satélite, o equipamento do observador está também examinando e medindo a variação *doppler*, que é evidente

durante a recepção dos próprios sinais do satélite, permitindo assim localizar o navegante em relação ao mesmo.

O equipamento de bordo efetua as computações necessárias automaticamente e imprime a latitude, a longitude e a hora em questão de minutos, com uma precisão de cerca de, mais ou menos, 0,1 milha, sob quaisquer condições de tempo e em qualquer ponto do globo terrestre.

Os Centros de Comunicações, de Controle e de Computação do Sistema TRANSIT estão situados em Point Magu, Califórnia.

Às estações de Rastreamento, situadas em posições *conhecidas*, rastreiam os satélites que passam e encaminham os dados do rastreamento ao Centro de Computação em Point Magu, onde são utilizados para o cômputo das futuras órbitas. Estes prognósticos orbitais são incluídos nas mensagens de injeção do satélite, preparadas pelo Centro de Computação e enviadas a Estações Injetoras que as transmitem aos satélites, onde ficam armazenados na memória. Os satélites irradiam as suas atuais posições *conhecidas*, enquanto orbitam em torno da Terra. Essas irradiações são captadas por navios em posições desconhecidas. Os equipamentos de navegação de bordo dos navios usam a posição *conhecida* do satélite, acrescida da variação *doppler* da irradiação dele recebida, e determinam sua exata posição.

**Algumas considerações estratégicas** — Como já mencionamos, o Sistema TRANSIT é o único Sistema de Navegação por Satélite disponível no mercado internacional. No futuro, contudo, esperamos que outros sistemas entrem em operação, a começar pelo sistema internacional a ser implantado sob os auspícios da IMCO. Neste futuro, talvez não muito longínquo, pode-se até, por exemplo, pretender que, além da função passiva de permitir o cálculo da posição a bordo, os

Sistemas de Navegação por Satélite venham a desempenhar, ao mesmo tempo, uma função ativa na determinação da posição de todos os veículos, navios e aeronaves que se encontrarem numa determinada área, transmitindo essas posições para Centros de Controle de Tráfego e Centros de Busca e Salvamento. Esses Centros dispõem dos elementos necessários para um eficaz controle da navegação, marítima ou aérea, em amplas áreas do globo terrestre, a fim de salvar a propriedade e a vida humana no mar. E, no Atlântico Sul, não vemos outro país em melhor situação estratégica que o Brasil para receber um desses Centros Mundiais.

Ora, apesar de todo o progresso atual e do futuro ainda mais brilhante que podemos descortinar, uma indagação ainda nos ocorre: terá o Sistema de Navegação por Satélite destronado e substituído completamente os métodos clássicos de navegação? Cremos que a resposta é negativa e que, embora a navegação se tenha adaptado de forma dinâmica à evolução geral dos tempos, o navegador continuará a depender do uso de métodos vários a fim de, por redundância, obter a necessária segurança, característica essencial que se exige de um profissional do mar.

Na situação atual, muito embora o Sistema TRANSIT opere em qualquer local do globo terrestre e sob quaisquer condições de tempo, é lícito que prognostiquemos a sua ponderável vulnerabilidade em caso de guerra limitada ou total, pois que a Marinha norte-americana tem o sistema integralmente sob seu controle. Tal fato poderá levar, por hipótese, a União Soviética a destruí-lo, quando assim for julgado necessário para aquela superpotência mundial. Em se tratando de um sistema ativo, irradiando um campo eletromagnético quase que permanentemente, isto é, a cada dois minutos, e estando si-



tuados os satélites à altitude de aproximadamente 1.000 km, a tarefa de destruí-los se torna extremamente fácil. A este fato devemos acrescentar, ainda, a dependência do sistema de suas estações rastreadoras, injetoras e central, na Califórnia, alvos fixos relativamente fáceis de serem destruídos por uma grande potência mundial como a União Soviética. Caso não seja necessário apelar para o recurso extremo da destruição dos satélites, ou de suas estações terrenas, a simples adoção de medidas de interferência e bloqueio eletrônico muito dificultaria, ou até impediria, a utilização do sistema por parte dos navios que dele dependerem nas áreas marítimas de interesse do inimigo.

No caso de um conflito total ou limitado, teriam os navios de guerra e mercantes, equipamentos de bordo, que utilizariam, como alternativa, em certas áreas marítimas, os sistemas hiperbólicos de navegação, tais como o LORAN e o DECCA ou mesmo o sistema OMEGA, caso as suas potentes estações transmissoras não tenham também sido destruídas.

Nos navios de guerra, de elevado custo e importância capital, os sistemas de navegação inercial, pela sua total independência de fontes externas, apesar do seu custo ainda extremamente elevado, parecem ser a melhor alternativa existente, dispondo de precisão compatível com o sistema por satélite, dentro de certos limites de singradura, em virtude dos erros cumulativos.

Tais considerações devem estar sempre presentes na mente daqueles que têm o privilégio de possuir equipamento de navegação por satélite instalado a bordo, quer seja um navio de guerra como o nosso Submarino "Humaitá", quer seja um moderno superpetroleiro da FRONAPE. É, pois, imprescindível que os Comandantes e Navegadores desses navios estejam sempre preparados, material e psicologicamente, para enfrentar este desafio, porquanto, em caso de uma guerra total ou limitada, a possibilidade de ter de voltar a usar o sextante e o cronômetro pode tornar-se uma cruel realidade.

## Capítulo V

### CONCLUSÕES

Após termos procedido à análise da utilização dos satélites de comunicações e de navegação, bem como temos inferido alguns dos seus reflexos na Marinha do Brasil e na Marinha Mercante Nacional, caber-nos-ia, então, seguindo uma seqüência lógica, a tarefa de sintetizar e integrar as conclusões parciais estabelecidas nos quatro capítulos precedentes em conclusões mais gerais. No entanto, no decurso de todo o trabalho de pesquisa, fomos paulatinamente formando a opinião de que, na realidade, estamos diante de sistemas completamente independentes e com um tênue relacionamento entre si, como por vezes procuramos mostrar. Desta forma, em face desta estanqueidade quase que absoluta dos sistemas em tela, ficamos impossibilitados de tirar conclusões globais, fato este que nos obrigou a extrair e relacionar as conclusões e recomendações de maior relevo dos diferentes sistemas, isoladamente.

É o que faremos em seguida.

**Rede Mundial de Telecomunicações** — A Organização INTELSAT é uma realidade que deverá continuar a contar, cada vez mais, com a participação do Brasil, participação esta que deverá aumentar gradativamente, na medida em que o desenvol-

vimento brasileiro, em compasso com a expansão do nosso comércio exterior, exija o estabelecimento de novos circuitos.

Por outro lado, este espantoso desenvolvimento dos sistemas de telecomunicações espaciais não deve nos conduzir a uma estagnação, nem jamais à eliminação dos circuitos internacionais de cabos submarinos, que deverão ser mantidos e mesmo ampliados, seja pela sua característica de rota complementar nos circuitos de longa distância, seja como rota alternativa nos circuitos convencionais, ou até mesmo como reserva estratégica.

Entretanto, caso um conflito armado, global ou limitado, ocorra, as nossas comunicações internacionais poderão ser interrompidas. O sistema internacional de telecomunicações espaciais poderá ter seus satélites interferidos ou destruídos, e os cabos submarinos correm sempre o risco de serem cortados. Tal interrupção prejudicaria de muito a nossa posição, porquanto nos levaria a uma situação assaz embaraçosa, de parcial isolamento dos grandes centros de decisões mundiais, colocando-nos, deste modo, na condição de meros espectadores, e com bastante atraso, das ocorrências da conjuntura mundial.

Conseqüentemente, a Marinha do Brasil e a Marinha Mercante Nacional devem estar permanentemente preparadas para enfrentar tal eventualidade, com a finalidade de assegurar, por meio do emprego do Poder Marítimo Nacional, o fluxo de material estratégico vital ao país, mesmo na condição de total inexistência de meios de comunicações internacionais.

**Rede Nacional de Telecomunicações —** A integração das regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil às regiões mais desenvolvidas do país, por meio do Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite, é um objetivo político-estratégico de extraordinário alcance para o futuro do Brasil na sua vocação de grande potência.

A ocupação, ainda nesta década, de um arco na órbita equatorial, pela colocação em órbita de satélites geoestacionários, proporcionará ao Brasil, indubitavelmente, uma posição que lhe permitirá o desempenho, em futuro não muito longínquo, de um papel preponderante no cenário geopolítico da América do Sul.

**Serviço Móvel Marítimo Internacional por Satélite —** Quaisquer que sejam as decisões a serem tomadas por conferências convocadas pela IMCO, com o propósito de estabelecer um Serviço Móvel Marítimo Internacional por Satélite, seja vencedora a versão do satélite exclusivo, seja escolhida a alternativa do satélite de múltiplas finalidades, não resta a menor dúvida de que a humanidade será a grande beneficiada, pela contribuição que o novo serviço deverá trazer para a salvaguarda da vida humana e propriedade no mar, além dos aprimoramentos que deverá propiciar à segurança da navegação.

Na hipótese de ser criada uma nova organização intergovernamental para administrar o novo serviço, a participação brasileira deverá ser, talvez, equivalente à nossa participação no Acordo da INTELSAT, porquanto, na próxima década, estaremos com uma Marinha Mercante da ordem de dez milhões de toneladas, ocupando um lugar de muito destaque na frota mercante mundial, isto é, entre os dez maiores países do mundo em tonelagem bruta total.

**Navegação por Satélite —** A vulnerabilidade dos sistemas de navegação por satélites nos leva a pensar seriamente na instalação de sistemas de navegação inercial, como alternativa dos sistemas de navegação por satélite, nos navios de guerra de elevado custo e de importância capital para a nossa Marinha. Isto, na hipótese dos preços dos equipamentos disponíveis no mercado internacional se tornarem mais acessíveis.

Como medida complementar, se encara a questão sob o ponto de vista estratégico-militar, a desvantagem da vulnerabilidade dos sistemas de navegação por satélites, se confrontada com a inestimável vantagem dos sistemas de navegação inercial, recomendaria a elaboração de um estudo da viabilidade de desenvolvimento, na indústria nacional, de um sistema de navegação inercial, mesmo sem contar com o grau de precisão e a sofisticação dos equipamentos existentes nas nações mais desenvolvidas. Em caso de êxito, tal sistema, poderia vir a ser fabricado em escala, a fim de equipar os navios capitais da frota mercante nacional.

## BIBLIOGRAFIA

1. BOCAIUVA, Joaquim Manoel Vasconcellos. *De como o satélite artificial apareceu e atuou sobre o progresso da humanidade*. Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 1971.
2. BRASIL, Ministério das Comunicações. Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A. — EMBRATEL. *Proposição de Projeto — 1974 — Utilização de Terminais Satélites para Tráfego Nacional — Revisão 2*. Rio de Janeiro, 1974.
3. . Ministério das Comunicações — Secretaria-Geral. *Considerações sobre um Sistema Doméstico de Comunicações por Satélites para o Brasil*. Brasília, 1974.
4. . Ministério das Comunicações — Telecomunicações Brasileiras S.A. — TELEBRÁS — *Anteprojeto do Sistema Doméstico de Comunicações por Satélite*. Brasília, 1973.
- 5, . Ministério da Marinha. Escola de Guerra Naval. *Guia para elaboração de Testes*. Rio de Janeiro, 1970.
6. . Ministério das Minas e Energia. Petrobrás. Frota Nacional de Petroleiros. *Navegação por Satélite*. Rio de Janeiro, 1972.
7. BRITO, J. Soeiro de. *Evolução recente dos métodos de navegação — Da navegação estimada à navegação por satélite*. *Anais do Clube Militar Naval*. Lisboa, CI (4 a 6): 283-298, abr.-jun. 1971.
8. CÂMARA, Ibsen de Gusmão. *Influência da Evolução da Ciência e da Tecnologia sobre a Estratégia*. Conferência na Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 12 jul. 1974.
9. CORSETTI, Hygino Caetano. *As Comunicações no Brasil*. Conferência na Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 28 jun. 1972.
10. COURTEIX, Simone. INTELSAT ET INTERPOUTNIK — Accords relatifs à L'exploitation commerciale des satellites de télécommunications. *Notes et Études Documentaires* Paris, No. 4058-4059, jan. 1974.
11. DOUCHERTY, Jojn J. The Communications Satellite "A faint flutter of wings". *U.S. Naval Institute Proceedings*, 94 (6): 36-45, jun. 1968.
12. DURANT, III, Frederick C. "Space exploration". In: — *Encyclopaedia Britannica*, 200 th Anniversary Edition 1971, 20 (n) 1040-1066.
13. FENTON, Robert E. IMCO Activity in Maritime Satellites. *U.S. Coast Guard Magazine*, Washington 163-66 — ago. 1973.
14. GEOFFROY, Augusto Cesar. *Sistemas Internacionais de Comunicações*. Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 1973.
15. GREENWOOD, Ted. *Reconnaissance, Surveillance and Arms Control*. Adelphi Papers n.º 88, London, The International Institute for Strategic Studies, 1972.
16. INTELSAT. *Intelsat System Status Report, April, 1974*. s.l., Communications Satellite Corporation, Director, Analysis and Traffic Division, 1974.
17. JASTROW, Robert. *Artificial Satellites and the Earth's Atmosphere*. San Francisco, W.H. Freeman and Co., 1959.
18. LEANDRO, Jaime de Oliveira. Métodos modernos de radiocomunicações marítimas por Satélites. *Anais do Clube Militar Naval*. Lisboa, CI (4 a 6): 359-91, abr., jun. 1971.
19. MACHADO, Wilson. O Satélite Doméstico de Telecomunicações e a Viabilidade de sua Implantação no Brasil.

- A Defesa Nacional*. Rio de Janeiro, 652 (n): 107-20, nov.-dez. 1973.
20. MANNING, Larry C. *Speed Communications. U.S. Coast Guard Magazine*, Washington, 167-73, ago. 1973.
  21. MOURA, Hélio G.R. *Subsídios essenciais à Exposição Escrita*. Rio de Janeiro, Escola de Guerra Naval, s.d.
  22. NAÇÕES UNIDAS. Inter-Governmental Maritime Consultative Organization. *Panel of Experts on Maritime Satellites - 4th session - Report to the Maritime Safety Committee*.
  23. OLIVEIRA, José Maria Couto de. *Sistema de Satélite Doméstico de Telecomunicações - Considerações sobre a sua utilização pelo Brasil*. Rio de Janeiro, - ORTTAG - Organização Técnica de Taquigrafia e Gravações Editora, 1973.
  24. RAMOS, José Maria Nogueira. *Aspectos atuais das telecomunicações no exterior e reflexos no Brasil*. Rio de Janeiro, Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1973.
  25. ROBINS, W.P. *Communication via geostationary satellites - The proposed European System*. GEC Journal of Science & Technology, London, 40 (1): 2-9, 1973.
  26. RYAN, Hewson A. *Satélites sobre a América Latina - C.I.D. Departamento de Estudos, Seção III, Curso VIII, Manual Semanal, 7.ª Semana*, Washington, mar. 1969.
  27. SCHRAMM, Wilbur - *Satellites de Télécommunications pour l'éducation, la science et la culture. Études et documents d'information*, UNESCO, Paris, 1968.
  28. STANSELL, Jr. Thomas A. *Extended Applications of the TRANSIT Satellite Navigation System*, Torrance, California, Magnavox Research Laboratories, 1971.