



Workshop dos Resultados dos Estudos Temáticos
13-14 de dezembro de 2006

Prospecção Científica e Tecnológica

Grupo Temático 7 – Prospecção

Sumário

■ Introdução

- Equipe
- Definição e objetivo
- Domínios de Busca
- Metodologia
- Considerações

■ Resultados:

- Idéias-força
- Oportunidades e desafios para cada domínio de busca
- Diretrizes e ações para cada domínio de busca
- Observatório de prospecção científica e tecnológica
- Outros resultados
- Conclusão

Equipe

José Oscar Fernandes	CEA
Coordenador Odim Mendes Junior	CEA
Carlos Afonso Nobre	CPTEC
<u>Ralf Gielow</u>	CPTEC
Relatora Regina Célia dos Santos Alvalá	CPTEC
<u>Mauricio Goncalves Vieira Ferreira</u>	CRC
Fabiano Luis de Souza	ETE
Mário Luiz Selingardi	ETE
Roberto Vieira da Fonseca Lopes	ETE
<u>João Paulo Barros Machado</u>	CTE
Neidenei Gomes Ferreira	CTE
Fernando de Sousa Costa	CTE
Aguinaldo Martins Serra Junior	CTE
José Osvaldo Rossi	CTE
Adalberto Pacífico Comiran	LIT
Antonio Miguel Vieira Monteiro	OBT
Douglas Francisco Marcolino Gherardi	OBT
Evlyn Marcia Leao de Moraes Novo	OBT
João Roberto dos Santos	OBT

Definição e objetivo

Definição:

Prospecção Científica e Tecnológica do INPE → "antevisão" das possibilidades futuras em Ciências e Tecnologias para o INPE (considerando 5, 10 e 20 anos)

Objetivo:

Identificar e analisar **tendências de desenvolvimento** científico e tecnológico nas áreas de atuação do INPE e em áreas correlatas

Domínios de Busca

■ Ciências Espaciais – *Space Science*

Ciências que tratam do ambiente espacial, compreendidas como as áreas Astrofísica, Geofísica Espacial e Aeronomia

■ Ciências do Sistema Terrestre – *Earth System Sciences*

Ciências que estudam as interações entre as várias dimensões que influenciam a dinâmica do planeta Terra (atmosfera, oceanos, terras, população, etc).

Domínios de Busca

■ Tecnologias Espaciais – *Space Technologies*

As tecnologias necessárias (estabelecidas e inovadoras) para projetar, construir, testar e operar satélites

■ Tecnologias Espaciais Associadas – *Associated Space Technologies*

Pesquisas, desenvolvimentos e inovações em física do plasma, ciência de sensores e novos materiais, ciência de combustão e tecnologias de propulsão, ciências da computação e matemática aplicada, para aplicação em sistemas espaciais e do ambiente terrestre.

Metodologia

- Contratação de 4 estudos relativos a cada um dos domínios de busca:
 - Ciências do Sistema Terrestre – Jagadish Shukla (Cola / IGES)
 - Ciências Espaciais – Jean Maurice Bonnet (ISSI – Suíça)
 - Tecnologias Espaciais – Guy Cerutti Maori (Consultor Independente – França)
 - Tecnologias Espaciais Associadas – Alexander Koslov (MAI – Rússia)

Metodologia

- Painel de especialistas
 - Discussão do estudo de Ciências do Sistema Terrestre
- Prospecção interna para cada domínio de busca:
 - consulta a especialistas do INPE
 - busca em artigos/reports em revistas especializadas e na internet
 - pesquisa de resultados de outras prospecções
- Criação da proposta de um Observatório Prospectivo de Ciência e Tecnologia (OPCT) para desenvolvimento sistemático de atividades de Prospecção e Monitoramento em C&T

Considerações

- Caracterização dos eixos de atuação
- Diagnóstico das atividades de responsabilidade do Instituto:
 - Ciências Espaciais ainda não consolidadas
 - Ciências do Sistema Terrestre ainda não integradas
 - Tecnologias Espaciais ainda não com o melhor foco para as necessidades espaciais
 - Tecnologias Espaciais Associadas ainda não caracterizadas por uma identidade e com o melhor foco para as necessidades espaciais
 - INPE, como um todo, ainda não atua com sinergia

Idéia-força

Estabelecimento, no INPE, de 3 núcleos de atividades:

(i) Clima Espacial

(ii) Astrofísica Instrumental

(iii) Ciências do Sistema Terrestre

atendidos pelos recursos robustecidos das Tecnologias Espaciais e das Tecnologias Espaciais Associadas.

Ciências Espaciais: caracterização

- A Astrofísica pode ser entendida como um desafio da Ciência Humana para entendimento de processos cósmicos. Quanto ao ambiente espacial próximo, a que a Terra se acopla, há um esforço de entendimento do complexo e amplo processo de acoplamento Sol, meio-interplanetário, magnetosfera, ionosfera, atmosfera, interior do planeta e também da biosfera.
- A condução de estudos nessas áreas requer atuação tanto nas fronteiras do conhecimento quanto nos limites do que podem oferecer os recursos das tecnologias e dos métodos. As atividades decorrentes desses estudos geram novos paradigmas, criam soluções inovadoras tecnológicas e sustentam futuros novos serviços de observação e monitoramento da Terra, que inevitavelmente alteram o cotidiano da sociedade.

Ciências Espaciais: bases de informação

- National Research Council The Sun to the Earth – and beyond. A Decadal research strategy in solar and space physics, 2003. p. 176.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) Space 2030 Exploring the Future of Space Applications, 2004. p. 234.
- NASA 2006 NASA Strategic Plan, 2006. p. 48.
- ESA ESA's Report to the 36th. COSPAR Meeting, Beijing, China, July 2006. p. 149.
- Indian Space Research Organization Space Research in India (Jan. 2004 - Dec. 2005). Scientific Report prepared to COSPAR 2006, China, 2006. p. 147.
- MCT Estudo PROSPECTAR um estudo de prospecção tecnológica nacional. Brasília, 2003. p. 584.
- Treumann, R. A. Perspectives in Space Plasma Theory. Advances in Space Research, 37:1482-1496, 2006.

Ciências Espaciais: oportunidades e desafios

- Estabelecer um programa de estudos do Clima Espacial, fomentando pesquisas de vanguarda em Ciências Espaciais, a implantação de um centro de monitoramento magnetosférico-ionosférico e a criação de tecnologias, com a disseminação de conhecimentos e tecnologias para subsidiar ações em benefício da sociedade.
- Consolidar um núcleo de astrofísica robusto e inovador com forte desempenho no desenvolvimento instrumental, podendo impulsionar avanços tecnológicos com benefícios para a sociedade.
- Consolidar um centro de excelência para lançamentos de balões, para observações in-situ, observações remotas e testes de equipamentos para observações espaciais e atmosféricos, auxiliando as pesquisas científica e inovações tecnológicas.

Ciências Espaciais: diretrizes e ações

- Formar uma equipe completa de alta competência em tópicos de vanguarda (qualitativo) e capacidade de solução (quantitativo) em Ciências Espaciais.
- Formar núcleos em Universidades e atualizar conteúdo dos professores, a partir da estruturação do INPE como uma referência inequívoca em Ciências Espaciais.
- Implementar cooperações de Ciências Espaciais com impacto nas Tecnologias Espaciais do INPE.
- Aprofundar o conhecimento detalhado de processos naturais críticos relativos ao ambiente espacial que afetam a Terra.

Ciências Espaciais: diretrizes e ações

- Recompôr o número necessário de profissionais altamente qualificados no INPE para condução das Ciências Espaciais, com impacto de Estado do Brasil perante as relações internacionais em seus vários sentidos (por exemplo: Economia, Meio Ambiente, Tecnologia, Segurança Nacional).
- Estabelecer uma equipe completa para um centro de Clima Espacial e processos ionosféricos, envolvendo, por exemplo, engenheiros de software e matemáticos aplicados especializados para desenvolvimento de novos algoritmos e códigos, considerando, inclusive, computadores de alta performance (estimativa 40 pessoas a mais + infraestrutura).

Ciências do Sistema Terrestre: caracterização

- A síntese dos resultados alcançados pelo GT-7 relativos a prospecção em ciência e tecnologia para o domínio de busca estabelecido como *Ciências do Sistema Terrestre (Earth System Sciences)* se encontra no documento “*Summary Report of the Expert Panel on Earth System Sciences resulting from plenary discussions on the central questions posed to the Expert Panel and to the participants of the meeting*”.
- Ele reflete o resultado da dinâmica estabelecida para o Painel de Especialistas montado para o estudo deste Tema. Este documento apresenta as respostas de um conjunto de seis (6) questões apresentadas e debatidas no período de 30 de novembro a 2 de dezembro/2006 com participantes refletindo as áreas de Meteorologia, Ciências Espaciais, Engenharia, Observação da Terra e Tecnologias Associadas do INPE além de convidados externos, participando como observadores, como o INMET e a USP.

Ciências do Sistema Terrestre: oportunidades e desafios

- Ampliar os esforços de integração entre diferentes disciplinas nos domínios de conhecimento necessários ao estudo do planeta como um sistema complexo no âmbito da *Ciência do Sistema Terrestre* (CST), que tem sido entendido como central para o futuro de nossa sociedade.
- As interfaces entre componentes do *Sistema Terrestre* e as questões relativas ao acoplamento entre as diferentes escalas dos fenômenos envolvidos, apresentam oportunidades e desafios para a pesquisa científica e tecnológica no estado-da-arte.
- A agenda científica para a CST é mais ampla que a agenda dominante de mudanças climáticas e deve incluir as interações entre a Terra e o Sol, a química da atmosfera, a geofísica espacial, os processos de mudança de uso e cobertura da Terra, entre outros.

Ciências do Sistema Terrestre: oportunidades e desafios

- A atividade espacial é parte integral e fundamental no campo da CST. Oportunidades e desafios se apresentam para programas operacionais de observação da Terra por satélites e os de coleta de dados *in-situ*, novas tecnologias para sensores, para estações de coleta *in-situ*, inovação nos métodos de análise para os dados existentes e futuros e estratégias que melhorem a razão custo/benefício de programas satelitários. Em particular, a área de assimilação de dados apresenta crescente oportunidade, considerando que ela agrega valor as observações obtidas.
- Dados sócio-econômicos são parte integral do campo definido pela CST.
- O desenvolvimento de uma nova geração de modelos integrados e de novas técnicas de assimilação de dados exige recursos humanos especializados, que por ora não existem em disponibilidade, e que devem vir de diferentes recortes disciplinares.

Ciências do Sistema Terrestre: oportunidades e desafios

- A CST requer uma grande melhoria na comunicação entre os domínios das ciências naturais e das ciências sociais. Há aí oportunidades e desafios relacionados ao desenvolvimento de iniciativas educacionais inovadoras.

- O desafio levantado pela questão, sem resposta, de como obter desenvolvimento social com base na equidade enquanto , ao mesmo tempo, se reduz a pressão sobre as variáveis ambientais do sistema, é a grande oportunidade para a formulação de uma agenda para as aplicações e inovações derivadas de um programa em CST , que chamaremos aqui de *Ciência do Sistema Terrestre Aplicada*.

Ciências do Sistema Terrestre: diretrizes e ações

- Estabelecimento de um programa em CST em torno de uma temática: *Ciência do Sistema Terrestre e Desenvolvimento*.
- As aplicações do programa devem procurar tratar da gestão de ecossistemas, biodiversidade, urbanização, segurança alimentar, disponibilidade de água, ciclo de carbono, suprimento de energia e saúde humana.
- Um programa em CST, no INPE, deve promover a capacitação e formação de recursos humanos através da elaboração de um programa de pós-graduação.
- Estabelecimento de um *nó líder* para o programa, que está fortemente conectado a uma rede de instituições participantes do programa. Estima-se que o *nó líder* do programa deverá contar com uma equipe inicial de 200 profissionais, entre cientistas e engenheiros, e que inclui cientistas sociais. O INPE foi apontado como tendo todo o potencial para ser este *nó líder* do programa, caso os recursos necessários sejam disponibilizados.

Ciências do Sistema Terrestre: diretrizes e ações

- O Brasil deve buscar estabelecer facilidades computacionais da ordem de *teraflop* , e deve estabelecer uma forte conexão com as facilidades globais na escala de *petaflop*.
- O programa brasileiro em CST deve investir na modelagem de cenários ambientais de 1 a 10 anos, em escala local e regional, e trabalhar em cooperação estreita com os centros que produzem projeções de 100 anos na escala global. Esses cenários deverão ser produzidos periodicamente.
- O programa brasileiro em CST deve envolver cientistas sociais desde sua fase de planejamento, e deve criar espaços de aproximação entre as comunidades de pesquisadores.
- O programa em CST deve produzir regularmente um boletim de divulgação para toda a sociedade uma síntese de sua temática: *O Estado do Ambiente e do Desenvolvimento no Brasil*. Esta experiência pode ser expandida para toda a América do Sul, estabelecidas as colaborações necessárias.

Tecnologias Espaciais: caracterização

- Tecnologia espacial compreende o projeto, desenvolvimento, testes e operação de plataformas espaciais.
- Estas plataformas compreendem satélites em órbita da Terra, espaçonaves para missões planetárias, e módulos pressurizados para vôo tripulado.
- A prospecção realizada pelo GT-7 em Tecnologia Espacial foi focada em satélites.
- O projeto, construção e efetivação de um satélite são atividades estratégicas para um Estado soberano.

Tecnologias Espaciais: oportunidades e desafios

Segmento espacial, por sistemas e sub-sistemas:

- **Sistemas:** Capacitação em técnicas modernas de automação na concepção, documentação e acompanhamento de sistemas.
- **Controle térmico:** Capacitação (especificação/projeto/desenvolvimento /qualificação) em dispositivos/técnicas para lidar com satélites que apresentem partes com alta densidade de dissipação térmica.
- **Potência:** Desenvolvimento de dispositivos (baterias e células solares) com alto desempenho e baixa massa.
- **Estruturas/Mecanismos/Projeto Mecânico:** Adquirir capacitação no desenvolvimento/projeto/especificação de grandes estruturas flexíveis. Desenvolver metodologia para projeto da arquitetura mecânica com alto empacotamento.

Tecnologias Espaciais: oportunidades e desafios

- **Propulsão:** Qualificação espacial de propulsores iônicos para satélites GEO e LEO. Desenvolvimento de propulsores de apogeu para satélites GEO.
- **Supervisão de bordo:** Desenvolvimento de sistemas com alta capacidade de processamento e de autonomia funcional podendo utilizar técnicas de empacotamento eletrônico, de engenharia de software e de inteligência computacional.
- **Controle de atitude:** Capacitação em dispositivos e softwares para controle de satélites em 3 eixos visando alta capacidade de automação (independência de operação remota).
- **Comunicações:** Capacitação em dispositivos/técnicas que incrementem significativamente a capacidade de transmissão de dados do satélite (antenas, transmissores, receptores, etc), mas que apresentem alto índice de compactação.

Tecnologias Espaciais: oportunidades e desafios

Cargas úteis:

- Desenvolvimento de imageadores ópticos que incorporem tecnologias/soluções avançadas de compactação de sistemas ópticos e de alta integração de plano focal.
- Capacitação em imageadores SAR (Radar de Abertura Sintética)
- Capacitação em compressão de dados de alta taxa sem perdas

Segmento solo:

- Capacitação (hardware e software) em estações de rastreamento/controlado com alto índice de automação.

Integração e Testes:

- Aprimorar a infra-estrutura de integração e testes de satélites e suas partes

Tecnologias Espaciais: diretrizes e ações

- Direcionar os projetos de P&D para o desenvolvimento das tecnologias consideradas estratégicas para as futuras missões.
- Garantir que o desenvolvimento de novas tecnologias seja subsidiado pelos programas de satélites operacionais.
- Incentivar a parceria com universidades/indústrias no desenvolvimento de satélites tecnológicos como forma de qualificar as novas tecnologias.
- Na medida do possível, utilizar os satélites operacionais como plataforma para qualificar experimentos tecnológicos.
- Definir um processo de desenvolvimento de software que privilegie a automatização das estações de rastreamento e controle.
- Aumentar e capacitar o efetivo de recursos humanos das áreas.
- Atualizar e incrementar a infra-estrutura laboratorial das áreas.

Tecnologias Espaciais Associadas: caracterização

- A Tecnologia Espacial Associada caracteriza-se por um perfil predominantemente científico, voltado a temas direta ou potencialmente ligados ao campo de atividades espaciais, ou em áreas estratégicas de P&D.
- A pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias associadas à aplicação espacial são estratégicas para um Estado.
- Um investimento nesta área leva geralmente a um retorno em curto prazo para a sociedade através da transferência destas tecnologias para as empresas nacionais, gerando novos produtos com tecnologia agregada e empregos.

Tecnologias Espaciais Associadas: oportunidades e desafios

- Estímulo das agências de fomento e do MCT/INPE para estudos em cooperação com outros centros de excelência do Brasil e do exterior. Renovação do quadro de funcionários da Tecnologia Espacial Associada em função do elevado número de aposentadorias esperadas para os próximos cinco anos.
- Abertura nas dependências do INPE de um escritório de patentes e de transferência de tecnologias para consolidar as inovações desenvolvidas no mesmo.
- Criação de uma comissão (composta por representantes dos quatro domínios de busca do INPE) para o estudo de outras intersecções das linhas de pesquisa e desenvolvimento entre a Tecnologia Espacial Associada e as outras áreas.

Tecnologias Espaciais Associadas: diretrizes e ações

- Estruturação de uma força-tarefa que irá atuar constantemente junto ao MCT, MPOG, e outros ministérios (governo) no sentido de facilitar a captação de recursos humanos e financeiros para o INPE.
- Nomeação dentro dos laboratórios da Tecnologia Espacial Associada de um representante que ficará responsável pelo contato com o escritório de patentes e transferência de tecnologia.
- Criação de uma ferramenta de busca e informação, a todos os quatro domínios de busca, dos editais em vigência nas agências de fomento (captação de recursos). Realização de um congresso interno do INPE que poderá acontecer de uma forma periódica (interação entre as áreas).

Observatório de Prospecção Científica e Tecnológica

- **Objetivo:** auxiliar o INPE na busca do estado da arte nos campos de conhecimento nos quais atua, por meio do uso de ferramentas de Prospecção Científica e Tecnológica e da participação dos atores envolvidos

- **Objetivos específicos**
 - Instaurar no INPE uma cultura de prospecção científica e tecnológica;
 - Identificar, manter e analisar bases de informações científicas e tecnológicas de interesse;
 - Organizar relatórios e eventos periódicos de discussão acerca das trajetórias científicas, tecnológicas e de mercado nas áreas de atuação do INPE.

Observatório de Prospecção Científica e Tecnológica

■ Atividades

- Um Observatório Científico e Tecnológico deve obter, manter, desenvolver e mensurar dados de CT&I (Ciência, Tecnologia e Inovação), isto é, ele é o *locus* destinado à prospecção científica e tecnológica ou pelo menos para organizar as informações para que outros a façam.

■ Funcionamento

- O GT7 sugere uma comissão curadora que organize esses exercícios anualmente sem que exista uma estrutura centralizada prestadora de “serviços”. Essa comissão pode auxiliar pesquisadores a empreender exercícios específicos de prospecção em suas áreas de atuação (mas não deve fazer por eles).

Observatório de Prospecção Científica e Tecnológica

- Resultados esperados da “cultura” de prospecção científica e tecnológica no INPE
 - sinalizar os melhores caminhos para atingir o mais alto nível dos desenvolvimento científico e tecnológicos nas áreas de atuação do INPE e, assim, contribuir para o desenvolvimento do conhecimento, da tecnologia, da economia, do bem estar da sociedade brasileira e para as estratégias de segurança nacional.
 - contribuir para a expansão das Pesquisas Científicas e Tecnológicas Espaciais e Atmosféricas no Brasil em todos os sentidos (universidades, institutos de tecnologia e científicos, empresas e políticas relativas a tecnologia, segurança, meio ambiente, educação, saúde, comunicações e transportes).

Outros resultados: Marketing C&T institucional

- O INPE deveria fortalecer a sua “marca”, com procedimento de valorização coletiva da comunidade e sobrepondo-se ao individualismo.
- Com base no material produzido no PE, o INPE deveria contratar a produção de um livro redigido em um estilo adequado para disseminação e valorização da imagem do Instituto junto à sociedade (Sugestão: O INPE, o Brasil e o Espaço).
- Para disseminação da sua imagem, o INPE deveria aprimorar seus recursos de informática para permitir maior acesso da sociedade a recursos desenvolvidos pelo INPE (Observação remota, Ensino à distância de tópicos especiais, etc).
- Caracterização e ampliação de atividades de treinamento, junto à comunidade externa, em tópicos da competência do instituto visando claramente a disseminação de imagem, a transferência de tecnologia, a capacitação de recursos humanos em áreas de fortalecimento de identidade, etc.

Conclusão

Os resultados do GT7 podem contribuir fortemente com os objetivos do PE-INPE de criar uma identidade clara do Instituto por meio das suas atividades bem caracterizadas.