

# Eis nossa tecnologia espacial

No campo da ciência e da tecnologia espacial, as pretensões brasileiras não chegam ainda a ter conotações industriais, mesmo porque permanece uma razoável dependência de importações de material, de tecnologia e serviços da França e dos Estados Unidos.

Todavia, em relação à América Latina, segundo se depreendeu da reunião da Terceira Regional da Organização Meteorológica Mundial, realizada recentemente no INPE, em São José dos Campos, pelo menos no que diz respeito à ciência e à tecnologia espacial, o Brasil pode criar em torno de si uma "aura de hegemonia cultural". Consoante expressão de um dos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Espaciais, "podemos fazer com os países subdesenvolvidos da América e do leste africano o mesmo que a Alemanha fará conosco ao cumprir o que foi estabelecido pelo Acordo Nuclear. Vamos depender sempre do conhecimento que eles possuem".

Um fato, pelo menos, comprova isso: que o máximo desenvolvimento alcançado pelos países vizinhos do Brasil no setor da previsão do tempo, por exemplo, tem sido a aquisição de estações do tipo APT, que recebem sinais dos satélites de primeira geração ESSA e NOAA, das quais o INPE chegou a nível tecnológico capaz de transferir à indústria nacional a responsabilidade de construir vinte unidades para serem instaladas em todo o país.

O INPE foi mais longe: desenvolveu os sistemas VTPR e VHRR, que são estações receptoras para satélites de segunda geração, operacionais desde o ano passado, e que atendem às necessidades de previsão de tempo para clientes como a Telecomunicação Aeronáutica S.A., Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico (CETESB), Jornal "O Estado de S. Paulo", universidades, instituições de pesquisas e ministérios da Agricultura e da Marinha.

## EXPORTAÇÕES

A Bolívia, que já há algum tempo executa trabalhos conjuntos com o Brasil, está adaptando sua estação APT aos requisitos da tecnologia brasileira para receber imagens de satélites de segunda geração. Para isso, está importando um "Kit" construído pelo INPE, com uma antena parabólica de três metros de diâmetro; um pré-amplificador e um conversor de frequência. Esse equipamento, que a indústria fornecerá para ser instalado também em dez estações brasileiras, constitui o chamado "Sistema Wefax", capaz de receber até fotografias do satélite SMS, de terceira geração, embora de qualidade inferior, mas suficiente para previsão de tempo.

Nos seus dez anos de pesquisas sobre o uso de satélites para estudo da atmosfera, da geologia, dos recursos naturais, de oceanografia e outras áreas, o INPE, ainda este ano, implan-

tou o sistema AVHRR (Radiômetro avançado de muito alta resolução). Esse novo sistema se integra com instrumentos a bordo do satélite "Heliossincronos", da série "Tiros-N", que foram desenvolvidos pela França e que serão lançados no ano que vem.

Com tais conhecimentos e outros que vão sendo desenvolvidos, será possível ao Instituto de Pesquisas Espaciais a completa implementação dos sistemas de recepção e processamento de sinais de satélites de terceira geração. Além disso, poderá integrar-se perfeitamente no primeiro experimento global de pesquisas atmosféricas, no ano que vem, um plano que contará com cinco satélites geoestacionários e vários em órbita polar, para fornecer informes suficientes para previsões de tempo em escala global e com boa margem de antecedência.

Como o INPE receberá, processará

e transmitirá as informações vindas dos satélites para todos os países da América do Sul?

Diretamente, o Departamento Nacional de Meteorologia será o responsável pela disseminação das informações que chegam do SMS, estacionário a uma latitude de 75 graus oeste, e do "Meteosat", europeu, colocado a zero graus, sobre o continente africano.

Os dois satélites se integrarão no sistema VISSR, fornecendo imagens que serão gravadas a raios laser, capazes de oferecer aos pesquisadores e previsores de tempo, em escala reduzida de tempo (uma foto a cada trinta minutos), informações precisas sobre os ventos e movimentação das nuvens. Complementando os dados com outros obtidos em terra, será possível dizer, com maior precisão, quais as condições do tempo nos dez dias seguintes. Além do mais, a localização dos dois satélites colocarão o continente sul-americano em situação privilegiada.

Com isso, espera-se um desenvolvimento acentuado nos estudos que vêm sendo feitos no INPE, tanto no Departamento de Meteorologia como no Departamento de Sensoriamento Remoto.

Conjuntamente, as duas partes vêm executando estudos sobre o desmatamento da Amazônia e seus efeitos para o clima do globo, definições de rotas marítimas econômicas (as que perfazem menores distâncias com maiores facilidades de correntes e ventos, visando a economia de tempo e de combustível), acompanhamento da incidência e comportamento da camada de ozônio (que protege a Terra da incidência de raios ultra-violetas, mortíferos, emitidos pelo Sol), recursos naturais e clima do Nordeste e da Região Sul.

# Totalmente nacional em projetos

Fotografias de sistemas digitais e analógicos de computação e processamento, foram mostradas recentemente pelo Instituto de Pesquisas Espaciais, por ocasião da Segunda Conferência Nacional de Processamento de Dados, realizada no Parque Anhembi. As fotos mostram parte significativa do potencial brasileiro para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia espacial no país. "Os trabalhos que estão em andamento deverão implicar, gradualmente, em maior independência tecnológica e economia de divisas para o país, embora a pesquisa e o desenvolvimento no Brasil passe, no momento, por consideráveis dificuldades, reflexo da situação econômica mundial que vivemos", opina o pesquisador Eduardo Bergamini.

Em princípios do ano passado, o INPE deu início à formação de um grupo de pesquisadores, engenheiros e técnicos, que tivessem como objetivo o desenvolvimento da tecnologia em sistemas digitais e analógicos. Anteriormente, em 1975, haviam sido apresentadas teses de alunos do Instituto no campo de microcomputadores, o que propiciou a ordenação de um esforço conjunto no ano seguinte e, neste ano, a geração do trabalho atual.

O objetivo do grupo de trabalho foi, não só o de criar infra-estrutura de laboratório, instrumentação e métodos, mas também o de projetar e desenvolver equipamentos digitais adequados a programas especiais, dentro das possibilidades existentes. No programa então definido, foram destacadas três linhas, abrangendo processadores, que formam o núcleo de qualquer sistema digital programado; periféricos, que permitem a aquisição, armazenamento ou transmissão de dados, ou sinais analógicos e a terceira linha de ação, que visa integrar as duas primeiras no contexto da rede de processamento.

A integração das redes de processamento trata de configurar processadores e unidades periféricas, como memórias lentas, rápidas, terminais e outras em sistema de aplicação. Esse trabalho pode atingir a configuração de redes de teleprocessamento ou telecomando. Eduardo Bergamini destaca que "as configurações em rede têm cada vez mais funções fundamentais em programas espaciais", como na interligação entre sistemas de terra e de bordo em satélites.

## LINGUAGENS

Os trabalhos desenvolvidos pelo INPE obedecem à política estabelecida pela COBAE — Comissão Brasileira de Atividades Espaciais —, com financiamento da Finep. Por eles, foram desenvolvidas linguagens de "software" e "firmware", como a CDL — Computer Design Language —, já implantada no Centro de Computação do INPE, que permite a simulação de sistemas digitais, cujos modelos podem ser validados mesmo antes de serem construídos fisicamente e testados.

Os mesmos pesquisadores do Instituto desenvolveram uma linguagem que permite a programação mais cômoda, em alto nível, de microcomputadores. Essa linguagem está sendo aplicada com a utilização do sistema B-6700, do Centro de Computação do INPE, funcionando como "ferramenta de laboratório" dos projetos do programa. Na parte de "hardware", o programa conta com moderna instrumentação a altura das necessidades atuais dos seus projetos em andamento.

Numa de suas linhas de ação, o Programa de Sistemas Digitais e Analógicos desenvolve unidades de processamento para aplicação em sistemas de bordo ou em terra, dedicadas, principalmente, ao processamento científico,

controle e comunicações. Nessa linha, foi construído o protótipo de um microcomputador para utilização a bordo de um balão estratosférico, colhendo dados e controlando os experimentos.

O desenvolvimento de unidades periféricas objetiva o projeto de equipamentos periféricos dentro do alcance da tecnologia existente no país, com capacidade alternativa de realizar processamento distribuído. Nesse campo, o INPE construiu um "modem" de acoplamento acústico num protótipo de terminal de dados teletipo, não programável, dando origem ao projeto de um terminal programável que terá a capacidade de 60 múltiplas interligações de entrada e saída a ser acoplado a uma unidade digital (cassette), que funcionará como memória de massa do terminal, e a um "modem" acústico.

O INPE desenvolveu também uma unidade de memória digital com programação própria, que poderá ser acoplada, como memória secundária, às unidades centrais de processamento.

Ao mesmo tempo, teve início um projeto de construção e padronização de memória a semicondutores para utilização em todos os projetos do programa. Para desenvolver redes de processamento, conclui-se no INPE um sistema de monitoramento de projetos com microprocessadores a serem acoplados ao minicomputador OHP-2116 B, do INPE, e um "modem" de acoplamento acústico a baixa velocidade, que utiliza linhas telefônicas na interligação de sistemas.

A longo prazo, outro projeto visa o desenvolvimento de um novo

"modem", de alta velocidade, cujos controles de circuitos e padronização de vias estão sendo desenvolvidos. A partir daí, os pesquisadores do INPE vão desenvolver normas de integração de sistemas de pequeno porte, com ou sem processamento distribuído, bem como a padronização de protocolos de comunicação em redes de processadores. No momento, o INPE aguarda os resultados de seu pedido de patenteamento para todo o equipamento desenvolvido.

## TECNOLOGIA

Cerca de vinte por cento do equipamento desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais baseia-se em teses apresentadas por alunos dos cursos de pós-graduação do próprio Instituto. A tecnologia de projetos é inteiramente nacional, mas parte do instrumental, alguns componentes, como circuitos integrados e transistores ainda são importados e, o restante, adquirido junto à indústria nacional. Segundo o pesquisador Bergamini, embora já se possa contar com vantagens consideráveis para um empenho no desenvolvimento tecnológico genuinamente brasileiro no setor de atividades espaciais, o nível atingido ainda é modesto em relação aos países mais desenvolvidos.

No entanto, assegura, os sistemas espaciais diferem dos seus semelhantes com fins meramente comerciais. No primeiro caso, o aspecto confiabilidade ou tolerância às falhas tem importância fundamental na construção dos equipamentos. Comercialmente, a maior confiabilidade requerida nas especificações de sistemas espaciais implicam em maior sofisticação tecnológica e custo de desenvolvimento e construção de equipamentos.

# Bastante avançada para meteorologia

As atividades humanas aumentaram de tal maneira, a ponto de fazer surgir uma nova preocupação: a possibilidade de elas estarem, inadvertidamente, modificando o clima atual do globo. E pouco se sabe ainda sobre o clima, principalmente no Brasil, onde não se tem dado muita atenção à Meteorologia, em face da quase ausência de fenômenos catastróficos, como furacões, tornados, chuvas de granizo e outros que, em outros países, chegam a interferir com a própria sobrevivência. Assim, a Meteorologia como ciência surgiu da necessidade que o homem sentiu de se proteger de seu meio ambiente, tentando entendê-lo, prevê-lo, modificá-lo e dominá-lo. A função central da Meteorologia passou a ser, então, a de conseguir prever mudanças do estado atmosférico para atender às necessidades humanas.

Aparentemente, o complexo sistema oceano-atmosfera, evaporação e precipitação, reflexão, absorção e emissão de radiação pela superfície, atmosfera e nuvens, mantém o balanço global de energia quase constante, por meio de processos de realimentação dentro do sistema. No entanto, a delicadeza desse balanço e as consequências de perturbá-lo tornam muito importante o estudo e a reavaliação contínua dos possíveis impactos que as atividades humanas possam exercer sobre o clima, bem como os efeitos de sua modificação sobre a biosfera e o homem.

No Brasil, o impacto da meteorologia sobre o homem é especialmente forte na região Nordeste e na Amazônia, onde ele é apenas tolerado pelo meio ambiente. Os fenômenos são peculiares a essas regiões e precisam ser estudados com o auxílio de todas as técnicas disponíveis. Mesmo no resto do país, a previsão de tempo pode ser melhorada, seja pela introdução de técnicas de observação não convencionais, tais como satélites e radares meteorológicos, seja pela utilização de computadores para a previsão numérica de tempo.

## NO INPE

O trabalho desenvolvido pelo grupo do Departamento de Meteorologia do INPE, ao longo dos últimos anos, em contato permanente com as mais variadas instituições de ensino e pesquisa no país e exterior, e com órgãos internacionais, proporcionaram uma visão razoável e crítica dos problemas da Meteorologia nacional, das tendências e potencialidades de progresso nesse setor. Esta cooperação a nível nacional e internacional é necessária e imprescindível, haja vista que a Meteorologia, como ciência ou como atividade operacional, não pode ser abordada isoladamente.

O Departamento de Meteorologia do INPE conta com um quadro de pesquisadores ativamente dedicados à pesquisa básica e à pesquisa aplicada, com ênfase especial nos aspectos da Meteorologia de maior relevância para o Brasil. Intimamente associado à pesquisa, o Departamento mantém um programa de ensino a nível de Pós-Graduação, objetivando a formação de recursos humanos para o desenvolvimento da ciência no país.

As atividades de pesquisa meteorológica atualmente em desenvolvimento do INPE podem ser resumidas da seguinte forma:

**Meteorologia com Satélites** — atividade que abrange todas as pesquisas no campo de satélites meteorológicos, ligadas principalmente com o sistema APT (Automatic Picture Transmission) e com o sistema VHRR (Very High Resolution Radiometer);

**Meteorologia com Foguetes** — para

estudos da atmosfera acima de trinta quilômetros. Foguetes meteorológicos são lançados, semanalmente, do Campo de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno, em Natal (RN), e do Campo de Provas da Marombaia (Rio de Janeiro), dentro do programa de cooperação internacional entre Brasil, Estados Unidos, França e Argentina, da Rede Experimental Interamericana de Foguetes Meteorológicos;

**Previsão Numérica de Tempo** — atividade que visa a previsão de tempo mais acurada para o Brasil, através de automatização de recepção, tratamento e análise dos dados meteorológicos necessários à previsão de tempo por meio de computadores velozes e de grande memória. Visa, também, estudar a circulação atmosférica por meio de um modelo numérico de circulação geral;

**Estudos Climáticos** — atividade de pesquisa que busca um melhor entendimento da dinâmica dos climas, principalmente das regiões norte e nordeste do país. Dedicar-se também ao estudo do inter-relacionamento do homem e seu meio ambiente;

**Observações Meteorológicas** — O INPE opera um centro de observações da atmosfera utilizando instrumentos convencionais, balões e satélites. Monitora também o conteúdo de ozônio na atmosfera;

**Processamento de Dados** — objetiva o tratamento de informações meteorológicas, a fim de torná-las facilmente utilizáveis em trabalhos de pesquisa;

**Programa Global de Pesquisas Atmosféricas** — O INPE tem colaborado ativamente na participação brasileira no Programa Global de Pesquisa Atmosférica (GARP), sob os auspícios da Organização Meteorológica Mundial e do Conselho Internacional de Uniões Científicas;

**Desenvolvimento de equipamentos** — Vários trabalhos de engenharia já foram concluídos, entre os quais ressaltam-se estações APT e VHRR para o rastreamento de satélites meteorológicos. O objetivo principal dessa atividade é o desenvolvimento experimental de sistemas de observação convencionais (sensores meteorológicos, radiossondas) e não-convencionais (plataformas automáticas de coleta de dados, estações rastreadoras de satélites).

#### FORMAÇÃO

Existe na área de Meteorologia uma grande deficiência de recursos humanos, em número e qualidade. O Departamento de Meteorologia do INPE vem formando pessoal a nível de pós-graduação para a pesquisa e para auxiliar as universidades em seus programas de graduação nessa área. O nível desse Programa de Pós-Graduação tem sido reconhecido, inclusive, pela Organização Meteorológica Mundial, que pediu a abertura desse programa para estudantes da América Latina.

O Instituto de Pesquisas Espaciais, na área de seu Departamento de Meteorologia, oferece vários cursos de alto nível, tais como: CEA-100 Fundamentos de Meteorologia; — Instrumentação Meteorológica; CEA-212 — Meteorologia Termodinâmica e Estática; CEA-330 — Climatologia e Estatística; CEA-210 — Meteorologia Física; CEA-340 — Meteorologia Dinâmica I; CEA-465 — Meteorologia Dinâmica II; CEA-200 — Meteorologia Sinóptica; CEA-320 — Meteorologia Tropical; CEA-470 — Previsão Numérica de Tempo; CEA-402 — Ondas Atmosféricas e Oceânicas; CEA-355 — Micrometeorologia; CEA-480 — Meteorologia Via Satélite; CEA-460 Física de Radiação Atmosférica; e CEA-408 — Meteorologia de Alta Atmosfera.