

SILVANA RABAY

AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS ADMINISTRATIVAS E DE GESTÃO QUE
PERMITAM À COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAL DO
INPE MANTER SUA CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Prof. Paulo César Negreiros de Figueiredo
Prof. Vanda Scartezini

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso MBA em Gestão Estratégica
da Ciência e da Tecnologia em IPP's de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de
Especialização, do Programa FGV in company requisito para a obtenção do título de
Especialista

TURMA INPE

São José dos Campos – SP

2010

Trabalho de Conclusão de Curso Apresentado ao Curso MBA em Gestão
Estratégica da Ciência e da Tecnologia em IPP's de Pós-Graduação *Lato Sensu*,
Nível de Especialização, do Programa FGV In Company

AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS ADMINISTRATIVAS E DE GESTÃO QUE
PERMITAM À COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAL DO
INPE MANTER SUA CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Elaborado por Silvana Rabay e aprovado pela Coordenação Acadêmica foi aceito
como pré-requisito para obtenção do MBA em Gestão Estratégica da Ciência e da
Tecnologia em IPP's Curso de Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização,
do Programa FGV in company.

Data da aprovação: de de 2010

Prof. Paulo César Negreiros de Figueiredo

Prof. Vanda Scartezini

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Sra. Maria Ligia Moreira, chefe do Serviço de Gestão de Competências do INPE, ao Professor Paulo César Negreiros de Figueiredo e em especial à Professora Vanda Scartezini, pelo incentivo à conclusão deste trabalho.

RESUMO

O INPE sofre, já há duas décadas, com dificuldades na reposição de pessoal especializado. No caso da Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), desde 1990 o número de profissionais contratados não chega a um terço das vagas necessárias à manutenção de seu efetivo. Um profissional, em qualquer das áreas de atuação da ETE, leva cerca de dez anos para acumular experiência e aprendizado específico suficiente para começar a produzir de forma independente. Como resultado, poderá haver, num horizonte aproximado de cinco anos, o esvaziamento do quadro funcional e o comprometimento das atividades de pesquisa e de desenvolvimento necessárias à produção científica e tecnológica na área espacial.

O problema a ser tratado neste trabalho é a manutenção da Capacidade Tecnológica da ETE, com foco principalmente no Capital Humano e Sistema Organizacional, embora sejam apresentadas ações relativas aos sistemas técnico-físicos e aos produtos.

São abordados tópicos sobre sistemas de inovação, o sistema organizacional, reposição de massa crítica, processos de codificação, compartilhamento e aquisição de conhecimento, além de métricas para a avaliação da capacidade tecnológica.

A abordagem deste problema é importante porque permitirá diagnosticar uma das áreas onde o risco de não reter ou de perder o conhecimento tácito é mais grave e, a partir deste diagnóstico, propor planos específicos para mitigação do problema nas componentes mais críticas.

Este trabalho poderá servir como um dos insumos para o planejamento da nova estrutura da instituição e fornecer embasamento para demandas da ETE junto à Direção do INPE e à Agência Espacial Brasileira, com vistas a garantir o cumprimento da missão estabelecida no Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) e no Plano 2020.

Como já citado anteriormente, o subproduto deste trabalho é um conjunto de propostas que, junto a outras, servirão de base para um realinhamento e fortalecimento da ETE e principalmente do INPE, que permitirão um caminho atraente e inovador, capaz de ser objeto de aspiração de jovens talentos além de fornecer resultados técnicos e econômicos para o crescimento da indústria aeroespacial no País.

Palavras Chave: Capacidade Tecnológica, Sistema Organizacional, Conhecimento Tácito e explícito, Processos de Codificação.

SUMÁRIO

| | | |
|---|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 | RISCO DE PERDA OU NÃO RETENÇÃO DO CONHECIMENTO..... | 8 |
| 2.1 | MÉTRICA PARA O EXAME DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA NA ETE..... | 9 |
| 2.2 | ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIA NO INPE NO PERÍODO 1980 – 2009 | 10 |
| 2.3 | IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO TÁCITO NA ETE..... | 13 |
| 2.4 | CONSEQÜÊNCIAS DA PERDA DO CONHECIMENTO TÁCITO | 14 |
| 2.5 | DIFICULDADES DA REPOSIÇÃO DO CONHECIMENTO TÁCITO | 16 |
| 3 | POSSÍVEIS SOLUÇÕES | 17 |
| 3.1 | INVESTIMENTOS EM SISTEMAS TÉCNICO-FÍSICOS | 17 |
| 3.2 | INVESTIMENTOS EM CONHECIMENTO E QUALIFICAÇÃO DE PESSOAS..... | 19 |
| 3.2.1 | ESTÁGIOS E BOLSAS PCI..... | 19 |
| 3.2.2 | FUNCIONÁRIOS DA ETE | 20 |
| 3.2.3 | BOLSAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL DO CNPQ | 21 |
| 3.2.4 | CONTRATAÇÕES TEMPORÁRIAS EM REGIME CLT..... | 22 |
| 3.3 | INVESTIMENTOS EM SISTEMA ORGANIZACIONAL..... | 22 |
| 3.4 | INVESTIMENTOS EM PRODUTOS E SERVIÇOS | 23 |
| 4 | CONCLUSÕES..... | 24 |
| 4.1 | SISTEMAS TÉCNICO-FÍSICOS | 24 |
| 4.2 | CONHECIMENTO E QUALIFICAÇÃO DE PESSOAS | 25 |
| 4.2.1 | ESTÁGIOS E BOLSAS PCI..... | 25 |
| 4.2.2 | FUNCIONÁRIOS DA ETE | 25 |
| 4.2.3 | BOLSAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL DO CNPQ | 26 |
| 4.2.4 | CONTRATAÇÕES TEMPORÁRIAS EM REGIME CLT..... | 26 |
| 4.3 | SISTEMA ORGANIZACIONAL..... | 27 |
| 4.4 | PRODUTOS E SERVIÇOS | 27 |
| 5 | COMENTÁRIOS FINAIS | 28 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 30 |
| APÊNDICE A – ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIAS EM ENGENHARIA E TECNOLOGIAS ESPACIAIS NO INPE | | |

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como base os vários temas abordados durante o Curso de Pós-graduação em Gestão Estratégica da Ciência e da Tecnologia em IPP's.

Durante o preparo dos diversos trabalhos de final dos blocos, foi se delineando um cenário bastante desfavorável à Capacidade de atendimento, pela Coordenação de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), das demandas presentes e futuras dos Programas Espaciais nela desenvolvidos.

Em especial, o Trabalho Final do Bloco: “Conceito de Inovação para IPP's, suas Diferentes Teorias, Considerando a Globalização”, trouxe uma descrição bastante detalhada dos problemas enfrentados em engenharia e tecnologia espacial, apontando retrocessos nas áreas de “Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação” e “Gestão de Projetos Espaciais”.

Serão apresentadas as métricas de Acumulação de Capacidade Tecnológica, os riscos de perda do conhecimento tácito na ETE, suas conseqüências e as dificuldades da reposição deste conhecimento.

Exposto o problema, serão comentadas algumas soluções possíveis e aquelas já aplicadas aos Sistemas técnico-físicos, ao conhecimento e qualificação de pessoal, ao sistema organizacional e aos produtos e serviços.

Serão comentados também o uso de algumas ferramentas de incentivo baseadas na Lei da Inovação, o regime de contratação de mão-de-obra e possíveis alterações da ETE.

Segundo Salles-Filho e Bonacelli¹, “As instituições públicas de pesquisa (IPPs) no País, qualquer que seja sua área de atuação ou do conhecimento ou missão ou dependência administrativa, vêm enfrentando, na maioria dos casos, problemas de diversas ordens no período recente, como restrição orçamentária, perda de pessoal especializado, necessidade de requalificação dos quadros, dificuldade de inserção num ambiente cada vez mais competitivo, necessidade de desenvolver capacitação na alavancagem de recursos e no desenvolvimento de instrumentos de proteção intelectual, entre outros”.

¹ Trajetórias e agendas para os institutos e centros de pesquisa no Brasil Sergio Salles Filho e Maria Beatriz Bonacelli. Seminário temático para a 3ª Conferência Nacional de C, T & I.

A ETE, e de forma geral, o INPE, passam pelos mesmos problemas das outras IPPs, mas quaisquer perdas adicionais em sua capacidade poderão comprometer definitivamente o desenvolvimento das tecnologias espaciais no Brasil.

2 RISCO DE PERDA OU NÃO RETENÇÃO DO CONHECIMENTO.

A avaliação da trajetória de acúmulo de capacidade tecnológica na ETE e apresentação do problema atual foi baseada no Trabalho Final do Bloco: Conceito de Inovação para IPP's suas Diferentes Teorias, Considerando a Globalização apresentado pelo grupo da ETE. A íntegra do referido trabalho constitui o Apêndice A desta monografia.

O trabalho é uma breve análise sobre a capacitação tecnológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em Engenharia e Tecnologias Espaciais, considerando a evolução desta capacitação no passado, sua posição presente e a demanda para sua evolução futura em função do Plano Diretor (PD) do INPE [PLANO DIRETOR INPE, 2007].

Definiu-se, para aquele trabalho, a capacitação em Engenharia e Tecnologias Espaciais como o conjunto de competências acumuladas em três dimensões: i) Engenharia Espacial (EE); ii) Gestão de Projetos Espaciais (GPE); e iii) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) em tecnologias para aplicação em dispositivos espaciais e suas cargas úteis. Sendo que se considera competência em EE a capacidade em conceber missões espaciais (segmentos solo, espacial e aplicações), em especificar e conceber a arquitetura do veículo espacial, projetar, testar e integrar seus subsistemas. Como capacitação em GPE, considera-se a capacidade em conceber e gerir missões espaciais considerando os aspectos financeiros, organizacionais e de recursos humanos das mesmas. Como capacitação em PDI, considera-se a capacidade em adquirir, dominar e gerar inovação nas tecnologias necessárias para cumprir missões espaciais e eventuais inovações resultantes deste esforço.

2.1 MÉTRICA PARA O EXAME DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA NA ETE.

Com base no modelo de aprendizagem tecnológica proposto por Figueiredo [2004] e nos exemplos descritos em [Andrade e Figueiredo, 2008; Rosal e Figueiredo, 2006; Figueiredo, 2006], procurou-se estabelecer uma métrica que pudesse identificar, de maneira ampla, a capacidade tecnológica de uma organização em desenvolver veículos espaciais. Entendeu-se “desenvolver” como a capacidade interna da Organização em conceber, projetar, integrar, testar e gerenciar projetos de missões e veículos espaciais, tendo em vista os subsistemas do veículo e seu projeto integrado.

Não foi incluído o desenvolvimento de equipamentos ou componentes do veículo, nem a capacidade de fabricá-los. Devido à complexidade deste tipo de artefato, seus componentes e equipamentos são produzidos, sob contrato, por diferentes institutos e empresas.

No entanto, nestes casos, a Organização deve ter a capacidade de escolher apropriadamente seus parceiros e fornecedores, bem como avaliar a qualidade dos bens por eles fornecidos.

Embora o INPE tenha desenvolvido e fabricado vários equipamentos para os satélites da MECB, estas tarefas foram repassadas à indústria nacional, a partir de 1986, como uma tentativa de capacitá-la neste tipo de produção. Foram contratadas várias empresas para o desenvolvimento e fabricação de alguns equipamentos.

Foram aplicados recursos vultosos para que essas empresas se interessassem em assimilar a tecnologia e se equipar para atender ao segmento espacial. Ao final do processo, um grande número de servidores da ETE havia sido empregado pela indústria para executar os contratos, o que desfalcou o INPE e não resultou na desejada preparação de novos profissionais nas empresas.

Na etapa seguinte, com a entrada em vigor da Lei 8666/93 para regular a compra de equipamentos pelo serviço público, as empresas fornecedoras continuaram sendo as mesmas, pois eram as únicas com experiência comprovada.

2.2 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIA NO INPE NO PERÍODO 1980 – 2009

A aplicação da métrica adotada resultou nas curvas de trajetória de acumulação de capacidade em ETE no INPE apresentadas na Figura 1 para as três dimensões escolhidas (EE, GPE e DPI) nos últimos vinte e nove anos.

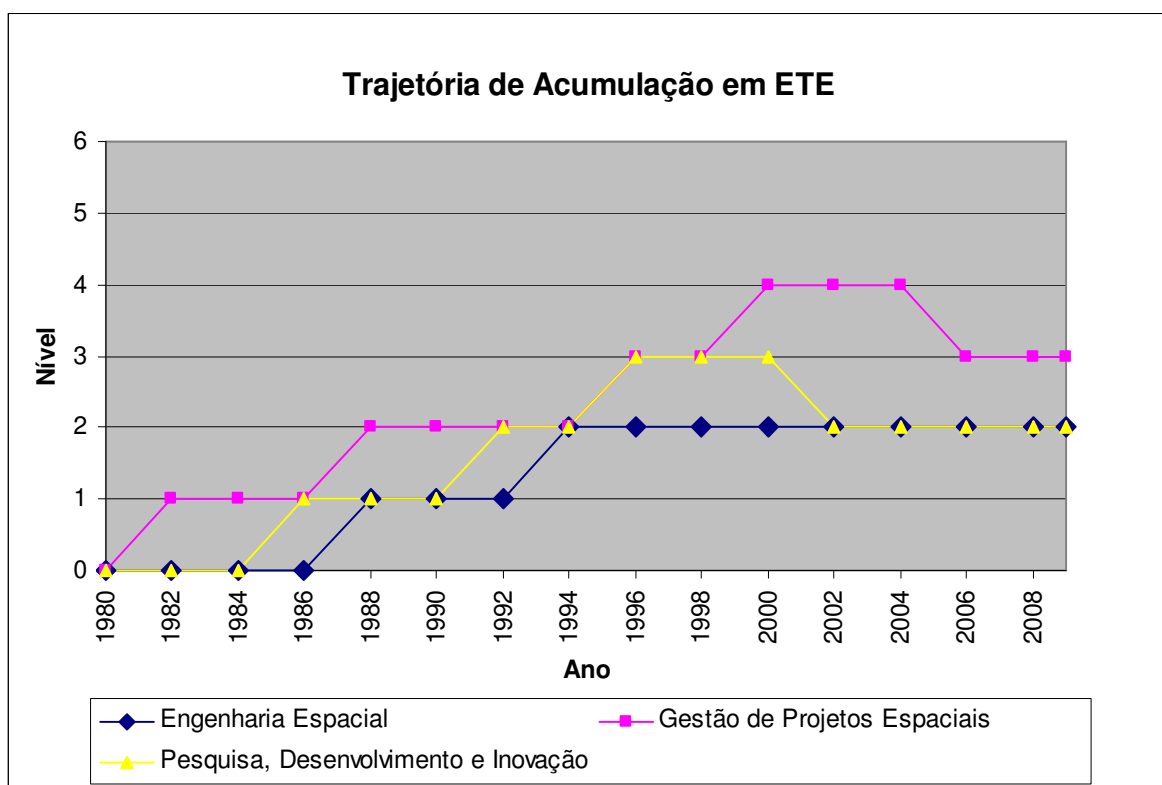


Figura 1 – Trajetória de acumulação de capacidade em Engenharia e Tecnologia Espaciais no INPE no período 1980-2009.

Observando-se as curvas da Figura 1, verifica-se que o INPE levou aproximadamente oito anos para atingir o Nível 1 em duas dimensões da competência (EE e PDI), já em GPE, o progresso foi bem mais rápido, resultado dos treinamentos de alto nível iniciados em 1979 e da estrutura matricial adotada pelo Instituto desde o início dos programas espaciais.

O primeiro passo para o desenvolvimento de competência em ETE no INPE e no Brasil, foi o estabelecimento da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) em 1980. Dentro da concepção original da MECB, caberia ao INPE desenvolver quatro satélites de pequeno porte e de órbita baixa: dois Satélites de Coleta de Dados, os

SCDs, e dois Satélites para Observação da Terra, os SSR (Satélites de Sensoriamento Remoto). Nesse processo o INPE deveria adquirir competência técnica e gerencial básica em engenharia de satélites e tecnologia espacial. Dos quatro satélites previstos originalmente na MECB foram concluídos apenas os Satélites de Coleta de Dados 1 e 2. Posteriormente uma réplica do SCD-2 (SCD-2A) foi produzida para ser lançada no primeiro voo do Veículo Lançador de Satélites (VLS) produzido no Centro Técnico Aeroespacial (CTA). Uma falha no lançamento do VLS-01, ocorrido em 1997, destruiu o foguete e o satélite. A produção dos Satélites de Sensoriamento Remoto foi iniciada, mas devido à quebra da empresa contratada para produzir a estrutura dos SSR e pela necessidade de concentração de recursos no Programa CBERS, ela foi descontinuada.

Também durante os anos 80 foi feito um grande esforço de capacitação em ETE pelo INPE que compreendeu a contratação de aproximadamente duzentos novos funcionários, enquadrados como assistentes de pesquisa e pessoal de apoio, e seu treinamento por pessoal altamente especializado, no Brasil e no exterior. O esforço de capacitação compreendeu também o desenvolvimento de P&D nas diversas especialidades da ETE e a implantação de infra-estrutura para rastreamento, controle, integração e testes de satélites. A infra-estrutura incluía também a capacidade de fabricação de alguns equipamentos do SCD. Naquele período foram montadas equipes de engenheiros e pesquisadores em todas as áreas de conhecimento em ETE, incluindo a de aplicação e aquelas associadas às cargas úteis previstas para voarem nos SCDs e SSRs. Todo o esforço de capacitação resultou no projeto, desenvolvimento, integração e testes do primeiro satélite brasileiro, o SCD-1, que embora só tenha ido ao espaço em 1993, estava praticamente concluído em 1989. Ele colocou o INPE ao final dos anos 80 no Nível 1 da escala de capacitação tecnológica estabelecida, compreendendo os quatro componentes de acumulação tecnológica apresentados em Figueiredo [2004]:

- 1) Sistemas técnico-físicos;
- 2) Conhecimento e qualificação de pessoas;
- 3) Sistema organizacional; e
- 4) Produtos e serviços.

O processo de estagnação e mesmo perda de capacidade tecnológica em ETE no INPE ao longo dos anos 90 e início dos anos 2000 se deu não somente pela

perda de recursos humanos qualificados, mas principalmente, por não terem sido adequadamente repostos.

Embora grande parte destes recursos tenha saído do INPE para atuar no setor privado na área espacial, o que foi uma política do INPE, o fomento da indústria espacial brasileira se deu à custa da capacidade interna do Instituto, principalmente em EE e PDI, que sofreu significativamente com esta migração sem reposição.

A decisão da direção do INPE, (gestão anterior) de abandonar o Programa da Estação Espacial Internacional causou grave prejuízo à marcha de capacitação em ETE, pois limitou o acesso do Instituto às tecnologias mais avançadas, em especial às de vôos tripulados, e a um sistema gerencial bem mais evoluído. Em conseqüência, no ano de 2004, houve o recuo de um nível em GPE, com o abandono da metodologia compartilhada para o gerenciamento do programa.

A Figura 2 descreve a trajetória de acumulação tecnológica nas principais subáreas de conhecimento em engenharia de sistemas na ETE.

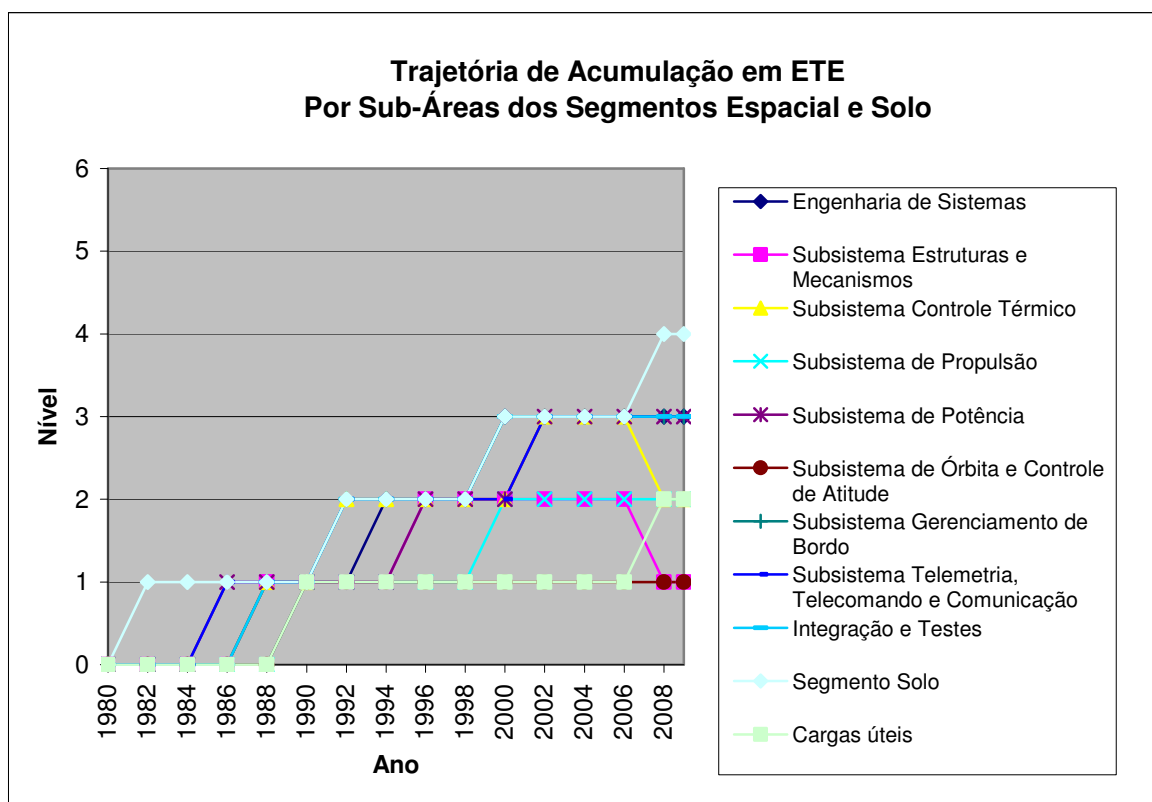


Figura 2 – Trajetória de acumulação de capacidade na ETE, por subáreas (subsistemas) da engenharia espacial no período 1980-2009.

Hoje, a ETE é autônoma na especificação e desenvolvimento de vários subsistemas que compõem os satélites, conforme mostrado acima. Nas áreas de conhecimento, falta ainda dominar o Subsistema de Órbita e Controle de Atitude (ACDH) e as cargas úteis de maior sofisticação.

É importante ressaltar estes dois pontos, pois são os que apresentam maiores possibilidades de crescimento e de investimento.

Em EE e PDI, o desafio é acumular capacitação em controle de atitude em três eixos, estruturas flexíveis complexas, arquiteturas de satélite com alto empacotamento e densidade de potência, imageadores óticos de alta-resolução e imageador RADAR, componentes com larga escala de integração e equipamentos resistentes à radiação e o desenvolvimento de missões científicas e tecnológicas de maior complexidade, entre outros. O documento “Roteiro MTE [2008]” traz uma estimativa detalhada da demanda necessária em recursos humanos, orçamento e esforço em PDI para a realização do Plano 2020.

2.3 IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO TÁCITO NA ETE

Durante os anos 1980 foi feito um grande esforço de capacitação do pessoal que viria a compor a ETE, que compreendeu a contratação de aproximadamente duzentos novos funcionários, enquadrados como assistentes de pesquisa e pessoal de apoio, e seu treinamento por pessoal altamente especializado, no Brasil e no exterior. O esforço de capacitação compreendeu também o desenvolvimento de P&D nas diversas especialidades da ETE e a implantação de infra-estrutura para rastreamento, controle, integração e testes de satélites.

Isto se deu a partir de 1982, com a liberação de recursos iniciais pelo governo, o INPE contratou técnicos e engenheiros para trabalhar no desenvolvimento dos satélites da MECB. Entre 1982 e 1985, como parte do contrato assinado o Brasil e o Canadá, especialistas do INPE e da EMBRATEL participaram da construção dos satélites do Sistema Brasileiro de Telecomunicações por Satélites - Brasilsat 1 e 2. Os pesquisadores e engenheiros envolvidos na MECB também fizeram estágios em indústrias e agências espaciais na Europa e nos EUA. Nos

anos de e 1984 o INPE desenvolveu o projeto e iniciou as obras no Laboratório de Integração e Testes de satélites, com a assessoria da França.

Toda a experiência adquirida naquele período foi, em pequena parte, documentada pela MECB, mas a maior parte do conhecimento adquirido permaneceu unicamente nos indivíduos.

Contrariando as expectativas, em 1986 foram extintos os programas de mestrado e doutorado na engenharia espacial. Toda a ênfase residia no desenvolvimento e produção de satélites.

2.4 CONSEQÜÊNCIAS DA PERDA DO CONHECIMENTO TÁCITO

Embora o INPE tenha desenvolvido, ao longo dos últimos trinta anos, a capacidade de documentar seus projetos, a dependência do conhecimento tácito sempre existirá. O Regime Jurídico Único, aliado ao baixíssimo grau de reposição de pessoal proposto pelo MCT inviabilizará, num horizonte bastante próximo, a continuidade dos programas espaciais.

Isto ocorreu em função do descompasso entre a demanda de novos satélites, habilmente demonstrada e defendida pela Direção do Instituto, e a contrapartida governamental em termos de cumprimento de metas orçamentárias e de captação de recursos humanos. O planejamento, por mais conservador que seja, acaba fracassando. O aporte truncado dos recursos prejudica também as ações internas de P&D e paralisa o avanço da capacitação em PDI.

A perda de pessoal capacitado da ETE o principal desafio a ser enfrentado no curto prazo, com o risco de, em isso não sendo equacionado, haver uma descontinuidade catastrófica na capacitação em ETE do Instituto, principalmente no que se refere ao conhecimento tácito. Isso poderá inviabilizar o andamento dos programas de satélites, mesmo que os recursos orçamentários sejam disponibilizados.

No bojo de convênios com a Alemanha (MAPSAR) e com a Argentina (ACDH da PMM), firmados nos últimos três anos, estão assegurados treinamentos em áreas críticas em ETE, que certamente acelerarão a capacitação tecnológica. Este esforço poderá ser frustrado, em pouquíssimo tempo, pela falta de sucessão dos

especialistas e pela multiplicação das tarefas associadas ao desenvolvimento dos novos produtos.

A contratação do desenvolvimento de novos produtos em empresas do setor aeroespacial através da Lei nº 8666/1993 tem sido problemática, pois não permite a pré-seleção de candidatos viáveis nem o aporte de recursos que permitam um investimento contínuo em PDI e a completa capacitação de vários fornecedores de um mesmo produto. O que acaba ocorrendo, grosso modo, é a migração de recursos humanos do INPE para as referidas empresas (profissionais prontos), que lá chegando entram num processo de estagnação. Como resultado, os custos de manutenção deste pessoal e dos riscos do desenvolvimento acabam sendo repassados aos produtos, causando a completa perda de competitividade no setor.

A resultante deste processo é a criação de empresas fornecedoras de um único produto, que são também as únicas capazes de produzi-lo e de concorrer em Licitações para seu fornecimento. Fechado o círculo vicioso, é impossível que a Administração controle efetivamente os custos e prazos de produção.

É certo que a atual legislação à qual o INPE está subordinado (Órgão da Administração Direta, Regime Jurídico Único e Lei 8666) tem limitado a capacidade do Instituto em cumprir com eficiência sua Missão.

As dificuldades em realizar o Plano 2020, como previsto em 2008, podem ser percebidas tanto pelos atrasos nos cronogramas de conclusão dos satélites que têm Ações no Plano Pluri-Anual (PPA) do Governo Federal (Amazônia1, MAPSAR, CBERS-3, CBERS-4, Lattes-1 e GPM-Br), de pelo menos 1 ano em cada um deles, quanto por indefinições diversas que põem em cheque o cronograma e até mesmo a viabilidade das outras missões.

Segundo o relatório apresentado pela Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação (CPA-005-2010)², o quadro de pessoal permanente da ETE será reduzido em 66% nos próximos 10 anos

² Publicação interna: CPA-005-2010 - Diagnóstico do Ambiente Interno, página 19, Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação, setembro 2010.

| Coordenadoria | Total de Servidores permanentes em 2010 | Possibilidade de aposentadorias nos próximos (em %) | | |
|---------------|---|---|--------|---------|
| | | 3 anos | 5 anos | 10 anos |
| DIR | 24 | 33% | 42% | 71% |
| GB | 24 | 50% | 63% | 75% |
| CST | 30 | 17% | 27% | 30% |
| CCR | 67 | 24% | 34% | 58% |
| TEC | 29 | 31% | 41% | 79% |
| CPA | 12 | 33% | 50% | 67% |
| CRC | 39 | 2% | 8% | 10% |
| LIT | 59 | 15% | 20% | 41% |
| CTE | 101 | 25% | 38% | 71% |
| CGI | 70 | 34% | 40% | 76% |
| COF | 108 | 25% | 37% | 75% |
| CEA | 134 | 41% | 44% | 67% |
| OBT | 129 | 33% | 43% | 70% |
| ETE | 141 | 26% | 33% | 66% |
| CPT | 94 | 22% | 25% | 50% |

2.5 DIFICULDADES DA REPOSIÇÃO DO CONHECIMENTO TÁCITO

A dificuldade de reposição de conhecimento tácito passa, obrigatoriamente, pela reposição de pessoal. O número de vagas liberadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão tem sido inferior a 10% do total solicitado. Em 2009, das 350 vagas pretendidas, foram aprovadas 30.

A segunda maior dificuldade é a seleção adequada de pessoal. Pelas regras de concurso público, quando se especifica uma vaga com altíssimo grau de especialização, ou não se obtém candidatos que se submetam à tabela salarial do serviço público, ou se obtém candidatos que não permanecerão por mais de 10 anos nos quadros do Instituto, pois já chegam com idade superior à média desejada. Quando se especifica vagas com menor grau de exigência (procura de pessoal em início de carreira para preparação adequada para a área), apresentam-se pessoas muito mais qualificadas e que se sujeitam a uma remuneração aquém de seu potencial, mas tida como “segura”.

Mesmo que se obtenha sucesso na contratação de pessoal em número e experiência adequados, a inexistência de programas como o de “mentoring”³ pelo pessoal sênior das áreas, que garanta a transmissão rápida e eficiente de conhecimento tácito, faz com que o avanço dos novos profissionais ocorra de forma muito aleatória.

Mesmo havendo profissionais com perfil adequado de Mentor, estes certamente estarão sendo solicitados intensamente, não dispondo de tempo para a tarefa.

3 POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Qualquer tentativa de manutenção da capacidade tecnológica na ETE deve compreender ações sobre as quatro componentes de acumulação tecnológica apresentadas em Figueiredo [2004]:

- 1) Sistemas técnico-físicos;
- 2) Conhecimento e qualificação de pessoas;
- 3) Sistema organizacional; e
- 4) Produtos e serviços.

3.1 INVESTIMENTOS EM SISTEMAS TÉCNICO-FÍSICOS

A ETE adquiriu, em dezembro de 2007, licenças perpétuas dos aplicativos Windchill PDMLink e Windchill ProjectLink⁴ com o objetivo de integrar a Gestão do

³ **Mentoring:** Tornou-se bastante comum nas empresas a figura do Mentor, pessoa (inicialmente um executivo) com grande experiência e reconhecimento profissional que irá transmitir seu ‘legado’. De acordo com Bozeman, Feeney, 2007, “Mentoring é um processo para a transmissão informal de conhecimento, capital social, e o suporte psicossocial percebido pelo receptor como relevante para o trabalho, carreira, ou desenvolvimento profissional. O mentoring trabalha com comunicação informal, normalmente cara-a-cara e durante um período de tempo prolongado, entre a pessoa que é percebida como tendo bastante conhecimento, inteligência ou experiência (o mentor) e a pessoa em treinamento (o aprendiz)”.

<http://gerenciamentoestrategico.wordpress.com/tag/mentoring/>

⁴ Informações disponíveis no sítio <http://www.ptc.com/>

Programa da Plataforma Multimissão (PMM) através de uma Ferramenta Eletrônica para Gerenciamento de Projetos.

Estes aplicativos estão padronizados no INPE para as atividades de gestão de projetos em programas espaciais dadas as características que possuem com relação a atendimento de normas internacionais aplicadas a projetos deste tipo, além de permitir compatibilidade do INPE na troca de documentação de gerência de projetos com outras agências espaciais, notadamente da Europa e América do Norte, que por sua vez também adotam estes aplicativos para a gerência e documentação de seus projetos.

Com base no sucesso obtido para o Programa PMM e diante do grande número de Satélites previstos no planejamento plurianual do Instituto, decidiu-se ampliar o uso dos aplicativos Windchill ao Programa CBERS e aos outros desenvolvidos na ETE. Dentre outras necessidades, o uso destes aplicativos permitirá ao Escritório de Projetos, em fase de criação na ETE, administrar, de forma eficiente e efetiva, os contratos industriais de fornecimento de equipamentos para satélites firmados pelo INPE, incluindo toda a documentação gerencial e técnica envolvida nesta atividade.

O sistema em uso no INPE provê acesso remoto às equipes de gerenciamento do programa espacial que estejam em trânsito, por meio de conexões seguras via Internet, unificando os trabalhos e tornando a Base de Dados atualizada em tempo real.

A despeito da utilização destes aplicativos na gestão da documentação e procedimentos relativos a projetos espaciais, parte do acervo (documentação técnica de satélites e demais dispositivos de aplicação espacial projetados no INPE) se encontra armazenada na forma de papel, ou seja, em documentos impressos. As informações contidas nestes documentos são necessárias nos projetos em andamento e nos projetos futuros de novos satélites, além de serem necessárias para a preservação da memória de atividades do Instituto.

Os documentos armazenados na forma impressa não podem ser gerenciados pelos aplicativos Windchill com referência a busca e disseminação de informações em tempo real, e não permitem atualizações e cópias conforme se obtém para as documentações recentes.

A ETE deu início ao processo de contratação dos serviços especializados para a digitalização, higienização e atualização do acervo da documentação técnica

dos Programas Espaciais da ETE, tornando estes documentos aderentes a plataforma Windchill e conseqüentemente disponíveis na forma digital.

Está prevista, para 2012, a construção de um novo prédio para abrigar as Divisões de Eletrônica Espacial (DEA) e Mecânica e Controle (DMC). As novas instalações contarão com laboratórios de eletrônica bastante avançados, laboratório de simulação de ambientes de software e de um laboratório específico para testes do subsistema de atitude e controle de órbita (ACDH). No mesmo período deverão ser ampliados os Laboratórios de Ótica existentes e das áreas limpas para montagens espaciais.

Além de acomodar os profissionais com maior conforto, as novas instalações proverão espaço para um número bem maior de técnicos e engenheiros que venham a se juntar às equipes atuais. Os novos laboratórios, além de dar suporte às atividades de pesquisa e desenvolvimento, promoverão maior aproximação entre Mentores e Aprendizes nos programas de “Mentoring” que se defende implantar na ETE.

3.2 INVESTIMENTOS EM CONHECIMENTO E QUALIFICAÇÃO DE PESSOAS

3.2.1 ESTÁGIOS E BOLSAS PCI

No INPE, os investimentos em conhecimento e qualificação de pessoas começam bem antes do estabelecimento de vínculo entre o Instituto e seus colaboradores.

Desde o início de suas atividades, o INPE sempre teve um programa de estágios bastante robusto. Da mesma forma, há um programa permanente de bolsas PCI, custeadas pelo CNPq, que permitem investir na formação de engenheiros, mestrandos e doutorandos do programa de pós-graduação do INPE.

Pelos laboratórios de primeira linha e pelos trabalhos de desenvolvimento avançado de equipamentos, softwares e produtos especiais, o INPE sempre esteve muito bem cotado junto às instituições de ensino da região, o que atrai um grande número de estagiários todos os anos.

A possibilidade de permanência no Instituto, com bolsas PCI, é sempre um estímulo para os estagiários, principalmente aqueles que se integram melhor às equipes.

3.2.2 FUNCIONÁRIOS DA ETE

O INPE sempre contou com um forte programa de pós-graduação, principalmente nas áreas de física, matemática, computação e sensoriamento remoto.

A partir de 2007 foram reiniciados cursos nas áreas de Engenharia e Tecnologia Espacial, que haviam sido extintos em 1986. Isto permitiu um aprimoramento e nivelamento dos conhecimentos técnicos e gerenciais dos servidores da ETE que não tiveram oportunidade de formação anterior a 1986 ou em outros países.

Esta formação, trazendo consigo gratificações por titulação, estimulou os engenheiros a uma maior participação nas atividades da ETE e na resolução dos problemas encontrados nas áreas.

A discussão da reorganização da ETE demonstrou a preocupação de todas as chefias com a manutenção do conhecimento adquirido ao longo dos últimos 25 anos de participação em programas espaciais. Uma solução seria a participação dos tecnólogos com maior senioridade na preparação de seus sucessores. Isto se traduziu na necessidade do estabelecimento de programas de “*mentoring*” para os engenheiros de desenvolvimento e equipes de arquitetos dos sistemas.

Discutiu-se a possibilidade de incentivar possíveis Mentores a dedicarem seu tempo extra à formação de Aprendizes (nos casos em que estes já estejam disponíveis).

No bojo de convênios com a Alemanha (Satélite MAPSAR) e com a Argentina (ACDH da PMM), firmados nos últimos três anos, estão assegurados treinamentos em áreas críticas da ETE, que certamente acelerarão a capacitação tecnológica.

3.2.3 BOLSAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL DO CNPQ

Em agosto de 2008, o Coordenador Geral da ETE propôs ao CNPq um projeto para a “Verificação do projeto dos satélites CBERS-3/4 e provisionamento de componentes eletrônicos qualificados para uso no espaço”.

O projeto proposto consistia de duas linhas principais de atividade.

A primeira linha seria de atividades técnicas de verificação de projeto visando o atendimento aos requisitos de desempenho especificados para a Missão dos satélites CBERS 3&4, e envolveria as áreas de testes ambientais e funcionais mecânicos e elétricos, abrangendo os requisitos de hardware e software.

Em paralelo, em função das crescentes dificuldades e restrições de acesso a componentes críticos com qualificação espacial, pretendia-se estabelecer métodos e procedimentos para utilização de componentes com qualificação menor e estratégias para substituição dos mesmos de modo a minimizar impacto em projetos já em andamento, viabilizando o cronograma global da missão.

Ambas as atividades de alto nível de qualificação técnica e, em especial, familiaridade com normas e procedimentos da área espacial. Assim, foram buscados os perfis de competência adequados na medida de sua necessidade, respeitando a disponibilidade do mercado.

A aprovação do projeto ocorreu em fevereiro de 2009, permitindo ao INPE aproveitar profissionais de grande capacidade, advindos da Embraer após a dispensa de milhares de empregados em março do mesmo ano.

Se a aproximação destes talentos se deu por questões financeiras, sua permanência deveu-se a componentes intangíveis como o ambiente de trabalho, o acesso a conhecimento de ponta, junto a questões palpáveis como a possibilidade de fazer uma carreira na instituição. Outro fator que contribuiu para a permanência destes profissionais no Instituto foi sua participação no programa de pós-graduação da ETE. A participação em cursos e a possibilidade de obtenção de grau de mestre é bastante valorizada entre os profissionais da região e entendida como uma grande vantagem. Para o INPE, o ganho reside na permanência de profissionais com o melhor perfil possível para a função.

O cumprimento exemplar dos programas de trabalho e a boa avaliação dos resultados demonstraram a possibilidade de ampliar investimentos do CNPq neste tipo de projeto.

Em maio de 2010, o CNPq lançou o Edital AEB/MCT/CNPq Nº 033 que tem como objeto a Formação, Qualificação e Capacitação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas do Setor Espacial.

Em resposta a este Edital, o INPE apresentou onze projetos pela ETE, prevendo um dispêndio de aproximadamente R\$ 3.300.000,00 em 24 meses.

Os projetos foram distribuídos da seguinte maneira: 4 em desenvolvimento do subsistema ACDH; 1 em Gerenciamento de Configuração; 1 em Garantia do Produto; 1 em projeto térmico; 1 em gestão, para apoio ao Escritório de Projetos; 1 em tubos de calor, 1 para o Simulador do CBERS 3 e 1 em Alodine.

Estes projetos, se aprovados, permitirão a concessão de bolsas a 40 profissionais.

3.2.4 CONTRATAÇÕES TEMPORÁRIAS EM REGIME CLT

Por participar em diversos programas internacionais, o INPE dispõe da possibilidade de contratação de pessoal em regime celetista por até cinco anos.

Esta possibilidade foi aventada em 2009 e foi um forte estímulo à permanência de bolsistas DTI e PCI no INPE, apesar de sua contratação não ser garantida, pois deveriam ser aprovados em concurso.

Embora simplificado, este concurso apresenta as mesmas possibilidades de seleção inadequada de pessoal que um concurso público convencional.

Foi aventada pelo MCT a possibilidade de contratação de 150 pessoas no INPE, sendo 50 só na ETE.

Embora houvesse recursos no Programa CBERS para as contratações pretendidas, a aprovação do MCT não ocorreu.

3.3 INVESTIMENTOS EM SISTEMA ORGANIZACIONAL

A ETE vem preparando, desde maio, uma proposta de reestruturação, com vistas a tornar-se mais eficiente no cumprimento de sua missão.

A reestruturação inclui a gestão eletrônica dos projetos sistematizada, usando os aplicativos Windchill, a redefinição das atribuições dos serviços e divisões e a criação de um Escritório de Projetos, que inicialmente proverá o controle dos contratos industriais envolvidos na produção de equipamentos e subsistemas para os programas CBERS e PMM.

A proposta identifica a necessidade de realocação de pessoal por área principal de conhecimento e a explicitação de todos os processos executados na Coordenação.

Foi determinada a reintrodução do conceito de “*Work Breakdown Structure*” (WBS) para reger a estrutura matricial da ETE, deixando clara a participação de cada indivíduo nas atividades dos programas espaciais, suas tarefas e resultados esperados.

À exceção dos nomes das divisões e serviços, a nova estrutura é mostrada na figura 5. PMO foi a sigla usada para o escritório de projetos.

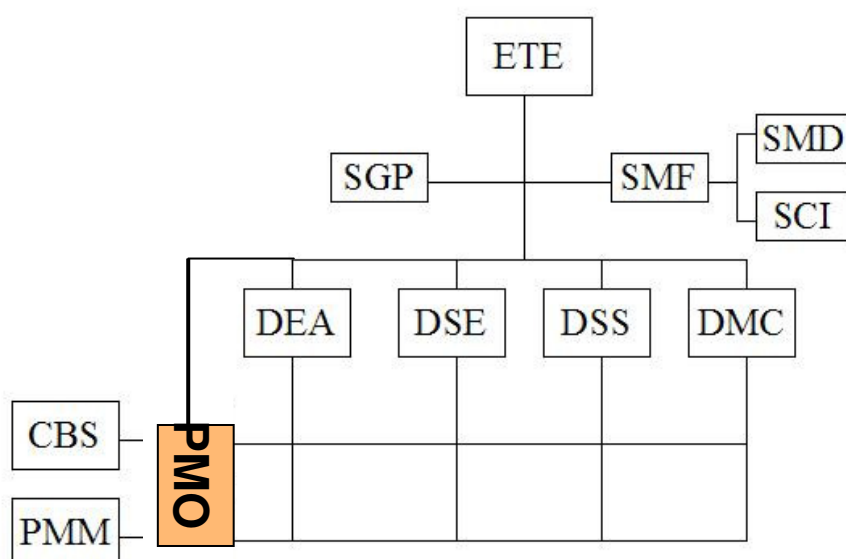


Figura 5 – Estrutura proposta para a ETE.

3.4 INVESTIMENTOS EM PRODUTOS E SERVIÇOS

A Direção do INPE, juntamente com o Coordenador Geral da ETE, tem promovido acordos internacionais que proverão diversas missões além das atualmente previstas no Plano Nacional de Atividades Espaciais.

São missões com cadência muito superior à obtida atualmente e com grau de sofisticação nos subsistemas sob responsabilidade do INPE.

Para o futuro, a produção da ETE poderá incluir os satélites da série de Coleta de Dados Avançados e o satélite meteorológico geoestacionário. Estes satélites permitirão acumular capacitação em controle de atitude em três eixos, estruturas flexíveis complexas, arquiteturas de satélite com alto grau de empacotamento e densidade de potência, imageadores óticos de alta-resolução e imageador radar, componentes com larga escala de integração e resistentes à radiação.

4 CONCLUSÕES

4.1 SISTEMAS TÉCNICO-FÍSICOS

Além dos aspectos positivos apontados na seção 3.1, as novas instalações da ETE poderão ser compartilhadas com a indústria nacional no desenvolvimento de novos projetos, com base na regulamentação⁵ da Lei da Inovação. Isto trará à ETE a

⁵ DECRETO Nº 5.563, DE 11 DE OUTUBRO DE 2005
CAPÍTULO II - DO ESTÍMULO À CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES ESPECIALIZADOS E COOPERATIVOS DE INOVAÇÃO

Art. 3º A União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios e as respectivas agências de fomento poderão estimular e apoiar a constituição de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação envolvendo empresas nacionais, ICT e organizações de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa e desenvolvimento, que objetivem a geração de produtos e processos inovadores.

Parágrafo único. O apoio previsto neste artigo poderá contemplar redes e projetos internacionais de pesquisa tecnológica, bem como ações de empreendedorismo tecnológico e de criação de ambientes de inovação, inclusive incubadoras e parques tecnológicos.

Art. 4º As ICT poderão, mediante remuneração e por prazo determinado, nos termos de contrato ou convênio:

I - compartilhar seus laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e demais instalações com microempresas e empresas de pequeno porte em atividades voltadas à inovação tecnológica, para a consecução de atividades de incubação, sem prejuízo de sua atividade finalística; e

II - permitir a utilização de seus laboratórios, equipamentos, instrumentos, materiais e demais instalações existentes em suas próprias dependências por empresas nacionais e organizações de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa, desde que tal permissão não interfira diretamente na sua atividade-fim, nem com ela conflite.

possibilidade de auferir receita através de contratos com participação de organizações de direito privado sem fins lucrativos, como a FUNCATE.

4.2 CONHECIMENTO E QUALIFICAÇÃO DE PESSOAS

4.2.1 ESTÁGIOS E BOLSAS PCI

Os aspectos negativos do programa de estágios são a duração, limitada a dois anos pela Lei nº 11.788/2008, e o grande número de estagiários na carreira administrativa em detrimento de oportunidades na carreira técnica.

Independente das razões pelas quais isto ocorre, é importante determinar que haja um número mínimo de estágios nas áreas técnicas, de forma a garantir a viabilidade de carreiras em Ciência e Tecnologia para suprir a demanda do Instituto.

Se bem programados, os estágios poderão evoluir para bolsas PCI e darão suporte à continuação da carreira na ETE, formando profissionais de grande valia.

Embora esta continue sendo uma solução de curto prazo, pois as bolsas concedidas no programa PCI se limitam a quatro anos, resta a esperança de integração do bolsista ao quadro funcional através de concurso.

4.2.2 FUNCIONÁRIOS DA ETE

Entre as vantagens que poderiam ser oferecidas aos Mentores que dedicassem tempo à formação de novos quadros, além de suas tarefas normais,

Parágrafo único. A permissão e o compartilhamento de que tratam os incisos I e II do caput obedecerão às prioridades, critérios e requisitos aprovados e divulgados pelo órgão máximo da ICT, observadas as respectivas disponibilidades e assegurada a igualdade de oportunidades às empresas e organizações interessadas.

...

Art. 9º É facultado à ICT prestar a instituições públicas ou privadas serviços compatíveis com os objetivos da Lei no 10.973, de 2004, nas atividades voltadas à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

§ 1º A prestação de serviços prevista no caput dependerá de aprovação pelo órgão ou autoridade máxima da ICT.

§ 2º O servidor, o militar ou o empregado público envolvido na prestação de serviços prevista no caput poderá receber retribuição pecuniária, diretamente da ICT ou de instituição de apoio com que esta tenha firmado acordo, sempre sob a forma de adicional variável e desde que custeado exclusivamente com recursos arrecadados no âmbito da atividade contratada.

poderia estar a concessão de bolsas da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, que dá apoio às atividades do INPE. Este recurso poderia ser usado também, a critério da Direção do Instituto, para a atração de funcionários aposentados, detentores de conhecimentos específicos, para fortalecer o time de Mentores, pois contribuiriam na análise de problemas anteriormente enfrentados.

Esta experiência seria extremamente proveitosa no caso da gestão de programas, arquitetura de sistemas, análise de novas missões, onde a carência de profissionais experientes pode produzir grandes prejuízos.

Como citado na seção 2.3, no bojo de convênios com a Alemanha (MAPSAR) e com a Argentina (ACDH da PMM), firmados nos últimos três anos, estão assegurados treinamentos em áreas críticas em ETE, que certamente acelerarão a capacitação tecnológica. Há grande risco deste esforço ser frustrado, em pouquíssimo tempo, pela falta de sucessão dos especialistas e pela multiplicação das tarefas associadas ao desenvolvimento dos novos produtos.

4.2.3 BOLSAS DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INDUSTRIAL DO CNPQ

O principal problema relacionado à concessão de Bolsas DTI reside no período máximo em que os bolsistas podem recebê-las, que é de 36 meses. O cálculo inclui todos os períodos em que o profissional já recebeu bolsa do CNPq a qualquer título. Na maioria dos casos de profissionais que receberam bolsas PCI, fica inviável a concessão das bolsas DTI.

Deve-se avaliar a possibilidade de concessão de bolsas por organizações de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa e desenvolvimento, através de convênios das referidas organizações com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

4.2.4 CONTRATAÇÕES TEMPORÁRIAS EM REGIME CLT

Embora não tenha ocorrido na ETE, este tipo de contratação continua viável e pode, além de manter no Instituto os bolsistas que atinjam seu limite de tempo no CNPq, atrair outros profissionais de excelente formação, pois oferece remuneração bastante atraente.

Isto ocorre principalmente para os profissionais que estão com até 10 anos de carreira e já tem formação e experiências suficientes para assimilar rapidamente os novos conhecimentos.

Além do atrativo financeiro, o ambiente institucional e a possibilidade de crescimento e de titulação têm um papel muito importante na atração desses profissionais.

4.3 SISTEMA ORGANIZACIONAL

A utilização do conceito de “*Work Breakdown Structure*” (WBS) deixará clara a participação de cada indivíduo nas atividades dos programas espaciais, suas tarefas e resultados esperados.

Já na atribuição dos pacotes de trabalho será possível demonstrar a carência de pessoal com habilidades específicas e a necessidade de reposição urgente do efetivo, além da criação de programas de sucessão que garantam a perenização do conhecimento tácito e explícito na ETE.

4.4 PRODUTOS E SERVIÇOS

O trabalho conjunto com instituições de países como Estados Unidos, França e Alemanha imporá um ritmo crescente ao desenvolvimento tecnológico na ETE.

Se por um lado isto criará desafios de capacitação e desenvolvimento tecnológico, por outro justificará a busca de soluções mais arrojadas para os problemas de estrutura física, de pessoal e de contratação de serviços.

Para fazer face aos desafios já identificados, o INPE procurou convênios com o BNDES e com a FINEP, com a participação de uma organização de direito privado sem fins lucrativos voltada para atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Estes convênios têm como finalidade principal a contratação de pessoal especializado e a capacitação de indivíduos e empresas para o fornecimento de produtos e serviços às missões espaciais do INPE.

Deve-se também incentivar a qualificação de novos fornecedores de equipamentos e sistemas para os satélites.

Embora o processo iniciado em 2006 pela FINEP para atendimento de uma solicitação do INPE para qualificação de fornecedores para o desenvolvimento de um subsistema de ACDH para os satélites baseados na PMM não tenha apresentado resultados aceitáveis, poderia ser tentado novamente.

Tratou-se de uma RFI (Request for Information) seguida de uma RFP (Request for Proposal). O processo licitatório para o material da RFI foi conduzido pela FINEP através de um Edital de Subvenção.

Infelizmente, apesar das propostas de alto nível técnico atenderem perfeitamente às condições do Edital de aproximadamente cinquenta milhões de Reais, a FINEP concedeu apenas uma fração mínima dos recursos a pequenos projetos que estavam longe de atender aos requisitos propostos.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

Para os desafios citados na subseção 3.4 será necessária uma mudança no relacionamento com as empresas nacionais do setor aeroespacial, aplicando a Lei da Inovação em substituição aos contratos resultantes das licitações pela Lei 8666/93. Para tal, o Núcleo de Inovação Tecnológica do INPE deverá assumir uma postura bem mais dinâmica, provendo meios para a viabilização de contratos de inovação tecnológica com a devida proteção dos direitos do Instituto.

Outra proposta a ser avaliada com bastante cuidado é a criação de uma Organização Social (OS) conforme prevista na Lei Nº 9.637, de 15 de maio de 1998.

O contrato de gestão da OS advinda da ETE teria como objetivo a viabilização do desenvolvimento e fabricação de equipamentos e subsistemas para os novos satélites, bem como a integração destes.

Com a flexibilidade oferecida pela OS seriam contornados os problemas de pessoal e estrutura enfrentados atualmente pelo INPE.

O papel da OS seria o de contratado principal para o desenvolvimento e fabricação dos satélites atendendo aos requisitos impostos pelo INPE.

A OS, adequadamente administrada, resolveria também as dificuldades de contratação de fornecedores nacionais e estrangeiros.

6 REFERÊNCIAS

1. Andrade, R.F. e Figueiredo, P.N. “Dinâmica da Acumulação de Capacidade Tecnológica e Inovação em Subsidiárias de Empresas Transnacionais (ETNS) em Economias Emergentes: A Trajetória da Motorola Brasil”. Revista de Administração e Inovação, v.5, n.3., p. 74-94, 2008.
2. Rosal, A. C. L e Figueiredo, P.N. “Aprendizagem Corporativa e Acumulação Tecnológica: A Trajetória de Uma Empresa de Transmissão de Energia Elétrica no Norte do Brasil”. Gestão&Produção, v.13, n.1, p 31-43, 2006.
3. Figueiredo, P.N. “Capacidade Tecnológica e Inovação em Organizações de Serviços Intensivos em Conhecimento: Evidências de Institutos de Pesquisa em Tecnologias de Informação e da Comunicação (TICs) no Brasil”. Revista Brasileira de Inovação, v. 5, n. 2, p.403-453, 2006.
4. Figueiredo, P.N. “Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: Uma Breve Contribuição Para o Desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil”. Revista Brasileira de Inovação, v. 3, n. 2, Junho/Dezembro, 2004.
5. Plano Diretor 2007-2011. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007.
6. Apostila do Curso “Pos Graduação em Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em IPP’s” – Conceito de Inovação Para IPP’s e suas Diferentes Teorias, Considerando a Globalização (Discussão Temática) Professor Paulo N. Figueiredo.
7. Roteiro MTE. “Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais para o período 2008-2020”. Documento CPA-070-2008, INPE, 2008.
8. Publicação interna: CPA-005-2010 - Diagnóstico do Ambiente Interno, página 19, Coordenação de Planejamento Estratégico e Avaliação, setembro 2010.
9. DECRETO Nº 5.563, DE 11 DE OUTUBRO DE 2005

APÊNDICE A - Acumulação de Competências em Engenharia e Tecnologias Espaciais no INPE

Trabalho Final do Bloco: Conceito de Inovação para IPP's suas Diferentes Teorias, Considerando a Globalização.

Grupo: Arcélio Costa Louro
 Fabiano L. de Sousa
 Sérgio Luís de Andrade Silva
 Silvana Rabay

1 INTRODUÇÃO

Como trabalho final da disciplina “Conceito de Inovação para IPP’s e suas Diferentes Teorias, Considerando a Globalização”, será feita aqui uma breve análise sobre a capacitação tecnológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE), considerando a evolução desta capacitação no passado, sua posição presente e a demanda para sua evolução futura em função do Plano Diretor (PD) do INPE [PLANO DIRETOR INPE, 2007].

Cabe ressaltar que o conteúdo do texto apresentado a seguir é um exercício dos autores sobre o tema e não uma análise aprofundada do mesmo, estando sujeito a imprecisões e passível de significativo aprimoramento.

Define-se, para este trabalho, a capacitação em Engenharia e Tecnologia Espaciais como o conjunto de competências acumuladas em três dimensões: i) Engenharia Espacial (EE); ii) Gestão de Projetos Espaciais (GPE); e iii) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) em tecnologias para aplicação em dispositivos espaciais e suas cargas úteis. Sendo que se considera competência em EE a capacidade em conceber missões espaciais (segmentos solo, espacial e aplicações), em especificar e conceber a arquitetura do veículo espacial, projetar, testar e integrar seus subsistemas. Como capacitação em GPE, considera-se a capacidade em conceber e gerir missões espaciais considerando os aspectos financeiros, organizacionais e de recursos humanos das mesmas. Como capacitação em PDI, considera-se a capacidade em adquirir, dominar e gerar

inovação nas tecnologias necessárias para cumprir missões espaciais e eventuais *spins offs* resultantes deste esforço.

Nas Seções a seguir será primeiramente apresentada a métrica utilizada aqui para definir os graus de capacitação tecnológica em ETE, considerando o cenário internacional (Seção 2). Na Seção 3 será feita uma descrição do processo de acumulação desta capacitação no INPE nos últimos 30 anos. Na Seção 4 é feita uma análise da demanda de capacitação em ETE para o Instituto em função do Plano Diretor 2007-2011 e das missões de satélites atualmente previstas para o INPE até 2020. Finalmente, na Seção 5 são apresentadas considerações sobre as conseqüências das trajetórias de ETE no INPE e o cenário para o futuro próximo.

2 MÉTRICA PARA O EXAME DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EM ETE.

Com base no modelo de aprendizagem tecnológica proposto por Figueiredo [2004] e nos exemplos descritos em [Andrade e Figueiredo, 2008; Rosal e Figueiredo, 2006; Figueiredo, 2006], procurou-se estabelecer uma métrica que pudesse identificar, de uma maneira ampla, a capacidade tecnológica de uma organização em desenvolver veículos espaciais. Aqui se entende **desenvolver** como a **capacidade interna** da Organização em conceber, projetar, integrar, testar e gerenciar projetos de missões e veículos espaciais, tendo em vista os subsistemas do veículo e seu projeto integrado. Não se inclui aqui, necessariamente, o desenvolvimento de equipamentos ou componentes do veículo, nem a capacidade de fabricá-los. Devido à complexidade destes tipos de artefatos, seus componentes e equipamentos são produzidos, sob contrato, por diferentes institutos e empresas. No entanto, nestes casos, a Organização deve ter a capacidade de escolher apropriadamente seus parceiros e fornecedores, bem como avaliar a qualidade dos bens por eles fornecidos.

Embora a Missão do INPE até o presente tenha como objetivo o tratamento de dados e imagens obtidos por satélites de órbita baixa (até 800 km), considerou-se, para a delimitação da fronteira tecnológica, as missões tripuladas. Foram, então, identificados seis grandes Níveis de Capacitação em ETE, como apresentado na Tabela 1. Eles representam a capacidade de uma Organização desenvolver veículos com crescente nível de complexidade. Assim, o Nível 1 representa o nível mais

básico, onde o produto final é um pequeno satélite de órbita baixa, enquanto o nível 6 representa um veículo que suporte astronautas. Como citado anteriormente, não se limitou a fronteira tecnológica ao horizonte do planejamento estratégico do INPE na área de satélites (Roteiro MTE, 2008). Foi adotada uma escala que representasse os vários estágios de competência em ETE em nível mundial. Cabe também ressaltar que a escala pode ser refinada com a introdução de níveis intermediários, principalmente após o Nível 3. Entretanto isso introduziria um nível de detalhamento fora de escopo do presente trabalho.

Para tornar mais objetivos os critérios de avaliação de cada nível de capacitação foi definido um produto característico na segunda coluna da Tabela 1. Nas colunas seguintes da mesma Tabela são listadas as principais atividades que a Organização deve executar em Engenharia Espacial, Gestão de Projetos Espaciais e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

Tabela 1 – Nível de Capacitação Tecnológica em Tecnologia e Engenharia Espaciais.

| Nível | Produto Característico | Engenharia Espacial | Gestão de Projetos Espaciais | Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação |
|------------------------------|---|--|--|---|
| Nível 1 Operação Básica | Satélite de órbita baixa, com estabilização passiva, com massa menor que 100 kg e carga útil simples de comunicação ou científica. | Domínio dos conceitos básicos em engenharia de satélites obtida com treinamento externo. Reprodução de soluções já existentes. | Práticas de gestão de projetos complexos. Controle simplificado de prazos e custos. Modelamento da cadeia de fornecedores. Capacidade limitada de cumprimento de prazos e orçamentos. | Entendimento e caracterização dos conceitos físicos e tecnológicos básicos necessários à produção de dispositivos para o satélite, sua operação e utilização. Construção de protótipos de dispositivos básicos. |
| Nível 2 Operação Avançada | Satélite de órbita baixa, estabilizado em três eixos, com cargas úteis de média complexidade como, por exemplo, câmera imageadora de baixa ou média resolução espacial. | Capacidade para concepção, projeto e validação de sistemas de controle de atitude com estabilização em três eixos. Capacidade para projeto de estruturas complexas em materiais compostos. Uso de dispositivos super-condutores para o controle térmico. Capacidade para desenvolvimento de painéis solares dobráveis e propulsores. Uso de soluções existentes com eventuais adaptações a requisitos específicos. | Planejamento e coordenação formal de projetos internos de alta complexidade. Sistema formal de controle de documentação de projetos. Identificação de riscos dos projetos. Capacitação de gerentes. Gestão de Risco. | Capacidade de reprodução ou entendimento dos principais componentes dos subsistemas do satélite, incluindo software de controle de atitude e supervisão de bordo. Capacidade para introduzir modificações tecnológicas em soluções já existentes. Pesquisa básica em soluções para operacionalização de cargas úteis complexas. |

| Nível | Produto Característico | Engenharia Espacial | Gestão de Projetos Espaciais | Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação |
|-----------------------------------|---|--|---|--|
| Nível 3 Inovação Básica | Satélite de órbita baixa com carga útil complexa como, por exemplo, câmera imageadora com alta resolução espacial, radar ou de telecomunicação (constelação). | <p>Capacidade para concepção, projeto detalhado, integração e testes de todos os subsistemas do satélite. Capacidade de projeto de estruturas flexíveis complexas.</p> <p>Capacidade de projeto de painéis solares com células de tripla junção e baterias de Li-Ion ou Hidrogênio.</p> <p>Capacidade para introdução de soluções tecnológicas inovadoras.</p> | <p>Avaliação dos resultados (lições aprendidas) para melhoria dos processos e gestão dos projetos.</p> <p>Gestão integrada de todas as áreas do projeto (custo, escopo, risco, qualidade, tempo e recursos).</p> <p>Aplicação das melhores práticas do PMBOK.</p> | Capacidade de inovação tecnológica em arquiteturas de satélite com alto empacotamento e densidade de potência, compressão e transmissão de dados e cargas úteis para observação da Terra. |
| Nível 4 Inovação Intermediária | Satélites geoestacionários de telecomunicações e meteorológicos. | <p>Capacidade de concepção, projeto, integração e teste de satélites para operar em órbita geoestacionária.</p> <p>Capacidade de propor missões inovadoras com satélites em órbita baixa, geoestacionária, em constelação, ou em uma combinação das mesmas.</p> | <p>Gestão de projetos de classe mundial, gerência de equipes fisicamente distantes, capacidade pró-ativa de reconhecer fraquezas.</p> <p>Prevenção da ocorrência de falhas em processos e defeitos em produtos.</p> <p>Segurança passa a ser parte interdependente de todas as ações.</p> | <p>Capacidade para desenvolver soluções tecnológicas em satélites com alto consumo de potência, estruturas retráteis complexas e transmissão de dados em alta taxa a partir de órbita geoestacionária.</p> <p>Capacidade tecnológica básica em sistemas de potência por decaimento radiativo e propulsão iônica.</p> |

| Nível | Produto Característico | Engenharia Espacial | Gestão de Projetos Espaciais | Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação |
|-----------------------------------|--|--|--|--|
| Nível 5 Inovação Intermediária | Missões lunares ou interplanetárias, não tripuladas. | Capacidade de concepção, projeto, integração e testes de espaçonaves para realizar missões à lua ou planetárias. | Desenvolvimento de metodologia própria de gestão de projetos reconhecida como "breakthrough". Aumento da Gestão de Requisitos. Apoio de Ferramentas automáticas de gestão para testar a aplicabilidade dos requisitos, Correlação de requisitos etc. | Capacidade de inovação em todos os aspectos de missões de órbita baixa e geoestacionária. Capacidade tecnológica para desenvolvimento de missões a lua ou interplanetárias. |
| Nível 6 Fronteira Tecnológica | Missões tripuladas. | Capacidade de concepção, projeto, integração e testes de módulos pressurizados para missões tripuladas. | Gestão de pessoas. Procedimentos e processos que garantam a estadia (locomoção, trabalho etc.) de seres humanos no espaço. Associado a este item destaque para as mudanças estruturais e treinamento de equipes (tripulantes e equipe de apoio). | Capacidade de inovação em todos os tipos de missão tripulada. Capacidade tecnológica para desenvolvimento de missões tripuladas. |

3 ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIA EM ETE NO INPE NO PERÍODO 1980 - 2009

A aplicação da métrica adotada resultou nas curvas de trajetória de acumulação de capacidade em ETE no INPE apresentadas na Figura 1 para as três dimensões escolhidas (EE, GPE e DPI) nos últimos vinte e nove anos.

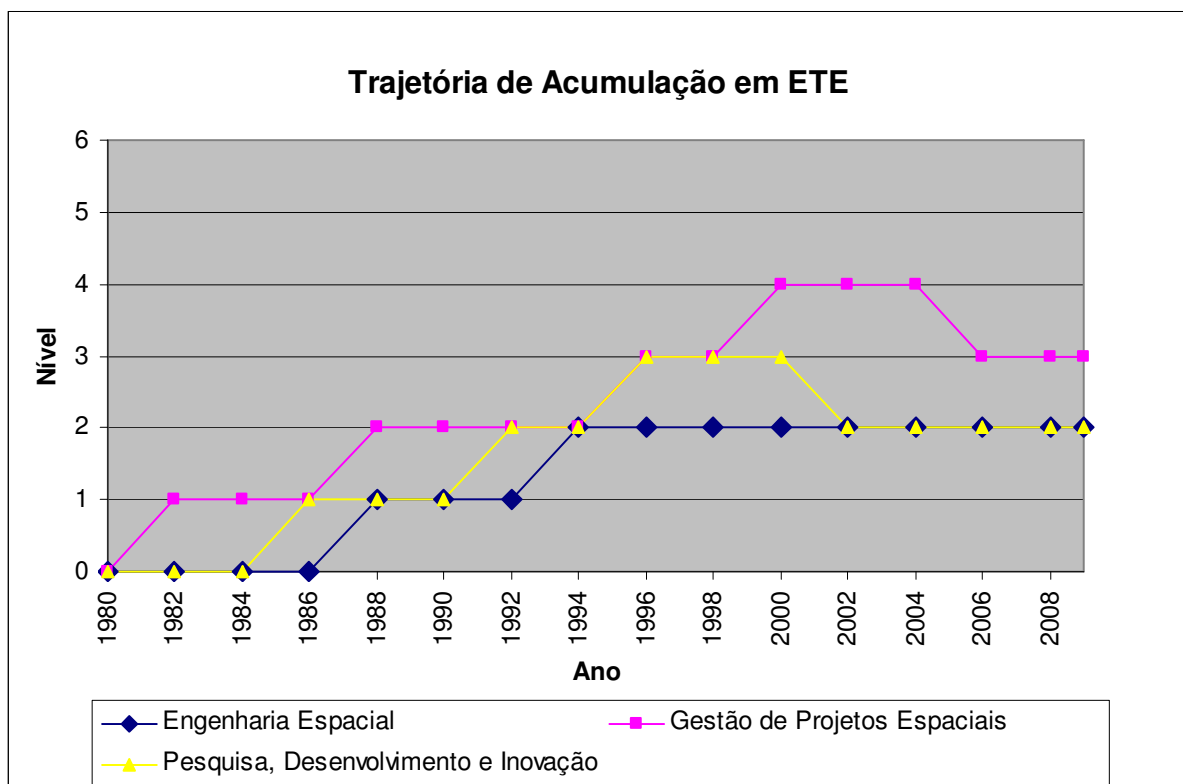


Figura 1 – Trajetória de acumulação de capacidade em Engenharia e Tecnologia Espaciais no INPE no período 1980-2009.

Observando-se as curvas apresentadas, verifica-se que o INPE levou aproximadamente oito anos para atingir o Nível 1 em duas dimensões da competência em ETE (EE e PDI), já em GPE, o progresso foi bem mais rápido, resultado dos treinamentos de alto nível iniciados em 1979 e da estrutura matricial adotada pelo Instituto desde o início dos programas espaciais no INPE.

O primeiro passo para o desenvolvimento de competência em ETE no INPE e no Brasil, foi o estabelecimento da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) em 1980. Dentro da concepção original da MECB, caberia ao INPE desenvolver quatro

satélites de pequeno porte e de órbita baixa: dois Satélites de Coleta de Dados, os SCDs, e dois Satélites para Observação da Terra, os SSR (Satélites de Sensoriamento Remoto). Nesse processo o INPE deveria adquirir competência técnica e gerencial básica em engenharia de satélites e tecnologia espacial. Dos quatro satélites previstos originalmente na MECB foram concluídos apenas os Satélites de Coleta de Dados 1 e 2. Posteriormente uma réplica do SCD-2 (SCD-2A) foi produzida para ser lançada no primeiro voo do Veículo Lançador de Satélites (VLS) produzido no Centro Técnico Aeroespacial (CTA). Uma falha no lançamento do VLS-01, ocorrido em 1997, destruiu o foguete e o satélite. A produção dos Satélites de Sensoriamento Remoto foi iniciada, mas devido a quebra da empresa contratada para produzir a estrutura dos SSR e pela necessidade de concentração de recursos no Programa CBERS, ela foi descontinuada.

Também durante os anos 80 foi feito um grande esforço de capacitação em ETE pelo INPE que compreendeu a contratação de aproximadamente duzentos novos funcionários, enquadrados como assistentes de pesquisa e pessoal de apoio, e seu treinamento por pessoal altamente especializado, no Brasil e no exterior. O esforço de capacitação compreendeu também o desenvolvimento de P&D nas diversas especialidades da ETE e a implantação de infra-estrutura para rastreamento, controle, integração e testes de satélites. A infra-estrutura incluía também a capacidade de fabricação de alguns equipamentos do SCD. Naquele período foram montadas equipes de engenheiros e pesquisadores em todas as áreas de conhecimento em ETE, incluindo a de aplicação e aquelas associadas às cargas úteis previstas para voarem nos SCDs e SSRs. Todo o esforço de capacitação resultou no projeto, desenvolvimento, integração e testes do primeiro satélite brasileiro, o SCD-1, que embora só tenha ido ao espaço em 1993, estava praticamente concluído em 1989. Ele colocou o INPE ao final dos anos 80 no Nível 1 da escala de capacitação tecnológica estabelecida, compreendendo os quatro componentes de acumulação tecnológica apresentados em Figueiredo [2004]:

- 5) Sistemas técnico-físicos;
- 6) Conhecimento e qualificação de pessoas;
- 7) Sistema organizacional; e
- 8) Produtos e serviços.

Os anos 80 marcaram também o início do Programa *China-Brasil Earth Resources Satellite* (CBERS) no INPE que viria a ser o principal programa de satélites realizado pelo Instituto até os dias atuais. Iniciado oficialmente em 1988, o Programa CBERS previa originalmente a construção de dois satélites de observação da Terra de grande porte sendo, portanto, uma oportunidade para o Instituto acelerar o processo de acumulação tecnológica, mesmo considerando que alguns subsistemas dos satélites, como o de controle de atitude, seriam integralmente produzidos na China e não haveria envolvimento do INPE numa das áreas fundamentais de ETE. A estrutura gerencial estabelecida para o programa binacional, bem como o início do desenvolvimento de equipamentos em empresas selecionadas pelo INPE elevou o nível de capacitação do Instituto em GPE ao segundo nível. Os próximos saltos na Capacitação em GPE se deram com o ingresso do Brasil no Programa de Microssatélites da França e logo depois no Programa da Estação Espacial Internacional (em 1998).

Os anos 90 iniciaram-se então para o INPE com a perspectiva da continuidade e provável aceleração do processo de acumulação de competência tecnológica em ETE, através do desenvolvimento dos dois SSR mais os satélites previstos no acordo com a China.

Todavia, a partir do Governo Collor, o programa espacial brasileiro passou por uma descontinuidade orçamentária muito grave, pois perdeu importância no cenário político e deixou de ser prioridade nos investimentos governamentais. A perda dos recursos orçamentários resultou no abandono da MECB como prevista originalmente. Ao longo dos anos 90 houve grande desaceleração da acumulação tecnológica em ETE no INPE. Com a falta de investimento em projetos de desenvolvimento, com uma política desordenada de transferência de tecnologia para empresas da região e, principalmente, com a desvalorização crescente da carreira de Ciência e Tecnologia, o INPE experimentou o esvaziamento de seu quadro funcional, que foi recrutado pelas empresas que vislumbravam a oportunidade de tornarem-se fornecedoras exclusivas de produtos de uso espacial. Em decorrência do ocorrido, houve estagnação e mesmo involução em algumas áreas do conhecimento, que refletiram negativamente na capacitação do Instituto.

O processo de estagnação e mesmo perda de capacidade tecnológica em ETE no INPE ao longo dos anos 90 e início dos anos 2000 se deu não somente pela

perda de recursos humanos qualificados, mas principalmente, por não terem sido adequadamente repostos.

Embora grande parte destes recursos tenha saído do INPE para atuar no setor privado na área espacial, o que foi uma política do INPE, o fomento da indústria espacial brasileira se deu à custa da capacidade interna do Instituto, principalmente em EE e PDI, que sofreu significativamente com esta migração sem reposição.

É importante observar que ao longo dos anos 90 uma série de iniciativas de missões tecnologicamente avançadas, que impulsionariam o desenvolvimento da capacidade tecnológica do Instituto, não se completaram ou nem saíram da fase conceitual, como os Programas ECO-8, participação brasileira na Estação Espacial Internacional e os satélites SCD-3, SABIA e Franco-Brasileiro [Roteiro MTE, apêndice 2, 2008]. Por outro lado, aquelas que se transformaram em produtos acabados (SACI-1, SACI-2 e SATEC) foram perdidas seja por falha em órbita (SACI-1) ou por problemas com o veículo lançador (SACI-2 e SATEC) [Roteiro MTE, apêndice 2, 2008].

A decisão da direção do INPE, (gestão anterior) de abandonar o Programa da Estação Espacial Internacional causou grave prejuízo à marcha de capacitação em ETE, pois limitou o acesso do Instituto às tecnologias mais avançadas, em especial às de vôos tripulados, e a um sistema organizacional bem mais evoluído. Em consequência, no ano de 2004, houve o recuo de um nível em GPE, com o abandono da metodologia compartilhada para o gerenciamento do programa.

Logo, os únicos satélites a serem colocados em órbita ao longo dos anos 90 e a realizarem a contento suas missões foram os SCD1 (1993) e SCD2 (1998), resultados diretos do esforço feito nos anos 1980, e o satélite CBERS1 (1998). Este último foi o primeiro resultado do programa CBERS, iniciado no final dos anos 80 e implementado gradualmente ao longo dos anos 90.

A Figura 2 descreve a trajetória de acumulação tecnológica nas principais subáreas de ETE no INPE.

Outras missões e programas concebidos no final dos anos 90 e propostos oficialmente no início dos anos 2000 (EQUARS, MIRAX e MCE em 2000 e a Plataforma Multi-Missão – PMM em 2001), foram cancelados (MCE), reformulados

(EQUARS e MIRAX) ou ainda se encontram em desenvolvimento (PMM). A primeira carga útil a voar na PMM seria um satélite com imageador RADAR denominado MAPSAR, proposto em 2001, com data prevista para lançamento originalmente em 2008 [Roteiro MTE, apêndice 2, 2008], mas que atualmente tem data prevista para entrar em órbita somente em 2014. A primeira missão com a utilização da PMM, uma missão de sensoriamento remoto com imageador ótico denominada Amazônia 1 [Roteiro MTE, 2008], tem data prevista para lançamento em 2012.

Ao longo dos anos 2000, além das iniciativas citadas no parágrafo anterior, houve continuidade do programa CBERS, com o lançamento bem sucedido do segundo satélite previsto no acordo original o CBERS 2, em 2003. Naquela época houve uma ampliação do acordo com a China, com a introdução de dois novos satélites, CBERS 3 e CBERS 4, com maior participação do INPE.

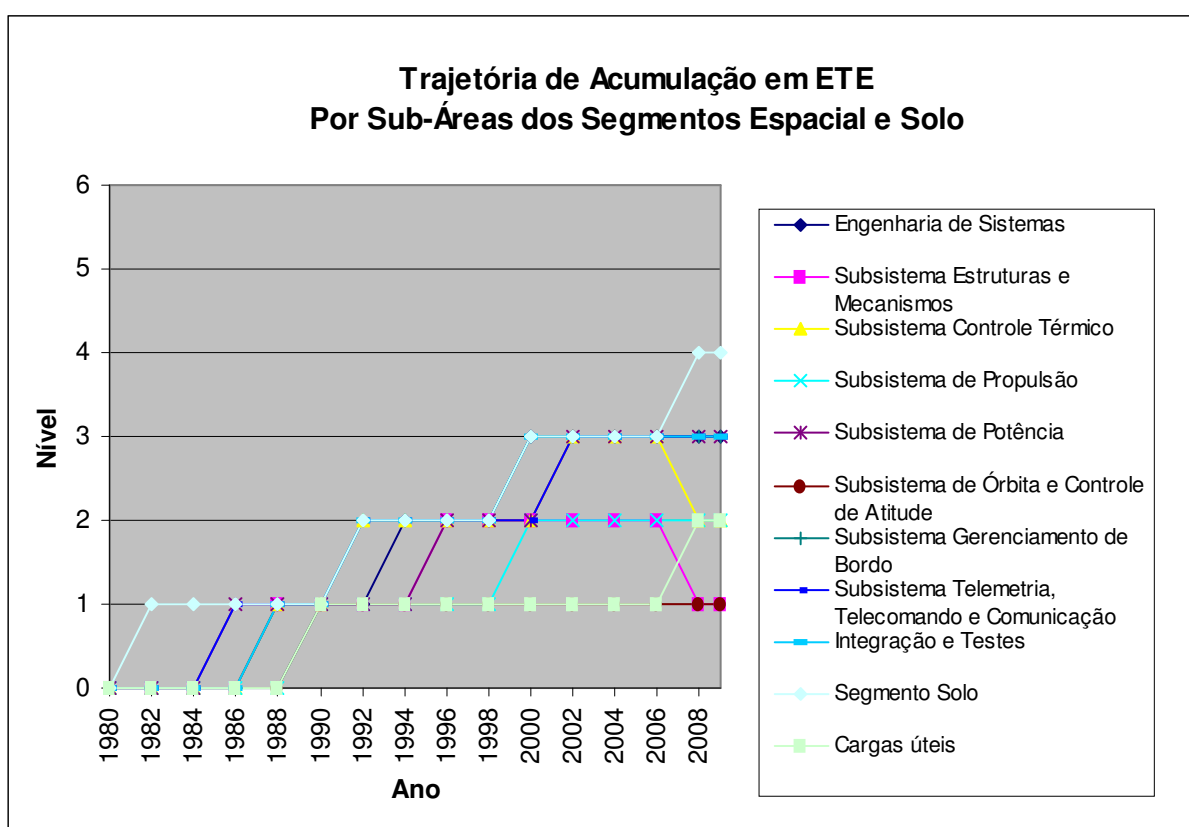


Figura 2 – Trajetória de acumulação de capacidade em ETE, por subáreas no INPE no período 1980-2009.

Para que não houvesse descontinuidade nas missões de imageamento, foi construída uma réplica do CBERS 2, com uma carga útil que permitia o

imageamento em alta resolução espacial (CBERS 2B), que foi lançada com sucesso em 2007. Através do programa CBERS o INPE conseguiu ampliar sua capacitação em GPE e mantê-la em algumas áreas de EE. No caso da infra-estrutura e capacidade de integração e testes de satélites, pode-se dizer que o programa CBERS contribuiu significativamente para a acumulação tecnológica do INPE. Por outro lado, em várias áreas da EE, incluindo o controle de atitude, considerado conhecimento crítico, e em PDI de forma generalizada, o programa não provocou acumulação tecnológica dentro do Instituto.

Cabe ressaltar que o programa ao longo dos últimos 20 anos, permitiu que várias empresas brasileiras pudessem ingressar no setor espacial.

4 PLANO DIRETOR 2007-2011 E OS DESAFIOS PARA ACUMULAÇÃO DE COMPETÊNCIA EM ETE

Como resultado do Planejamento Estratégico do INPE, realizado em 2007, foram estabelecidos nove objetivos estratégicos para o Instituto, descritos no seu Plano Diretor 2007-2011, como apresentado na Figura 3.

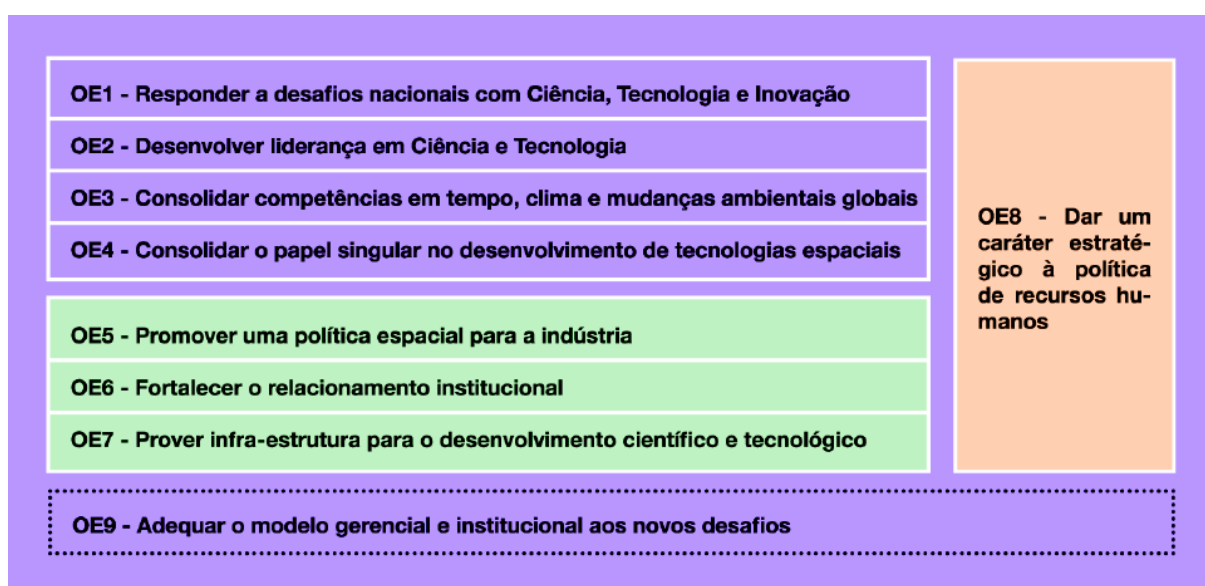


Figura 3 – Objetivos estratégicos (OEs) do INPE definidos no Plano Diretor 2007-2011.

Os nove objetivos estratégicos colocam para o INPE, em maior ou menor grau, desafios para capacitação em ETE. Neste aspecto, o OE4 é o de maior impacto, pois tem as seguintes ações estratégicas:

AE1: Consolidar e ampliar a capacidade científica e tecnológica do Instituto para concepção e gestão de missões espaciais.

AE2: Consolidar competência em engenharia espacial para ampliar e aprimorar o desenvolvimento de tecnologias espaciais.

AE3: Ampliar as atividades de pesquisa e desenvolvimento em tecnologias associadas visando gerar produtos e processos inovadores nas áreas espacial e do ambiente terrestre.

AE4: Estabelecer uma estratégia permanente de acesso a tecnologias sensíveis (componentes, materiais e processos), atuando tanto na especificação, articulação e aquisição junto ao mercado internacional, quanto no desenvolvimento nacional.

AE5: Estabelecer programas de satélites científicos, meteorológicos, ambientais e de sensoriamento remoto, visando reduzir a dependência externa no suprimento de dados para o País.

AE6: Ampliar competências na operação de sistemas espaciais, recepção, processamento, armazenamento e distribuição dos seus dados.

Como desdobramento do Plano Diretor na área de ETE, foi estabelecido um plano de missões de satélites a serem realizadas até o ano de 2020 pelo INPE, denominado Plano 2020. Na Figura 3 são apresentados os satélites previstos no plano 2020 e suas respectivas datas de lançamento.

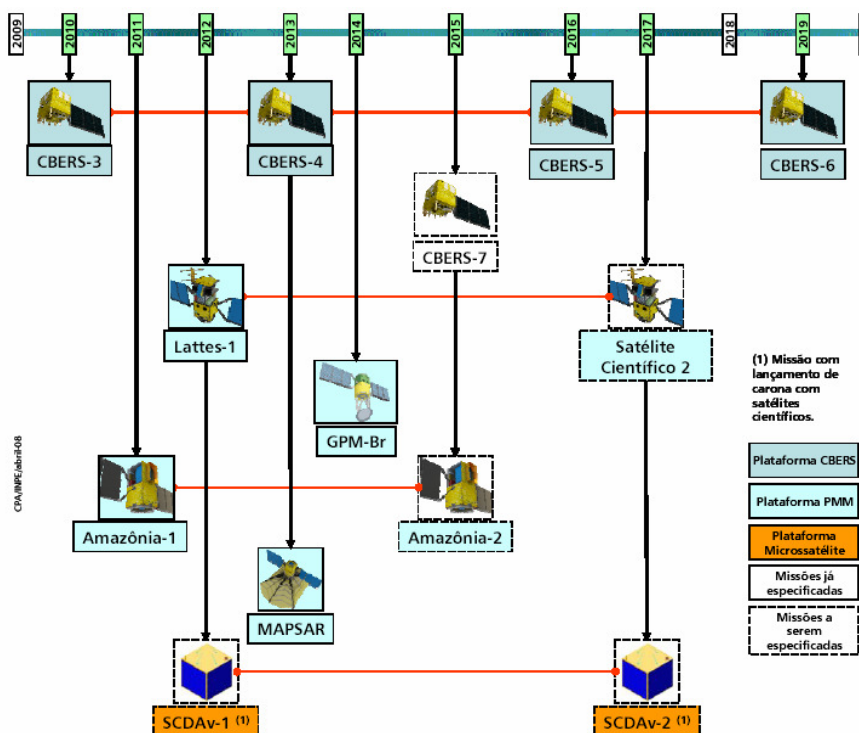


Figura 3 – Plano de Missões 2020.

O plano 2020 impõe ao INPE um grande desafio de capacitação nas três dimensões da ETE consideradas neste trabalho. Em GPE, uma capacidade de gerir vários projetos simultaneamente em uma cadência média de 1,03 satélites lançados por ano no período 2008-2020. Uma média que embora pequena em relação a países como China, Índia, Rússia, Japão ou Estados Unidos, é muito superior ao vivenciado pelo Instituto desde a criação da MECB. De fato, como pode ser visto pelo histograma apresentado na Figura 4, considerando desde o início da MECB em 1980, a maior relação satélites por ano, obtida até 2009 foi de 0,33.

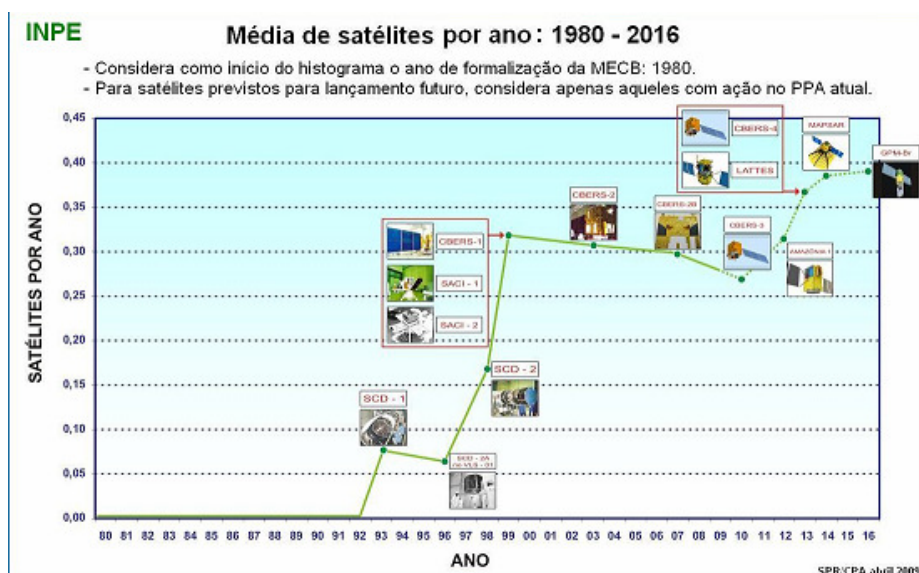


Figura 4 – Histograma da relação “satélites lançados por ano” desde o início da MECB até 2009 e estimativa até 2016.

Em EE e PDI, o desafio é acumular capacitação em controle de atitude em três eixos, estruturas flexíveis complexas, arquiteturas de satélite com alto empacotamento e densidade de potência, imageadores óticos de alta-resolução e imageador RADAR, componentes de larga escala de integração e equipamentos resistentes à radiação e o desenvolvimento de missões científicas e tecnológicas de maior complexidade, entre outros. O documento “Roteiro MTE [2008]” traz uma estimativa detalhada da demanda necessária em recursos humanos, orçamento e esforço em PDI para a realização do Plano 2020.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dificuldades em realizar o Plano 2020, como previsto em 2008, podem ser percebidas tanto pelos atrasos nos cronogramas de conclusão dos satélites que têm Ações no Plano Pluri-Anual (PPA) do Governo Federal (Amazônia1, MAPSAR, CBERS-3, CBERS-4, Lattes-1 e GPM-Br), de pelo menos 1 ano em cada um deles, quanto por indefinições diversas que põem em cheque o cronograma e até mesmo a viabilidade das outras missões.

Embora o INPE tenha desenvolvido, ao longo dos últimos trinta anos, a capacidade de documentar seus projetos, a dependência do conhecimento tácito sempre existirá. O Regime Jurídico Único, aliado ao baixíssimo grau de reposição de pessoal proposto pelo MCT inviabilizará, num horizonte bastante próximo, a continuidade dos programas espaciais.

Isto ocorreu em função do descompasso entre a demanda de novos satélites, habilmente demonstrada e defendida pela Direção do Instituto, e a contrapartida governamental em termos de cumprimento de metas orçamentárias e de captação de recursos humanos. O contingenciamento orçamentário é prática bastante comum em C&T, bem como a irregularidade no seu repasse. O planejamento, por mais conservador que seja, acaba fracassando. O aporte truncado dos recursos prejudica também as ações internas de P&D e paralisa o avanço da capacitação em PDI.

A perda de pessoal capacitado em ETE no INPE é provavelmente o principal desafio a ser enfrentado no curto prazo, com o risco de, em isso não sendo equacionado, haver uma descontinuidade catastrófica na capacitação em ETE do Instituto, principalmente em conhecimento tácito. Isso poderá inviabilizar o andamento dos programas de satélites, mesmo que os recursos orçamentários sejam disponibilizados.

No bojo de convênios com a Alemanha (MAPSAR) e com a Argentina (ACDH da PMM), firmados nos últimos três anos, estão assegurados treinamentos em áreas críticas em ETE, que certamente acelerarão a capacitação tecnológica. Este esforço poderá ser frustrado, em pouquíssimo tempo, pela falta de sucessão dos especialistas e pela multiplicação das tarefas associadas ao desenvolvimento dos novos produtos.

A contratação do desenvolvimento de novos produtos em empresas do setor aeroespacial através da Lei nº 8666/1993 tem sido problemática, pois não permite a pré-seleção de candidatos viáveis nem o aporte de recursos que permitam um investimento contínuo em PDI e a completa capacitação de vários fornecedores de um mesmo produto. O que acaba ocorrendo, grosso modo, é a migração de recursos humanos do INPE para as referidas empresas (profissionais prontos), que lá chegando entram num processo de estagnação. Como resultado, os custos de manutenção deste pessoal e dos riscos do desenvolvimento acabam sendo repassados aos produtos, causando a completa perda de competitividade no setor.

A resultante deste processo é a criação de empresas fornecedoras de um único produto, que são também as únicas capazes de produzi-lo e de concorrer em Licitações para seu fornecimento. Fechado o círculo vicioso, é impossível que a Administração controle efetivamente os custos e prazos de produção.

É interessante notar que as missões previstas no Plano 2020 projetam para o INPE um horizonte com apenas missões definidas na Tabela 1 como de Nível 3. Não são previstas missões com satélites meteorológicos, uma demanda colocada explicitamente no AE5 do OE4. Considerando também que os satélites meteorológicos são posicionados preferencialmente em órbita geoestacionária, o plano de satélites colocado para o INPE até 2020 talvez precise sofrer uma reavaliação para não se tornar um fator de limitação na acumulação de competência em ETE requerida pelo Planejamento Estratégico do Instituto.

É certo que a atual legislação à qual o INPE está subordinado (Órgão da Administração Direta, Regime Jurídico Único e Lei 8666) tem limitado a capacidade do Instituto em cumprir com eficiência sua Missão. Todavia também é certo que o contingenciamento orçamentário e de provimento de recursos humanos desde os anos 90 sejam resultado de decisões de priorização de atividades por parte dos vários governos que se sucederam desde então, sendo difícil dizer qual dos dois fatores (priorização de atividades ou limitações da legislação) tenha sido mais importante na estagnação e mesmo perda da capacidade em ETE do INPE daquele período até os dias de hoje.

Reavaliar, alinhar e consolidar os projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I) para atender às demandas dos programas na próxima década, tanto de forma vinculada ao desenvolvimento industrial quanto à capacitação e formação de recursos humanos,

6 REFERÊNCIAS

1. Andrade, R.F. e Figueiredo, P.N. “Dinâmica da Acumulação de Capacidade Tecnológica e Inovação em Subsidiárias de Empresas Transnacionais (ETNS) em Economias Emergentes: A Trajetória da Motorola Brasil”. Revista de Administração e Inovação, v.5, n.3., p. 74-94, 2008.
2. Rosal, A. C. L e Figueiredo, P.N. “Aprendizagem Corporativa e Acumulação Tecnológica: A Trajetória de Uma Empresa de Transmissão de Energia Elétrica no Norte do Brasil”. Gestão&Produção, v.13, n.1, p 31-43, 2006.
3. Figueiredo, P.N. “Capacidade Tecnológica e Inovação em Organizações de Serviços Intensivos em Conhecimento: Evidências de Institutos de Pesquisa em Tecnologias de Informação e da Comunicação (TICs) no Brasil”. Revista Brasileira de Inovação, v. 5, n. 2, p.403-453, 2006.
4. Figueiredo, P.N. “Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: Uma Breve Contribuição Para o Desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil”. Revista Brasileira de Inovação, v. 3, n. 2, Junho/Dezembro, 2004.
5. Plano Diretor 2007-2011. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2007.

6. Apostila do Curso “Pos Graduação em Gestão Estratégica da Ciência e Tecnologia em IPP’s” – Conceito de Inovação Para IPP’s e suas Diferentes Teorias, Considerando a Globalização (Discussão Temática) Professor Paulo N. Figueiredo.
7. Roteiro MTE. “Roteiro de Desenvolvimento de Missões e Tecnologias Espaciais para o período 2008-2020”. Documento CPA-070-2008, INPE, 2008.
8. Tese Doutorado - Política Espacial Brasileira e a Trajetória do INPE (1961-2007) - Guilherme Reis Pereira - Campinas – São Paulo Agosto/2008