

espacial



ANO IX - Nº 67

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

NOV/DEZ - 1987

*INPE observa supernova
em cooperação com diversos países*



R376 in ci 0610
.25 FEV 1988 11/03
INPE - SJC BIBLIOTECA

*Pesquisas na atmosfera da Amazônia
apresentam primeiros resultados*



Ministério da Ciência e Tecnologia

INPE — Publicação do Instituto de Pesquisas Espaciais

Diretor Geral

Marco Antônio Raupp

Chefe de Gabinete da Diretoria

José Raimundo Braga Coelho

Diretores

Aydano Barreto Carleial

César Celeste Ghizone

Cláudio Brino

Demétrio Bastos Netto

João Steiner

Márcio Nogueira Barbosa

espacial

Editor:

Ulisses Capozoli

(MTb 18.236/SJESP 5020)

Secretária de Redação:

Fabíola de Oliveira

(MTb 11.402/SJESP 6292)

Redatora:

Carmen Deia M. Barbosa

(MTb 15557/SJESP 8917)

Fotografia:

Beatriz Zacarelli Parreiras

(MTb 14.278/SJESP 8556)

Celso Luiz de Faria

Arte Final:

Carlos Alberto Vieira

José Domingues Sanz

Diagramação:

Hugo Nozaki

Composição e Fotolitos:

JAC Editora Ltda (SJC-SP)

Impressão:

Gráfica do INPE

Correspondência:

Caixa Postal 515 — CEP: 12.201

São José dos Campos-SP- Brasil

Tel: (0123) 22-9977 — Telex: (123) 3530

CAPA Região central da galáxia espiral NEC 1640. Imagem obtida por fotometria CCD e tratada no Sistema de Análise de Imagens Astronômicas do Depto. de Astrofísica do INPE.

espacial

INPE observa supernova em cooperação com diversos países



Pesquisas na atmosfera da Amazônia apresentam primeiros resultados

Um elo para a humanidade

A cooperação internacional na área das atividades espaciais é o assunto principal desta edição do "Espacial". O espaço não tem fronteiras e assim, também a sua utilização não deve ser exclusiva de nenhuma nação, seja ela grande potência ou países no estágio do Brasil — que pela capacitação científica e tecnológica adquirida até o momento, já desponta como parceiro interessante para as nações mais desenvolvidas.

A entrevista com o diretor de Ciências Espaciais e Atmosféricas do INPE, João Steiner, demonstra esta realidade, através dos projetos de cooperação internacional em que esta área do Instituto está envolvida. A observação da supernova de Shelton — um dos principais acontecimentos da astrofísica moderna está levando o Brasil a participar de missões com países como a Itália, Inglaterra e China.

Também, o experimento conjunto entre o INPE e a NASA sobre a atmosfera da Amazônia, que teve início em 1985 — um projeto que envolve mais de 150 pesquisadores brasileiros e norte-americanos — começa a apresentar os seus primeiros resultados que, a médio prazo, poderão trazer respostas científicas sobre o papel da floresta amazônica no clima e atmosfera do planeta.

Desde o início de suas atividades, o INPE teve como parceiros tradicionais os EUA e a França — hoje, conscientes de que a cooperação científica não deve esbarrar em diferenças políticas e ideológicas, buscamos novos parceiros como a União Soviética e a China que, ao longo das últimas décadas, conseguiram implantar sólidos programas espaciais. É, importante que as nações, cada vez mais, busquem no espaço um elo comum de interesse para a humanidade. ■

Pesquisadores do INPE observam a supernova de Shelton

Utilizando a antena de 13,7 metros de diâmetro do Radiobservatório do Itapetinga, em Atibaia(SP), pesquisadores do Departamento de Radioastronomia e Física Solar do INPE vêm tentando detectar radioemissão proveniente da supernova de Shelton ou SN 1987A, na faixa de 22 GHz (microondas). A primeira detecção foi feita dois dias após a descoberta visual da supernova por pesquisadores australianos, que mediram em rádio o equivalente a uma explosão, conforme publicado pela revista inglesa "Nature", de 07 de maio. Essas medidas foram realizadas em faixas de 1 a 8 GHz.

O fenômeno supernova está ligado aos estágios finais de evolução de estrelas que explodem por "queimar" rapidamente os gases que as constituem (hidrogênio e hélio principalmente). Num explosão de supernova, a quantidade de energia emitida pode ser maior que a emitida por todas as estrelas da galáxia juntas.

Fenômeno raro

Segundo o pesquisador-assistente do Departamento de Astrofísica do INPE, Francisco José Jablonski, existem dois tipos de supernova. O tipo I envolve a explosão de uma estrela anã-branca (fria) que tenha ultrapassado o limite de 1,40 vezes a massa do Sol. O tipo II seria, provavelmente, o caso da SN 1987A, que ocorre em estrelas de grandes massas. Cálculos teóricos indicam que a estrela progenitora da SN 1987A teria uma massa cerca de 20 vezes maior que a do Sol. A última explosão de supernova visível a olho nu foi registrada há 383 anos (em 1604), antes da invenção do telescópio.

A importância dessa detecção está na possibilidade da emissão indicar a presença de elétrons relativísticos (com movimentos em velocidade próxima a da luz) que emitem ondas pelo processo síncrotron. Entretanto, serão necessárias observações em outras regiões espectrais para se ter uma idéia mais clara das implicações dessa detecção.

Em frequências mais altas — correspondendo ao infra-vermelho próximo — a supernova de Shelton foi observada em 31 de maio em medidas realizadas durante o dia no Laboratório Nacional de Astrofísica, em Brasópolis (sul de Minas Ge-

rais), pelos pesquisadores Jacques Lépine, da USP, Clemens Gneiding e René Laporte do Departamento de Astrofísica do INPE.

O instrumento utilizado nessas observações foi um fotômetro infra-vermelho construído dentro de um projeto de colaboração científica entre o Instituto Astronômico e o Geofísico (IAG/USP), Observatório de Meudon (França), INPE e Laboratório Nacional de Astrofísica.

Continuação das pesquisas

Paralelamente às observações em rádio, infra-vermelho e ópticas, está sendo elaborada uma série de experimentos para observar os efeitos da explosão da supernova nas faixas de raios-X e gama.

Francisco Jablonski explica que a teoria atual sobre evolução estelar prevê que os elementos pesados (do ferro em diante) foram produzidos em explosões de supernovas. Por este princípio, elementos do próprio corpo humano teriam sido produzidos em explosões desta natureza, sendo o homem, portanto, "cinza de estrelas".

Experimentos para observação da SN 1987A a bordo de balões envolverão a cooperação com grupos de pesquisa de Milão e Frascati (Itália), Japão, República Popular da China e dos Estados Unidos (NASA). O Departamento de Astrofísica do INPE ainda planeja uma experiência em balão para observar a SN em raios gama com instrumentação desenvolvida pelo próprio Instituto.

O objetivo dessa última experiência é verificar a existência de um pulsar como resultado da explosão da supernova. Na nebulosa do Caranguejo (que é o resto da explosão de uma supernova vista pelos chineses em 1054) existe uma estrela muito compacta, chamada de estrela de nêutrons. Essa estrela, um pulsar, gira cerca de 33 vezes por segundo em torno de um eixo de rotação, emitindo pulsos de rádio, raios-X e mesmo luz visível.

"Caso tenha se formado um pulsar no interior da SN 1987A, prevê-se que até o final do ano as condições do material ejetado na explosão já serão adequados para podermos observá-lo", afirma Jablonski. ■

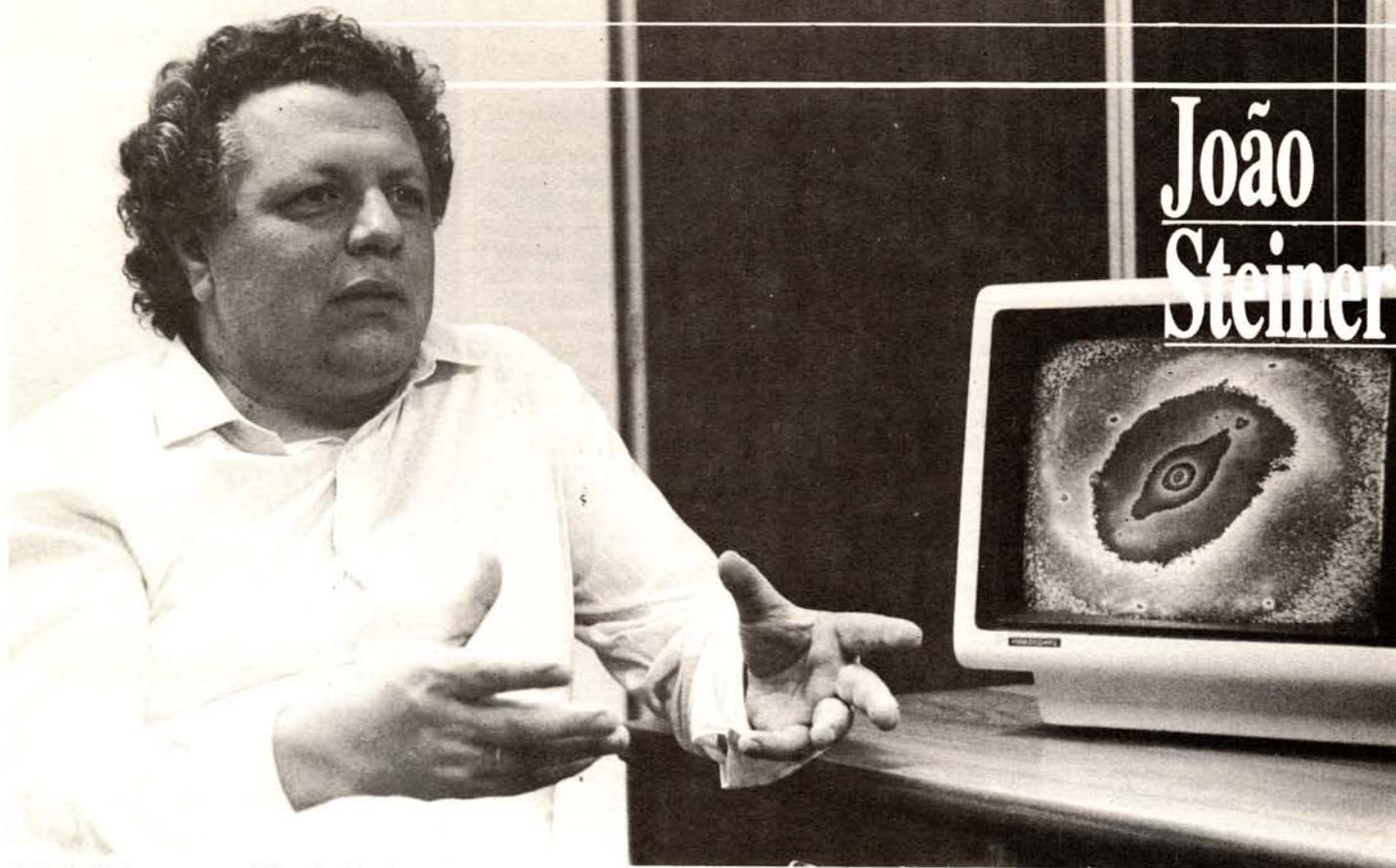


Foto: Bia Parreiras

João E. Steiner e uma galáxia visualizada no SITIM

O Universo como laboratório

Mesmo com o privilégio de ter tido o primeiro observatório astronômico da América Latina, com trabalhos que mereceram citação em trabalhos como os "Principia" de Newton, a astronomia brasileira só retomou um ritmo mais intenso de pesquisas bem recentemente.

No INPE, a área de Ciências Espaciais e Atmosféricas, ao ampliar e se decidir pela consolidação do departamento de astrofísica contribui para o desenvolvimento imprescindível dos trabalhos nesta área, na avaliação de João Steiner, diretor dessa divisão. A astrofísica, interpreta Steiner, "é hoje um campo extremamente dinâmico, com a proposta de enxergar o Universo como um laboratório". Em entrevista ao Espacial, Steiner fala dos trabalhos que estão sendo feitos em relação à supernova de Shelton, os projetos de colaboração científica, a informatização das pesquisas na Antártida e outros trabalhos de ponta para a ciência no Brasil.

A área de Ciências Espaciais e Atmosféricas anteriormente não incluía a astrofísica. O que muda com esta introdução?

Bem, havia a astrofísica, ligada à radioastronomia e física solar além de um grupo na área de alta energia. Agora estamos tratando de estruturar um departamento de forma mais consistente. O objetivo é que haja no Inpe um departamento forte para pesquisa de fronteira na área de astrofísica, já que a instituição é a mais importante e de maior porte na área espacial na América Latina. A astrofísica é hoje um campo extremamente dinâmico com a proposta de enxergar o Universo como um laboratório e tem um futuro bastante promissor.

Na realidade, o Inpe teve desde o seu início uma proposta de fortalecimento no setor de astronomia, que não foi concretizada devido à falta de pesquisadores. É preciso não esquecer que o primeiro departamento de astronomia no Brasil foi o Instituto Astronômico e Geofísico da USP (IAG) criado só em 1971, quando o Inpe já estava a pleno vapor. Com a maturidade que já tem e a posição que ocupa na América Latina é então praticamente uma obrigação do Inpe um desenvolvimento maior nesta área.

A Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), da qual o Inpe participa com o desenvolvimento de satélites, sem dúvida abre espaço adicional para uma ampliação da cooperação internacional. Em relação ao Inpe o que já existe nesta área e quais as perspectivas futuras?

A MECB já tem o mérito de estimular, por exemplo, uma colaboração mais estreita com a Argentina, que deverá testar no nosso Laboratório de Integração e Testes (LIT) o satélite que está desenvolvendo. A previsão dos argentinos é que o satélite será lançado em 1992, então, por volta de

1990 deverão estar acontecendo mais intensamente as interações neste sentido. Este satélite deverá ser levado ao espaço por um lançador norte-americano, que a Nasa vai oferecer.

É no âmbito dos satélites científicos, na realidade, que as perspectivas são mais interessantes. Existem contatos com a Nasa para a construção conjunta de um satélite científico, o mesmo acontecendo com relação à própria Argentina, com quem também poderemos fazer um trabalho comum. Os satélites científicos são uma área especialmente promissora para a colaboração internacional por estarem livres da proteção que envolve projetos comerciais ou militares e beneficiam-se do desejo comum da comunidade científica de ampliar colaborações internacionais. A proposta de cooperação internacional do Inpe também atraiu outros países além dos Estados Unidos e Argentina. A Alemanha Ocidental e o Japão são dois outros interessados, sem falar da China, que já demonstrou desejo de desenvolvimento conjunto de um satélite de sensoramento remoto.

Para o desenvolvimento da astrofísica, não se pode prescindir de trabalhos ópticos. O telescópio de 1,60m do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), em Brasópolis, consegue dar vazão aos trabalhos que estão sendo realizados no País ou ele já está saturado?

Realmente, o tempo do observatório em Brasópolis está saturado e nós precisamos de uma alternativa. Existe um projeto proposto por pesquisadores de diversas instituições, entre elas o Inpe, submetido à Finep para aquisição de um telescópio de 3 metros. A comunidade astronômica cresceu muito nesta última década, principalmente na área de instrumentação e observacional e então já enfrentamos limitações a nível material. No Brasil, no entanto, temos dificuldades com áreas para a instalação de um novo equipamento. Assim, a melhor localização para nós seria nos andes chilenos. Os sítios chilenos são muito melhores que os nossos e inclusive mais convenientes do ponto de vista financeiro.

Mas não teríamos custos elevados como, por exemplo, transporte de pessoal para o Chile?

Na realidade, estes gastos com transportes representam uma parcela muito pequena das despesas, de maneira que, se considerarmos os investimentos totais que devem ser feitos para a construção de um observatório astronômico os sítios chilenos continuam sendo mais convenientes do ponto de vista de retorno do investimento.

O departamento de astrofísica produziu, um soft para trabalhos específicos na área. Qual foi o trabalho realizado e que perspectivas ele traz?

Nós dispunhamos, no Inpe, de softwares para trabalhos na área de sensoriamento remoto, que envolvem pequenas faixas dinâmicas, com oito bits de informações. Éramos carentes destes softwares para a astrofísica onde as faixas dinâmicas são muito maiores, na faixa de 16 bits. Então, num trabalho feito por dois pesquisadores do departamento, Ivo Busko e Clemence Gneiding, se produziu o software necessário para

estas faixas dinâmicas maiores. Esta criação vai permitir então que se abra muito o leque de acesso a dados internacionais de análise de dados. Sem ele não teríamos como assegurar a posse destes dados e processá-los. Então, este é um trabalho básico não só para os pesquisadores do Inpe, mas para toda a comunidade científica nacional que trabalha na área. Além disso, este soft pode ser comercializado pelo Inpe para operar em qualquer ambiente que tenha grande faixa dinâmica.

Em relação à supernova de Shelton, detectada em fevereiro passado e que transformou num dos principais objetos de estudo da astronomia o que está sendo preparado em termos de pesquisa? Esta estrela não está apresentando uma série de características que não eram previstas pela teoria de evolução estelar?

Nós vamos lançar cinco balões com instrumentação para observação da supernova. O primeiro destes balões deve subir no final de setembro e o restante até o final do ano. Um destes lançamentos será do próprio Inpe, três em associação com outros países — Itália, Inglaterra, China — e um quinto será um lançamento acertado entre a Unicamp e o Japão. Neste último caso vamos atuar apenas como uma agência prestadora de serviços para terceiros. Além destes lançamentos de balões continuamos tentando detectar emissões da supernova a partir do radiobservatório do Itapetinga, em Atibaia, e há ainda os trabalhos ópticos que são feitos a partir do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) de Brasópolis.

A estrela inicialmente deverá ser mais "transparente" em raios-gama, e por isto é que vamos lançar balões com instrumentação nesta área. A medida em que a densidade deste envoltório for diminuindo, aumentam as chances de se ver o que ficou no interior da estrela. Por enquanto há controvérsias nesta área. Para alguns teria-se formado um pulsar, como aconteceu, por exemplo, com a supernova que deu origem ao que é hoje a nebulosa de Caranguejo, na constelação de Touro. Dentro desta tese há quem especule inclusive com o período de pulsação, que seria de 8,9 milissegundos. Os que defendem esta posição consideram que os neutrinos detectados na Terra (pelo Japão, Estados Unidos e União Soviética) têm intervalos deste tipo. Pessoalmente, eu não acredito nisto. Outros no entanto não acreditam que o pulsar nem tenha se formado tal como aconteceu com a supernova de Cassiopeia.

Esperamos ter sorte com os nossos lançamentos para, assim, obtermos informações adicionais na montagem deste quebra-cabeças. Vamos fazer os cinco lançamentos mas pode ser que não consigamos nenhum resultado prático. A Nasa, por exemplo, já realizou seis lançamentos, na Austrália, sendo que, destes, quatro acabaram em insucesso.

De qualquer maneira, o que já se sabe até agora já não contribui para um certo reajuste da teoria de evolução estelar?

O que eu acho é que já existe uma série de dados fazendo com que a teoria seja repensada com uma precisão muito maior. Neste sentido, então, a teoria está sendo reformulada, para entendermos a explosão de uma supernova muito melhor que



antes. A primeira destas curiosidades é que o que explodiu foi uma supergigante azul e não uma supergigante vermelha, como se esperaria.

Isto significa, por exemplo, que a partir de agora deveremos vigiar com muito mais atenção o comportamento das supergigantes azuis, levando em conta a possibilidade delas transformarem-se em supernovas?

Bem, eu não diria exatamente isto, mas agora nossos cálculos têm que considerar previsões mais amplas. Um segundo fato

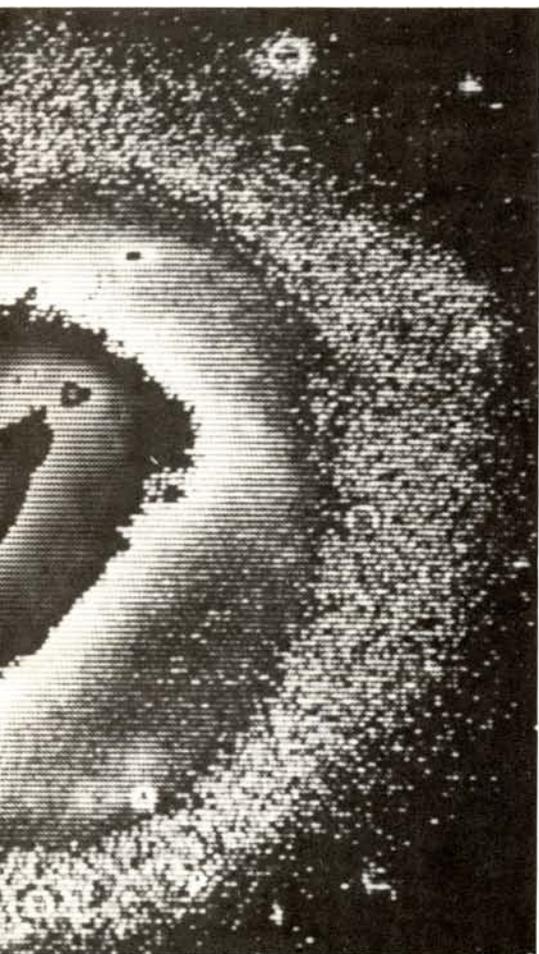


Imagem de galáxia digitalizada no SITIM



interessante e nesta direção, inclusive, diz respeito ao brilho da supernova, menor que o previsto inicialmente. Isto não significa que a teoria esteja errada, mas apenas que só enxergamos as supernovas mais luminosas, o que conduz à conclusão de que então as supernovas são fenômenos muito mais comuns do que supúnhamos.

Mas o fato de ser uma supergigante azul e não vermelha já não reformula algo na teoria?

Não exatamente. Eu diria que realmente temos que abrir um pouco mais o leque e que a teoria básica está correta.

Eu acrescentaria que a tecnologia moderna e a distância relativamente pequena da supernova de Shelton (a mais próxima que se pode observar explodiu em 1604, quando nem a luneta havia sido inventada) vai permitir um conhecimento inédito em torno de supernovas. Hoje observamos em Raios gama, Raios-X, infravermelho, óptico, infravermelho próximo e distante, rádio e detectamos neutrinos. A simples detecção de neutrino, na realidade, já é um passo extremamente importante, confirmando o processo Urca, elaborado pelo cientista brasileiro Mário Schenberg, e o soviético George Gamon envolvendo explosão de supernovas. Além disso, sabemos a magnitude da progenitora, a estrela que originou a supernova, a cor etc. Quer dizer então que a quantidade de dados disponíveis é fantástica e isto seguramente vai nos assegurar montar melhor este quebra-cabeças, permitindo a compreensão dos detalhes. Entre os dados que pretendemos observar para especificar esta compreensão estão não apenas o pulsar, mas também a emissão sincrotron, e um dado ainda não observado até agora: a geração dos elementos químicos, que segundo prevê a teoria (com exceção do hidrogênio e do hélio, produzidos pelo "big bang") são gerados no interior da fornalha nuclear. Neste processo há formação de elementos estáveis e instáveis. Estes últimos decaem emitindo radiação gama que é o que pretendemos detectar com ajuda de balões. Está todo mundo correndo atrás destes resultados, mas até agora não se conseguiu nada.

A observação da supernova pode trazer resultados capazes de deslocar algumas fronteiras atuais da Ciência, particularmente na área de física de partículas, por exemplo?

Eu não diria que ela vai nos revelar algum quadro revolucionário, mas trará, certamente, uma contribuição significativa. O fato de já ter sido detectado o processo Urca, por exemplo, é extremamente importante.

Que áreas de trabalho o Inpe pretende estimular em astrofísica?

Vamos trabalhar em duas direções básicas: satélite científico para astrofísica de Raios-X e análise de imagens a serem obtidas pelo telescópio espacial norte-americano. (Hulbre). No primeiro caso pretendemos lançar um satélite mas ainda não temos data marcada para isto. Observaremos com ele, uma série de fenômenos de alta energia relacionados com estrelas de nêutrons, buracos negros, quasares etc. Já no caso de análise de imagens pretendemos ter um arquivo de dados coletados por telescópio espacial e que nos serão fornecidos gratuitamente. A nossa despesa será apenas de natureza operacional. O telescópio espacial vai nos fornecer algo como um terabyte de informação ao ano.

O que deve representar este seminário recente envolvendo plasma espacial e que pela primeira vez acontece no Brasil?

Bem, eu penso que esta área de física de plasma espacial, de ciência espacial de forma geral no Brasil ainda é muito pouco explorada, bem menos que as potencialidades com que contamos, inclusive em rela-

ção a outras áreas da Ciência. A astronomia no Brasil tem um desenvolvimento muito recente, de não mais que 15 anos. Quando surgiu esta idéia do simpósio de plasma espacial muita gente pensou que seria apenas um workshop reunindo uns poucos. No entanto, o simpósio foi um sucesso e surpreendeu a própria comunidade científica, que acabou percebendo tratar-se de um algo mais. Os organizadores surpreenderam-se com o número de inscrições, que chegou perto de 150 pessoas. Para o Inpe é muito importante este resultado, capaz de estimular a colaboração científica inclusive a nível nacional. O Inpe não pode crescer indefinidamente na formação de recursos humanos. Temos que trabalhar para suprir necessidades que não estão asseguradas em outras instituições.

Na realidade, a área espacial foi o embrião do Inpe. A partir daí é que se surgiram meteorologia, sensoriamento remoto, etc. Tem gente que ainda hoje diz: "mas estes setores acabaram crescendo mais que o núcleo original". Eu digo então que isto é muito bom, pois revela a potencialidade da pesquisa básica. O importante é perceber isto, que a fertilidade é inerente à boa pesquisa básica.

É curioso pensar no desenvolvimento tão recente para astronomia no Brasil, quando se leva em conta, entre outros pontos, que tivemos o primeiro observatório astronômico da América Latina.

Isto talvez se deva às nossas origens sociais. Historicamente o Brasil não tem pesquisa científica. Quando é que começaram as pesquisas aqui? A data normalmente aceita é 1934, com a criação da Faculdade de Filosofia da USP. Foi aí que deu o estalo. É tudo recentíssimo. A partir daí algumas áreas foram privilegiadas como energia nuclear, pesquisa de raios cósmicos etc, com professores que vieram do Exterior. A segunda geração é que começou por exemplo a área de física sólida que hoje reúne no Brasil perto de 600 doutores. A Ciência brasileira é recente mesmo se comparada a outros países da América Latina como Argentina, Chile e México. O Brasil no passado, sempre esteve atrás, ainda que hoje esteja à frente, na América Latina.

A pesquisa científica tem uma relação íntima com a economia. Quando a economia vai bem geralmente há dinheiro. Mas, como comportar-se nos momentos de crise?

Certamente, em tempo de vacas gordas tudo é mais fácil. Em épocas de crise, no entanto, a situação complica-se e aparecem os riscos de cortes, porque a Ciência ainda é considerada pela nossa sociedade como uma atividade de modo geral, supérflua.

Em termos de Antártida, qual as perspectivas futuras para o trabalho do Inpe?

O Inpe engajou-se no programa antártico brasileiro logo no primeiro momento, em estudos de ionosfera, e posteriormente com o ozônio, radioatividade natural, etc.. Nossa estratégia agora é trabalhar com estações para a coleta de dados e transmissão via satélites.

INPE e NASA

estudam a influência da Amazônia no clima e atmosfera

Temas sobre a atmosfera terrestre, que têm preocupado a comunidade científica mundial, poderão, dentro de poucos meses, receber importantes contribuições para seu esclarecimento na região tropical com os resultados que se esperam obter através de experimento científico realizado por 160 pesquisadores do INPE, da NASA (EUA) e de universidades brasileiras e norte-americanas. O projeto, cuja segunda etapa de 45 dias foi concluída no último dia 16 de maio, tem como objetivo principal estudar a influência da floresta tropical no clima sobre dois aspectos fundamentais: a influência da Amazônia na composição química da atmosfera, através da obtenção de in-

formações quantitativas sobre as fontes e sumidouros de importantes gases e aerossóis na Bacia Amazônica brasileira e seu transporte para a atmosfera regional e global, e a floresta como fonte de calor para a circulação geral da atmosfera.

A primeira fase do Experimento da Troposfera Global na Camada Limite sobre a Amazônia na Amazônia (GTE/ABLE2) foi realizado em julho de 1985, durante a estação seca na floresta amazônica. Na segunda etapa, iniciada em 1º de abril de 1987, os pesquisadores se dedicaram à pesquisa da composição química e da dinâmica da atmosfera sobre a Amazônia durante a estação chuvosa. Desta forma, esperam poder comparar as emissões naturais de gases produzidos pela floresta, tanto na estação seca como no período de chuvas, e também identificar emissões resultantes de fontes antropogênicas na região e transportes de gases oriundos de outras localidades.

Oportunidade única

Acredita-se que florestas tropicais úmidas sejam fontes e sumidouros extremamente importantes nos balanços químicos da atmosfera global e a Amazônia brasileira é a maior destas regiões. Desta forma, o experimento GTE/ABLE2 surgiu a partir de discussões mantidas entre cientistas do INPE e da NASA em 1983/1984, os quais reconheceram a oportunidade que se apresentava para a realização de um projeto conjunto num tópico de grande interesse

para a comunidade científica.

Para a efetivação do projeto o INPE e a NASA assinaram um acordo bilateral de cooperação científica, dentro do qual os pesquisadores de ambas as instituições têm mantido um estreito intercâmbio desde a primeira fase do GTE/ABLE2 na Amazônia. A NASA, com auxílio de uma aeronave de pesquisa, conduziu grande parte dos experimentos de química atmosférica, e também participou com medidas meteorológicas de meso-escala (100 km) e micro-meteorológicas. Já o Brasil realizou medidas meteorológicas de grande escala (escala da Bacia Amazônica), medidas micrometeorológicas, experimentos com química das águas de chuva, medidas de radônio e aerossóis a bordo da aeronave de pesquisa e medidas de ozônio. O Ministério da Aeronáutica, através da TASA, DEPV e IAE, prestou uma grande contribuição ao apoio logístico e administrativo para as operações do experimento.

Durante as duas expedições realizadas pelo INPE e NASA à Amazônia, foram medidos fluxos de espécies químicas naturalmente emitidas a partir das distribuições de concentração e de medidas diretas, utilizando instrumentos de resposta rápida para as espécies químicas de interesse (óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, ozônio, hidrocarbonetos leves e compostos de enxofre reduzido). Essas medidas foram tomadas a bordo do avião quadrimotor Lockheed Electra, da NASA, especialmente modificado para pesquisa desta natureza — um completo e sofisticado laboratório atmosférico aéreo. Para auxiliar a interpretação dos resultados, medidas de fluxo foram realizadas em locais selecionados na superfície e sobre rios, além de medidas meteorológicas tomadas a partir de torres micrometeorológicas na floresta, balões cativos e radiossondas carregadas por balões até a alta troposfera.

Resultados da primeira missão

Em maio de 1986, os pesquisadores que participaram da primeira fase do GTE/ABLE2 apresentaram seus trabalhos em encontro da União Americana de Geofísica em Baltimore (Maryland/EUA), onde o Brasil esteve representado por seis cientistas. A análise dos dados coletados na primeira expedição, em 1985, revelou que a floresta tropical amazônica, de fato, exerce grande influência na composição química da atmosfera.

No Brasil, estes resultados foram divulgados em reunião de trabalho do GTE/ABLE2, realizada entre cientistas brasileiros e norte-americanos no INPE, em São José

Medidor de radônio instalado a bordo do Electra da NASA

dos Campos, entre 3 e 7 de fevereiro de 1986. O relatório final da reunião apresentou as seguintes constatações:

I. Fontes e sumidouros biológicos

1) Os solos tropicais da Bacia Amazônica são fontes naturais significativas de CH_4 (metano), NO_2 (dióxido de nitrogênio) — gases contribuintes do “Efeito Estufa” — e NO (monóxido de nitrogênio), importante para as reações na atmosfera. Os solos úmidos das florestas tropicais do mundo podem contribuir com cerca de 50% de NO_2 do planeta. As planícies de inundação podem contribuir com até 30% do CH_4 emitido pelas terras úmidas naturais.

2) A copa da floresta tropical é uma fonte importante de gases de enxofre reduzido que contribuem consideravelmente para o ciclo global de enxofre. As florestas os produzem tanto quanto os oceanos.

3) As florestas tropicais são um forte sumidouro de ozônio atmosférico. As concentrações de ozônio medidas na Reserva de Ducke (próxima a Manaus), durante o ABLE2 foram as mais baixas encontradas até hoje no mundo.

II. Influência das queimadas na qualidade do ar

1) As queimadas tiveram influência profunda na qualidade do ar sobre a Amazônia à medida que a estação seca foi se estabelecendo. Houve um acréscimo de cerca de 10 vezes nas concentrações de material particulado, CO (monóxido de carbono), NO e O_3 (ozônio) comparadas com valores medidos no início do experimento antes do princípio da estação.

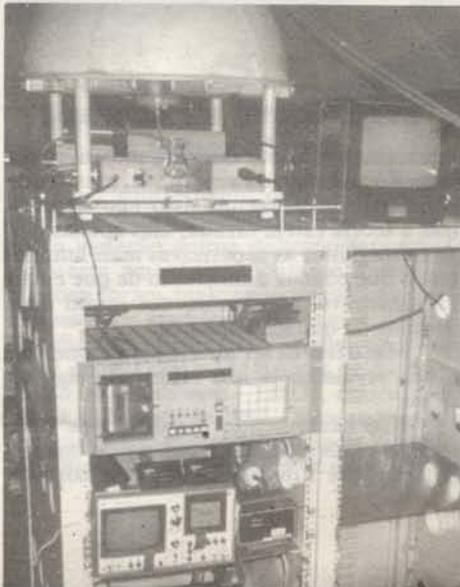
2) O anticiclone, que normalmente se estabelece no Brasil Central na estação seca, provocou uma mudança nas configurações do escoamento atmosférico, resultando em ventos predominante do sudeste. Esses ventos transportam as emissões das queimadas do sul da bacia para a região central onde o experimento foi conduzido.

3) Dados de satélite analisados no INPE mostraram um aumento de cerca de 20 vezes na área de fumaça produzida por queimadas após o início da estação seca.

4) Ao nível do solo e a milhares de quilômetros das queimadas, o material particulado inalável sofreu um acréscimo de cerca de 300% durante as queimadas, chegando a níveis encontrados em grandes cidades.

III. Dinâmica da atmosfera

1) O aquecimento do ar sobre a floresta tropical durante o dia provoca inversão de temperatura que resulta no aprisionamento dos gases produzidos pelos solos e árvores. Ao anoitecer, o resfriamento das copas de-



vido à perda de calor para o espaço, aumenta os movimentos verticais ascendentes dentro da floresta que transportam as emissões para fora.

2) Correntes de vento de até 100 km/h foram notadas a baixas altitudes acima da floresta.

3) A rugosidade aerodinâmica da superfície da floresta produz movimentos ascendentes de ar úmido que são importantes na geração de chuva.

IV. Aeronave da NASA

1) O uso de instrumentos a laser na aeronave Electra da NASA produziu, pela primeira vez, mapas contínuos de concentrações de CO, O₃ e material particulado sobre toda a Bacia Amazônica. Os lasers detetaram e mapearam extensas camadas de névoa seca que ocorrem na média troposfera sobre milhares de quilômetros quadrados. Essas camadas de névoa e altas concentrações de CO e O₃ associadas a ela, aumentaram com as queimadas.

2) Tempestades são os mecanismos principais que redistribuem os gases atmosféricos. Os gases próximos à copa e nas baixas camadas são transportados para altitudes maiores onde podem causar impacto na composição química da atmosfera global. Por outro lado, o ar da alta troposfera, rico em ozônio, é trazido para baixas altitudes onde influencia a qualidade do ar próximo ao chão. Essas tempestades movem os gases com velocidades de até 100 km/h. A aeronave da NASA mapeou pela primeira vez as mudanças dramáticas da distribuição vertical de O₃ e CO produzidas por essas tempestades.

A partir do início de 1988 os cientistas associados ao GTE/ABLE 2 irão participar de diversas reuniões para discussão dos resultados preliminares e publicação de trabalhos conjuntos sobre a análise dos dados das missões na Amazônia.

Durante este segundo semestre de 1987, os pesquisadores do INPE envolvidos no programa, estão se dedicando à análise dos dados coletados para poder apresentar suas primeiras conclusões no princípio do próximo ano.

Dentro dos projetos desenvolvidos pelo INPE no GTE/ABLE 2, alguns resultados já começam a ser alcançados pelos pesquisadores e os mais significativos, até o momento, são os seguintes:

1

Perfis de concentração de radônio na atmosfera da Amazônia

Os pesquisadores deste projeto utilizaram um medidor de radônio, desenvolvido pelo INPE, que foi instalado a bordo do avião Electra, da NASA. Este medidor é capaz de medir, em tempo real, as concentrações de radônio na troposfera, o que não é possível com instrumentos convencionais.

O radônio — componente minoritário da atmosfera — é um gás nobre radioativo natural, produzido por toda superfície terrestre não coberta (p. ex., por gelo e água). É inerte, ou seja, não tem nenhuma reação química na atmosfera, e permite o estudo de todos os outros componentes minoritários naturais, preenchendo condições ideais



Equipe da NASA durante a primeira expedição do GTE/ABLE2 — ao fundo o avião Electra utilizado no experimento

Resultado surpreendente

Um dos principais resultados alcançados pelos pesquisadores na análise dos dados do GTE/ABLE2 até o momento, se refere à constatação de que as folhas da copa da floresta amazônica não fazem fotossíntese durante um certo período do dia (mais ou menos entre 12 e 18 horas). Normalmente, toda planta sintetiza gás carbônico (CO₂) e libera oxigênio (O₂) fazendo, desta forma, a fotossíntese. Ocorre que a Amazônia está exposta a praticamente 12 horas diárias de sol e nos dias mais secos

e de radiação solar mais intensa, a atmosfera exige uma taxa de transpiração que as plantas não conseguem manter. Além do mais, o sistema radicular de grande parte das árvores na Amazônia é muito superficial e o solo da chamada floresta de "terra firme" retém pouca umidade. Com esses fatores, as árvores não têm de onde extrair toda a água necessária para atender a demanda da atmosfera.

Para evitar a perda de água durante as horas de sol mais forte, os estômatos — orifícios das folhas por onde se processam as trocas gasosas — se fecham. Como consequência, aumenta o nível de CO₂ na floresta e decresce a produção de oxigênio, aliado ao fato de que à noite as plantas voltam a respirar, consumindo mais oxigênio. Somente esta constatação científica desmistifica a antiga crença de que a Amazônia seria o pulmão do mundo.

Análise dos dados da 2ª expedição à Amazônia

para um traçador atmosférico. Também se presta ao estudo de outros componentes como traçador de elementos radioativos e poluentes artificiais.

Na segunda missão do GTE/ABLE 2, este projeto se dedicou à pesquisa da variação e correlação de elementos minoritários da atmosfera, com fluxos verticais e horizontais na troposfera. Ou, em outras palavras, um conhecimento mais detalhado da origem destes elementos, dos seus mecanismos de transporte e remoção na atmosfera. Para tanto, espera-se poder quantificar fluxos verticais na atmosfera, empregando o traçador radônio. Paralelamente, foi realizado o estudo da variação longitudinal no território amazônico, relacionada com as diferentes taxas de produção de radônio na superfície (ex: maior ou menor cobertura florestal, influência das zonas ala-

gadas, etc.). Estes dados serão úteis para as pesquisas de outros grupos sobre os elementos minoritários na atmosfera.

O pesquisador Ênio Bueno Pereira, coordenador do projeto, afirma que, de uma maneira geral, os resultados de perfis verticais de concentração de radônio têm mostrado que os fluxos verticais na troposfera amazônica são extremamente importantes, comparados com regiões de latitudes mais altas. Observou-se que a concentração de radônio na Amazônia não diminui com a altitude, como era esperado caso não houvessem fluxos verticais intensos. Esses movimentos convectivos ocorrem na estação chuvosa na floresta. Ênio acredita que a originalidade deste trabalho reside justamente na possibilidade de se quantificar — empregando uma nova metodologia — esses fluxos verticais provocados pelas turbulências da estação chuvosa.

Participam deste projeto, além do coordenador, o pesquisador Daniel J. R. Nordemann e os engenheiros eletrônicos Ailton Takashima e Silvio Mantelli Neto, do Depto. de Geofísica e Aeronômica do INPE.

2

Físico-química da precipitação úmida na floresta amazônica

Este projeto foi executado nas estações secas de 1985 e 1987 e na chuvosa de 1987. Os pesquisadores realizaram coletas de

água de chuva (sobre e sob a copa das árvores), água da região saturada do solo (entre 24 cm e 2m de profundidade), amostras de solo (superficial e alguns perfis) e serrapilheira (matéria orgânica em decomposição depositada sobre o solo). As amostras de chuva sobre a floresta foram obtidas com um coletor instalado na torre micrometeorológica a 42 metros de altura, localizada na Reserva Ducke, do Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA) próxima a Manaus.

Segundo a pesquisadora Lycia Moreira Nordemann, coordenadora do projeto, os objetivos deste trabalho se concentram na compreensão do ciclo de nutrientes na floresta, que inclui o estudo da entrada de minerais pela atmosfera, sua reciclagem pela floresta e a saída dos minerais nos cursos d'água. O que se quer saber é qual o papel da floresta na reciclagem de minerais, bem como no ciclo de nutrientes, já que os solos na Amazônia em geral são pobres e as árvores se nutrem com os minerais da superfície. A análise das amostras coletadas deverão indicar o comportamento dos elementos na reciclagem de nutrientes, assim como sua participação no ciclo de nutrientes. Esses resultados poderão, em princípio, ajudar no conhecimento dos padrões de equilíbrio de nutrientes responsável pela manutenção da floresta.

A análise dos elementos químicos coletados está sendo realizada através dos seguintes métodos: 1) absorção atômica para sódio (Na), cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg), utilizando espectrômetro de absorção atômica do Depto. de Combustão e Propulsão do INPE, em Cachoeira Paulista; 2) cromatografia de íons (líquida) para cloreto (CL⁻), sulfato (SO₄²⁻) e nitrato (NO₃⁻), atualmente realizada com equipamento do Instituto de Geociências (USP); 3) método potenciométrico (eletrodo de íons seletivos) para amônia (NH₄⁺), com instrumentos do grupo de Geoquímica Ambiental do INPE.

A pesquisadora Cristina Forti participa do projeto que é tema de sua tese de doutorado. Também participaram Clóvis Monteiro do Espírito Santo e Olga Maria Daneilon, do grupo de Geoquímica Ambiental.

3

Contaminação da atmosfera por queimadas

Imagens do satélite meteorológico NOAA, recebidas e processadas pelo INPE, foram utilizadas na primeira expedição do GTE/ABLE 2 durante a estação seca de 1985 na Amazônia. O objetivo foi verificar a contaminação da atmosfera por queimadas que ocorreram longe do experimento, no sudeste do Pará e norte do Mato Grosso. O pesquisador Alberto W. Setzer, do Depto. de Meteorologia e responsável por essas observações, constatou que toda a fumaça provocada pelas grandes queimadas daquele ano foi transportada por milhares de quilômetros até a região do experimento. Foram realizadas observações com dados meteorológicos de radiossondagens para determinar as trajetórias da fumaça, que causou camadas de névoa seca na região do experimento. Assim, os poluentes medidos durante a estação seca foram transportados dos locais onde havia ocorrência

8 ■ espacial



Balão cativo da NASA na Reserva de Ducke, próxima a Manaus

de queimadas — aí estavam incluídos monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), ozônio (O₃) e NO (óxidos de nitrogênio). Sem a utilização das imagens de satélite seria impossível determinar a origem desses poluentes sobre a floresta amazônica — e este tema, por sinal, foi desenvolvido na tese de mestrado de Marcos C. Pereira, do INPE.

As observações também foram realizadas durante a estação chuvosa quando, pela ausência de queimadas, não houve praticamente nenhuma interferência do gênero no período entre abril e maio de 1987. Atualmente, os dados de queimadas coletados até o momento estão sendo quantificados por pesquisadores do Depto. de Meteorologia.

4

Caracterização química de aerossóis na Amazônia

Para a realização desse experimento foram utilizados, nas duas expedições do GTE/ABLE 2, filtros especiais e compactadores em cascata para coleta dos aerossóis. Esses instrumentos foram instalados a bordo do Electra da NASA e no solo da floresta. A finalidade do projeto é conhecer a origem dos aerossóis sobre a Amazônia — se são de origem local ou não — e, no caso da primeira hipótese, descobrir

qual a sua fonte.

Os aerossóis naturais vêm do solo, oceanos, reações fotoquímicas e de fontes extra-terrestres, e os artificiais são originários de atividades industriais e queimadas. Até a realização desse experimento, havia dúvidas sobre como a floresta poderia contribuir na produção de aerossóis. Com a análise das amostras coletadas na expedição de 1985, foi possível concluir que a floresta é a principal fonte de aerossóis finos e grossos da região amazônica. As amostras coletadas durante a estação chuvosa ainda estão em fase de análise gravimétrica, por emissões de raios X, microscopia eletrônica e microscopia a laser.

Participam desse experimento os pesquisadores Alberto W. Setzer (INPE) e Paulo Eduardo Artaxo Netto, do Instituto de Física da USP.

5

Medidas de temperatura e vapor d'água

Com equipamento padrão de radiossondagem este experimento realiza o estudo da variação diurna da troposfera sobre a floresta amazônica. Durante a estação chuvosa foram realizados lançamentos de radiossondas em 6 locais diferentes, 4 vezes por dia nos chamados horários sinóticos (0:00, 6:00, 12:00 e 18:00 horas pelo tempo médio de Greenwich - TMG), entre 13 de abril e 13 de maio de 1987. Os locais escolhidos envolvem quase toda a Bacia Amazônica, uma área de 4 milhões de quilômetros



Torre
micrometeorológica
de 45 metros,
instalada na
Reserva de Ducke

quadrados, incluindo Belém (PA), Boa Vista (RR), Letícia/Tabatinga (Colômbia e Amazonas), Vilhena (RO), Alta Floresta (MT) e próximo a Manaus (60 km ao norte).

Foram tomadas medidas de temperatura, vapor d'água (ou umidade), ventos e pressão, a partir da superfície e até 20 km de altitude. Para Carlos Afonso Nobre, pesquisador do INPE responsável pelo projeto, essas medidas têm relevância para o experimento GTE/ABLE 2 como um todo, pois com elas será possível estimar o escoamento do ar na grande escala da Bacia Amazônica. Também se poderá estimar movimentos verticais — ascendentes ou descendentes — que são importantes para se ter idéia do transporte vertical de espécies químicas entre a superfície e os altos níveis da troposfera até a estratosfera (camada da atmosfera acima da troposfera) e vice-versa.

Como primeiro resultado desta pesquisa já foi possível constatar uma surpreendente frequência de linhas de cúmulo-nimbo (instabilidade) que se propagam de leste para oeste, desde a costa nordeste da América do Sul até o oeste da Amazônia algumas vezes. Essas linhas têm origem na circulação da brisa marítima diurna, que se forma entre 14 e 17 horas junto à costa e tem velocidade de propagação de 30 a 50 km por hora. Estudos teóricos realizados sobre essas ondas na atmosfera coincidem com as constatações agora obtidas em campo, que também demonstraram a alta frequência dessas linhas durante a estação chuvosa.

No momento os pesquisadores envolvidos no projeto estão trabalhando na cor-

reção dos dados obtidos na expedição. Além de Carlos Nobre, participam do experimento, Sérgio Calbete Rosa e Marcos da Costa Pereira, do INPE; o pesquisador Pedro Dias, do Instituto Astronômico e Geofísico (IAG/USP); pesquisadores da Universidade Federal do Pará, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Fundação Educacional de Bauru (SP); e mais 50 especialistas do DEPV (Min. da Aeronáutica).

6

Medidas de ozônio, monóxido de carbono e radiação ultravioleta

Para medidas do gás ozônio (O_3) de superfície — do solo até em torno de 1,5 metro — esse experimento utilizou um instrumento de absorção de radiação ultravioleta. As medidas, realizadas nas duas expedições do GTE/ABLE 2, foram contínuas permitindo o estudo de variação temporal com boa resolução e variações diurnas, sazonais e transientes de curta duração. Nesse projeto também foram feitas medidas de perfis verticais de ozônio, utilizando sondas de ozônio em balões que medem "in situ", conforme ascendem, a concentração de O_3 e a transmite para um receptor de rádio em terra. Com as medidas de ozônio de superfície já foi possível observar que a concentração média desse gás na floresta amazônica é muito pequena se comparada com outros ecossistemas do país. Quanto aos perfis de ozônio, também observou-se que a concentração em toda a troposfera da Amazônia é bem menor (fator de 2) do que a observada em Natal (RN), por exemplo, única estação do mundo onde estão sendo feitas medidas de perfis de O_3 na região tropical.

O pesquisador Volker Kirchhoff, do Depto. de Geofísica e Aeronomia do INPE e coordenador deste projeto, afirma que estes resultados já eram esperados pelos cientistas, pois durante a estação chuvosa ocorre uma grande ausência de radiação ultravioleta sobre a floresta, em consequência da constante cobertura de nuvens. Desta forma, a superfície do solo da floresta acaba absorvendo boa parte do ozônio que se encontra na troposfera, utilizando-o para a degradação de matéria orgânica como galhos e folhas mortas. No entanto, é importante salientar que as máximas concentrações de ozônio encontram-se acima da troposfera, ou seja, na estratosfera.

Na missão do GTE/ABLE 2 durante a estação chuvosa de 1987, o grupo envolvido neste projeto também realizou coleta de amostras de monóxidos de carbono (CO) em diferentes locais da floresta, medidas através de cromatógrafo (mede partes por milhão — ppb). A média apresentada foi de 100 ppb's, valor considerado bastante baixo para as regiões continentais do Brasil, o que indica ar limpo e livre de produtos derivados de combustão. Essas medidas foram realizadas pela primeira vez na Amazônia. Outro resultado interessante decorreu de estudo comparativo na clareira e, simultaneamente, dentro da floresta virgem. As amostras coletadas na floresta têm concentração um pouco maior do que na clareira. Isto pode indicar uma oxidação de matéria orgânica em decomposição, o que já foi observado através de pesquisa realizada em

laboratório.

O grupo envolvido neste projeto se dedicou, ainda, a medidas de radiação ultravioleta em torno da faixa espectral do ultravioleta-B, causador do câncer de pele e única faixa de raios ultravioleta que atinge a superfície. Essas medidas também são inéditas e foram realizadas em clareira e dentro da floresta. Foram utilizados sensores de ultravioleta com um sistema semicondutor, que transforma o sinal de radiação em corrente elétrica. Os resultados já demonstram que em torno de 7% da energia que vem do sol é oriunda desta faixa do espectro eletromagnético (UV-B), uma porcentagem bem maior do que a encontrada em latitudes altas. As observações entre florestas e clareira, com sol a 45 graus, apresentaram atenuação de 150 vezes dentro da mata.

O projeto coordenado pelo pesquisador Kirchhoff conta também com a participação de Edith Marinho e Maria Angélica de Jesus, do Depto. de Geofísica e Aeronomia; Manoel dos Santos, do Depto. de Astrofísica; Francisco Raimundo da Silva, do INPE/Natal (RN); Isa da Silva, da UFPA/Belém e com o apoio de Adauto G. Motta e José Ribeiro Alves, do INPE/Natal.

7

Medidas micrometeorológicas

A constituição atmosférica praticamente não absorve a energia solar, permitindo que esta passe e seja absorvida pela superfície terrestre. Esta, então, tem papel importante na distribuição da energia solar em radiação infravermelha (que aquece o ar) e calor latente, que é a energia contida na evaporação da substância água. Desta forma os processos de troca de energia entre a superfície e a atmosfera, são de grande importância nos estudos de tempo e clima, pois o fluido ar recebe da superfície toda a energia utilizada nos processos físicos que ocorrem na atmosfera terrestre.

Com o objetivo de estudar estas trocas de energia entre a floresta e a atmosfera, foi montada uma torre de 45 metros, equipada com instrumentos de resposta rápida, alguns sofisticados como por exemplo um anemômetro sônico (medidor de vento que usa a variação na velocidade do som), para medir parâmetros meteorológicos que possibilitem quantificar tais trocas de energia. Essas medidas foram realizadas nas duas expedições do GTE/ABLE 2, e seus resultados preliminares indicam que 75% da energia disponível na floresta é utilizada para evapotranspiração, enquanto que os 25% restantes aquecem o ar. Os pesquisadores estão preparando quatro trabalhos sobre a campanha chuvosa comparando-a com a estação seca.

Fazem parte deste projeto os pesquisadores Luiz Carlos B. Molion (coordenador), Yelisetty Viswanadham, Jesus Marden dos Santos, Leonardo de Sá, Antonio Ocimar Manzi e Vicente de Paula Silva Filho, e o engenheiro Jorge Luiz Nogueira, do Depto. de Meteorologia. O projeto conta também com a participação de pesquisadores da UNESP/Jaboticabal (SP), INPA/Manaus (AM) e Embrapa/Manaus.

A logística e administração das missões do GTE/ABLE 2, pelo lado brasileiro, estiveram a cargo de Adauto G. Motta e José Alves Ribeiro, do INPE/Natal (RN). A coordenação geral é de José Raimundo Braga Coelho, do INPE/SJCampos.

Entendimentos Brasil/China na área espacial

A República Popular da China tem interesse em desenvolver com o INPE um satélite de sensoriamento remoto na próxima década. Essa intenção foi oficializada pelo vice-presidente da Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), Wei Desen, durante visita às instalações do Instituto em São José dos Campos, Cachoeira Paulista e Atibaia. Chefe da comitiva de nove representantes da CAST, órgão do Ministério da Astronáutica, Wei Desen discutiu com diretores do INPE entre 28 de julho e 08 de agosto, a implementação do primeiro acordo de cooperação espacial da China.

“O governo chinês acredita que a melhor forma de desenvolvimento do progra-

ma espacial é através de cooperação com outros países e o Brasil reúne todas as condições para ser um parceiro à altura”, afirmou Desen. Desde 1958 a República Popular da China cumpre um programa regular de sondagens espaciais, iniciando em 65 seu projeto de desenvolvimento de satélites. De abril de 1970 para cá, a China colocou 19 satélites em órbita com um índice de 99% de nacionalização, dominando plenamente a tecnologia dos lançadores “Longa Marcha”.

“Hoje nos oferecemos para lançar satélites com um preço 20% mais baixo que o encontrado no mercado internacional”, disse o vice-presidente da CAST. O estágio alcançado pelo programa espacial chinês tem atraído a atenção da França e de outros países europeus que têm demonstrado interesse em fornecer equipamentos e/ou reali-

zar experimentos a bordo de satélites chineses.

Intercâmbio de tecnologia

Durante a 1ª Reunião Mista Brasil/China, em 1985, representantes chineses formularam convite ao ministro da Ciência e Tecnologia na época, Renato Archer, para uma visita aos principais centros de pesquisas científicas. No ano seguinte, a visita de uma missão brasileira — da qual fez parte o diretor geral do INPE, Marco Antônio Raupp — possibilitou iniciar entendimentos para acordos de cooperação bilateral nas áreas de biotecnologia, energia nuclear e pesquisa espacial.

Animada com a perspectiva de cooperação, uma comitiva do INPE (*) retornou à China em fevereiro de 87 para ampliar o conhecimento sobre as áreas de interesse

Mestrados

● PROPRIEDADES TÉRMICAS DO SOLO: UM ESTUDO DE CASOS

Autor: Regina Célia dos Santos
Data: 21.04.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Meteorologia

● ASPECTOS AERODINÂMICOS DE UMA FLORESTA AMAZÔNICA

Autor: Antonio Ocimar Manzi
Data: 25.05.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Meteorologia

● UMA APLICAÇÃO DA CARTOGRAFIA DIGITAL NA ATUALIZAÇÃO TEMÁTICA DE CARTAS DE MÉDIA E PEQUENA ESCALAS

Autor: Carlos Alberto Gonçalves de Araújo
Data: 16.03.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto

● EFEITOS DA COBERTURA DE NUVENS EM SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL

Autor: José Antonio Maurício
Data: 27.03.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto

● ESTUDO DE FRATURAMENTOS COMO SUBSÍDIOS À PESQUISA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO ESTADO DE SERGIPE: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Autor: Osvaldo Souza Sampaio
Data: 01.04.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto

● IDENTIFICAÇÃO DE CULTURAS DE INVERNO POR INTERPRETAÇÃO VISUAL DE DADOS DO SPOT E LANDSAT-TM NO NORDESTE DO PARANÁ

Autor: Jean François Dallemand

Data: 26.06.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto

● UMA ABORDAGEM UNIFICADA PARA OS PROBLEMAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS, A MORFOLOGIA MATEMÁTICA

Autor: Júnior Barrera
Data: 18.06.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada

● UM SISTEMA AUTOMÁTICO PARA EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE UM CAD, SELEÇÃO, SEQUENCIAMENTO E EXECUÇÃO DE PROCESSOS DE TORNEAMENTO

Autor: Marcoa Regis Vescovi
Data: 17.07.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada

● POSICIONAMENTO GEODÉSICO COM EMPREGO DE SATÉLITES GPS-NAVSTAR APLICANDO TÉCNICAS DE VLBI E ESTIMAÇÃO SEQUENCIAL RECURSIVA DE ESTADO

Autor: José Carlos Penna de Vasconcelos
Data: 25.02.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial/Mecânica Orbital

● REFINAMENTO LOCAL DO CAMPO DE TENSÕES DOS ELEMENTOS FINITOS

Autor: Celso de Figueiredo Nogueira
Data: 15.04.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial/Mecânica Orbital

● UMA ESTRUTURA LÓGICA PARA A GESTÃO DE PROJETOS ESPACIAIS

Autor: Emanuel Fernandes
Data: 09.04.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Análise de Sistemas e Aplicações

● A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL NO BRASIL: ESTUDO DE CASOS

Autor: Sérgio Gonçalves
Data: 15.04.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Análise de Sistemas e Aplicações

● ORGANIZAÇÕES DE INTERMEDIACÃO EM TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: SEU PAPEL NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Autor: Sérgio Alves Perilo
Data: 12.06.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Análise de Sistemas e Aplicações

● UM SISTEMA INTEGRADO E INTERATIVO PARA DESENVOLVIMENTO DE MODELOS ADMINISTRATIVOS E FINANCEIROS, E ANÁLISE DE DADOS CIENTÍFICOS

Autor: Edgar Toshiro Yano
Data: 10.02.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Análise de Sistemas e Aplicações

● EFEITOS DO CICLO SOLAR E DEPENDÊNCIA LATITUDINAL NA FORMAÇÃO DA CAMADA C

Autor: Vera Lúcia Réquia Kuntz
Data: 06.03.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial/Radioastronomia e Física Solar

● MODELOS DE LINHAS DE RECOMPOSIÇÃO EM RÁDIO DE REGIÕES HII

Autor: Ana Cristina de Oliveira Cancoro
Data: 05.06.87

Obs.: Dissertação de Mestrado em Ciência Espacial/Radioastronomia e Física Solar

Trabalhos publicados em revistas

● AN ECLIPSING CATAclysmic VARIABLE WITH ULTRASHORT PERIOD

Autores: Jablonski, F.; Steiner, J.E.
Publicado em: The Astrophysical Journal — abril/1987

● SIMULAÇÃO E TESTES DE SISTEMAS DE CONTROLE DE ATITUDE E ÓRBITA DE

SATÉLITE: CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE UM CASO. EXEMPLO (INPE) E PROJETOS DE UMA MESA DE ROTAÇÃO CONTROLADA

Autores: Fleury, A.T.; Souza, P.N.; Trivelato, G.; Ferraresi, V.A.; Ribeiro, J.F.
Publicado em: Revista SBA — julho/1987

● LOW-LATITUDE AURORAE AND STORM TIME CURRENT SYSTEMS

Autores: Tinsley, B.A.; Rohrbach, R.; Rassoul, H.; Sahay, Y.; Teixeira, N.R.; Slate, D.

Publicado em: Journal of Geophysical Research — 1986

comum. As conversações abordaram a participação da CAST na Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) através do fornecimento de componentes, subsistemas e transferência de tecnologia. Ficou definido que o INPE participaria no projeto e desenvolvimento do satélite chinês de sensoriamento remoto a ser lançado em 1991, além de fornecer subsistemas para este satélite de cerca de 1.300 quilos e que será o mais sofisticado dos já lançados pela China.

Outros tópicos discutidos entre especialistas do INPE e da CAST durante as reuniões no Brasil foram relativos ao lançamento de balões estratosféricos para estudos de astrofísica, a utilização do Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE para testes de satélites chineses, intercâmbio e treinamento de pesquisadores. "China e Brasil têm em comum o mesmo nível de desenvolvimento tecnológico entre os países emergentes e a cooperação é extremamente benéfica aos dois lados", declarou o ex-ministro Renato Archer, ao término dos entendimentos em São José dos Campos.

Próximos passos

Segundo o diretor geral do INPE, as negociações ocorridas no Brasil encerram a fase de análise exploratória das possibilidades de cooperação entre os dois países. Nos próximos meses, INPE e CAST irão detalhar os aspectos técnicos e financeiros desta cooperação, inclusive a percentagem da participação brasileira no projeto do satélite de sensoriamento remoto, a nível de proposta para então ser encaminhada às esferas superiores de decisão.

Até o final deste ano deverão vir ao Brasil o chefe da Comissão Estatal de Ciência e Tecnologia e o vice-ministro de Astronáutica da República Popular da China. Nesta visita deverão ser detalhados os entendimentos na área espacial e em outras áreas no âmbito da ciência e tecnologia.

(*) A comitiva do INPE foi composta por: Marco Antônio Raupp, diretor geral; Demétrio Bastos Netto, diretor de Recursos Técnicos; César Celeste Ghizoni, diretor de Engenharia e Tecnologia Espacial; Márcio Nogueira Barbosa, diretor de Sensoriamento Remoto; Aydano Barreto Carleial, diretor de Programas Institucionais, e Carlos Eduardo Santana, gerente do Segmento Espacial da MECB.

País terá novos Centros para estudos de Meteorologia e Climatologia

Dentro de dois anos deverão entrar em operação no País três novos órgãos ligados às áreas de Meteorologia e Climatologia, que produzirão um impacto decisivo na qualidade das previsões de tempo no Brasil. Atendendo exposição de motivos encaminhada pelo ex-ministro da Ciência e Tecnologia, Renato Archer, resultante de estudos realizados por aquele Ministério e aprovados pela Comissão Nacional de Meteorologia (CONAME), o presidente José Sarney determinou a criação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Centro de Aplicação de Satélites Ambientais (CASA) e do Laboratório de Pesquisas Atmosféricas e Oceânicas (LPAO).

Reunindo os recursos humanos disponíveis em várias instituições nacionais, o CPTEC iniciará suas atividades de previsão numérica do tempo com antecedência de até quatro a cinco dias, com qualidade comparável a das previsões disponíveis hoje em grandes centros desse tipo. Esse Centro deverá ser equipado com sistema de computação capaz de efetuar cerca de 300 milhões de cálculos por segundo, necessários para que a simulação matemática da atmosfera possa ser feita mais rapidamente do que na própria natureza.

Os estudos climáticos a serem realizados no CPTEC terão como objeto a natureza e a previsão das variações climáticas de curto prazo (veranicos, secas, etc.) e incluem a modelagem dos fenômenos dos oceanos associados ao clima.

Os benefícios para o País associados à operação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos serão realizados através do fornecimento das previsões aos usuários, especialmente pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura; da Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo, do Ministério da Aeronáutica, e da Diretoria de Hidrografia e Navegação, do Ministério da Marinha.

Após uma fase inicial de trabalho de uma comissão especialmente designada pelo diretor geral do INPE, Marco Antônio Raupp, o CPTEC foi criado como unidade do Instituto em 03/08/87. Em recente visita ao Centro Europeu de Previsões Meteorológicas a Médio Prazo e ao Centro Meteorológico Nacional dos EUA, foram discutidos

mecanismos de colaboração que devem resultar no treinamento de pessoal do CPTEC e na transferência de "software" de previsão de tempo. Estão adiantados os contatos com os fabricantes de computadores que possam atender aos requisitos do CPTEC, com vistas a uma definição final no primeiro trimestre de 1988.

A consolidação do quadro de pessoal do CPTEC — com um total de 150 especialistas — está prevista em um prazo de cinco anos. O funcionamento deste Centro permitirá que o Brasil assuma efetivamente as suas responsabilidades decorrentes de acordos internacionais de fornecer previsões para diversos fins, não somente para o território nacional, como também para boa parte do continente americano, Europa Ocidental e Pacífico Oriental.

Centro de Aplicação de Satélites Ambientais

O Centro de Aplicação de Satélites Ambientais (CASA) será formado pela consolidação das atividades do INPE na área de satélites meteorológicos e oceanográficos, bem como das atividades em meteorologia por radar do Instituto de Pesquisas Meteorológicas da Universidade de Bauru, na área de previsão imediata. As ações do CASA estarão divididas em quatro linhas:

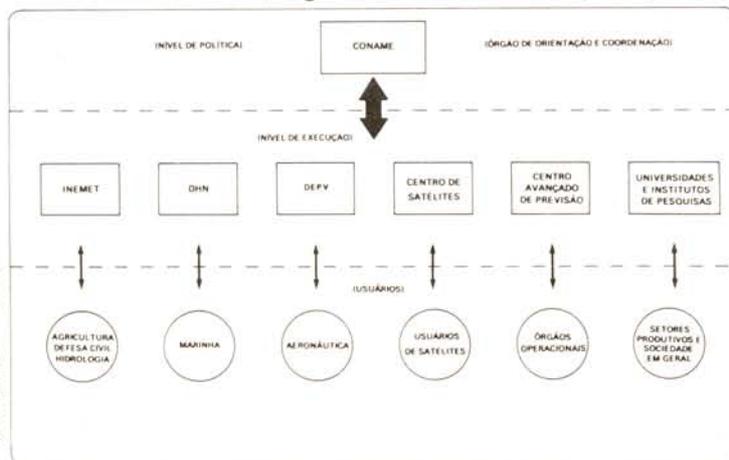
1 — Desenvolvimento de técnicas de previsão imediata (até 02 horas) e de muito curto prazo (até 12 horas), com o uso conjugado de radares e satélites, com vistas a uma futura consideração pela Comissão Nacional de Meteorologia sobre a definição de uma rede nacional de estações de previsão imediata dotada de radares e com acesso a informações de satélites. 2 — Desenvolvimento de técnicas de processamento de dados de satélites meteorológicos e oceanográficos; 3 — Operação de sistemas de recepção e processamento de dados de satélites ambientais para atendimento dos outros órgãos de meteorologia do País; 4 — Promoção do uso de satélites ambientais no País e o estudo de missões futuras, inclusive uma eventual definição de missão espacial brasileira para aplicação meteorológica ou oceanográfica.

Laboratório de Pesquisas Atmosféricas e Oceânicas

Também aprovado pela CONAME, o Laboratório de Pesquisas Atmosféricas e Oceânicas (LPAO) atuará em conjunto com a comunidade científica nacional no apoio às pesquisas que exigem acesso aos dados e meios tecnológicos disponíveis no CPTEC e no CASA. Seu programa de pesquisas deverá ser definido com a participação da comunidade científica, abordando programa de pesquisadores visitantes e medidas para o fortalecimento dos grupos emergentes em universidades e instituições nacionais de pesquisa em Ciências Atmosféricas e aspectos correlatos da Oceanografia Física (dinâmica dos oceanos).

O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, o Centro de Aplicação de Satélites Ambientais e o Laboratório de Pesquisas Atmosféricas e Oceânicas serão unidades do Instituto de Pesquisas Espaciais.

Estrutura organizacional do Sistema Nacional de Meteorologia compreendendo o nível de política e coordenação dos órgãos executores da política e os usuários.



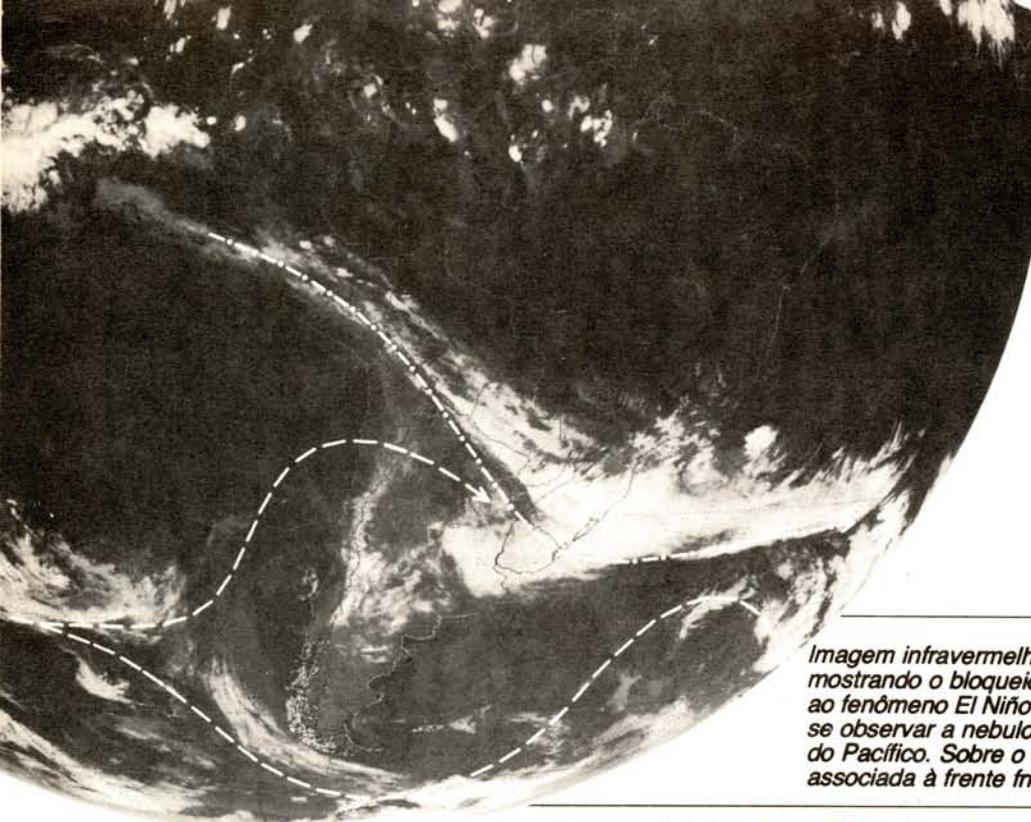


Imagem infravermelha do satélite meteorológico GOES-E mostrando o bloqueio do escoamento atmosférico associado ao fenômeno El Niño. No canto esquerdo superior da foto, pode-se observar a nebulosidade sobre as águas superaquecidas do Pacífico. Sobre o sul do Brasil a faixa de nebulosidade associada à frente fria bloqueada.

El Niño foi tema de conferência internacional

O fenômeno El Niño, que vem atraindo o interesse de pesquisadores em todo o mundo devido às mudanças que provoca no clima, foi discutido por alguns dos principais especialistas no assunto em conferência internacional realizada na sede do INPE, em São José dos Campos (SP). A "Conferência sobre a dinâmica de fluidos geofísicos com ênfase especial no El Niño" ocorreu entre 13 e 17 de julho e foi promovido pelo INPE e pelo Centro Latino-Americano de Física (CLAF).

A dinâmica de fluidos geofísicos é considerada como uma área importante do conhecimento e o seu estudo, principalmente com referência ao El Niño, tem implicações diretas com as atividades econômicas e sociais. O encontro no INPE apresentou os mais recentes trabalhos sobre o fenômeno, que buscam entender a dinâmica do sistema relacionada aos fluidos oceânicos e atmosféricos, um tópico ainda pouco conhecido da física na América Latina.

Variabilidade do clima

O pesquisador Luiz Carlos B. Molion, do Depto. de Meteorologia do INPE e responsável pelo comitê internacional da conferência, afirma que a precipitação pluviométrica é o parâmetro meteorológico mais importante na região tropical. Segundo Molion, nos últimos anos tem sido observada a grande **variabilidade** que esse parâmetro tem apresentado com relação ao comporta-

mento global do clima. Ele lembra que nos anos de 1982/83, com a ocorrência do fenômeno El Niño, foram grandes as secas no norte e nordeste e as cheias no sul e sudeste do Brasil e, entre 1985/86, foi registrado justamente o oposto. Excessos (cheias) ou escassez (secas) de precipitação são altamente prejudiciais às atividades hidrológicas, principalmente no que se refere ao controle e operação de reservatórios e à segurança das barragens e populações ribeirinhas. Nesse aspecto, a previsão de precipitação tem grande importância, pois qualquer tempo que se ganhe antes dos processos superficiais do ciclo hidrológico ocorrerem, é considerado de extrema valia para as questões hidrológicas.

Gangorra barométrica

As precipitações estão diretamente relacionadas com movimentos verticais ascendentes que, por sua vez, estão associados com pressões atmosféricas mais baixas à superfície. Por outro lado, os movimentos ascendentes são controlados pela circulação atmosférica de grande escala, que é resultado de interações complexas no sistema atmosfera-oceano. Uma das manifestações mais espetaculares da variação anual da circulação geral da atmosfera é o fenômeno conhecido como Oscilação Sul (OS), uma espécie de gangorra barométrica com dois centros principais de ação, sendo um localizado sobre a Indonésia e norte da Austrália e outro no sudeste do Pacífico, próximo à costa oeste da América do Sul.

A OS é representada por um índice (IOS) que indica sua intensidade e fase, sendo definida pela diferença entre os des-

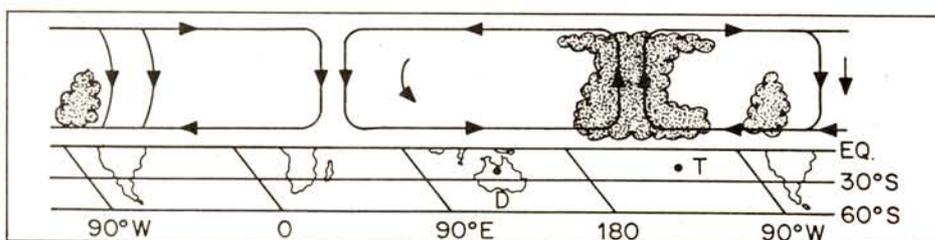
vios de pressão ao nível do mar (PNM) de duas estações pertencentes a esses dois centros de ação. A fase positiva da OS ocorre quando a alta de pressão subtropical do Pacífico sudeste e o sistema de baixa pressão na Indonésia são mais intensos que o normal. Por exemplo, quando a PNM no Tahiti é mais alta que o normal e em Darwin (Austrália) é mais baixa, isso caracteriza um índice positivo de OS. Essas condições proporcionam um aumento de atividade convectiva, causando precipitação sobre a Indonésia, sobre a região amazônica e nordeste do Brasil. O aumento do gradiente horizontal de pressão intensifica os ventos alísios de sudeste e, como consequência, há um acentuado transporte das águas do Pací-

fico na direção oeste, provocando ressurgência na costa oeste da América do Sul e, portanto, águas mais frias que o normal.

Durante a fase negativa de OS o sistema de baixa pressão e a alta subtropical do Pacífico sudeste enfraquecem, fazendo com que os ventos alísios diminuam de velocidade. Desta forma, o transporte das águas superficiais diminuem, proporcionando, juntamente com outros fatores oceânicos, um rápido aquecimento das águas do Pacífico leste. Essa situação define o fenômeno oceânico El Niño, que se traduz na presença de águas mais quentes do que o normal próximas à costa oeste da América do Sul. A figura 1 mostra esquematicamente a forte mudança que a Circulação de Walker (circulação leste-oeste) sofre em anos de El Niño, com o ramo ascendente (convecção intensa) sobre a região de águas aquecidas e o ramo descendente sobre a Amazônia e nordeste brasileiro, o que resulta na inibição de convecção e consequente redução da precipitação sobre essas áreas.

Previsibilidade

Para Carlos A. Nobre, pesquisador do Depto. de Meteorologia do INPE e membro do comitê de organização da conferência sobre o El Niño, hoje já se sabe como o fenômeno ocorre, mas ainda se desconhece porque ocorre. No entanto, Nobre acredita que já existe grande probabilidade de se prever o El Niño com muitos meses de antecedência — seu início, evolução e consequências maiores para os trópicos. Durante a conferência realizada no INPE, já foram apresentados trabalhos que sugerem métodos para previsão do fenômeno.



Esquema da Circulação de Walker em um ano de forte El Niño. Pode-se observar que a atividade convectiva está sobre o Pacífico e que já existe movimento descendente sobre a Amazônia.