

INPE-509-RI/215

*CONSIDERAÇÕES E SUGESTÕES SOBRE
ATUALIZAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL
DE ATIVIDADES ESPACIAIS*

Agosto de 1974





PRESIDENCIA DA REPUBLICA
CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
São José dos Campos - Estado de S. Paulo - Brasil

09 de agosto de 1974

Of.: 290/74

Senhor Presidente:

Atendendo à solicitação verbal de V.Exa. no dia 17 de julho próximo passado apresentamos anexo, um documento contendo "Sugestões para bases de uma Política Nacional de Atividades Espaciais". Acreditamos que tal solicitação esteja vinculada a possível atualização do PNDAE.

As primeiras páginas contêm as sugestões propriamente ditas, já estruturadas como minuta de documento final pois, certamente, seu estudo ficará, assim, mais conveniente.

O restante do documento contém conceitos, idéias, fatos e informes destinados a darem respaldo às sugestões apresentadas. Dentro desta finalidade, o elenco de atividades de pesquisa é dado, principalmente, em caráter informativo, não tendo sido seguida, necessariamente, a ordenação adotada na apresentação referente aos projetos apresentados com vistas ao II PND.

Aproveitamos a oportunidade para reiterar a V.Exa. nossos protestos de elevada estima e distinta consideração.

Fernando da Mendonça
Fernando da Mendonça
Diretor Geral

Exmo. Sr.
Dr. Manoel da Frota Moreira
DD. Presidente em Exercício
Conselho Nacional de Pesquisas
Av. Marechal Câmara, 350 - 6º andar
Rio de Janeiro - GB

JM/g1.

INDICE

1. FINALIDADE	1
CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE PESQUISAS ESPACIAIS	7
PESQUISA CIENTÍFICA NO INPE	21

1. Finalidade

Levando em conta a importância da ciência e de tecnologia em geral, e principalmente as atividades espaciais dentro da realidade brasileira tanto atual como futura, a Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais tem por finalidade fixar as medidas essenciais à ampliação do conhecimento brasileiro no setor das atividades espaciais, que apresentem interesse para o desenvolvimento econômico e social do país e prover diretrizes gerais ao fim de tornar-se mais e mais efetivo o esforço do país neste campo através de uma utilização racional do espaço com vistas a:

- estimular a exploração do espaço e sua utilização para o bem estar do país;
- estabelecer as providências para orientação, controle e a valiação dos programas no setor;
- permitir a formulação de planos de curto e longo prazo;
- promover a segurança nacional através do desenvolvimento e participação brasileira neste campo estratégico.

2. Doutrina

A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais é baseada nos seguintes princípios fundamentais:

- estar intimamente integrado com a Política Nacional de De se nv olv im en to Científico e Tecnológico bem como os Planos Nacionais de De se nv olv im en to;

- servir ao bem estar dos brasileiros e os interesses da hu ma n id ad e em geral;

- contribuir para a Segurança Nacional com vistas a as se gu ra r o Poder Nacional nos seus aspectos internos e externos;

- participar na consecução dos objetivos nacionais per ma n e n tes e dos objetivos nacionais atuais;

- contribuir para o desenvolvimento econômico e social do país em todos os setores possíveis;

- coordenar as atividades espaciais tanto na área privada como na área pública para assegurar unidade de esforços;

- propiciar a concentração dos recursos financeiros dis po n í v e i s e uma execução descentralizada;

- dar estímulo à participação do setor privado;

- estimular a colaboração internacional, tendo em vista que as ciências espaciais são desenvolvidas em nível avançado e muitas vezes requerem cooperação técnica e financeira;

- seguir os princípios articulados no Tratado do Espaço Ex te ri o da Organização das Nações Unidas de 27 de janeiro de 1967, em todas as atividades espaciais;

- familiarizar as indústrias com as novas técnicas para tornarem-se mais competitivas dentro do mercado mundial;

- procurar maximizar os benefícios providos pelas ciências e tecnologias espaciais e evitar ou minimizar os efeitos negativos sobre a qualidade do meio ambiente e bem estar dos brasileiros.

3. Objetivos

A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais tem por objetivos:

- continuar a qualificação e aperfeiçoamento dos recursos humanos, assegurando uma capacidade nacional de alto nível para planejar implementar, realizar e administrar as atividades espaciais;

- prover uma efetiva assistência e boas condições de trabalho ao pesquisador e ao técnico de alto nível de modo a garantir sua participação na consecução dos objetivos nacionais;

- promover a transferência de tecnologia quando se julgar apropriada;

- incrementar a contribuição brasileira às atividades científicas de âmbito internacional;

- equipar e ampliar as instituições nacionais de pesquisa e de ensino que se dedicam ao desenvolvimento de atividades espaciais;

- estimular a produção no Brasil de materiais e equipamen-

tos ligados às atividades espaciais, procurando interessar a iniciativa privada neste campo;

- tentar prever os campos e atividades que seriam importantes no futuro a fim de investir no desenvolvimento deles;

- assegurar que a legislação sobre os aspectos específicos relacionados as atividades espaciais seja coerente e bastante duradoura para prover tempo para o desenvolvimento dessas tecnologias.

4. Política de Consecução

4.1 - Orientação Geral

Ao Governo Brasileiro se reserva o direito de exclusividade de orientar e executar todas as atividades espaciais do país.

- o Presidente da República, ouvindo o Conselho de Segurança Nacional, fixará a Política Nacional das Atividades Espaciais;

- para consecução desta Política, o Presidente da República contará com o assessoramento da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais.

4.2 - Competências e Atribuições

4.2.1 - Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE)

À Comissão Brasileira de Atividades Espaciais compete assessorar diretamente o Presidente da República na consecução da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, mantendo as diretrizes anteriores articuladas no PND AE.

4.2.2 - Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

Ao INPE - subordinado ao Conselho Nacional de Pesquisas - compete:

- elaborar e apresentar à COBAE propostas de planejamento e dos programas plurianuais e anuais sugerindo prioridades para os projetos de pesquisas a serem realizados no âmbito civil;

- executar atividades e projetos de pesquisa espacial no âmbito civil diretamente ou em coordenação com outras entidades nacionais, estrangeiras ou internacionais;

- coordenar as atividades e os projetos de pesquisa espacial das instituições nacionais civis de pesquisa e ensino;

- manter intercâmbio de informações com instituições nacionais e com organizações científicas estrangeiras ou internacionais, que se dedicam às atividades espaciais;

- firmar memorandos de entendimentos e convênios com entidades nacionais, estrangeiras ou internacionais, uma vez aprovados pela COBAE;

- manter atualizadas as informações quantificadas e qualificadas sobre o esforço brasileiro neste campo;

- procurar estar informado e envolvido, nas áreas de pesquisas científicas e tecnológicas estratégicas para o futuro do país, ligadas às atividades espaciais;

- assegurar a existência e permanente aperfeiçoamento de um grupo especializado em pesquisas científicas e tecnológicas relativas a atividades espaciais;

- cuidar da pesquisa básica e das aplicações tecnológicas valiosas para o país e coerentes com esta política e a orientação da COBAE;

- difundir ativamente a utilização de aplicações espaciais nos órgãos governamentais e no setor privado.

- ser o principal órgão de consultoria técnico-científica da COBAE na área espacial civil.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE PESQUISAS ESPACIAIS

As sugestões de atualização da política espacial brasileira, ora apresentadas, visam a atender a três aspectos das atividades espaciais, de relevância para o país:

Ciência - para a formação de pessoal científico competente e altamente motivado, sem o qual o Brasil será permanente caudatário dos outros países, pois dificilmente desenvolverá tecnologias originais e, em muitos casos, nem mesmo haverá brasileiros para julgar da validade de propostas e projetos avançados que forem apresentados ao governo.

Aplicações - para que os conhecimentos novos e as técnicas inovativas, resultantes das atividades nossas ou dos outros países, julgados benéficos para o Brasil e seu povo, possam ser utilizados sem demora. Este aspecto engloba, por isso, a transferência de tecnologias. Notar que a motivação e competência do pessoal, obtidas através da formação científica ora propugnada, permitirão alta probabilidade de acertos nas escolhas, facilitarão a implantação das tecnologias escolhidas e possibilitarão a geração de tecnologias próprias.

Implicações - novas técnicas geram circunstâncias novas. A pólvora neutralizou o cavaleiro, o cronômetro resolveu o problema da longitude no mar, o automóvel e o avião estão marcando profundamente nossas vidas. Analogamente, as atividades espaciais estão trazendo implicações novas. Os satélites de observação, há mais de sete anos, têm permitido, às duas nações que os possuem em maior quantidade, ter as informações que querem dos territórios das outras, independente da vontade destas. Uma implicação imediata desse fato é ficar em questão a validade do tradicional conceito de sigilo com referência ao território de um país. É impossível saber com que minúcia os satélites militares de outros países levantaram países como o nosso, mas é fato corrente que as duas grandes potências espaciais observam as instalações militares uma da outra mediante satélites. O caminho da segurança agora é ter pessoal competente, e conhecedor de sua própria terra, para que estranhos melhor informados não venham a explorar eventual ignorância.

Os satélites geoestacionários permitem usar estações terrenas sem complicados mecanismos de rastreamento. Em consequência, a órbita geoestacionária já está praticamente saturada por satélites de países que dominaram as técnicas

espaciais antes dos outros. De certa maneira isso enfraquece o disposto no Tratado sobre a Utilização do Espaço Exterior (Nações Unidas, 1967), que diz que este é de uso de todos. (Desde 1971 que o INPE estuda o assunto e alertou o Ministério das Relações Exteriores para o problema da órbita geoestacionária. Assim é que o MRE se tem feito ouvir nas Nações Unidas, o que provocou, em pelo menos uma ocasião, intervenção impaciente dos delegados de dois países cujo interesse é não ventilar o problema).

Os próprios dizeres do tratado de 1967 precisarão ser, eventualmente re-examinados. Assim, por exemplo, enquanto uma nação usa o espaço para o estudo de fenômenos naturais, não há problema, mas, quando essa mesma nação for usar o espaço para modificação artificial do tempo - o que poderá beneficiar uma região e prejudicar outra - aí surge um problema, não previsto no tratado.

Outra implicação importante, política e operacionalmente, é a necessidade de envolvimento global e permanente, exigida pelas atividades espaciais visto como a influência delas permeia todos os campos. Por causa disso o INPE tem a Coordenadoria de Projetos e Pesquisas de Análise de Sistemas, que congrega especialistas em várias áreas, organizados interdisciplinarmente, de modo a poderem abordar

globalmente os problemas de interesse, propondo soluções integradas que, por isso, são mais eficazes do que as soluções parciais, normalmente apresentadas quando uma situação é considerada do ponto de vista de uma única especialidade.

O Tratado sobre a Utilização do Espaço Exterior (Nações Unidas, 1967), estipula que as atividades espaciais se devem fazer para o benefício e no interesse de todos os países, qualquer que seja seu grau de desenvolvimento econômico ou científico (Artigo I). O Brasil já trabalhava, de fato, dentro desses princípios, desde seu envolvimento inicial com as atividades espaciais em 1961, antes mesmo de assinar o tratado de 1967. Através do INPE o Brasil realiza extenso programa espacial e coopera com várias entidades especializadas na mesma área como, por exemplo, o CNES, da França e a NASA, dos Estados Unidos.

No caso do programa ERTS o país, exceto no caso de áreas militarmente estratégicas, tem seguido uma prática de distribuição controlada, porém aberta, nos termos da legislação em vigor e do Memorando de Entendimento de 1973, entre o INPE e NASA, ratificado por troca de notas entre os governos brasileiro e americano. A prática adotada tem apresentado resultados satisfatórios.

Em muitos países em desenvolvimento uma das grandes dificuldades é a deficiência das estatísticas ou a existência de dados errôneos. Por isso, as técnicas de sensoriamento remoto são tanto mais úteis quanto mais degraus houver a galgar na escada do desenvolvimento. Por outro lado, como é conhecimento comum, os satélites de observação das principais nações espaciais há anos que lhes dão acesso incontrolado a todos os dados que desejam. É, aliás, fato corriqueiro, que qualquer cidadão ou empresa dos Estados Unidos (e, até certo ponto, do Canadá) pode obter imagens de praticamente qualquer parte do mundo.

Em consequência, parece válida a idéia de um re-exame do documento "Projeto de Artigos Básicos para Elaboração de um Tratado Multilateral sobre Teledeteção de Recursos Naturais por Satélites", em benefício dos próprios interesses do Brasil.

Há treze anos - no dia 3 de agosto de 1961 - foi criado o GoCNAE, órgão que gerou o INPE. Durante esse tempo todo o esforço tem sido feito para bem situar o Brasil no conceito das nações e contribuir para o desenvolvimento e segurança do país. Em termos de recursos humanos, a contribuição do INPE extravasa de suas instalações físicas, pois muitos dos especialistas ali treinados exercem hoje atividades em órgãos do governo, empresas de direito público, empresas privadas etc.

Recentemente, por intermédio do INPE, o Brasil foi sede da 17ª Reunião Anual do Comitê de Pesquisa Espacial (COSPAR), que é uma organização científica interdisciplinar de âmbito mundial, dedicada ao progresso da pesquisa espacial. Conjuntamente com essa reunião realizou-se um seminário e ciclo de trabalho de duas semanas sobre Aplicações Espaciais de Interesse Direto para Países em Desenvolvimento. O propósito principal do ciclo de trabalho foi: transferir informações técnicas para os participantes sobre o uso dos dados obtidos no levantamento da terra a partir do espaço; aplicar essas técnicas a problemas específicos de países em desenvolvimento; e mostrar a elevada eficácia do sensoriamento remoto como base do desenvolvimento sócio-econômico. (As imagens dos vários países estrangeiros, usadas no ciclo de trabalho, foram compradas em Sioux Falls sem nenhuma restrição). Este é um exemplo de liderança do Brasil no intercâmbio internacional de conhecimentos na área das atividades espaciais.

A ciência espacial, no sentido de pesquisa básica voltada para o espaço ou relacionada com ele, não é nova. É, isso sim, uma extensão de disciplinas básicas como a física, a geociência, a astronomia, a biociência etc., pela aplicação das técnicas espaciais aos problemas científicos. Observações e medidas podem ser feitas usando meios como foguetes de sondagem, balões e satélites, alguns dos quais simplesmente não existiam antes. Os novos meios têm permitido melhor entendimento do nosso meio natural e, por isso, maior eficácia no ataque a problemas reais.

Por exemplo, o entendimento dos processos da baixa atmosfera é de extrema importância para a previsão meteorológica e, certamente, para eventuais métodos de modificação do tempo com vistas a combater as secas, melhorar o suprimento d'água, proteger lavouras contra danos devidos a tempestades fortes etc. Um melhor conhecimento dos fenômenos atmosféricos é necessário para combater a poluição do ar que causa tantos inconvenientes nas grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro.

A ciência espacial não só reforçou as várias disciplinas convencionais como as ampliou pela abertura de novas áreas de estudo. A investigação da magnetosfera terrestre é um novo aspecto da geociência que começou com a descoberta dos cinturões de radiação de Van Allen. O estudo das fontes de raios X, na esfera celeste, usando técnicas espaciais originou problemas astronômicos importantes a serem resolvidos.

Há sempre certa demora entre as descobertas científicas e suas aplicações na satisfação de necessidades humanas, mas a história tem mostrado que o investimento em ciência, assim como leva a conhecimentos novos, tem propiciado importantes resultados práticos. A capacidade técnica de hoje é produto da pesquisa básica de ontem. Assim, com o investimento presente na ciência espacial estamos contribuindo para a técnica poderosa e a segurança nacional de amanhã.

A tecnologia espacial tem contribuído e tem potencial para contribuir em muitas áreas, tais como: transporte, comunicação de massas, educação, saúde pública, meteorologia, geodésia, agricultura, levantamento e uso dos recursos da terra, navegação, computação, informática e administração de dados, processamento de alimentos, controle ambiental etc.

É evidente que a utilização de várias das aplicações possíveis pode não ser oportuna, mas mesmo a adoção das que forem consideradas desejáveis irá exigir investimentos em recursos e em tempo, pois a gestação de um projeto de desenvolvimento leva cinco anos ou mais, o que torna pouco indicado mudanças frequentes de orientação. Sob este aspecto o sistema vigente de planejamento plurianual com estabelecimento de prioridades e cuidadoso acompanhamento da execução é altamente promissor.

As prioridades para a tecnologia espacial e as correspondentes alocações de recursos, com vistas à consecução dos objetivos nacionais, devem levar em conta os investimentos correntes nas tecnologias convencionais, em cada área, e os possíveis futuros ganhos provenientes das tecnologias espaciais. Entretanto vale notar que, além de possíveis benefícios econômicos, em certas áreas - como educação, comunicação de massas, integração nacional, levantamento de recursos etc - são as técnicas espaciais oferecem meios de conseguir os objetivos nacionais.

É importante reconhecer a relevância destas novas tecnologias, para os problemas prioritários nacionais, antes mesmo que elas se tenham tornado comercialmente proveitosas nos países desenvolvidos. De acordo com um relatório da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) sobre "Ciência, Crescimento Econômico e Política Governamental" as indústrias com intensa pesquisa própria são as desbravadoras do caminho, não só para elas mesmas como para as indústrias tradicionais de evolução mais lenta. No caso do Brasil é evidente que o governo tem que assumir a liderança na pesquisa intensa porque a maior parte das indústrias não fez pesquisa no país.

Neste contexto o INPE trabalha com vistas a identificar as áreas de aplicação das tecnologias decorrentes das atividades espaciais, que possam contribuir significativamente para o desenvolvimento nacional. Assim, está desenvolvendo projetos de tecnologia educacional, ciência de computação (inclusive banco de dados e rede de transmissão de dados via satélite), exobiologia e outras, sem falar na comunicação por satélites, sensores remotos, meteorologia e análise de sistemas, cujos estudos vêm sendo feitos desde 1967 e 1969.

Para estar bem informado sobre o que ocorre nas várias disciplinas e o que poderá ter importância futura, é necessário manter contatos com as comunidades científicas nacionais e internacionais. A ciência é um processo de acumulação que não pode ter lugar no vazio. É, pois, importante estar a par da situação científica mundial, i.e., quem está fazendo

que pesquisa e onde, para usar essas informações no planejamento de esforços de cooperação com entidades industriais, governamentais e científicas dos outros países para o benefício do nosso próprio esforço nacional.

A OECD verificou que muito poucos países em desenvolvimento têm dados confiáveis sobre seus esforços nacionais de pesquisa, como seja: número de cientistas e engenheiros engajados em pesquisas, seus produtos em termos de descobertas e invenções etc.

O INPE tem um grupo que estuda política da ciência, apoiado pelo setor de computação e pela estrutura do banco de dados, que trata de coligir e manter, qualificado e quantificado, este tipo de informação sobre o esforço brasileiro de pesquisa espacial.

O Instituto busca colaborar com outras entidades brasileiras, tanto na área privada como na área governamental, através de seminários, cursos de atualização e ciclos de trabalho sobre atividades ligadas à área espacial.

As atividades espaciais requerem esforços concatenados até em nível internacional, porque é economicamente sábio tirar partido dos investimentos feitos pelas outras nações em sistemas de satélites, configurações avançadas de foguetes e outros equipamentos e aparelhos.

A cooperação internacional também é importante no âmbito puramente técnico; no sensoriamento remoto, por exemplo, o conhecimento da arte ainda está em evolução, e isso limita a quantidade de pessoal qualificado disponível. É necessário, portanto, conseguir colaboração, tanto na área de treinamento, como na própria área de execução, a fim de utilizar ao máximo as pessoas capacitadas que existem e, com elas, treinar mais pessoal.

Levando em consideração o que precede, as aspirações e objetivos nacionais, e um contexto de recursos relativamente limitados - especialmente em termos de tempo - faz sentido apoiar a cooperação internacional nas atividades espaciais.

Outra atividade que tem a ver com o âmbito internacional é a transferência de tecnologias. Vez por outra surge a idéia que basta usar a estratégia de importar tecnologias. Entretanto grande parte das tecnologias dos países mais avançados foram desenvolvidas para as condições peculiares a eles não sendo por isso, necessariamente, apropriadas às necessidades de outro país. Nas decisões sobre a escolha de tecnologias é importante levar em conta fatores tais como política de preços, quociente capital/mão de obra e possibilidade de adaptação dos sistemas e tecnologias existentes. Mesmo a aplicação eficiente de técnicas, não tão avançadas, a condições nacionais diferentes, requer pesquisa e desenvolvimento originais.

A Conferência de Pugwash sobre Ciência e Assuntos Mundiais sugeriu, recentemente, que fosse adotado um código internacional de conduta para a transferência de tecnologias. A idéia parece válida no caso de muitos países em desenvolvimento. Entretanto, é problema de cada país fazer o máximo para se proteger neste particular. Isto exige permanente cuidado de análise, por pessoas competentes e motivadas, dos fatores relevantes para as decisões relativas à transferência de tecnologias específicas.

Em consequência é imperioso que um país tenha sua própria capacidade científica e tecnológica, sem a qual é extremamente difícil saber: quais as tecnologias úteis que existem, e onde; entendê-las, selecioná-las, adaptá-las, absorvê-las; operar, conservar e consertar os equipamentos correspondentes.

Ainda mais, nenhum país pode depender inteiramente de outro, em termos de competência científica e tecnológica, sob pena de ver a tecnologia transformada em agente de dominação estrangeira em vez de ser ferramenta para o desenvolvimento.

Por tudo isso, o INPE organizou, em cooperação com o Ministério da Indústria e Comércio, através da Secretaria de Tecnologia Industrial, um projeto de Transferência de Tecnologia, usando os princípios da análise de sistemas.

Alem disso, o INPE esforça-se por manter e aperfeiçoar sua base de pessoal técnico e científico bem treinado, sendo seus cursos de pós-graduação um dos meios que usa. Para o mesmo fim usa o trabalho em problemas reais.

A importância dos cursos de pós-graduação do INPE no contexto brasileiro pode ser aquilatada pela tabela anexa, que resume as respectivas atividades.

Finalmente, o desenvolvimento da formação científica é conseguido pela atividade do pessoal nos projetos de pesquisa fundamental, a seguir descritos sucintamente.

DIVISÃO DE ENSINO

RELATÓRIO ACADEMICO

ANO: 1973/74 Janeiro de 1973 a Fevereiro de 1974

ÁREAS DE PÓS-GRADUAÇÃO	Número de Matrículas (**)	Cursos Ministrados (*)	Horas de Aulas Previstas	Horas de Aulas Ministradas	Títulos Concedidos	Bolsas no Exterior		Cursos de Aperfeiçoamento.
						Nov.	Ant.	
Análise de Sistemas e Aplicações	214	19	765	730	13	-	6	1
Ciência Espacial e da Atmosfera	160	29	1.275	1.275	1	-	6	1
Eletrônica e Telecomunicações	58	25	204	204	3	-	5	-
Sensores Remotos e Aplicações	99	9	345	322	-	-	1	-
Tecnologia da Educação	342	19	510	463	-	-	-	-
Computação Aplicada	96	11	435	389	1	1	1	-
Total Anual Geral	969	95	3.555	3.383	18	1	19	2

(*) - Excluído o Período de Adaptação

(**) - Aluno-Curso

PESQUISA CIENTÍFICA NO INPE

A pesquisa fundamental, onde se aplicam 20% dos recursos do INPE, é uma coordenadoria que cobre as áreas de: astrofísica e astronomia, geomagnetismo, radiopropagação, ótica, biologia, meteorologia e química de propelentes. Em cada área há vários projetos que buscam explicar fenômenos sem necessariamente a preocupação de aplicação imediata. Por outro lado, a formação e aperfeiçoamento de pessoal científico - sem o qual o país será sempre caudatário dos outros - só se consegue proporcionando oportunidade de trabalhar em pesquisa àqueles que, para isso, demonstram preferência e capacidade.

Neste setor de pesquisas do Instituto há 40 pesquisadores, dos quais 16 com grau de doutor (Ph.D)

Os projetos TELA e Rada/Sol estão em andamento na área de astrofísica e astronomia. O primeiro utiliza balões estratosféricos lançados em cooperação com o CNES, o órgão nacional francês de pesquisa espacial, para medir raios X e raios gama oriundos do espaço exterior ou da alta atmosfera. Os dados obtidos são analisados em colaboração com cientistas franceses. O Rada/Sol estuda o sol usando um telescópio instalado no INPE.

O grupo de geomagnetismo, no Projeto MATE, realiza estudos contínuos do campo magnético terrestre. Para tais estudos o INPE tem dois magnetômetros, um em São José dos Campos e outro em Cachoeira Paulista.

A localização geográfica do Instituto oferece oportunidade ímpar para a investigação dos vários fenômenos que ocorrem na ionosfera e na magnetosfera. A parte do Brasil em que se encontra o INPE é quase no centro da anomalia geomagnética do Atlântico Sul - uma região de valores a normalmente baixos da intensidade total do campo magnético terrestre. A anomalia afeta significativamente a configuração da magnetosfera e a dinâmica das partículas carregadas aprisionadas nos cinturões de radiações. A interação destas partículas carregadas com a atmosfera é significativamente diferente da que ocorre em outras regiões de baixa altitude e oferece interessantes possibilidades de investigação de fenômenos tais como os fluxos das partículas que penetram na atmosfera superior, tempestades magnéticas, peculiaridades ionosféricas a elas associadas e seus efeitos nas radiocomunicacões etc.

A radiopropagação, outra área de pesquisa, requer contínuo estudo da ionosfera. Vários projetos estão sendo executados: BEMA, para estudos na faixa de frequências muito baixas (VLF); RASA-I que usa um polarímetro em frequência muito alta (VHF) para obter indicações do comportamento da ionosfera usando sinais do satélite ATS-3; RASA-IV que estuda exequibilidade de construir um radar para observações ionosféricas no Brasil; MIRO-I que lida com a interferência atmosférica na radiopropagação e o pro

jeto SONDA que estuda a ionosfera usando uma ionosonda automática.

No campo da ótica existe o projeto MIRO-II com dois lasers: um laser de rubi para estudar as concentrações de aerossóis e poeiras na atmosfera neutra (poluição); e um laser de corante, construído no INPE, para o estudo de átomos livres de sódio na mesosfera. O projeto LUME, nesta mesma área de pesquisa, estuda o OH e as linhas verde e vermelha do espectro do oxigênio da atmosfera pela observação da luminescência do céu noturno.

O grupo de biologia estuda o comportamento de microorganismos sob condições ambientais extremas (baixas temperaturas, ar rarefeito, radiações de alta energia). Além disso, os balões usados em outras experiências carregam placas de silicone com adesivos destinadas a colher microorganismos atmosféricos para estudos de laboratório.

Está sendo elaborado um modelo numérico de previsão de tempo, usando computador, com o objetivo de obter previsões confiáveis, cobrindo períodos mais longos do que os conseguidos atualmente. Este grupo, que é parte do projeto MESA, é também responsável pela distribuição, no país, das estações receptoras dos transmissores automáticos de imagens (APT) instaladas nos satélites meteorológicos americanos (como o ESSA-8, por exemplo), que transmitem a cobertura de nuvens existente na hora da passagem do satélite. Ditas estações receptoras foram desenvolvidas no INPE, fabricadas por

uma indústria de São José dos Campos e instaladas em vários locais do país em colaboração com o Departamento Nacional de Meteorologia, mas ainda apoiadas pelo INPE no caso de precisarem ajustes. Este esforço teve financiamento do BNDE.

Dentro de sua política de incentivar a pesquisa em outras entidades, o INPE tem colaborado com a formação do grupo de pesquisas meteorológicas da Fundação Educacional de Baurū que, recentemente, instalou um radar meteorológico com o apoio da FAPESP e do BNDE.

O grupo SAFO estuda química de propelentes e faz pesquisas na área de energia. O grupo dispõe de um programa de computador que recebe as fórmulas químicas de propelentes experimentais, simula sua combustão e produz listagens mostrando as porcentagens de cada produto da combustão, temperaturas, pressões e outros dados da descarga. Permite simular combustão a volume constante, pressão constante, etc.

ATUAIS ATIVIDADES DE PESQUISA

Pesquisas com Laser

1. Determinação do perfil de dispersão da atmosfera: Observações do perfil de dispersão da atmosfera, nos últimos anos, usando um laser de rubi. Dispersão não ressonante dos constituintes da atmosfera até 90 km de altitude. O método proporciona um meio simples de acompanhar as

variações do conteúdo de aerossóis desta camada atmosférica. Por exemplo, vez por outra observa-se um significativo aumento da quantidade de poeira entre 30 e 90 km. A variação da entrada de partículas, a estrutura da camada de poeira e a duração do aumento dão uma idéia da dinâmica da estratosfera e da mesosfera. Com suficientes dados desse tipo é possível estudar, também, as marés atmosféricas e as ondas internas de gravidade. O papel das grandes chuvas de meteoros na formação da camada mais proeminente de poeira é outro fenômeno que pode ser investigado.

2. Medidas de sódio na Mesosfera. Observações da camada de sódio na atmosfera noturna têm sido feitas com um laser de corante sintonizado na frequência da linha D_2 do sódio. O laser usa uma geometria colinear de bombeamento e um sistema automático de sintonia. O pico de concentração do sódio ocorre a cerca de 95 km de altitude e a altura máxima da camada é geralmente inferior a 2 km. De uma noite para outra a camada usualmente conserva a sua estrutura o que sugere que esta pode ser resultado das marés atmosféricas. A continuação das medidas do conteúdo de sódio da mesosfera poderá levar a um melhor entendimento da dinâmica desta parte e também da química da atmosfera.

Estudo das variações do campo geomagnético e fenômenos a ele relacionados

1. Investigação das flutuações do campo magnético durante as tempestades magnéticas e fenômenos ionosféricos associados. A localização geográfica de São José dos Campos oferece oportunidade impar para o es

tudo dos efeitos da anomalia geomagnética na interação magnetosfera-ionosfera durante períodos de perturbações geomagnéticas. Um estudo comparativo de magnetogramas, de várias estações em torno da anomalia, mostra que esta sofre grandes flutuações na sua intensidade total de campo durante tempestades magnéticas fortes. Algumas das características observadas são de caráter puramente local e podem ser relacionadas com correntes ionosféricas locais semelhantes às que ocorrem na região das auroras. Exame dos registros de ionosonda e de riômetro mostra que um aumento substancial das partículas carregadas, que se precipitam na ionosfera, coincide com o aparecimento das flutuações da intensidade total do campo nos magnetogramas. Isto é corroborado por algumas medidas diretas do fluxo de partículas carregadas e dos fluxos de raios X e raios gama nas altitudes atingidas por balões. Uma análise mais detalhada destas observações poderá levar a um melhor entendimento dos processos físicos que ocorrem na magnetosfera e na ionosfera desta região.

2. Correntes telúricas: As variações do campo magnético da Terra, ao nível do solo, são acompanhadas por variações do campo elétrico. Um instrumento para registrar estas variações do campo geoeletrico (corrente telúrica) foi desenvolvido, testado e operado por algum tempo. As medidas das correntes telúricas em locais apropriadamente escolhidos poderão contribuir para o estudo das macro-heterogeneidades da camada superficial da Terra. Esta sendo cogitada a instalação de equipamento em vários pontos do Brasil.

Pesquisa Ionosférica

1. Estudos de luminescência da atmosfera: Observações das emissões noturnas de luminescência devidas ao oxigênio atômico têm sido realizadas desde 1972 com um fotômetro portátil construído no Instituto. O instrumento permite medidas nas linhas espectrais de 6300 a 5577 Å do oxigênio e executa varredura em azimute e em elevação. As observações indicam que a intensidade das emissões em Cachoeira Paulista é muito maior do que na região que fica fora da anomalia geomagnética, Buenos Aires, por exemplo. A intensidade também aumenta depois da meia-noite o que sugere um aumento do fluxo de entrada de partículas na ionosfera durante essas horas.

Além disso, foram feitas observações de luminescência em colaboração com alguns pesquisadores estrangeiros. Um espectrometro de grade funcionou em Agulhas Negras até setembro de 1972 em colaboração com a Universidade do Texas em Dallas, para estudar, nas baixas latitudes, as emissões de HeI 10830 Å e OI 7774 e 4368 Å. Em fevereiro de 1973, observações de superfície das emissões de OI 6300 Å foram realizadas conjuntamente com o lançamento em foguete de um fotômetro de OI 6300 em Natal, em colaboração com a Deutsche Forschungs un Versuchs - anstalt für Luft und Raumfahrt, da Alemanha Ocidental. Durante a campanha de balões, também em fevereiro de 1973, foram feitas, das altitudes dos balões, observações de várias emissões de luminescência, concomitantemente com observações de superfície, em 6300 e 5577 Å.

2. Medidas de emissões de OH: Um fotômetro de filtro inclinável foi desenvolvido e está sendo usado para observar emissões de OH ($8 - 3\mu$). Tais observações estão por enquanto sendo feitas esporadicamente de Cachoeira Paulista. Transformar-se-ão, porém, em operações regulares que colherão dados sempre que as condições atmosféricas permitirem.

3. Estudos do conteúdo eletrônico total e das irregularidades da densidade eletrônica usando polarímetro de VHF: As rotações de Faraday dos sinais de rádio do satélite geostacionário ATS-3 são medidas com um polarímetro de VHF. Tais observações são usadas para determinar o conteúdo eletrônico total da ionosfera e suas variações. Além disso os registros dos ângulos de rotação são úteis para acompanhar as perturbações caminantes da ionosfera que se propagam pela região. Como extensão deste projeto está proposto o uso de dois polarímetros para o estudo das cintilações da amplitude e da fase dos sinais de rádio, que poderão ser úteis na investigação do aumento de ionização nesta região devido à entrada de partículas carregadas oriundas do cinturão de radiação.

4. Investigação da precipitação de elétrons na anomalia geomagnética: A precipitação de partículas carregadas na anomalia geomagnética tem sido objeto de pesquisas desde há alguns anos. O aumento do fluxo de elétrons durante as tempestades magnéticas tem sido confirmado por medidas diretas do fluxo de partículas carregadas, nas altitudes a que sobem

os balões e, também por métodos indiretos. As medidas diretas incluem um vôo de balão em 17 de dezembro de 1971, com um detetor destinado a medir os raios X e o fluxo de partículas carregadas. Neste vôo ocorreu uma tempestade geomagnética moderada quando o balão estava no nível de 3 mb. O detetor de partículas carregadas registrou vários aumentos da velocidade de contagem, em intervalos de tempo intimamente associados com os aumentos do campo geomagnético total. Este fato foi interpretado como devido aos elétrons que se precipitavam dos cinturões de Van Allen para a atmosfera no nível do balão. Neste vôo o detetor de raios X não funcionou bem por isso não foram obtidos registros das radiações devidas ao freiamento, pela atmosfera, dos elétrons que nela se precipitavam (fenômeno designado por "bremsstrahlung"). Outro vôo de balão, portando uma carga útil semelhante à anterior foi lançado no dia 20 de outubro de 1973, durante um período de perturbação geomagnética. Embora o detetor de partículas carregadas não tivesse registrado apreciável excesso de fluxo acima do nível de referência, o detetor de raios gama registrou, na faixa de energia de 0,9 - 18 MeV, um fluxo mais elevado do que o normal. Este fluxo superior ao normal foi atribuído ao "bremsstrahlung" dos elétrons de alta energia precipitando-se na região da Anomalia Magnética Brasileira durante este período de perturbação geomagnética. Recente análise dos ionogramas noturnos obtidos em Cachoeira Paulista indica que a precipitação de partículas durante as horas noturnas é fator significativo no estado de ionização da ionosfera sobre a região. Uma camada "E noturna" a 90-95 km ocorre pela meia-noite e horas seguintes, frequentemente em associação com uma camada E esporádica. A frequência com que ocorre esta última é bem maior durante as horas noturnas,

o que é muito característico da zona de auroras. Em certas ocasiões os registros de riômetro também mostram forte aumento de absorção do ruído cósmico durante as horas após a meia-noite. Um exame dos magnetogramas obtidos em São José dos Campos mostra que a intensidade do campo magnético total passa diariamente por um mínimo durante as horas após a meia-noite. Isso sugere que o aumento do fluxo de partículas resulta de uma diminuição geral da altitude dos pontos que provocam reflexão ("mirror points") das partículas carregadas. Observações adicionais simultâneas de ionosonda e de riômetro serão usadas num estudo quantitativo detalhado do fenômeno.

5. Investigação de perturbações caminhanter da ionosfera :
Uma análise da absorção do ruído cósmico em 30 MHz, a partir de registros obtidos em São José dos Campos e Atibaia, tem mostrado a existência, em várias ocasiões, de perturbações caminhanter da ionosfera. Uma feição característica destas perturbações é a dispersão: o período aumenta a medida que a perturbação se propaga. Em certas ocasiões é possível detetar a velocidade de propagação da perturbação pela diferença das posições dos máximos e mínimos nos registros obtidos com duas antenas, uma vertical e outra oblíqua. As características destas perturbações são semelhantes às que são preditas e observadas no caso das ondas internas de gravidade e por isso é de se acreditar que as perturbações caminhanter sejam manifestações de ondas internas de gravidade geradas a grande distância dos locais das observações. A origem destas ondas esta, muito provavelmente, associada com o sistema de ventos da atmosfera inferior.

6. Efeitos da anomalia geomagnética nos sinais de VLF: Os sinais de VLF (frequência muito baixa) de Cutler, Maine, EUA, são registrados continuamente no INPE. O seu caminho de propagação termina, por isso, na região da anomalia. Durante fortes tempestades magnéticas os registros mostram certos aspectos que parecem devidos a mudanças da região D no final do caminho. Juntamente com as observações com ionosonda e riômetro, os registros de VLF lançam certa luz nas mudanças que ocorrem na região D da ionosfera durante estes períodos de perturbação.

Astrofísica e Investigações de Raios Cômicos

1. Observações de raios cômicos, raios X e raios gama, usando balões instrumentados: Desde 1967 têm sido feitas observações dos fluxos de raios X, de raios gama e de partículas carregadas, na atmosfera, em altitudes atingidas por balões instrumentados. O espectro da energia dos raios gama atmosféricos de 0,9 a 18 MeV tem sido medido, em São José dos Campos, em função da altitude (11,5 GV de rigidez do corte). Acima de 50 g/cm^2 o espectro de energia poderia ser ajustado a uma função potência com expoente $1,0 \pm 0,1$, independente da altitude. A $3,5 \text{ g/cm}^2$ o fluxo de raios gama foi de $0,29$ e $2,3 \times 10^{-2}$ photons/cm²-seg-MeV em 1 e 10 MeV respectivamente. De 100 a 600 g/cm^2 verificou-se uma subida mais rápida da curva do espectro, i.e., seu expoente era $1,3 \pm 0,1$.

Durante os dias magneticamente perturbados, foi observado aumento nos fluxos de raios gama e de partículas carregadas. (Para maiores detalhes ver a Secção: Investigação da precipitação de eletrons na anomalia geomagnética).

O INPE colaborou com vários grupos franceses do C.E.S.R. e do C.E.A. numa campanha levada a efeito em abril de 1973, quando foram realizados vários experimentos para a observação de raios X e raios gama de origem galáctica e extra-galáctica.

Os raios gama atmosféricos na faixa de energia 0,4 - 10 MeV foram medidos e comparados com os resultados obtidos na França em 1972. O detetor usado foi um cintilador NaI de 5 cm x 5cm com uma resolução de 8% em 511 MeV. As dependências em altitude e latitude da linha de aniquilação e sua importância relativa com respeito a esta parte do espectro estão sendo investigadas. A contribuição do fluxo de raios gama cósmicos para o fluxo medido será deduzida das curvas de crescimento e os resultados serão comparados com as medidas anteriores.

Um detetor tipo camara de centelhas, sensível aos raios X com energias maiores do que 20 MeV foi lançado de São José dos Campos como parte da colaboração INPE-CEA Saclay. O estudo da curva de crescimento em função da pressão atmosférica apresentou evidência da presença, no topo da atmosfera, de um fluxo residual de raios X, de origem galáctica, de $(1,33 \pm 0,4) \times 10^{-4}$ photons/cm²-seg-ster-MeV em 20 MeV. Tentativas de dete

tar raios gama oriundos das fontes discretas de Sco X-1 e do centro da galaxia deram resultados inconclusivos.

As atividades deste projeto incluem também a análise de alguns dados de um detetor de raios cósmicos solares de baixa energia a fim de estudar diferentes aspectos de propagação dos raios cósmicos solares no meio interplanetário. Foi estudado o relacionamento detalhado entre as características de anisotropia observadas nos instantes finais da extinção de um evento de "flare" solar e os parâmetros do campo magnético interplanetário. Verificou-se que em tais instantes a direção de anisotropia ficava notavelmente invariante em relação à direção do campo magnético. As implicações teóricas destes resultados estão sendo investigadas. A anisotropia dos raios cósmicos do evento solar de 20-21 de abril de 1971 também foi estudado em detalhe. Foi verificado que neste evento a anisotropia foi grande e de longa duração, tendo sido da ordem de 100% durante o evento todo. Esta anisotropia extraordinariamente demorada, ligada a um perfil temporal do tipo difuso foi tomada como prova do armazenamento e difusão das partículas de raios cósmicos junto do Sol seguidos de uma propagação, do tipo sem espalhamento, pelo espaço interplanetário.

2. Vento Solar, plasma interplanetário e magnetosférico: Uma investigação teórica do fluxo do plasma nas proximidades de uma configuração de ponto neutro (por exemplo, na atmosfera solar) e a estabilidade da lâmina neutra esta sendo realizada usando as estruturas das teorias não-lineares e quase-lineares.

Rádio Astronomia

Um rádio interferômetro consistindo de dois painéis, com 8 antenas helicoidais em cada, está sendo concluído. O sistema será instalado em Cachoeira Paulista e será usado inicialmente para o estudo de emissões de rádio do Sol e de certas pulsares.

Predição Numérica do Tempo

1. Foi feito um estudo preliminar da exequibilidade de desenvolver no INPE um sistema de Previsão Numérica do Tempo para ser eventualmente usado por centros meteorológicos dotados de computadores. O relatório interno do estudo identifica as principais dificuldades a enfrentar. Contém, também, um plano de trabalho especificando os diferentes grupos de participantes e as abordagens para atacar o problema.

O grupo de previsão numérica decidiu começar com modelos ultra simplificados da atmosfera, tais como os modelos barotrópicos. Logo que forem realizados estes, será considerado um modelo de equações primitivas de dois níveis, cuja descrição também está no relatório.

2. Um modelo barotrópico não divergente a ser usado na predição numérica foi montado e testado com dados hipotéticos e reais. Os dados de entrada foram os do campo geopotencial em 500 mb do qual foi derivada a função-corrente usando a forma geostrófica da equação da divergência.

Foram encorajadores os resultados obtidos tanto com os dados reais como com os hipotéticos, principalmente nas situações meteorológicas durante as quais não ocorrem processos de intensificação.

Dois tipos diferentes de condições de contorno foram usados. O primeiro consistiu em considerar o domínio de integração limitado por paredes sólidas. Neste as reflexões das ondas de vorticidade nas paredes deterioraram a previsão num tempo relativamente curto. O uso de condições de contorno cíclicas minimizar as reflexões daquelas ondas, produzindo previsões melhores.

Nenhum esquema objetivo de análise foi usado na preparação dos dados do campo inicial.

3. Como são promissoras as tentativas de desenvolver um modelo de previsão numérica do tempo cresce a necessidade de um programa objetivo de análise. Embora haja várias técnicas conhecidas, para a análise objetiva das variáveis meteorológicas, tivemos de escolher uma que servisse para nossa região (com respeito à densidade das observações) e nossas experiências.

Assim, começamos com a técnica de ajuste por polinômios. Ela, em essência, visa a ajustar uma superfície de ordem n (correspondente a um polinômio de ordem n) aos pontos de observação disponíveis, que são espaçados irregularmente, e interpolar os valores para achar os pontos interme-

diários correspondentes a uma rede de pontos espaçados regularmente.

Tal trabalho já foi programado para o computador Burroughs 6700 do INPE e chamou-se POA. É um programa flexível e bem geral que faz a análise em duas dimensões para um n qualquer. (O número de observações necessário aumenta enormemente com a ordem do polinômio). No caso de análise dos contornos nas superfícies isobáricas, o POA trata com especial cuidado as observações de ventos se esse campo for dado e se o POA for comandado para isso.

O POA foi preparado para realizar a análise em superfícies esféricas mas pode ser usado, com pequenas modificações, em superfícies planas. Esta em andamento um relatório interno sobre este método.

Circulação Estratosférica

1. Um trabalho apresentado na 9ª Reunião Anual do EXAMETNET, em Kourou, trata dos aquecimentos estratosféricos no hemisfério sul. Nele foram usados dados de foguetes obtidos em Moledezhmaja. Diferenças interessantes foram notadas entre os aquecimentos no hemisfério sul e no hemisfério norte. Uma extensão deste estudo esta sendo completada, usando análise de Fourier nos campos de temperatura e de 30 mb de altitude, inclusive cálculos do calor sensível e das variações semi-anuais do vento zonal e da temperatura na região entre 20-60 km. Dados de foguetes de vários locais estão sendo usados.

Meteorologia Dinâmica

Métodos numéricos de calcular a divergência horizontal do vento observado foram estudados. Quatro métodos diferentes de calcular o termo advectivo, usando diferenças finitas, foram testados, entrando com a parte não divergente do vento observado e o campo de ventos depois de estatisticamente amaciado ("smoothed"). Os resultados foram comparados com fotografias de satélites de seis dias de junho de 1970. A estrutura vertical da divergência horizontal na latitude de 25°S também foi examinada.

Camadas Atmosféricas da Superfície

1. Foi feita uma seção vertical das condições de umidade atmosférica sazonal média do hemisfério sul em escala planetária.

2. Foram avaliados os números de Richardson (Ri) e as curvaturas dos perfis dos ventos (β) na camada atmosférica da superfície. Os resultados mostraram uma certa concordância com o estudo teórico de Businger sobre a estrutura da referida camada.

PLANOS FUTUROS

1. Processamento ótico de dados: Um sistema de processamento ótico de dados esta sendo desenvolvido para uso com o radar de espalhamento ionosférico. O método atual de usar um computador ligado diretamente ao radar ("on line") só permite obter e analisar dados de um nível de cada vez. Como o filme fotográfico registra simultaneamente todos os níveis, a técnica de processamento ótico dos dados pode ser usada para registrar e mostrar o espectro Doppler dos ecos de todas as distâncias ao mesmo tempo. Oferece, também, um método de gerar e processar os sinais do radar de compressão de pulsos ("chirp radar") que é muito mais simples que a técnica convencional. Foi feito um estudo de exequibilidade para o desenvolvimento do sistema e o trabalho de construção e testes será iniciado dentro em breve.

2. Investigação do eletrojato equatorial usando radar de VHF: O eletrojato equatorial, que fica a 100-120 km de altitude acompanhando o equador geomagnético, é um sistema natural de feixe de plasma que permite investigar vários tipos de instabilidade dos plasmas. Para este fim esta sendo proposta a instalação de um radar de VHF em 50 MHz na cidade de Cuiabá. Embora as instabilidades do eletrojato equatorial venham sendo investigadas desde há vários anos, as observações têm sido feitas predominantemente em Jicamarca e várias características permanecem inexplicadas. As observações em Cuiabá serão de grande significação por causa da latitude geográfica da cidade ser bem maior do que a de Jicamarca. Além disso, em Cuiabá o eletrojato passa muito próximo da anomalia geomagnética, pelo que se-

rã possível verificar se ela tem algum efeito sobre ele. Mais ainda, o radar de VHF também será útil na investigação de fenômenos da região F, tais durações do eco maior do que a do pulso direto ("spread F"), perturbações caminhanças, instabilidades, etc.

O radar está em fase de construção.

3. Estudo de exequibilidade de uma estação de espalhamento incoerente no Brasil: A importância de uma instalação de radar incoerente, no Brasil, tem sido reconhecida desde há algum tempo. Além do fato de não haver instalação desse tipo no hemisfério sul, a proximidade da anomalia geomagnética, de que goza o país, proporciona oportunidades excelentes para estudo de fenômenos ionosféricos, e outros, usando o espalhamento incoerente. Por isso está sendo estudada a exequibilidade de construir um sistema de custo relativamente baixo com uma rede de antenas de feixe móvel por controle de fase.

4. Pesquisa de fontes de energia: Energia solar. A abundância do sol tropical no Brasil oferece um desafio para o aproveitamento da energia solar com o fim de parcialmente substituir com ela algumas das fontes convencionais. A possibilidade de concentrar a energia solar com grandes refletores e com usar um dos ciclos termodinâmicos existe e no INPE há um grupo estudando um projeto piloto para realizá-la. A fase inicial do trabalho compreende o cálculo preliminar dos refletores e da eficiência dos diferentes processos de conversão. A segunda fase será a construção

do equipamento e a escolha do local para o laboratório de testes.

FACILIDADES À DISPONIBILIDADE DO GRUPO DE PESQUISA FUNDAMENTAL

A sede do INPE em São José dos Campos ocupa uma área de 218.500 m². Os vários prédios foram planejados e construídos para fins específicos; incluem salas de aulas, laboratórios, um centro de computação, um auditório central etc. A biblioteca oferece um bom acervo de livros e periódicos sobre ciências espaciais, eletrônica, comunicações, tecnologia educacional, análise de sistemas e áreas afins. Atualmente tem 8.620 volumes e 160 títulos de periódicos especializados. O centro de computação tem computadores Burroughs B-6700, B-3500 e um computador híbrido EAI.

Além das instalações de pesquisas da sede, o INPE - Cachoeira Paulista tem equipamentos tais como ionosonda, magnetômetro e estação meteorológica para a coleta regular de dados de pesquisa. Em futuro próximo terá o equipamento de radioastronomia para estudo das emissões do sol e das pulsares. As observações de luminescência do ar no céu noturno também são feitas em Cachoeira. O INPE tem equipamento móvel para lançamento de balões, que pode ser levado para quase qualquer lugar do Brasil e terá um local fixo para essas operações em Cachoeira Paulista. Os foguetes meteorológicos dentro do programa EXAMETNET são lançados de CLFBI, do Ministério da Aeronáutica, de onde são feitos também lançamentos de foguetes ligados a pesquisas em cooperação com institutos de outros países. Dentro da colaboração com o Instituto Smithsonian funcionam na Barreira do Inferno uma câmara Baker-Nunn e um radar de laser para rastreamento de satélites.