

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

# Um Instituto, Três Missões, Dez Compromissos: um projeto coletivo para o futuro do INPE

Plano de Trabalho de Gilberto Câmara como  
candidato a diretor do INPE

Versão 2.0 – Enviada ao Comitê de Busca

São José dos Campos, 18 de agosto de 2005

## Um instituto, três missões, dez compromissos: resumo executivo

1. O INPE possui duas fortes características: a valorização da *excelência* e a capacidade de *mobilização*. Esta combinação é extremamente difícil de encontrar no Brasil e torna o INPE singular no contexto nacional.
2. Temos três grandes missões: *produção de conhecimento científico (quadrante de Bohr)*, *geração de resultados e produtos inovadores (quadrante de Pasteur)*, e *desenvolvimento de tecnologia espacial (quadrante de Edison)*. Cada missão tem objetivos distintos e deve ser avaliada de forma diferenciada.
3. Devemos manter suas atividades de excelência científica, em conjunto com cursos de pós-graduação. Trata-se da base onde construímos o INPE do futuro. Qualquer reformulação na área de pesquisa deve evitar o dirigismo e promover a indução em temas cuja importância seja reconhecida pela comunidade.
4. Precisamos preparar-nos para ser um centro de liderança em *Ciência do Sistema Terrestre*, induzindo a convergência entre as áreas técnicas e científicas da instituição para estudar e produzir as tecnologias e inovações necessárias a sustentabilidade do planeta.
5. Os produtos e serviços gerados pelo INPE (imagens, previsões, software) são partes essenciais e intransferíveis de seus compromissos com o País. Por ter estreita ligação entre P&D, apenas o INPE conseguirá garantir a constante evolução da qualidade destes resultados.
6. O grande foco do programa espacial brasileiro deve ser a área de Observação da Terra, onde o Brasil tem demanda definida e necessidades de longo prazo. Para o satélite geostacionário, deveremos incentivar o uso de tecnologias já dominadas pela indústria nacional.
7. A política industrial do setor espacial deve *fomentar a inovação na indústria para gerar competitividade na economia brasileira*. Precisamos de uma revisão crítica de nossos projetos, para identificar como poderemos ser competitivos.
8. Iremos adotar uma estrutura matricial de gestão, com mecanismos sistemáticos e transparentes de acompanhamento de projetos. Nos primeiros seis meses da nova direção, será feito o planejamento estratégico para os próximos dez anos, com metas para os quatro anos de gestão do novo diretor.
9. A ação do INPE deve estar em total sintonia com a MCT e AEB. O papel do INPE deve ser marcante nas revisões do PNAE. Nosso sistema de gestão deve permitir que a AEB possa conhecer em detalhe a execução das ações do PNAE.
10. A direção do INPE deve empenhar-se em mostrar que a manutenção de excelência da instituição depende de termos uma política salarial adequada, de acabarmos com as disparidades de remuneração entre as carreiras, e de renovarmos os quadros da instituição.

*“O futuro não precisa apenas ser imaginado: precisa ser construído. O arquiteto precisa ser capaz de sonhar com coisas que ainda não foram criadas - uma catedral aonde hoje é apenas um terreno empoeirado. Mas o arquiteto também precisa ser capaz de gerar uma planta que mostre como transformar o sonho em realidade.”*  
G. Hampel e C.K. Pralahad ( “Competindo pelo Futuro” )

## 1 O INPE como instituto singular

O Brasil tem no INPE uma de suas referências no setor público. Somos um instituto com duas características singulares: a valorização da excelência e a capacidade de *mobilização*. O núcleo original do INPE foi estabelecido por seu primeiro diretor, Fernando de Mendonça, com base em critérios estritos de qualificação acadêmica. O instituto cresceu organicamente, e todas as novas áreas evoluíram a partir de grupos existentes. Todas as áreas do INPE possuem em seu DNA o gene da *excelência*.

A segunda característica importante é a capacidade de mobilização interna para missões de grande porte. A MECB (Missão Espacial Completa Brasileira) e o CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) são dois exemplos onde grupos inteiros foram mobilizados para cumprir missões de longo prazo, o que exigiu mudanças no perfil profissional dos envolvidos. Esta capacidade de mobilização permite a junção de competências multidisciplinares para enfrentar grandes desafios. Exemplos recentes são a combinação das competências das áreas de Engenharia Espacial (ETE), Integração e Testes (LIT), Rastreamento de Controle (CRC) e Observação da Terra (OBT) para tornar o CBERS-2 uma missão de sucesso, e a cooperação entre o CPTEC e a OBT na rede GEOMA de Modelagem Ambiental da Amazônia.

No Brasil, muitos grupos acadêmicos seguem o princípio da excelência e várias instituições públicas têm a capacidade de mobilização. No entanto, a combinação de *excelência* com *mobilização* é extremamente difícil de encontrar no Brasil e torna o INPE singular no contexto nacional. Os valores comuns da excelência e da mobilização reforçam sua capacidade de realizar missões, e realimentam positivamente seus valores.

O principal compromisso de qualquer candidato a diretor do INPE é manter a unicidade da instituição. É obrigação de seu diretor defender esta vocação de excelência e mobilização e ampliar ainda mais o papel do INPE na sociedade brasileira.

## 2 As Três Missões do INPE

O INPE tem três grandes missões, distribuídas em suas várias áreas:

- *Produção de conhecimento científico* através de atividades de pesquisa, materializada através de artigos científicos, dissertações e teses.
- *Geração de resultados e produtos* para uso pela sociedade. Esta geração é obtida através de atividades de caráter operacional, que requerem contínuo investimento em P&D para manter sua qualidade.
- *Desenvolvimento de tecnologia industrial* na área espacial, especialmente nos componentes de satélites com tecnologia de ponta. Esta missão se realiza mediante geração de patentes, contratos com a indústria e através de desenvolvimentos próprios.

Para entender melhor estas três missões, é útil recorrer à idéia dos quatro quadrantes de P&D (Stokes, 1997). Stokes apresenta uma visão bidimensional da questão de P&D, considerando dois eixos: a relevância para o avanço do conhecimento, típica da pesquisa pura, e a relevância para as aplicações imediatas, típica de áreas de engenharia. Uma visão das missões do INPE segundo esta perspectiva está mostrada na Figura 1.

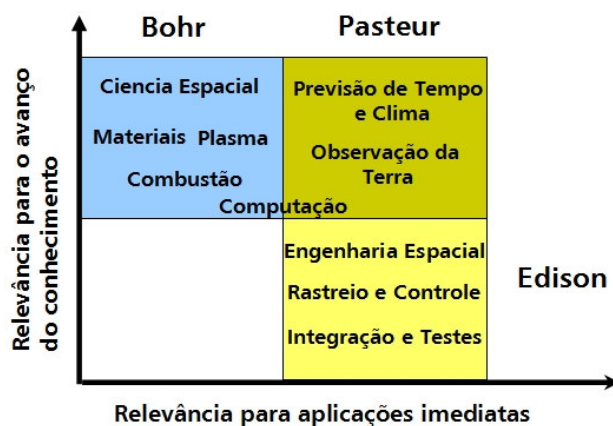


Figura 1 – O INPE e os quadrantes de P&D (adaptado de Stokes, 1997).

No quadrante superior à esquerda, chamado “quadrante de Bohr”, estão as descobertas de ciência fundamental, que não tem aplicação imediata, mas que determinam nossa compreensão do universo. No INPE, as atividades da Ciência Espacial (CEA) e dos laboratórios associados de Plasma e Materiais enquadram-se majoritariamente neste quadrante. O quadrante inferior à direita, chamado “quadrante de Edison”, inclui os avanços no conhecimento resultantes de atividades de caráter tecnológico, em muitos casos realizadas pela indústria. No INPE, encontramos neste quadrante a maior parte das ações das áreas de

Engenharia Espacial (ETE), Integração e Testes (LIT), Combustão (LPC) e de Rastreamento e Controle (CRC).

O quadrante superior à direita, dito “quadrante de Pasteur”, inclui atividades de pesquisa que avançam o conhecimento e simultaneamente produzem resultados de relevância imediata. No INPE, as áreas de Previsão de Tempo e Clima (CPT) e de Observação da Terra (OBT) são exemplos de nossa atuação neste quadrante.

Os quadrantes de Bohr, Pasteur e Edison nos ajudam a entender as missões do INPE, e mostram que a avaliação das atividades do INPE deve ser diferenciada, de acordo com o quadrante em que se localizam, a saber:

- *Bohr*: produção de artigos científicos na literatura indexada, o número de citações e as teses e dissertações associadas.
- *Pasteur*: relevância dos resultados produzidos e a qualidade da pesquisa associada.
- *Edison*: apropriação de tecnologias críticas para programas de satélite, com vistas ao aumento da competitividade e da inovação na indústria nacional.

### 3 Uma visão de futuro para o INPE

#### 3.1 O futuro do INPE I – O quadrante de Pasteur

Os produtos e serviços gerados pelo INPE são um componente essencial da relação do INPE com a sociedade brasileira. Também são grandes motivadores do nosso programa de satélites, como mostram os programas SCD (Satélite de Coleta de Dados), CBERS (Satélite Sinobrasileiro de Recursos Terrestres), SSR/PMM (Satélites de Sensoriamento Remoto – Plataforma Multimissão). Na prática, trata-se de serviços intransferíveis. Somente uma instituição com uma estreita ligação entre pesquisa e desenvolvimento, como o INPE, consegue manter um serviço cuja qualidade mostre constante evolução. Além de gerar benefícios imediatos, produtos como *previsão do tempo e clima, imagens de satélites, dados de desmatamento e de safras agrícolas, software de geoinformação e detecção de raios* precisam de investimento contínuo de P&D.

Tomemos dois exemplos. Modelos de previsão de tempo estão em evolução constante, incluindo novas parametrizações de processos físicos e melhorias em métodos de assimilação de dados. A mesma lógica vale para a detecção de desmatamento na Amazônia. Como dispomos de uma combinação única de competências em Sensoriamento Remoto e Geoinformação, fomos capazes de montar em tempo exíguo (3 meses) o DETER (Sistema de detecção de desmatamento em tempo real), instrumento chave no programa governamental de combate ao desmatamento.

A percepção da importância do INPE pela sociedade brasileira e o suporte para nosso orçamento são criticamente dependentes dos produtos e serviços que entregamos. Por isto, é fundamental que o INPE mantenha o compromisso de gerar produtos de alta qualidade e grande visibilidade, como as previsões de tempo divulgadas pela imprensa e os mapas de desmatamento disponíveis livremente na Internet.

A importância das atividades do quadrante de Pasteur no contexto nacional e internacional de P&D conduz à pergunta: *Quais as grandes demandas da sociedade brasileira em temas de P&D compatíveis com as vocações do INPE?* Numa visão preliminar, algumas áreas podem ser indicadas como importantes:

- *Desastres ambientais e eventos extremos*: o aumento da precisão dos modelos de previsão do tempo, acoplado a modelos de vulnerabilidade ambiental de territórios e populações, permite ao INPE criar um sistema de predição de potenciais de desastres ambientais.
- *Modelagem ambiental*: os projetos multidisciplinares e interinstitucionais em desenvolvimento na rede GEOMA (Rede Cooperativa de Modelagem Ambiental da Amazônia) são exemplos de P&D onde a competência do INPE é potencializada pela cooperação com outras instituições. Estes projetos incluem modelos diagnósticos e prospectivos em temas como mudança de uso do solo, integração bioma-clima, hidrologia, áreas alagáveis e biodiversidade.
- *Geosensores*: trata-se da tecnologia emergente de micro-sensores que detectam grandezas como pressão, temperatura, e concentrações químicas. Num futuro próximo, estes sensores estarão disseminados pelo ambiente, formando redes sem fio que irão ampliar dramaticamente nossa capacidade de observação da Terra. Adquirir a capacidade de construí-los e gerenciá-los será um dos grandes desafios para a engenharia do INPE. Trata-se assim de um produto do quadrante de Edison contribuindo para o quadrante de Pasteur.

No longo prazo, estes temas convergem para a *Ciência do Sistema Terrestre*. Esta nova ciência dedica-se a estudar, desenvolver, comparar, integrar e diferenciar os múltiplos aspectos do conceito de sustentabilidade do planeta em diferentes condições sócio-ambientais. Estas questões estão refletidas nos princípios do GEO (Group on Earth Observation), a nova organização internacional criada para buscar ampliar nossa capacidade de coleta e de modelagem integrada do planeta, na qual o Brasil e o INPE têm papel de destaque. O conceito de '*observação da terra*' do GEO é muito mais amplo que a área de OBT do INPE e inclui disciplinas como Meteorologia, Climatologia, Sensoriamento Remoto, Geofísica, Geoprocessamento, Sismologia, e partes de Ciências Humanas como Antropologia, Demografia e Geografia. Trata-se de combinar a coleta de dados, seja *in situ* ou por satélites com o desenvolvimento de modelos computacionais para os vários componentes do ecossistema terrestre. Os benefícios esperados do GEO incluem:

- Reduzir os efeitos de desastres ambientais naturais ou gerados pela ação do homem.
- Entender os fatores ambientais que afetam a saúde e o bem-estar da humanidade.
- Melhorar o gerenciamento dos recursos energéticos, da água e do ar.
- Compreender, avaliar, prever, e buscar evitar os efeitos das mudanças climáticas globais.
- Melhorar a previsão de tempo e clima.
- Melhorar o gerenciamento e a proteção dos ecossistemas terrestres, costeiros e marinhos.
- Suportar a agricultura sustentável e combater a desertificação.
- Identificar, monitorar e conservar a biodiversidade do planeta.

Em todas as áreas acima listadas, o INPE já contribuiu ou tem um grande potencial de atuação. Nosso futuro no “quadrante de Pasteur” é dos mais promissores. Devemos fortalecer ainda mais as competências que nos fazem únicos e a ampliar os vínculos entre as diferentes áreas, mantendo sempre a capacidade de produzir serviços para a sociedade.

### 3.2 O futuro do INPE II – O quadrante de Bohr

No ‘quadrante de Bohr’ encontram-se as atividades do INPE voltadas para a pesquisa acadêmica, realizadas primordialmente na Ciência Espacial e nos Laboratórios Associados, mas incluem ainda projetos realizados nas áreas de Observação da Terra, Previsão de Tempo e Clima, e Engenharia Espacial. Estudiosos de política de C&T alertam para o risco de “dirigismo” nestas áreas de conhecimento (Nelson, 1996) (Dasgupta and David, 1994). O dirigismo inibe a criatividade individual, e limita a geração de idéias transformadoras. Assim, o INPE deve manter aberto o espaço para a pesquisa acadêmica de longo prazo, desde que associada a padrões de excelência.

A missão da Ciência Espacial no INPE está plenamente justificada pela excelência de sua produção e pela natureza de seus estudos. O conhecimento sobre o funcionamento do universo, e sobre os mecanismos básicos de interação de nosso planeta com seu ambiente próximo são temas inesgotáveis. Estes temas têm profundos impactos sobre a consciência de nosso lugar no universo e sobre a natureza da existência humana. Além disso, alguns destes temas têm conseqüências práticas relevantes. Dentre os temas da Ciência Espacial do INPE que têm relevância prática, podemos citar a *previsão de clima espacial* e a *deteção e estudo de raios*. Os impactos das variações do clima espacial sobre aplicações como telecomunicações e transmissão de energia vem tendo sua importância cada vez mais reconhecida. O estudo dos raios já nos permitiu estabelecer uma rede de

monitoramento, cuja importância é reconhecida pelas operadoras do setor elétrico. A partir de nossa competência científica, poderíamos criar serviços operacionais nestas áreas, que representaria uma passagem do quadrante de Bohr para o quadrante de Pasteur. Deve-se destacar ainda o potencial de contribuição da Ciência Espacial para o estudo de mudanças climáticas globais. O estudo do comportamento dos gases de efeito estufa na atmosfera vem sendo objeto de pesquisas na área, o que pode gerar uma sinergia importante com as áreas de Observação da Terra e Previsão de Tempo e Clima.

Uma característica que distingue a Ciência Espacial do INPE de outros grupos acadêmicos no Brasil é sua capacidade de engenharia. Grande parte da instrumentação utilizada nos seus projetos é construída no INPE ou na indústria brasileira. Esta capacidade é fonte potencial de sinergia com outras áreas do INPE. Uma avaliação comparativa do desempenho científico da CEA pode ser inferida a partir dos dados da Tabela 1. A área da Ciência Espacial, na qual o INPE tem uma participação muito significativa, tem o segundo índice de citações entre as áreas de pesquisa no Brasil. Trata-se de um indicador da excelência do trabalho feito no INPE.

TABELA 1 - PRODUÇÃO CIENTÍFICA INDEXADA DO BRASIL (fonte: ISI)

Rank	FIELD	PAPERS	CITATIONS	CITATIONS PER PAPER
1	PHYSICS	13,827	63,209	4.57
2	CLINICAL MEDICINE	12,586	60,479	4.81
3	CHEMISTRY	9,144	34,872	3.81
4	BIOLOGY & BIOCHEMISTRY	5,455	26,545	4.87
5	PLANT & ANIMAL SCIENCE	7,878	17,317	2.20
6	NEUROSCIENCE & BEHAVIOR	2,944	15,729	5.34
7	MOLECULAR BIOLOGY & GENETICS	2,527	13,853	5.48
8	SPACE SCIENCE	1,758	13,500	7.68
9	ENGINEERING	4,849	12,041	2.48
10	MICROBIOLOGY	2,298	12,017	5.23
11	IMMUNOLOGY	1,169	11,935	10.21
12	GEOSCIENCES	1,827	9,170	5.02
13	ENVIRONMENT/ECOLOGY	2,048	9,000	4.39
14	PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY	1,814	9,000	4.96
15	MATERIALS SCIENCE	2,548	5,849	2.30
16	AGRICULTURAL SCIENCES	3,585	4,368	1.22
17	MATHEMATICS	2,235	4,328	1.94
18	SOCIAL SCIENCES, GENERAL	1,713	2,333	1.36
19	PSYCHIATRY/PSYCHOLOGY	412	2,037	4.94
20	COMPUTER SCIENCE	1,045	1,679	1.61

### 3.3 O futuro do INPE III – O quadrante de Edison

#### 3.3.1 Elementos para um diagnóstico do setor espacial

Neste quadrante, as principais considerações dizem respeito à política industrial do setor espacial, cujo objetivo maior é *fomentar a inovação para gerar competitividade na economia brasileira*. A grande motivação do governo para alocar recursos cada vez maiores no programa espacial é a expectativa de que estes recursos engendrem a competitividade industrial do País. Não podemos ter ilusões: competitividade é resultado de investimento continuado e não se alcança em curto prazo. Em muitos setores do programa, nossa indústria ainda está nas fases iniciais do processo de capacitação. Esta relativa imaturidade requer do INPE e dos demais órgãos do setor um diagnóstico adequado, para identificar os pontos de inflexão, que irão precisar de atuação firme.

A questão da *competitividade industrial* deve ser um foco de grande atenção do INPE. No longo prazo, será muito difícil para o Brasil manter setores da indústria espacial com baixa competitividade e cujo cliente majoritário ou único seja o INPE. Para ter sucesso, dependeremos muito da capacidade de P&D do INPE para identificar descontinuidades tecnológicas que permitam ganhos de competitividade. Precisamos ser capazes de reduzir custos e prazos, pois a capacidade de financiamento do governo é limitada. Isto só acontecerá se fixarmos metas ambiciosas. Em 2015, deveremos ser capazes de produzir satélites com sensores de classe AWF1 (30 metros de resolução, 600 km de cobertura) numa plataforma classe PMM (Plataforma Multimissão) a custo inferior a US\$ 20 milhões. Isto implica uma redução de 50% com relação aos custos dos programas atuais.

O desafio da competitividade só poderá ser vencido com concepções inteligentes de engenharia espacial. Precisamos fazer uma revisão crítica dos projetos PMM e CBERS, buscando identificar questões estratégicas. Para alcançarmos competitividade num prazo razoável (10-15 anos), há questões cruciais que precisamos responder hoje: *A plataforma CBERS é viável em 2015? A PMM pode ser uma plataforma competitiva internacionalmente? Quais as prioridades relativas que devem ser dadas aos programas PMM e CBERS? Que plataforma servirá ao nosso programa espacial a partir de 2010/2015?*

A competitividade está muito ligada ao tema da *sustentabilidade*. O exemplo dos fornecedores do CBERS-1 é particularmente dramático. Vários dos contratados do CBERS-1 (como ESCA, ELEBRA, DIGICON, TECNASA) não atuam mais no mercado. Isto significa anos de investimento perdidos. Com um aumento na competitividade das empresas, haverá uma maior capacidade de manter fluxos de recurso e a capacidade de fornecer para o setor aeronáutico será

muito fortalecida. Uma meta possível para 2015 é que não tenhamos nenhuma empresa fornecedora cujos contratos com o INPE representem mais de 50% do faturamento.

Este plano irá requerer que sejamos capazes de identificar os atributos-chave de um programa industrial de sucesso, detalhados melhor na seção 4.7 a seguir. Também precisaremos de um substancial aumento na capacidade de pesquisa, desenvolvimento e gerência do INPE. Para isto, é fundamental criar no INPE um curso de pós-graduação em Engenharia Espacial de excelência, capaz de formar as equipes que precisamos e de contribuir para mudar o nosso patamar de inovação.

### 3.3.2 Desafios para o programa espacial brasileiro: visão geral

No mundo inteiro, a área espacial tem quatro grandes segmentos fortes: (a) Observação da Terra (que inclui sensoriamento remoto e meteorologia); (b) Telecomunicações; (c) Ciência Espacial; (d) Inteligência militar. Destes setores, o Brasil tem hoje uma demanda bem definida por satélites de observação da terra, como mostram as mais de 120.000 imagens do CBERS já distribuídas. Esta demanda inclui tanto governo como sociedade e tem necessidades de longo prazo. Isto é, o Brasil sempre precisará de satélites de observação da terra, e não há competidores viáveis.

O setor de telecomunicações por satélite enfrenta problemas no mundo inteiro. As tecnologias de transmissão por terra (fibras, cabos e antenas) têm se mostrado mais eficientes em termos de custo/benefício. No setor de Ciência Espacial temos uma tendência internacional para experimentos embarcados em programas de cooperação. O INPE tem uma capacidade de gerar demanda e de articulação internacional que nos permite sustentar um programa de médio porte nesta área. No entanto, dificilmente o PNAE um dia terá recursos para financiar grandes projetos como *Voyager*, *Magellan* e *Hubble Space Telescope*.

A questão de inteligência militar é muito mais delicada. Considerando o caráter não intervencionista de nossa política externa, o Brasil tem pouca necessidade de inteligência sobre outros países. Assim, a questão de inteligência militar está muito relacionada ao controle de fronteiras. Precisamos avaliar com muito interesse as necessidades do Ministério da Defesa neste sentido, e saber até que ponto elas podem ser atendidas por satélites de observação da terra de uso civil. Lembre que o CBERS-2B terá uma câmara de 2,5 metros. Será que precisamos de mais resolução, considerando a perene cobertura de nuvens na Amazônia? Esta é uma questão a verificar.

Finalmente, temos o programa do satélite geoestacionário. Neste caso, é preciso identificar a demanda real. Esta demanda é pela implantação da contribuição brasileira ao novo sistema global de controle de tráfego aéreo (o programa CNS-ATM). Estudos preliminares indicam que esta demanda específica poderia ser atendida com participação da indústria nacional. Caberá ao INPE

subsidiar a AEB nos necessários estudos de viabilidade econômica e industrial do sistema. Seria fundamental que tivéssemos um estudo de cadeia produtiva no setor para saber quais os impactos positivos e negativos do programa do satélite geostacionário.

Em resumo, como dizia o Dr. Tancredo, "Não vamos nos dispersar". O INPE sabe que tem retorno garantido da sociedade nos programas de observação da terra e ciência espacial. Devemos dar prioridade a ter uma estratégia tecnológica e industrial viável neste setor para os próximos 10 anos. Devemos ter em mente que o programa espacial tem limites práticos de financiamento pela sociedade, e que precisamos trabalhar com realismo buscando as metas que realmente possam trazer os melhores retornos sociais.

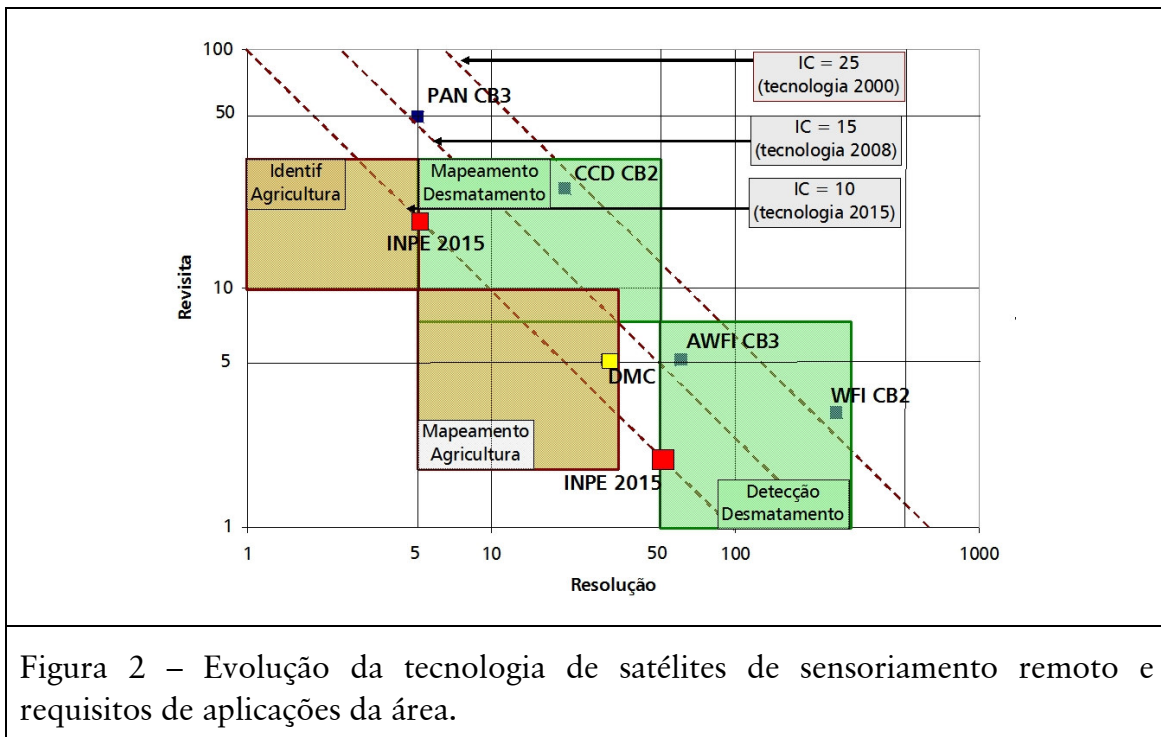
### **3.3.3 Desafios para o programa espacial brasileiro: O segmento de sensoriamento remoto**

Para entender os desafios do programa espacial brasileiro, é útil tomar um segmento significativo: os satélites de sensoriamento remoto. Alguns dos projetos mais importantes do Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) são satélites de sensoriamento remoto. A versão atual do PNAE tem poucos indicadores objetivos de desempenho tecnológico e de relação custo/benefício dos satélites propostos. Como exemplo das métricas que deveriam fazer parte de uma futura revisão do programa, propomos caracterizar estes satélites do ponto de vista de aplicação operacional. Usamos dois parâmetros fundamentais: a resolução espacial (área mínima imageada no solo) e a revisita (tempo para retornar ao mesmo ponto de órbita). Para medir esta capacidade de forma combinada, propomos um indicador: o índice de cobertura, definido como a média geométrica entre a resolução e a revisita:

$$IC = \sqrt{\text{resolução (metros)} * \text{revisita (dias)}}$$

Na Figura 2, apresentamos um gráfico log-log dos valores de resolução e revisita de diferentes sensores dos satélites da série CBERS: WFI (CBERS-1,2 e 2B); CCD (CBERS-1, 2, 2B, 3 e 4), PAN (CBERS-3 e 4) e AWFI (CBERS-3 e 4). Incluímos ainda os satélites ingleses da série DMC (Disaster Monitoring Constellation), que apresentam características muito interessantes. Apresentamos também quatro envelopes de requisitos de aplicações operacionais relevantes para o Brasil: (a) identificação de culturas; (b) mapeamento de culturas; (c) mapeamento de desmatamentos; (d) detecção de desmatamentos. Estão mostradas as linhas de IC (índice de cobertura) de valores 25, 15 e 10. Como se pode verificar, a linha com IC igual a 25 corresponde aproximadamente à tecnologia da década de 90, disponível no satélite CBERS-2. A linha com IC igual a 15 corresponde à tecnologia de meados desta década, a ser instalada nos satélites CBERS-3 e 4. Note-se que os sensores com IC igual a 25 ou 15 atendem apenas parcialmente aos requisitos das quatro áreas. A linha de IC igual a 10 corresponde

a um conjunto de sensores que o INPE deverá estar projetando para 2015, para atender plenamente às quatro áreas de aplicação operacional discutidas. Com base nos indicadores propostos, uma próxima revisão do PNAE poderia estabelecer metas objetivas para os satélites de sensoriamento remoto do programa espacial brasileiro. Associado às metas tecnológicas dos satélites de sensoriamento remoto do programa espacial, o PNAE também poderia incluir metas de custo/benefício, o que permitiria uma melhor avaliação do programa espacial.



#### 4 Dez Compromissos para o INPE

A seguir, listamos dez compromissos que refletem uma agenda de ações de curto e médio prazo e que consideramos prioridades para o novo diretor nos próximos 4 anos. Estes compromissos representam a visão pessoal do candidato e sua implementação terá de ser negociada com os atores envolvidos, que incluem a comunidade inpeana, o MCT e a AEB. Não obstante, é fundamental que o diretor tenha posições firmes (mas não inflexíveis) a respeito dos temas de importância para o INPE.

Estes compromissos estão divididos em:

- *Compromissos estruturais* (4.1 a 4.5): referem-se à questões do funcionamento interno do INPE, sua relação com o governo e sua atuação internacional.
- *Compromissos com a sociedade* (4.6 e 4.7): tratam da geração de produtos e serviços pelo INPE (quadrante de Pasteur).

- *Compromissos de política industrial* (4.8): indicam os critérios de atuação da nova direção na sua relação com a indústria espacial (quadrante de Edison).
- *Compromissos com a pesquisa científica* (4.9 e 4.10): mostram a disposição em preservar e ampliar a excelência acadêmica do INPE.

#### 4.1 Reorganizar a estrutura do INPE

O INPE tem hoje um orçamento recorde em sua história, que precisa ser muito bem administrado. Precisamos de mecanismos de acompanhamento sistemático da execução de ações, que permitam valorizar os bons resultados, antever problemas, tomar ações corretivas, e nos habilitar a melhor prestar contas dos recursos públicos. Precisamos recuperar a estrutura matricial de gestão do INPE. Nossa proposta é criar a Coordenação de Gestão Institucional (CGI), responsável pelo acompanhamento da execução de todas as ações do Plano Pluri-Anual (PPA) do Governo Federal alocadas no INPE. Com este modelo, o INPE irá adotar a estrutura de gestão matricial. A CGI irá dispor de procedimentos de gestão adequados a cada ação do PPA.

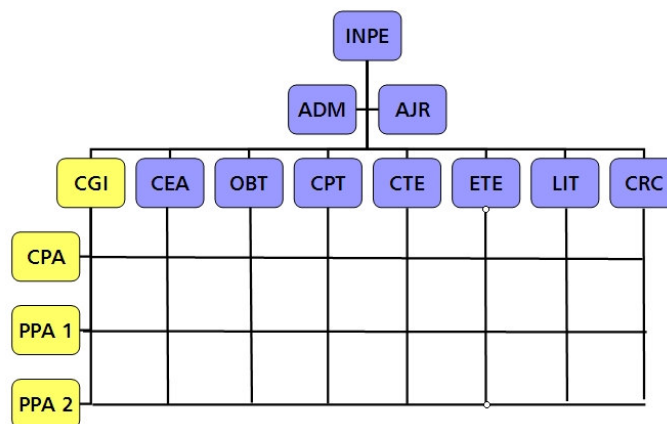


Figura 3 – Organograma proposto para o INPE (visão parcial).

A figura 3 apresenta uma visão parcial do organograma proposto para o INPE, com a nova coordenadoria de gestão (CGI), à qual estará subordinada a coordenação de planejamento (CPA) e à qual todos os gerentes de PPA do INPE responderão em suas funções de acompanhamento de projeto. As metas de cada PPA serão estabelecidas de comum acordo com os coordenadores de áreas, que tem um melhor entendimento da capacidade de alocação de recursos humanos e uma maior visão do futuro de suas áreas. Não estão mostradas a Coordenadoria de Relações Institucionais - CRI (que faz parte da direção), a Coordenação de Ensino e Programas Especiais (CEP) e a Coordenação do Centro Espacial de Cachoeira Paulista (CES). Estas duas últimas coordenações deverão ter suas estruturas reavaliadas.

## 4.2 Construir uma visão de futuro coletiva para o INPE

As idéias apresentadas na seção anterior devem servir como motivador de um amplo debate interno, organizado para construir uma visão de futuro que seja coletivamente compartilhada. Esta visão deverá projetar o INPE para a próxima década e responder a questões como: *Como será o INPE em 2015? Quais serão nossos serviços e produtos? Que competências nos manterão como uma instituição singular? Quais as tecnologias espaciais que precisaremos dominar? Que classe de satélites estaremos construindo?*

Como complemento à visão de futuro, será feito o planejamento estratégico da instituição, com metas para os próximos quatro anos, que correspondem à duração do mandato do novo diretor. Como a metodologia para nosso planejamento estratégico já foi estabelecida pelo INPE, com base nas diretrizes do MCT, esta atividade poderá ser realizada nos primeiros seis meses da nova gestão.

## 4.3 Estabelecer arranjos institucionais virtuosos

O futuro sonhado por nós só será possível se o INPE for capaz de construir arranjos institucionais virtuosos que garantam a sustentabilidade da instituição nos próximos anos. O primeiro arranjo é necessariamente com o MCT. Todos os planos do INPE devem refletir os objetivos de governo e capacidade de financiamento público.

O segundo arranjo deve ser com a AEB. A ação do INPE deve ser organizada em total sintonia com a AEB, com responsabilidades claras para cada parte. Como gestora do programa espacial, é essencial que a AEB possa acompanhar de forma adequada à execução das ações do PNAE alocadas ao INPE. Para isto, a nova estrutura de gestão proposta para o INPE (vide item 4.1) facilitará sobremaneira o acompanhamento das ações do PNAE. O INPE deve também buscar incluir no PNAE aspectos específicos sobre competitividade industrial e concepção de plataformas espaciais adequadas para a próxima década.

O terceiro arranjo deverá ser com o CTA e com o ITA, instituições irmãs e complementares na área aeroespacial. Precisamos verificar quais são as possibilidades de sinergia entre o programa de satélites e o programa de lançadores. Também devemos explorar a possibilidade de programas conjuntos de pós-graduação na área espacial, que permitam formar as competências que tanto precisamos.

O INPE deve estabelecer também uma relação cooperativa com as instituições de governo cujas missões operacionais têm alguma superposição conosco, sendo os casos mais prementes o INEMET e o SIPAM. Esta relação será baseada na busca de sinergia, levando em conta as missões das instituições e a manutenção dos serviços operacionais do INPE.

O INPE também precisa ampliar seu envolvimento com as demais instituições de P&D do MCT. O INPE deverá incentivar projetos interdisciplinares, a exemplo do que ocorre atualmente na rede GEOMA (Rede Cooperativa de Modelagem Ambiental da Amazonia).

Por fim, precisamos de vínculos duradouros com a indústria espacial e sua associação (AIAB). Nossa relação com a indústria deve ser baseada sempre em compromissos objetivos e públicos das partes, sem paternalismo estatal mas com gerenciamento cuidadoso dos projetos contratados.

#### **4.4 Ampliar a atuação internacional do INPE**

O INPE tem um histórico de forte atuação internacional, como atestam iniciativas como o CRECTEALC (Centro Regional da ONU em Tecnologia Espacial para América Latina e Caribe) e o IAI (Interamerican Institute for Global Change Research). Esta participação internacional do INPE deve ser reforçada e ampliada. De especial relevância para o INPE são dois grandes temas:

- Participação em organismos internacionais de cooperação
- Programas bilaterais de cooperação tecnológica

No caso de organismos internacionais, deve-se destacar o GEO (Group on Earth Observations), o novo organismo internacional cujo objetivo é fomentar a produção, disseminação e uso de dados e modelos associados à observação da terra. O Brasil faz parte do comitê executivo do GEO, junto com mais 11 países. O INPE participa do GEO assessorando o Itamaraty, como representante técnico do governo brasileiro.

Os programas bilaterais de cooperação tecnológica são elementos fundamentais do programa espacial, com destaque para o acordo com a China para o programa CBERS. Este programa é de extrema importância para o País e deverá ser mantido. Devemos fazer um grande esforço para aumentar a qualidade do intercâmbio tecnológico associado a este programa. Além do CBERS, precisamos saber explorar outras oportunidades, como os programas com a NASA (LBA) e a Agência Espacial Alemã DLR (MAPSAR – Multipurpose Application Synthetic Aperture Radar satellite).

#### **4.5 Recompôr as equipes do INPE, com remuneração salarial adequada**

Construir um futuro para o INPE só será possível com uma equipe altamente qualificada. Atualmente, nossa remuneração está bastante defasada em relação a nossos pares em instituições de P&D no Brasil. Por exemplo, a diferença entre o final de carreira na EMBRAPA e no INPE é hoje de cerca de 40%. Para corrigir esta defasagem, a direção do INPE deve dar total apoio à proposta do Fórum de C&T para uma nova tabela salarial. Mais que isto, a direção do INPE deve buscar motivar todas as instâncias governamentais para mostrar que manter a excelência

da instituição depende de uma política salarial adequada. Além de melhorar a tabela salarial, temos dois grandes desafios:

- As disparidades entre as remunerações de pesquisador e tecnologista no plano de carreiras de C&T, em função das gratificações de titulação.
- A renovação dos quadros da instituição, que deverá ter nos próximos anos um grande impacto, com a aposentadoria de toda a “geração Mendonça”.

A diferença salarial entre um pesquisador com doutorado e um tecnologista com especialização é de aproximadamente 45%. Esta defasagem é extremamente prejudicial à instituição. Ela incentiva a fuga de vocações: engenheiros com funções essenciais estão sendo tentados a abandonar suas tarefas para engajar-se em programas de doutorado. Não se trata de ser contra a titulação: o doutorado pode ajudar muito na carreira de um engenheiro. Trata-se de valorizar a contribuição para o INPE. Há engenheiros essenciais para o INPE que não tem vocação para cursar programas de pós-graduação. Assim, a direção do INPE deve engajar-se com ênfase na montagem de mecanismos de equivalência salarial, que permitam corrigir esta injustiça.

A renovação dos quadros da instituição é outra tarefa premente. A “geração Mendonça” foi contratada dentro de padrões salariais muito melhores que os atuais, o que nos permitiu selecionar profissionais muito capacitados. Para atrair quadros com a competência necessária, precisamos de remuneração adequada. A ETE e o LIT são possivelmente as situações mais críticas, pois foram as que mais sofreram perda de pessoal nas décadas de 80 e 90. Se quisermos ter ao mesmo tempo capacidade gerencial e competência em tecnologias críticas, precisaremos ampliar muito o tamanho das equipes da ETE e LIT. No caso das equipes de engenharia, enfrentamos ainda a concorrência das empresas do setor aeronáutico, setor em expansão na economia local. Deste modo, sem uma remuneração competitiva, dificilmente teremos condições de recompor nossas equipes.

#### **4.6 Manter e aprimorar os serviços e produtos do INPE, com política de dados, arquivos e software abertos**

A atuação do INPE no quadrante de Pasteur só se completa com a geração de produtos e serviços de alta qualidade. Longe de ser facilmente reproduzíveis, os serviços prestados pelo INPE são resultados que apenas uma instituição com pessoal altamente qualificado poderia prover. Eles representam motivação fundamental para novos avanços na área de pesquisa. É fundamental que a instituição assegure os recursos humanos, financeiros e gerenciais para que estas missões possam ser cumpridas a contento.

O sucesso da política adotada com as imagens do CBERS-2 e do Centro de Dados de Sensoriamento Remoto, e com os softwares SPRING e TerraLib mostra que os produtos do INPE (imagens, previsões de tempo e clima, software) devem

estar associados a uma política de disseminação aberta. Esta política deverá ser estendida para toda a instituição.

Os pesquisadores do INPE deverão ser convidados a adotar uma política voluntária de auto-arquivamento. Esta política, já adotada em instituições de destaque como o NIH (National Institutes of Health) e o MPG (Max-Planck-Gesellschaft), prevê que tanto as versões “*pre-print*” quanto “*post-print*” dos artigos devem estar disponíveis na Internet, no sítio da instituição ou do pesquisador. O resultado é um grande aumento do impacto dos artigos disponíveis na Internet em relação aos artigos não-acessíveis via Web (Harnad and Brody, 2004). Em levantamento recente, disponível em <http://www.eprints.org>, verifica-se que 91% de 8500 periódicos pesquisados aceitam esta política. O INPE assim teria grandes benefícios com esta política.

#### **4.7 Estabelecer uma relação cooperativa com o setor privado na área de produtos e serviços do INPE**

Um dos pontos estruturais de conflito potencial do INPE com a sociedade é nossa relação com o setor de serviços, especialmente nas áreas de Meteorologia, Sensoriamento Remoto e Geoinformação. Esta relação é complicada pelo fato de que existem clientes potenciais que poderiam, em tese, ser atendidos tanto por empresas de serviço como diretamente pelo INPE. Exemplos incluem o fornecimento de imagens de satélites e as previsões de tempo para a imprensa. O problema não tem solução simples, mas pode ser minimizado se o INPE adotar políticas de dados e serviços que sejam sistemáticos e consistentes com nossa missão institucional, a saber:

- (a) A produção de serviços pelo INPE deve estar focada ao atendimento a missões de governo de grande impacto (desmatamento, crise energética) e aquelas imprescindíveis para que a sociedade tenha percepção da nossa contribuição ao País (principalmente através dos meios de comunicação).
- (b) O INPE deve focar a produção de informações de alto conteúdo tecnológico e cuja qualidade sirva de paradigma ao setor privado.
- (c) A produção de software pelo INPE deve focar projetos baseados em software livre. O INPE deve estabelecer mecanismos cooperativos de desenvolvimento tecnológico que permitam que terceiros usem a tecnologia do INPE para prestar serviços.
- (d) Em outras situações, o INPE somente deve atuar quando sua contribuição tiver um ganho mensurável para seus clientes finais. Isto acontece quando as empresas privadas não puderem fornecer serviços com a qualidade necessária para o cliente. Mesmo nestes casos, o INPE deverá buscar mecanismos de incentivo à melhoria da qualidade dos serviços prestados

por empresas, inclusive através da capacitação e transferência de tecnologia ao setor privado.

#### 4.8 Promover a competitividade e sustentabilidade da indústria na área espacial

Alcançar competitividade e sustentabilidade da indústria espacial é meta ambiciosa, mas indispensável. O mais importante é garantir o contínuo aprimoramento do parque industrial. Os contratos da área espacial têm de ser progressivamente mais exigentes quanto a indicadores de qualidade e produtividade industrial, e isto deve se refletir em melhoria contínua em preços e custos. Trata-se de um processo de desenvolvimento de mútua confiança: o governo e o INPE devem garantir orçamentos estáveis para o setor, em troca de incentivar investimentos significativos em capacitação interna nas indústrias.

Cada tecnologia do setor espacial tem de ser analisada, levando em conta – entre outros – os seguintes aspectos:

- *Capacidade tecnológica*: capacidade de desenvolvimento de protótipos e pré-produtos pelo INPE ou por instituições de P&D nacionais. Esta capacidade é fundamental em tecnologias em que a indústria nacional não está capacitada.
- *Capacidade industrial*: competência instalada na indústria nacional para geração de produtos com qualidade espacial. Devemos maximizar as áreas onde a indústria nacional já tem competência ou que será capaz de obtê-la, a partir de contratos definidos de forma adequada.
- *Sinergia com programa espacial*: devemos considerar a capacidade de aproveitamento da tecnologia contratada pelo INPE por outros componentes do programa espacial brasileiro (especialmente no caso de lançadores).
- *Sinergia com programa aeronáutico*: devemos avaliar a capacidade de aproveitamento da competência desenvolvida em contratos do programa espacial para reforçar a competitividade do programa aeronáutico.
- *Competitividade industrial*: capacidade da indústria em gerar produtos com qualidade espacial e preços competitivos no mercado internacional.
- *Sustentabilidade*: grau de independência da indústria neste setor dos contratos do INPE e do programa espacial.
- *Spin-offs*: grau de aproveitamento da tecnologia gerada no programa especial para outros setores da economia.

Dos temas acima, três são particularmente cruciais: a *sinergia com o programa aeronáutico*, a *competitividade internacional* e a *sustentabilidade*. Para desenvolver a sinergia com o setor aeronáutico, o INPE terá de atuar junto aos demais órgãos de governo (como AEB), agências financiadoras (FINEP, BNDES, FAPESP) e indústria para gerar mecanismos de sustentabilidade. O grande desafio é ampliar a capacidade de fornecedores do programa espacial também atuarem no setor

aeronáutico. Precisamos ainda ampliar as ligações entre os fornecedores do INPE e as demais áreas de tecnologia de ponta no mercado. O INPE deve incentivar a *atuação cruzada nos setores aeronáutico e espacial*. Os financiamentos de instituições como a FINEP e o BNDES poderiam incentivar indústrias com capacidade de fornecimento para os dois setores. O INPE deve também buscar, dentro dos limites da legislação, incentivar a contratação de empresas com atuação nos dois setores.

#### 4.9 Repensar e reforçar a pós-graduação do INPE

A pós-graduação é um dos esteios do INPE, e sua existência é indispensável para a instituição. Trata-se da base onde construímos o INPE do futuro. Justamente por sua importância, é fundamental que a atual estrutura de cursos seja revista, dentro de um amplo debate interno. Precisamos discutir temas como:

- *Engenharia espacial*: se quisermos excelência nesta área, é necessário reorganizar o curso, pois suas três áreas de concentração (Combustão, Materiais e Sensores, e Dinâmica Orbital) não refletem a amplitude e diversidade de formação que precisamos dar aos futuros engenheiros do programa espacial.
- *Ciência do sistema terrestre*: se quisermos ser líderes nesta nova ciência, precisaremos formar uma nova geração de pesquisadores. Para isto, devemos discutir em detalhe a criação de um novo curso, que una as competências do CPTEC (Previsão de Tempo e Clima), ETE (Engenharia Espacial), CEA (Ciência Espacial) e OBT (Observação da Terra).
- *Computação aplicada*: trata-se de um curso fundamental para o INPE, grande usuário das tecnologias de Informática em todas as suas áreas-fins. No entanto, seu corpo docente deve ser convidado a refletir que reformas são adequadas para que o curso tenha um papel mais direto na formação de pessoal na área espacial.

#### 4.10 Manter o suporte para pesquisa acadêmica de excelência, com ênfase em interdisciplinaridade

Um dos pilares do INPE é a excelência acadêmica. Qualquer reformulação institucional deve respeitar a qualificação dos grupos de pesquisa existentes, baseados numa regra simples: *grupos do INPE com excelência têm de ser mantidos e apoiados*. Qualquer reformulação deve evitar o dirigismo e promover a indução em temas cuja importância seja reconhecida pela comunidade.

A avaliação das atividades de pesquisa tem de ser feita com base nos critérios internacionalmente aceitos de avaliação por pares, e dos indicadores de produção e citações. Para estimular o contínuo aprimoramento das atividades de pesquisa no INPE, a direção discutirá com as áreas de pesquisa o estabelecimento de processos

de revisão periódica, com participação de pares de notória competência do Brasil e do Exterior.

A ciência do futuro será cada vez mais interdisciplinar. A complexidade dos grandes desafios científicos dos próximos 50 anos exige o concurso de competências que mesmo uma instituição de porte do INPE não possui. Mecanismos como o estabelecido na rede GEOMA para modelagem ambiental da Amazônia devem ser ampliados para outras áreas de atuação do INPE para realizarmos nosso sonho de ser líderes em Ciência da Sistema Terrestre.

Para promover a interdisciplinaridade externa, precisamos promover o intercâmbio interno de competências entre nossos grupos. Como exemplo, precisamos ter interfaces mais amplas entre o CPTEC, OBT e LAC, entre LAC/LAS/LCP e ETE. Um dos meios de promover estas interfaces será a reforma da pós-graduação do INPE (vide item 4.9 acima).

## 5 Conclusões

Este plano resulta de um conjunto de reflexões acumulado ao longo de 25 anos de trabalho nas diferentes áreas do INPE. Minha carreira combina uma atuação em pesquisa e pós-graduação em dois cursos do INPE (Computação e Sensoriamento Remoto) com a liderança no desenvolvimento de tecnologia de geoinformação pelo INPE. Além de minha atuação na área de Observação da Terra, trabalhei na implantação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, e liderei a política industrial e as negociações internacionais no segmento solo do programa CBERS. O envolvimento com as três missões do INPE me ajudou a formar a profunda convicção que a grande tarefa de um diretor da instituição é preservar e ampliar o papel de uma instituição única no País, da qual temos justo orgulho.

## Referências

DASGUPTA, P.; DAVID, P. Toward a New Economics of Science. **Research Policy**, v. 23, p. 487-521, 1994.

HARNAD, S.; BRODY, T. Comparing the Impact of Open Access (OA) vs. Non-OA Articles in the Same Journals. **D-Lib Magazine**, v. 10 n.6, 2004.

NELSON, R. **The Sources of Economic Growth**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1996.

STOKES, D. **Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation**. Washington, DC: Brookings Institution Press, 1997.