



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

MARIA LÍGIA MOREIRA

Formação de Competências em Ciência e Tecnologia Espaciais:
Uma análise da trajetória da Pós-Graduação
no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Tese apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Política Científica e Tecnológica.

Orientadora: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

CAMPINAS - SÃO PAULO
Agosto de 2009

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

M813f Moreira, Maria Ligia.
Formação de competências em Ciência e Tecnologia Espaciais: uma análise da trajetória da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Maria Ligia Moreira-- Campinas,SP.: [s.n.], 2009.

Orientador: Léa Maria Leme Strini Velho.

1. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Pós-graduação - pesquisa. 2. Instituto de pesquisa. I. Velho, Léa Maria Leme Strini II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.

Título em inglês Skills training in space Science and Technology: Na analysis of the trajectory of graduate studies at the National Institute for Space Research (INPE).

Keywords: - Graduate education – research;
- Research Institute.

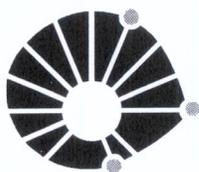
Área de concentração:

1.1. Titulação: Doutor em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora: - Léa Maria Leme Strini Velho;
- Elizabeth Balbachevsky;
- Fernanda Antonia da Fonseca Sobral;
- Maria Conceição Costa
- Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro.

Data da defesa: 25/08/2009

Programa de Pós-graduação em PC&T – Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

AUTORA: Maria Ligia Moreira

“Formação de Competências em Ciências e Tecnologia Espaciais: uma Análise da Trajetória da Pós-graduação no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais”.

ORIENTADOR: Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Aprovada em: 25/09/09

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Léa Maria Leme Strini Velho

Léa Maria Leme Strini Velho - Presidente

Profa. Dra. Maria Conceição da Costa

Maria Conceição da Costa

Profa. Dra. Elizabeth Balbachesky

Elizabeth Balbachesky

Profa. Dra. Fernanda Antônia da Fonseca Sobral

Fernanda Antônia da Fonseca Sobral

Prof. Dr. Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro

Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro

Campinas, 25 de agosto de 2009.

“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 ou uma elegante ponte sobre um abismo que ainda não foi atravessado. Mas o arquiteto também precisa ser capaz de gerar uma planta que mostre como transformar o sonho em realidade.”

G. Hampel e C.K. Prahalad

DEDICATÓRIA

*À minha filha Mariana,
e à minha mãe, Anna Moreira.*

AGRADECIMENTOS

Começar a escrever os agradecimentos remeteu-me imediatamente à seguinte pergunta: O que é o tempo? *Agora é o tempo de escrever os agradecimentos, Lígia, concentre-se nisso, a razão sussurra...* Bem, mas se essa pergunta surgiu à minha mente, é porque existe um motivo especial, e voltando a ela, penso em algumas explicações dadas pelos físicos (as quais, confesso, não entendo), e em outras explicações dadas por alguns filósofos (com as quais tenho mais afinidade).

Pensando em filósofos como Kant e Heráclito (este último, meu preferido), eu me lembro que deles vêm idéias como a de que uma propriedade do tempo é que ele flui em uma sucessão de eventos ligados por uma cadeia de causalidade, e que nada pode ser como já foi – ou *o homem jamais irá banhar-se duas vezes no mesmo rio*.

O que isso tem a ver com essa hora de escrever os agradecimentos? Em primeiro lugar, como o tempo é *puro transformar-se*, o tempo do doutorado permitiu várias mudanças em minha vida. E agora que o trabalho desta Tese está sendo concluído, o meu sentido de tempo traz à memória o primeiro dia de aula no IGE, com a Prof^a Conceição da Costa e o Prof. Renato Dagnino (admiráveis!). Quatro anos depois daquele dia, sou uma pessoa diferente, enriquecida pelo que li, ouvi e interagi, mas principalmente amadurecida pelas pela experiência, pelas dificuldades, pelo contato com as pessoas que o tempo trouxe, conservou ou levou da minha vida.

Então, a noção de tempo deve mesmo ser decorrente de uma sucessão de eventos ligados por uma cadeia de causalidade... Se eu for alguém melhor hoje não só como pesquisadora, mas como pessoa, foi porque nessa sucessão de eventos pude contar com a ajuda de muitas pessoas (e a atrapalhão de outras). Decidi agradecer aqui àquelas que me ajudaram, apesar de que as outras também contribuíram de alguma forma.

Agradeço imensamente à Prof^a Léa Velho, orientadora que pacientemente dividiu suas experiências e seus conhecimentos. A ela serei sempre grata, inclusive pelos conselhos “extra academia”. Sou grata também pelo convite feito para a viagem ao Chile; ela sabe o quanto isso mudou a rota da minha vida.

Minha gratidão a todos os professores do Departamento de Política Científica e Tecnológica com os quais tive a honra de conviver.

Agradeço a Arnaldo R. Barbalho Junior, que o tempo trouxe até mim e, apesar de eu às vezes reclamar que o tempo certo tenha demorado em chegar, foi o tempo certo.

Sou grata à amiga Bete Kobayashi, minha irmã-gêmea japonesa. Muitos quilômetros percorridos e muitas confidências nos unem.

Agradeço à Prof^a Fernanda Sobral (UNB) e à Prof^a Elisabeth Balbachevsky (USP), pela participação na banca de qualificação e pelos valiosos comentários e orientações; e aos professores que aceitaram participar da banca final.

Meus agradecimentos a todos os colegas que contribuíram com a realização deste trabalho através de seus conhecimentos, das suas idéias, ou das palavras de incentivo: à Valdirene Pinotti, Edinalva Novaes, e Adriana Teixeira (UNICAMP/IGE); à equipe do Serviço de Gestão de Competências, em especial à Danusa Caramello e à Ivone Martins que acompanharam a elaboração deste trabalho; e à equipe do Serviço de Pós-Graduação do INPE. Também agradeço à Luciene Aparecido, Maria do Carmo Nono, Tânia Sausen, Virgínia Alves, Valéria Ribeiro, Yolanda Souza, Ana Maria Chagas, Tânia Sanchez e Mônica Oliveira; e ao Ralf Gielow (todos do INPE).

Exprimo meus agradecimentos às minhas amigas Eliete Cipriano Vaz (UFSC), Ina Hercília (INPE) e Camila Carneiro (UNICAMP).

Finalmente, agradeço a Deus, que me trouxe até aqui. Nesse tempo de agradecimento, confio plenamente que “tudo tem a sua ocasião própria, e há tempo para todo propósito debaixo do céu” (Eclesiastes 3:1).

SUMÁRIO

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE TABELAS	xix
SIGLAS E ABREVIATURAS	xxi
RESUMO	xxiii
ABSTRACT	xxv
INTRODUÇÃO	1
Objetivo	1
Metodologia e estrutura da Tese	2
Conceitos Básicos	4
CAPÍTULO 1: CONSTRUÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA	7
1.1 Introdução	7
1.2 A construção social da Ciência e Tecnologia	7
CAPÍTULO 2: ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA ESPACIAL NO BRASIL	17
2.1 Introdução	17
2.2 Estruturação da Pesquisa Espacial entre as décadas de 60 e 80	17
2.3 Instrumentos da Política Espacial Brasileira	41
2.4 A Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Espaciais no contexto dos PBDCTs e PNPGs	44
2.5 Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Espacial no INPE	51
2.6 Novos cenários para a Pós-Graduação do INPE	56
2.7 Os Programas Espaciais e a Formação de Competências nos Estados Unidos, Índia e China	61
2.8 Considerações	71
CAPÍTULO 3: PÓS-GRADUAÇÃO NO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE): A ALIANÇA PESQUISA-DESENVOLVIMENTO E ENSINO	73

3.1	Introdução	73
3.2	Pós-Graduação para o desenvolvimento de C&T	75
3.3	O início das atividades de Pós-Graduação no INPE	79
3.4	A trajetória dos programas de Astrofísica e Geofísica Espacial	85
3.4.1	O programa de Geofísica Espacial	87
3.4.2	Perfil dos mestres e doutores em Geofísica Espacial: áreas de graduação, última titulação e atuação profissional	88
3.4.3	O programa de Astrofísica	90
3.4.4	Perfil dos mestres e doutores em Astrofísica: áreas de graduação, última titulação e atuação profissional	91
3.5	Considerações	93
3.6	Referências Bibliográficas	95
 CAPÍTULO 4: A PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS NUMA PERSPECTIVA DE GÊNERO ..		99
4.1	Introdução	99
4.2	Gênero e produção do conhecimento.....	101
4.3	Mulheres na produção da ciência brasileira	103
4.4	Participação das mulheres no INPE	107
4.5	Mulheres na Pós-Graduação do INPE	108
4.6	As motivações e a importância da formação	116
4.7	Considerações Finais	118
4.8	Referências Bibliográficas	120
 CAPÍTULO 5: FORMAÇÃO DE ESPECIALISTAS EM CIÊNCIAS ESPACIAIS: PERFIL DOS EGRESSOS DA PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS		125
5.1	Introdução	125
5.2	Metodologia	127
5.3	Breve relato da Pós-Graduação Brasileira	128
5.3.1	A avaliação da Pós-Graduação Brasileira: pela inclusão da análise dos egressos.....	131
5.4	Formação de recursos humanos para a Área Espacial	133

5.4.1	A Pós-Graduação no INPE	135
5.4.2	Perfil dos mestres e doutores formados no INPE	136
5.4.2.1	Trajetória acadêmica	137
5.4.2.2	Atuação profissional	141
5.4.2.3	Perfil das instituições de ensino	144
5.4.2.4	Inserção dos mestres e doutores no INPE	147
5.5	Análises conclusivas	149
5.6	Bibliografia	150
 CAPÍTULO 6: PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL: DA CONCEPÇÃO “OFERTISTA LINEAR” PARA “NOVOS MODOS DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO” - IMPLICAÇÕES PARA AVALIAÇÃO		157
6.1	Introdução	157
6.2	As principais mudanças na concepção da ciência no período pós-Segunda Guerra	159
6.3	A organização da PG brasileira: a Ciência vista como uma “Fronteira sem Fim”	162
6.4	A institucionalização da PG brasileira	163
6.5	A PG brasileira no contexto dos “Novos Modos de Produção do Conhecimento” e da “Aplicação da Ciência e da Tecnologia”	166
6.6	Considerações	174
6.7	Referências Bibliográficas	176
 CONCLUSÕES		181
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		189
 ANEXO 1		197

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 - Principais atores institucionais do programa espacial – período COBAE	35
Figura 2.2 - A posição do INPE na atual estrutura do MCT	41
Figura 3.1 - Áreas de Concentração do Programa de Ciência Espacial até 1994	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3.1 - Alunos formados pelo INPE entre 1968 e 2005.....	84
Gráfico 3.2 - Mestres e Doutores em Geofísica Espacial	87
Gráfico 3.3 - Áreas de graduação dos mestres em Geofísica Espacial	88
Gráfico 3.4 - Alunos formados em Astrofísica entre 1980 e 2005	90
Gráfico 3.5 - Áreas de graduação dos mestres e doutores em Astrofísica	91
Gráfico 4.1 - Titulação dos pesquisadores e tecnologistas do INPE, por gênero	108
Gráfico 4.2 - Evolução do número de titulados em Computação Aplicada, por gênero	113
Gráfico 4.3 - Evolução do número de titulados em Meteorologia, por gênero	113
Gráfico 4.4 - Evolução do número de titulados em Sensoriamento Remoto, por gênero ..	114
Gráfico 4.5 - Evolução do número de titulados em Astrofísica, por gênero	114
Gráfico 4.6 - Evolução do número de titulados em Eng. e Tecn. Espacial, por gênero	115
Gráfico 4.7 - Evolução do número de titulados em Geofísica Espacial, por gênero	115
Gráfico 5.1 - Titulações realizadas pelo INPE, entre 1968 e março de 2009	136
Gráfico 5.2 - Status dos currículos na Plataforma Lattes	137
Gráfico 5.3 - Formação acadêmica dos egressos, a partir da primeira titulação obtida no INPE	139
Gráfico 5.4 - Tempo entre o mestrado e o doutorado dos alunos que obtiveram as duas titulações no INPE	140
Gráfico 5.5 - Progresso acadêmico dos egressos do INPE, por gênero	141
Gráfico 5.6 - Função atual dos egressos do INPE	142
Gráfico 5.7 - Atividade econômica das instituições de destino dos egressos do INPE	145
Gráfico 5.8 - Área de atuação, por titulação	146
Gráfico 5.9 - Egressos atuando no INPE	148

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág
Tabela 3.1 - Ano de Reconhecimento dos Programas extintos ou desmembrados	84
Tabela 3.2 - Ano de reconhecimento dos Programas em andamento	85
Tabela 3.3 - Instituições de destino dos egressos do programa de Geofísica Espacial	89
Tabela 3.4 - Última titulação e instituição de destino dos mestres e doutores em Geofísica Espacial	89
Tabela 3.5 - Instituições de destino dos egressos do programa de Astrofísica	92
Tabela 3.6 - Última titulação e instituição de destino dos mestres e doutores em Astrofísica	93
Tabela 4.1 - Distribuição das alunas em cursos de mestrado e doutorado no período 2000-2006	104
Tabela 4.2 - Número de ex-bolsistas do CNPq que se titularam no Doutorado, entre 1996-2003, segundo a grande área e sexo	105
Tabela 4.3 - Docentes em instituições de ensino superior, por sexo, segundo grande área.	106
Tabela 4.4 - Número de titulados nos cursos de PG até 2007	109
Tabela 5.1 - Última titulação dos egressos do INPE	138
Tabela 5.2 - Percentual de egressos do INPE com pós-doutorado, por programa	139
Tabela 5.3 - Setor econômico de atuação dos egressos do INPE	146
Tabela 5.4 - Egressos contratados pelo INPE através de concursos, segundo a função, no período 1994-2006	148
Tabela 6.1 - Diferenças básicas entre o “modo 1” e o “modo 2”	172

SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC	Associação Brasileira de Ciência
AEB	Agência Espacial Brasileira
ASCEND	<i>System for Communications and Education in National Development</i>
CALT	<i>China Academy of Launch Vehicle Technology</i>
CALT	<i>China Academy of Launch Vehicle Technology</i>
CAMEC	<i>China Aerospace Machinery and Electronics Corporations</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAST	<i>Chinese Academy for Space Technology</i>
CASTC	<i>China Aerospace Science and Technology Corporation</i>
CASTC	<i>Chinese Academy for Space Technology</i>
CBERS	Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CEA	Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas
CNES	<i>Centre National d'études Spatiales</i>
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNSA	<i>China National Space Administration</i>
COBAE	Comissão Brasileira de Atividades Espaciais
COMAer	Comando da Aeronáutica
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CSN	Conselho de Segurança Nacional
CSRSR	<i>Center for Space and Remote Sensing Research</i>
CTA	Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial
DOS	<i>Indian Department of Space</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERS	<i>European Remote Sensing Satellite</i>
ERTS	<i>U.S. Earth Resources Technology Satellite</i>
ESC	Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia
FUNTEC	Fundo de Apoio à Tecnologia
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais
HKSAR	<i>University of Hong Kong</i>
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAI	Instituto Interamericano de Pesquisa em Mudanças Globais
IIST	<i>Indian Institute of Space Science and Technology</i>
IIT	<i>Indian Institutes of Technology</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPD	Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento
ISEIS	<i>Institute of Space and Earth Information Science</i>
ISRO	<i>Indian Space Research Organization</i>
ISS	<i>International Space Station</i>
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica

JERS	<i>Japanese Earth Resources Satellite</i>
Landsat	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
LIT	Laboratório de Integração e Testes
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
MIT	<i>Massachusetts Institutes of Technology</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NCU	<i>Chinese National Central University</i>
NOAA	<i>U.S. Satellite - National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NRSA	<i>Indian National Remote Sensing Centre</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PBDCT	Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia
PCE	Programa de Ciências Espaciais
PND AE	Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais
PNDCT	Plano Nacional de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia
PNPG	Plano Nacionais de Pós-Graduação
PRL	<i>Indian Physical Research Laboratory</i>
RADARSAT	<i>Canadian Remote Sensing Satellite</i>
REC	<i>Indian Regional Engineering Colleges</i>
SACI	Sistema Avançado em Comunicações Educativas
SAST	<i>Shanghai Academy of Spaceflight Technology</i>
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SCD	Satélite de Coleta de Dados
SERE	Sensoriamento Remoto
SINDAE	Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
SNPG	Sistema Nacional de Pós-Graduação
SPOT	<i>Satellite Français Pour l'Observation de la Terre -</i>
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESP	Universidade Paulista Júlio de Mesquita
USP	Universidade de São Paulo
VLS	Veículo Lançador de Satélite



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

**Formação de Competências em Ciência e Tecnologia Espaciais:
Uma análise de trajetória da Pós-Graduação
no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**

RESUMO

Tese de Doutorado

Maria Lígia Moreira

Esta Tese analisa a trajetória da pós-graduação no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O objetivo central desta Tese é identificar as razões que levaram o INPE a criar estruturas próprias para formar pesquisadores, analisar os meios pelos quais o Instituto implementou tal tarefa, e os impactos dessas atividades. A pesquisa mostra a organização do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) e as políticas relacionadas, e o papel desempenhado pelo INPE na formação de especialistas ao longo das últimas quatro décadas. São analisados os principais objetivos e as estratégias adotadas para a constituição do núcleo de pós-graduação no INPE, a trajetória acadêmica e o destino profissional dos egressos, e a inserção das mulheres nos programas. É apresentada uma reflexão sobre a característica estratégica das atividades espaciais para o país, e os principais objetivos da política espacial de estabelecimento de competências científicas e tecnológicas que possibilitem atuar com real autonomia, para a qual a formação e o aprimoramento de recursos humanos são imprescindíveis. Uma característica marcante na pós-graduação do Instituto é a aliança entre pesquisa, desenvolvimento e ensino, em um processo impulsionado pela interação entre pesquisa, experiência prática e ação. Também, apresenta-se uma reflexão sobre a emergência de novas concepções sobre os modos de produção do conhecimento e os novos papéis atribuídos à ciência e tecnologia, e o papel desse núcleo de ensino neste contexto. Os resultados confirmam importância da pós-graduação do INPE para a formação da massa crítica e para que o país chegasse ao nível que tem hoje de desenvolvimento na área espacial.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica

**Skills Training in Space Science and Technology:
An analysis of the trajectory of the Graduate Studies
at the National Institute for Space Research (INPE)**

ABSTRACT

Maria Lígia Moreira

This dissertation deals with the trajectory of graduate education at the National Institute for Space Research (INPE). The main objective was to identify the reasons that led INPE to create their own structures to train researchers, analyzing the means by which the Institute has implemented such a task, and the impacts of these activities. The research shows the running of the National Program Space Activities (PNAE) and related policies, and the role played by INPE in training specialists over the past four decades. The study identifies and analyses the main objectives and strategies for building the post-graduation core at INPE, as well as the academic trajectory and the destination of the former graduates (alumni), and the inclusion of women in the programs. It presents a strategic reflection on the characteristic of space activities for the country and the main goals of space policy for the establishment of scientific and technological skills that will enable the country to work reach autonomy, for which the training and improvement of human resources are essential. A distinguishing marc in the Institute graduate studies is the alliance between research, development and education in a process driven by the interaction between research, practical experience and action. It presents a reflection on the emergence of new ideas on ways of producing knowledge and new roles for science and technology and the role of the core of education in this context. The results confirm the importance of the role played by the graduate programs offered by INPE on the training of a critical mass of space researchers as well as on its contribution to reach the level Brazil has today in the field of space research development.

INTRODUÇÃO

Objetivo

Esta Tese tem como tema o ensino de pós-graduação *stricto sensu* desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Partindo da hipótese de que o núcleo de ensino do Instituto é o principal responsável pela formação da massa crítica para o desenvolvimento da ciência espacial no Brasil, o objetivo central desta Tese foi identificar as razões que levaram o INPE a criar estruturas próprias para formar pesquisadores, analisar os meios pelos quais o Instituto implementou tal tarefa e os impactos destas atividades.

Para atingir esse objetivo, foi necessário conhecer como está estruturada a pesquisa espacial no país e o papel desempenhado pelo INPE na formação de recursos humanos. Neste sentido, buscou-se investigar como a política científica e tecnológica, expressa nos Planos Nacionais de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, Planos Nacionais de Pós-Graduação, Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais, entre outros, tratam a questão de formação de pesquisadores. Procurou-se identificar qual a rede de atores e seus papéis na constituição e desenvolvimento do ensino pós-graduado no INPE, e os principais marcos na trajetória da pós-graduação do Instituto ao longo de quatro décadas.

A definição do tema justifica-se pela importância do ensino de pós-graduação para o desenvolvimento científico e tecnológico e pelo valor estratégico das atividades espaciais para o país, considerando-se também que para atuar na formação de recursos humanos diante das mudanças na concepção de como se dá a produção de conhecimento, na relação entre ciência e tecnologia, e nas formas de organização das atividades científicas e tecnológicas nas instituições que produzem conhecimento, o INPE deve buscar alternativas para alinhar suas políticas de ensino à política nacional de atividades espaciais e à de ensino superior.

A motivação pessoal para a realização do estudo foi o fato de trabalhar no Instituto há mais de duas décadas, a maior parte do tempo dedicada à área de ensino e capacitação, o que além de estimular o interesse pelo tema, possibilitou o levantamento de dados e documentação, e a interação com os gestores e docentes dos cursos do INPE. Ao longo da pesquisa, a participação no processo de Planejamento Estratégico realizado pelo Instituto entre 2006 e 2007, nos grupos

de trabalho responsáveis pelo diagnóstico dos recursos humanos e da pós-graduação, também contribuiu para as reflexões sintetizadas neste trabalho. Todavia, mesmo que difícil, foi necessário criar momentos de distanciamento, tão importantes para a compreensão do objeto de estudo.

Metodologia e estrutura da Tese

Para atingir o objetivo de analisar a trajetória da Pós-Graduação do INPE, esta Tese está dividida em seis capítulos, dos quais quatro foram produzidos no formato de artigos¹.

Para tratar de temas específicos abordados nos artigos/capítulos, foi realizada ampla revisão da literatura, tendo como base as abordagens dos Estudos Sociais da Ciência descritas por Latour (1997, 2000), Callon (1991), Knorr-Cetina (1981, 1983) *et al*; e da emergência de novos modos de produção do conhecimento científico e tecnológico (Stokes, 2005; Gibbons *et al*, 1996).

Foram feitos levantamentos de dados utilizando diversas fontes documentais obtidas principalmente no próprio Instituto, visto que há poucas publicações que tratam do tema. No primeiro capítulo são apresentadas discussões sobre a construção social do conhecimento científico com o objetivo de tornar clara a visão de ciência adotada nesta tese ao analisar os meios pelos quais o INPE implementou a tarefa de formar pesquisadores.

Para analisar as razões que levaram o INPE a criar estruturas próprias para formar especialistas na área espacial, o segundo capítulo apresenta como se deu a organização da pesquisa espacial no Brasil, com ênfase nas políticas de ciência e tecnologia e de pós-graduação para a área espacial. É apresentada também a formação de recursos humanos no contexto dos Planos Nacionais de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e nos Planos Nacionais de Pós-Graduação.

O capítulo 2 apresenta também como atualmente está estruturada a pesquisa espacial e seu papel estratégico para o país e como está organizada a formação de recursos humanos no INPE. Com a finalidade de se ter um panorama de como a formação de especialistas para a área

¹ Dois artigos já publicados (capítulos 1 e 4) e dois submetidos (capítulos 2 e 3).

espacial é realizada em outros países, é apresentada a estrutura organizada pelos Estados Unidos, China e Índia.

Os capítulos três, quatro e cinco contribuem para identificar as razões que levaram o INPE a criar estruturas próprias para formar pesquisadores. Nesses capítulos são analisados os meios pelos quais o Instituto implementou tal tarefa.

O capítulo 3 – *Pós-Graduação no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): A aliança pesquisa-desenvolvimento e ensino* - analisa os objetivos e as estratégias adotadas para a constituição do núcleo de PG e apresenta um quadro do perfil dos egressos dos programas de Astrofísica e Geofísica Espacial, formados até 2005. Neste capítulo é enfatizado como o Instituto aliou as atividades de pesquisa e desenvolvimento com as de ensino.

O capítulo quatro - *A Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais numa perspectiva de gênero* - apresenta a participação das mulheres nos programas, refletindo sobre a motivação delas para a formação na área espacial, ainda considerada como “tipicamente masculina”. O capítulo busca analisar se há características específicas nos programas que colaboram para a inserção das mulheres, se a participação delas foi se alterando ao longo dos anos e quais as suas percepções sobre o impacto dos cursos nas suas carreiras.

O capítulo cinco - *Formação de especialistas em ciências espaciais: perfil dos egressos da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* - tem como objetivo analisar a trajetória acadêmica e o destino profissional dos egressos dos programas, e contribui para a análise do impacto das atividades de ensino desenvolvidas pelo Instituto. Esse capítulo apresenta também reflexão sobre o caráter estratégico das atividades espaciais para o desenvolvimento do país, e sobre os principais objetivos da política espacial brasileira de estabelecimento no país de competência técnico-científica na área espacial que lhe possibilite atuar com real autonomia, para a qual a formação e o aprimoramento de recursos humanos altamente qualificados são imprescindíveis.

O objetivo do capítulo seis - *Pós-Graduação no Brasil: da concepção “ofertista linear” para “novos modos de produção do conhecimento”* – é analisar a estruturação atual do sistema nacional de pós-graduação (SNPG), com foco no modelo de avaliação que este utiliza para atestar

a qualidade dos cursos e o conhecimento produzido. Diante da emergência de novos modos de produção do conhecimento e da relação entre ciência e tecnologia, nesse capítulo procura-se analisar os desafios que são colocados ao núcleo de ensino do INPE.

A partir de discussões sobre a criação da pós-graduação no INPE, os meios pelos quais o Instituto tem formado especialistas na área espacial e os resultados obtidos, finalmente, nas análises conclusivas são apresentadas análises sobre a importância estratégica da pesquisa espacial para o país e são apresentados alguns desafios e direcionamentos para que o Instituto continue sua missão de formar recursos humanos para o desenvolvimento da ciência espacial no Brasil.

Conceitos Básicos

A abordagem deste trabalho está centrada na lógica de atores, partindo-se do entendimento de que a produção da ciência a tecnologia desenrola-se em campos diversificados, científicos, sociais, políticos e técnicos onde se enredam elementos humanos e não-humanos, são mobilizados aliados, e são criadas possibilidades para que algumas pesquisas sejam desenvolvidas e outras, não. Neste sentido, este trabalho procura conhecer as interações da rede formada por diversos elos e que engloba diferentes atores, entre os quais as instituições, os pesquisadores, gestores, alunos, políticos, entre outros que participam da construção da ciência espacial no Brasil, juntamente com as políticas de ciência e tecnologia, e de ensino superior, com destaque para o de pós-graduação.

A visão da ciência básica e de sua relação com a inovação tecnológica e a emergência de novos paradigmas, a transformação nas formas de produção do conhecimento e na concepção da dinâmica das relações entre a universidade, o governo e a indústria, e a relação entre pesquisa básica e aplicação prática também fazem parte das discussões realizadas neste trabalho.

É fato que o conhecimento sobre o Espaço, hoje uma atividade institucionalizada, financiada e realizada por profissionais treinados e qualificados, começou a ser objeto de interesse da humanidade muito antes do lançamento do primeiro satélite pelos russos, em 1957. Ao longo da história, são muitos os relatos do desejo do homem de romper os limites da Terra e *viajar* pelo Espaço. Entretanto, somente na segunda metade do século XX essa atividade ganhou

status, financiamento e impulso devido, sobretudo, à Guerra Fria, cenário da disputa entre as superpotências, os Estados Unidos e ex-União Soviética, pela liderança e maior prestígio internacional (Melo e Winter, 2007).

Contudo, mesmo depois de 50 anos do Sputnik e de 40 anos da chegada do homem à Lua, e tendo findado o período dos gigantescos projetos espaciais soviéticos e americanos, toda vez que é divulgada uma nova “conquista” da ciência e da tecnologia espacial, além de esta vir associada à idéia de avanço e progresso, em muitos casos a divulgação é acompanhada da reafirmação da concepção de ciência e tecnologia como atividades neutras e determinantes da evolução da humanidade. Essa concepção - que não se restringe à atividade espacial - contrasta com a perspectiva dos Estudos Sociais da Ciência que emergiram a partir da reflexão de acadêmicos e críticos sobre os impactos da ciência e tecnologia na sociedade em geral. Nesta abordagem, atividades científicas são consideradas empreendimentos complexos levados a efeito em contexto específicos, moldados por – e em troca, moldando – valores humanos refletidos nas instituições culturais, políticas e econômicas (Velho, 1999).

O modelo interativo do processo de conhecimento, que subtrai a neutralidade do sujeito, do objeto e do conhecimento, tem como um dos precursores o médico polonês Ludwig Fleck, que a exemplo de outros filósofos da ciência, na década de 30 assumiram uma posição crítica em relação ao empirismo lógico (Delizoicov *et al*, 2002; Löwy, 1994), afinando-se claramente com a concepção construtivista da construção do conhecimento.

A interpretação construtivista da ciência se concentrou, em um primeiro momento, no estudo etnográfico dos laboratórios, criticando a visão segundo a qual não se poderia estudar, de uma perspectiva sociológica, o que os cientistas fazem nesses recintos fechados vistos como verdadeiras *caixas-pretas*². Após os anos 70, os estudos construtivistas micro-sociológicos que tinham como foco os laboratórios foram objeto de críticas por analistas interessados em problemas de maior escala que pudessem produzir resultados relevantes, por exemplo, para a tomada de decisão em política científica (Vessuri, 1991).

Passada a primeira etapa de investigação sobre o que os cientistas fazem nos seus laboratórios, ficou evidente a necessidade de se estudar as organizações e instituições científicas,

² Expressão utilizada por Bruno Latour para designar os fatos científicos tomados como indubitáveis (Latour, 1997).

assim como os atores internos e externos envolvidos na produção do conhecimento científico. Deu-se início, então, à análise sociológica do conhecimento científico, que tem entre seus estudiosos Bruno Latour, Michel Callon, Karen Knorr-Cetina.

A partir dos estudos realizados na década de 30 com Ludwig Fleck ((Delizecov, 2002) a imagem do cientista como um ser isolado passa a ser transposta e avigora a compreensão de a ciência é produzida coletivamente através de relações envolvidas no processo de construção do conhecimento que foram denominadas por Latour (1997) de *redes de translação*; por Knorr-Cetina (1981) de *arenas transcienceíficas* ou *arenas transepistêmicas*; por Callon et al. (1991) de *redes tecnocienciaíficas*.

Fortaleceu-se, então, a concepção de que a ciência para ser produzida depende de associações estabelecidas em diferentes níveis: social, técnico e financeiro, e de que o processo de produção do conhecimento científico requer associações, negociações, alinhamentos, estratégias e competências para interligar o maior número de elementos que darão viabilidade à construção do conhecimento. Nesta abordagem a ciência não é mais uma atividade social e historicamente neutra, isolada ou descolada da sociedade que a produz. A ciência, como toda atividade social é um produto da história e de processos temporais e localizados (Mendelsohn, 1977).

Em linhas gerais, as abordagens construtivistas apontam que operações científicas estão impregnadas de decisões, cuja construção envolve diferentes atores com diferentes habilidades, diferentes recursos intelectuais e materiais, e diferentes interesses. Neste sentido, na teia de relações a partir da qual a ciência espacial se desenvolveu em todo o mundo uniram-se o científico com o não científico, o técnico com o não-técnico, o humano com o não-humano. Uma vez que fatos científicos são construídos coletivamente (Latour, 2000), eles necessitam de uma conjunção de forças para se efetivarem.

Para o objeto deste estudo, cabe então a pergunta: Quais atores se mobilizaram na institucionalização da pesquisa espacial no Brasil e, particularmente, na constituição do núcleo de pós-graduação do INPE? Compreender essa questão é o ponto de partida para se entender a dinâmica através da qual se constituiu e desenvolveu a atividade de formação de mestres e doutores no Instituto, o que se procurou analisar no Capítulo 2 desta Tese.

CAPÍTULO 1

A CONSTRUÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

1.1 Introdução

O objetivo deste capítulo é explorar as especificidades do processo de construção da ciência e da tecnologia, enfatizando as relações entre atores que se estabelecem neste processo e os papéis desempenhados por eles.

1.2 A Construção Social da Ciência e Tecnologia

Para entender os modos de análise da construção da ciência e tecnologia e como foram delineados os estudos sociais da ciência em particular, é preciso regressar bastante no tempo. A idéia da neutralidade do conhecimento científico, que parte do entendimento de que ciência e tecnologia não se relacionam com o contexto no qual é gerada (Dagnino, 2008), tem sua origem nas próprias condições de seu surgimento como tal, a partir do século XV, como uma oposição ao pensamento religioso.

Essa ilusão da neutralidade e imparcialidade se sustentou, entre outros aspectos, na idéia de que a ciência se caracterizaria pela separação e pela distinção entre o sujeito do conhecimento e o objeto; por retirar dos objetos do conhecimento os elementos subjetivos; e na crença de que a obtenção dos resultados não dependeria da boa ou má vontade do cientista (Chauí, 2005). Assim, ao considerar o ambiente de produção da ciência e tecnologia como separado do contexto social, político e econômico, entendeu-se que os atores sociais não estariam envolvidos com o conteúdo do desenvolvimento da ciência e tecnologia, nem que poderiam determinar sua trajetória. Para Dagnino (2008), essa concepção supôs que a acumulação pura e simples de conhecimentos científicos e tecnológicos seria suficiente para “garantir o progresso econômico e social a todos” e, além disso, de que a ciência também ensinaria as pessoas a pensar racionalmente, o que levaria ao comportamento racional em todas as esferas de atividade.

Após as primeiras idéias trazidas pelo polonês Ludwig Fleck, que nos anos 30 em sua obra valorizou o contexto histórico-psico-cultural ao analisar como se processa a introdução de um cientista numa nova forma de pensar, e que integrou em sua análise aspectos relativos à

determinação social da investigação científica envolvidos no processo de produção de conhecimento (Delizecov, 2002), entre as décadas de 40 e 60 Robert Merton teve um importante papel na fundação da Sociologia da Ciência nos Estados Unidos, desenvolvendo uma corrente teórica que vê a ciência como instituição social, ainda que com *status* epistemológico privilegiado em relação a outros tipos de conhecimento.

A ciência foi definida por Merton não como um processo individual, mas coletivo, que envolve interação intensa entre os cientistas e que se desenvolve no interior de uma organização. Segundo essa corrente, “a ciência tende a sofrer os impactos do que ocorre na sociedade, mas cabe ao cientista, por meio da adoção de instrumentos, regras e métodos científicos, evitar tais impactos” (Dagnino, 2008:45).

Para Merton, os cientistas são levados a reconhecer a dependência da ciência de certos tipos de estrutura social e,

“depois de prolongado período de relativa segurança, durante o qual o culto à ciência e a difusão dos conhecimentos tinham chegado a uma posição de destaque, os cientistas se vêem obrigados a justificar os caminhos da ciência para os homens”. (Merton, 1974:38).

Merton apresentou um conjunto de normas e valores morais e éticos – *ethos* - considerados por ele como constituintes de uma obrigação moral para o cientista e que, quando obedecidos, permitem ao cientista produzir conhecimento objetivo. Segundo ele os imperativos institucionais da ciência são: universalismo, comunismo, desinteresse e ceticismo organizado. Através do universalismo, Merton expõe a autonomia dos conhecimentos científicos em relação aos aspectos sociais; o ceticismo organizado fortalece a concepção de uma ciência lógica e empírica, enquanto que o comunismo e o desinteresse são voltados para o cientista focando que este não desenvolve a ciência por interesses próprios, pois ela é construída em colaboração social e é destinada a toda sociedade. Além disso, o interesse do cientista deve ser puramente a paixão pelo saber, em benefício da humanidade (Merton, 1974). É a obediência a essas normas de conduta que garante à ciência seu *status* epistemológico especial, qual seja, sua neutralidade histórica e social.

O tipo ideal desenvolvido por Merton caracteriza normas e valores típicos da visão linear do desenvolvimento da ciência, que predominou no período pós-guerra, ou seja, da propriedade compartilhada dos conhecimentos produzidos, do ceticismo como princípio sistemático de dúvida e exigência de rigor e do desinteresse do cientista em relação aos eventuais ganhos derivados da aplicação de seus conhecimentos (Schwartzman, 2003).

A partir de meados de 1960 e início dos anos 1970, os estudos sociais da ciência e tecnologia começaram a tomar uma nova e importante direção, como resposta ao crescimento do sentimento generalizado de que o desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação linear com o bem-estar social, como se tinha feito crer desde o século XIX.

O impacto da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki alertou o quanto a ciência e a tecnologia podem ser decisivas em uma guerra. As idéias colocadas por Merton passaram a ser questionadas por pesquisadores que concebem a ciência e tecnologia como uma construção social. Ao considerarem ciência e tecnologia como social e historicamente determinadas, os construtivistas iniciaram o debate entre as diversas visões que dão origem aos estudos sociais da ciência (ESC). Tanto a neutralidade, em que o desenvolvimento técnico-científico é entendido como uma variável independente e universal, quanto à visão determinista que supõe que esse desenvolvimento é capaz de transformar as sociedades e culturas de forma inexorável, foram questionadas (Dagnino, 2008). Isso porque nenhuma dessas idéias deixava espaço para a abertura da *caixa-preta* do processo decisório da ciência e tecnologia, para a formulação de propostas democráticas e participativas. Então, os novos sociólogos da ciência evidenciaram a importância das relações externas ou do contexto sócio-cultural na construção da ciência, assim como a interação com atores externos à comunidade científica.

Deste modo, a mudança na concepção de ciência e tecnologia como um desenvolvimento neutro e linear fez parte de um contexto mais amplo no pós Segunda Guerra. Para exemplificar, a mudança de rota da ciência espacial ocorrida naquele período ilustra o que ocorreu nos países que desenvolviam esta atividade. A ciência espacial que induzira o dispêndio de grandes somas no custeio da pesquisa e no desenvolvimento de tecnologia espacial, em um processo aparentemente dissociado de benefícios sociais ou aplicações comerciais decorrentes (Silva Filho, 1999), perdeu boa parte da sua força impulsora, obrigando as instituições envolvidas com este segmento a procurar alternativas de modo a recompor os orçamentos governamentais

enfraquecidos pela mudança de prioridades. O investimento não mais se justificaria dentro de uma visão linear do desenvolvimento de C&T.

A grande contribuição do construtivismo é lançar uma nova perspectiva sobre a ciência e as práticas científicas e focar a importância das relações externas ou do contexto sócio-cultural na construção da ciência. Entre as diversas perspectivas dos Estudos Sociais da Ciência, encontra-se a Teoria do Ator-Rede desenvolvida pelos sociólogos franceses Michel Callon e Bruno Latour, e pelo antropólogo inglês John Law.

Latour e Callon deslocam o centro de interesse para fora dos meios científicos, primeiramente procurando compreender a eficácia da ciência em ação, como os laboratórios passam a pensar sobre o mundo e a transformá-lo. Segundo Pestre (1996:12),

“Latour ‘sai’ do laboratório e busca compreender como o complexo (técnico-) científico e o corpo social se (re)definem e se (re)constróem simultaneamente. Não é mais localmente, apenas no espaço dos laboratórios, que o segredo dos saberes e de sua validação é buscado, mas nas retomadas e traduções que operam no conjunto do corpo social”.

Na obra *Ciência em Ação*, Latour (1997) argumenta que para as análises anteriores a ciência era vista como uma *caixa-preta* da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai. Segundo o autor:

“Poucas pessoas de fora penetraram nas atividades internas da ciência e da tecnologia e depois saíram para explicar, a quem continua do lado de fora, de que modo tudo aquilo funciona. Evidentemente muitos jovens entraram no mundo da ciência, mas se tornaram cientistas e engenheiros; o que eles fizeram está visível nas máquinas que usamos, nos livros pelos quais aprendemos, nos comprimidos que tomamos, nas paisagens que olhamos, nos satélites que cintilam no céu noturno sobre nossas cabeças. Como fizeram, nós não sabemos.” (Latour, 1997: 33).

Já em seu primeiro livro, *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts*, publicado em 1979 em parceria com Steve Woolgar, Latour critica os estudos desenvolvidos sobre a ciência na medida em que mantém intacta a separação entre o conteúdo científico e o contexto social. Do ponto de vista metodológico, Latour afirma que a única maneira de compreender a realidade dos estudos científicos é acompanhar os cientistas em ação, já que a ciência está fundada sobre uma prática, e não sobre idéias.

As caixas-pretas são os fatos inegáveis, ou máquinas altamente sofisticadas, ou teorias eficazes, ou provas irrefutáveis que se mantêm sólidas enquanto mantêm coisas ou pessoas amarradas ao mesmo tempo em que as estratégias em torno dela têm sucesso. Esses produtos da ciência não escapam, por exemplo, ao sistema de complicadas alianças com que se faz política.

Para compreender realmente do que se trata a ciência e como ela se constrói, argumenta Latour, somente “adentrando” nesta caixa. A ciência pronta é resultado de uma rede de atores internos e externos ao laboratório, que é o lugar onde os cientistas trabalham e onde constroem um conjunto de atores semióticos, representados no mundo do papel, e onde estão os equipamentos, os instrumentos, as experiências. Assim, as interações da construção social da ciência é uma rede formada por diversos elos que englobam atores humanos e não-humanos.

Afora as pessoas que fazem ciência, que a estudam, que a defendem ou que se submetem a ela, existem outras, com formação científica ou não, que abrem as caixas-pretas: os historiadores da C&T, economistas, sociólogos, analistas de política científica, entre outros. Para que uma afirmação venha a ser aceita e o fato decorrente dela concretizado, é preciso que outros atores tomem-no e usem-no como fato. Se os outros atores ficarem indiferentes ou discordarem, ele não se concretiza ou será liquidado. Para que o fato se concretize é preciso convencer diversos atores a participarem na construção social desse fato e, ao mesmo tempo, é preciso controlar o comportamento desses atores. Então, não é fácil ter o domínio sobre o destino de uma afirmação, visto que ela está sujeita ao comportamento de muitos outros atores.

Latour (2000) chama o processo de controle do comportamento dos atores com o objetivo de garantir a reprodução fiel do enunciado de “translação”, que seria o movimento estratégico para fortalecer os elos a partir do alinhamento de aliados. Na Teoria Ator-Rede,

“os pesquisadores são a ponta do iceberg, é necessário um número muito maior de pessoas trabalhando fora do laboratório, para que haja a parte de dentro do laboratório, e aqueles que ajudam na definição, na negociação, na gestão, na regulamentação, na inspeção, no ensino, na venda, em reparos, na crença e na propagação dos fatos são parte integrante da ‘pesquisa’.” (Latour, 2000:269)

As *redes de translação*, segundo Latour (1997), são compostas de nós ou pontos (atores) e laços ou tecedores de linha (os porta-vozes). Atores são quaisquer entidades humanas ou não-humanas capazes de agregar elementos heterogêneos em redes; porta-vozes são intermediários que viabilizam o fluxo de informações de humanos e não-humanos na rede. Esses elementos podem ser:

- Tecnológicos: equipamentos, materiais e substâncias usadas na realização e comprovação das pesquisas; que possibilitam o estabelecimento das redes de translação;
- As inscrições literárias ou tecnocientíficas: artigos, notas, tabelas, gráficos, relatórios elaborados pelos cientistas, que possibilitam que as traduções realizadas pelos equipamentos sejam condensadas e expressas em documentos. Representam a possibilidade de a informação ser deslocada, no tempo e no espaço, sem deformações;
- As competências (cientistas): responsáveis pela verbalização de todo o processo, são os intermediários legítimos dos materiais, instrumentos e dos próprios resultados das pesquisas. Os cientistas interagem externamente para formar uma teia de aliados;
- As verbas: proporcionam a possibilidade de aquisição dos insumos básicos, equipamentos, ajudam a aquilatar aliados e proporcionam os investimentos em programas de aperfeiçoamentos necessários.

Ao tratar das relações necessárias para a concretização de um fato científico Latour (2000:258), afirma que:

“a tecnociência tem um lado de dentro porque tem um lado de fora. Mas há uma retroalimentação positiva nessa definição inócua: quanto maior, mais sólida, mais pura a ciência é lá dentro, maior a distância que outros cientistas precisam percorrer lá fora”.

Karen Knorr-Cetina (1981), também dentro do enfoque construtivista, argumenta que o processo de construção da ciência envolve cadeias de decisão e negociação. Assim como Latour, a autora situa o laboratório como o *locus* da produção científica, e considera que “o contexto observado no laboratório é constantemente influenciado e sustentado por relações sociais que transcendem o espaço de pesquisa” (Knorr-Cetina, 1983:68).

O trabalho do cientista se dá não só através da relação com seus colegas e outros cientistas. Somam-se aos cientistas no laboratório as universidades, o apoio administrativo dos institutos de pesquisa, funcionários das agências científicas, representantes do governo, membros ou representantes da indústria, editores. Além desses, os cientistas podem interagir com outros cientistas, de áreas diferentes ou iguais à que trabalham (Knorr-Cetina, 1983:83).

A noção de *arena transepistêmica* trazida por Knorr-Cetina significa dizer que as interações entre os membros de um grupo de especialistas com outros cientistas e com agências de fomento, empresas, governo e ONGs não se resumem a conteúdos apenas cognitivos, mas também de ordem social (Sobral, 2004). Os cientistas, assim como seus colegas especialistas, podem interagir diariamente em papéis *não-científicos* nos quais administram dinheiro ou decidem por carreiras profissionais. Do mesmo modo, um funcionário do governo ou um representante de uma empresa pode negociar com um cientista especialista sobre os métodos utilizados num projeto de pesquisa ou as interpretações adequadas de uma medição.

As redes científicas, para Latour (1997), Knorr-Cetina (1981), Callon et al. (1991), ordenam pessoas, animais, objetos, artefatos e os conceitos de forma cada vez mais abrangente e podem permitir o intercâmbio entre os centros e as periferias. As redes científicas são consideradas abertas e ágeis: unem atores múltiplos, toleram mudanças, admitem rearranjos conforme as necessidades. A criação através das redes pressupõe que a produção de conhecimento seja uma atividade coletiva e fruto da cooperação.

Para descreverem a construção da tecnologia como um processo social, Pinch e Bijker (1984) argumentam que o desenvolvimento tecnológico envolve conflito e negociação entre grupos sociais com concepções diferentes acerca dos problemas e soluções. Para sustentar esse argumento, os autores trazem o exemplo do desenvolvimento da bicicleta que, até adquirir a forma parecida com a que vemos hoje, sofreu influências de grupos sociais no seu formato, mostrando que a tecnologia é uma construção social e não resultado de um processo autônomo. Segundo os autores, para cada problema tecnológico, muitas possibilidades de solução podem ser identificadas, e, através de processos de conflitos de idéias, interpretações e interesses de diferentes grupos a solução pode ser encontrada. Assim, “artefatos tecnológicos são culturalmente construídos e interpretados” (Pinch e Bijker, 1984:40).

Embora a forma tradicional de entendimento conceitual da ciência e da tecnologia como atividades autônomas, neutras e benfeitoras da humanidade, tenha suas raízes fincadas no século XIX, essa perspectiva continuou mesmo após a década de 60 a ser utilizada tanto na academia como entre os elaboradores de política científica e tecnológica para legitimar suas atividades e, sem dúvida, em alguns casos, está presente no século XXI.

Como construção social, no processo de organização de um campo científico é necessário formar novos profissionais, criar maneiras de resolver controvérsias, exercer ação de *lobby* sobre o Estado – ou outros que venham a financiar as pesquisas, fazer propaganda dos futuros resultados da disciplina (Latour, 2000).

Na teia de atores através da qual a ciência se efetiva, destaca-se a importância do papel das lideranças. Neste sentido, a ciência espacial, cuja institucionalização no Brasil teve início em um período de efervescência do campo em todo o mundo, se apoiou em fortes lideranças que foram competentes em criar no país as condições e os recursos favoráveis à sua concretização e desenvolvimento.

Uma vez que o interesse científico de desenvolver ciência espacial no país nos anos 60 se alinhava aos interesses de governo, que por sua vez eram estimulados pelo que ocorria em outros países – principalmente os Estados Unidos e a ex-União Soviética, foi possível criar um grupo em favor do mesmo objetivo. Seguindo a lógica de Latour (2000:266), isso significa que

“um número cada vez maior de elementos que chegam de fontes cada vez menos esperadas vai sendo atado um ao outro (...). As pessoas que estão realmente fazendo ciência não estão todas no laboratório; ao contrário, há pessoas no laboratório porque muitas estão fazendo ciência em outros lugares”.

Aliando-se a concepção de novos modos de produção do conhecimento (Stokes, 2005), o qual se situa “num contexto de aplicação, ou seja, desenvolvem-se pesquisas a partir da necessidade de resolver problemas práticos ou de atender demandas econômicas ou sociais e não apenas de interesses cognitivos como na pesquisa básica” (Sobral, 2001:265), à abordagem de Latour (2000) de que na atividade científica é necessário mobilizar aliados, destaca-se a importância de cientistas, gestores, entre outros, dedicarem sua atenção além dos limites do laboratório ou, no caso específico da pós-graduação do INPE, para além dos limites da sala de aula, de modo a criar as estruturas próprias para formar pesquisadores, como é apresentado no Capítulo 2, a seguir.

CAPÍTULO 2

ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA ESPACIAL NO BRASIL

2.1 Introdução

Este Capítulo tem como objetivo apresentar um relato da estruturação da pesquisa espacial no Brasil e os principais atores envolvidos; os principais instrumentos da política espacial e a formação de recursos humanos para a área.

No Capítulo anterior foram apresentadas as novas concepções sobre a produção da ciência e tecnologia, que substituem a visão da neutralidade da ciência na qual o desenvolvimento técnico-científico é entendido como uma variável independente e universal, capaz de transformar as sociedades e culturas de forma inexorável (Dagnino, 2008). Além disso, o trabalho do cientista se dá não só através da relação com seus colegas e outros cientistas, mas somam-se aos cientistas diversos outros atores para a concretização de um fato científico.

Considerando-se a importância das relações externas ou do contexto sócio-cultural na construção da ciência, a interação com atores externos à comunidade científica, e que as redes científicas ordenam pessoas, objetos, artefatos, unem atores múltiplos, toleram mudanças, admitem rearranjos conforme as necessidades e nos campos científicos, sociais, políticos e técnicos num processo em que aliados se mobilizam a fim de que sejam criadas as possibilidades para as pesquisas serem desenvolvidas, neste Capítulo são analisadas a estruturação da pesquisa espacial brasileira e o papel desempenhado por alguns de seus principais atores individuais e institucionais.

2.2 Estruturação da pesquisa espacial entre as décadas de 60 e 80

Antes de ingressar na história da estruturação da pesquisa espacial no Brasil propriamente dita, é importante entender as circunstâncias que levaram à criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por representarem os primórdios da estruturação da ciência e tecnologia do país.

O CNPq foi criado com a finalidade de promover e estimular o desenvolvimento da investigação científica e tecnológica em qualquer domínio do conhecimento, conforme Art. 1, da Lei 1310/51 (Barbieri, 1993). Tomando como ponto de partida para a formação do CNPq o convite ao Brasil, através da Sociedade Brasileira de Ciências (SBC), para participar em Bruxelas no ano de 1919 de um congresso do *Internacional Research Council* (Motoyama, 1985), é possível afirmar que a rede de atores e acontecimentos, que como em outras áreas da ciência contribuiu para a viabilização do desenvolvimento da ciência espacial no país, tem suas origens naquele ano.

A SBC era uma das formas de organização da comunidade científica brasileira para levar avante suas reivindicações e fortalecer os seus laços internos. Transformada na Academia Brasileira de Ciências em 1921, essa entidade fez parte do *Conselho Internacional de Pesquisas*. A filiação da ABC ao Conselho possibilitou à comunidade de pesquisa brasileira conhecer o papel que os conselhos de pesquisas de outros países desempenhavam para o desenvolvimento científico e tecnológico. A partir de então, segundo Motoyama (1985), passou a ser acalentada a idéia de constituir no Brasil um conselho daquela natureza. No entanto, até a concretização dessa idéia através da criação do CNPq em 1951, houve um longo percurso.

No final da década de 30 os integrantes da incipiente comunidade científica sonhavam com um conselho de pesquisas, conjugando esforços para concretizá-lo. Na década seguinte houve a emergência de um contexto favorável à instituição do conselho de pesquisas. O papel desempenhado pela ciência no âmbito da Segunda Guerra que fez com muitos países mobilizassem seus cientistas.

Nos Estados Unidos, o *Office for Scientific Research and Development* (OSRD), cuja competência ia desde a pesquisa básica até a produção propriamente dita e ao campo de batalha, com a responsabilidade de materializar os resultados das pesquisas, contribuiu para o início do Projeto Manhattan, a partir do qual se concretizou a liberação da bomba atômica. Na Inglaterra, a adoção de uma estratégia denominada pesquisa operacional foi uma tentativa de aplicação da metodologia das ciências exatas e naturais com o objetivo de aumentar a eficiência militar, o que se concretizou com a utilização da estatística e cálculo de probabilidade da pesquisa operacional no cálculo da melhor forma de se usar os bombardeiros ou então o melhor arranjo dos canhões antiaéreos para minimizar um ataque inimigo.

Assim, no final da Segunda Guerra, o *status* da ciência perante a sociedade ascendera exponencialmente, não só em função dos seus resultados como a bomba atômica, radar, penicilina, mas também pelas suas formas de atuação simbolizada pela pesquisa operacional (Motoyama, 1985)

A nova situação da ciência no panorama internacional teve reflexos no Brasil, principalmente a energia atômica, que para os militares tratava-se de uma questão fortemente ligada à soberania nacional, e para os industriais para quem essa a energia atômica configurava-se como uma fonte inesgotável. O relatório *Science, the Endless Frontier*, publicado pelo governo norte-americano, que defendia a necessidade de criar um órgão nacional de pesquisa para os tempos de paz e que enfatizava o papel da ciência e da educação científica, reforçava a utilidade da ciência e da tecnologia.

Nos meios científicos brasileiros, a discussão girava em torno da energia nuclear e de minerais radioativos. A repercussão da ciência, vinda sobretudo dos Estados Unidos, foi a bandeira de várias lideranças que a ela se referiram para defender a necessidade da criação de um conselho superior de pesquisas.

O convite para que o país participasse da Comissão de Energia Atômica da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1946, foi mais um impulso para a constituição do conselho de pesquisas. Em um dos seus relatórios o representante brasileiro na ONU sugeriu medidas no sentido de intensificar imediatamente as atividades científicas e técnicas e a montagem de centros de cultura e pesquisa especializada, formação e aperfeiçoamento de técnicos brasileiros nos grandes centros internacionais, e a instituição de uma comissão nacional de energia atômica. A função do conselho seria fomentar e coordenar as atividades científicas e técnicas, e escolher pessoal a ser imediatamente encaminhado ao exterior para aperfeiçoamento.

No final da década de 40, o relacionamento de diversos atores e acontecimentos deu origem à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, entre outras instituições. O clima em torno da ciência e tecnologia esquentava e reafirmava as convicções da Associação Brasileira de Ciência pela criação de um conselho de pesquisas, que teria a função de estruturar o sistema de ciência e tecnologia. O projeto de criação

do conselho passou, então, a ser conduzido por uma comissão por determinação do Presidente Gaspar Dutra, cuja proposta resultou na criação do CNPq em 1951.

A criação do Conselho Nacional de Pesquisas atendeu, deste modo, a uma antiga aspiração da comunidade científica por um órgão que promovesse o desenvolvimento científico, e ao desejo do governo brasileiro de implementar, no pós-guerra, pesquisas relacionadas à energia nuclear. O CNPq tinha como órgão máximo de decisões o Conselho Deliberativo, de cujas reuniões participaram alguns dos mais conhecidos cientistas brasileiros, protagonizando, naquela arena, episódios decisivos dos encontros e desencontros da comunidade científica com a política de Estado (Tolmasquim,1998).

Desde o início, o CNPq instituiu o sistema de bolsas, investiu em pós-graduação de cientistas no exterior, financiou grupos de pesquisa, viabilizou a participação de brasileiros em congressos internacionais e promoveu congressos no país.

Neste contexto, após a segunda Guerra mundial e sob a pressão da Guerra-Fria,

“o Estado brasileiro tentou encontrar respostas para as mudanças radicais que lhe foram impostas pelo desenvolvimento de novas tecnologias, como por exemplo, a nuclear e a espacial, ambas encaradas como fatores estratégicos para a segurança e soberania nacional.”
(Villas-Bôas e Borges, 2006)

Se a energia atômica havia estado no centro das atenções do Estado, da comunidade científica e dos industriais, quais foram as motivações para desenvolvimento da pesquisa espacial? Iniciada uma década após a criação do Conselho, durante o período da Guerra Fria, as atividades espaciais foram movidas pelo interesse de alguns pesquisadores interessados na áreas, mas também por uma forte motivação política impulsionada pela natureza simbólica de demonstração de força e prestígio dos gigantescos programas dos Estados Unidos e da União Soviética (Meira Filho *et al*,1999).

Enquanto a política econômica brasileira do período emperrava os caminhos da energia nuclear dentro das fronteiras brasileiras, o satélite russo Sputnik sobrevoava ao redor do planeta no dia 4 de outubro de 1957 (Motoyama, 2004). Esse acontecimento, sem dúvida, contribuiu para

que o país envidasse esforços para adentrar na era espacial três anos depois do lançamento daquele satélite.

Internamente, competências brasileiras na área espacial já estavam sendo desenvolvidas. Quando o Sputnik foi lançado, dois estudantes brasileiros, no campus do Instituto Técnico de Aeronáutica (ITA), já estavam prontos para receber dados do primeiro satélite artificial da Terra, que muitos acreditavam que seria lançado pelos Estados Unidos. Em uma semana, a estação denominada Minitrack, construída pelos estudantes com o apoio do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento do CTA (então, Centro Técnico Aeroespacial; atual Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial), estava adaptada para receber os dados do Sputnik 1 e, em janeiro de 1958, também captaram os sinais do Explorer 1, o primeiro satélite lançado com sucesso pelos Estados Unidos (Oliveira, 1991). Entre os atores desta história, estavam Fernando de Mendonça e Aldo Vieira da Rosa, protagonistas da organização da pesquisa espacial no país (Miranda, 2005; Oliveira, 1991).

No cenário pós Guerra Fria, os programas espaciais em todo o mundo foram redimensionados devido a orçamentos governamentais mais escassos e pela necessidade cada vez maior de justificarem os projetos em bases econômicas. Por outro lado, foram criadas possibilidades de associações entre países em projetos de cooperação, e de programas civis passarem a ter maior acesso a tecnologias desenvolvidas para os programas militares, e

“neste novo cenário, o caráter estratégico da tecnologia espacial evidencia-se particularmente a partir da constatação de sua grande aplicabilidade em novos temas de interesse da opinião pública mundial”.

(Meira Filho *et al*, 1999:8)

Como em outros países, no Brasil a ciência espacial foi estruturada sob a condução do Estado, em um processo através do qual foram mobilizados diferentes atores. Nesta rede, as instituições protagonistas estiveram - e ainda estão - sob duas vertentes, uma civil e outra militar, ambas inseridas em instituições públicas de pesquisa.

No início da década de 60, influenciado pelo Professor Luiz de Gonzaga Bevilacqua, o então presidente Jânio Quadros determinou a organização do Grupo de Organização da Comissão

Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), que deu origem ao Instituto de Pesquisas Espaciais, subordinado ao Conselho Nacional de Pesquisas criado na década anterior.

A criação do INPE em 1961, na esfera civil, foi o marco da institucionalização da pesquisa espacial no país. No entanto, a criação do Ministério da Aeronáutica na década de 40 já abriu caminho para o ingresso do país no pequeno grupo que desenvolvia atividades espaciais.

Para a instalação do INPE, quase tudo foi tomado de empréstimo: os aparelhos da NASA e as dependências do CTA, do Ministério da Aeronáutica (Motoyama, 2004). Os recursos para a construção vieram do CNPq, e os recursos materiais necessários, além da NASA, vieram da Universidade de Stanford, do Laboratório Nacional de Padrões e do Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (Costa Filho, 2006).

Segundo Oliveira,

"O próprio plano inicial de pesquisas espaciais, voltado essencialmente para estudos nas áreas de ionosfera, geomagnetismo e meteorologia, foi inspirado em projetos que estavam sendo desenvolvidos pela NASA, guardadas, naturalmente, as devidas proporções para um país em desenvolvimento como o Brasil". (Oliveira, 1991:24),

Na década de 50 inexistia uma política direcionada para as atividades científicas e tecnológicas e muito menos para as atividades espaciais brasileiras que se voltavam basicamente ao desenvolvimento de foguetes. Os militares, dentro das três forças armadas, compreendiam o único segmento social com interesse no setor e entendiam que os foguetes deveriam estar sob a responsabilidade da entidade militar (Escada, 2005). Naquela década, a Aeronáutica tomou parte, juntamente com equipes americanas, no rastreamento de foguetes que partiam de bases nos Estados Unidos, usando equipamentos instalados em Fernando de Noronha. Fato que, mesmo isolado, pode ser considerado o primeiro evento ligado à atividade espacial de que a Aeronáutica participou (Miranda, 2005).

Ainda na década de 50 haviam sido feitas várias propostas por militares da Aeronáutica na tentativa de iniciar projetos para desenvolvimento de mísseis. Um dos atores envolvidos, o Cel. Av. Eng. Osvaldo Balloussier, desde 1955 trabalhou, através de conversas, artigos e

conferências, para motivar a Aeronáutica para a produção de mísseis. Por motivos políticos, as tentativas acabaram em relatórios arquivados.

Em 1963, quando a idéia de uso de foguete para fins científicos já estava em andamento no INPE, o então Ministro da Aeronáutica, Brigadeiro Botelho, em visita ao CTA conheceu as atividades do órgão civil. Mesmo que essa aproximação não tenha resultado imediatamente em projetos em conjunto, foi o ponto de partida para atividades colaborativas entre o INPE e a Aeronáutica.

A definição do papel de cada ator no arranjo institucional das atividades espaciais se deu ao longo da década de 60, na medida em que eram elaborados projetos de pesquisa nas áreas de geofísica, sondagens atmosféricas, meteorológicas e ionosféricas (Pereira, 2008).

Alguns atores que tiveram contribuição marcante para a formação do CTA e de seus institutos também colaboraram na constituição do INPE. Dentre eles, o então capitão-aviador engenheiro Aldo Vieira da Rosa, que se configurou como uma das principais lideranças científicas do país a partir da década de 50, período em que foi professor no ITA. Sobre a importância do papel das lideranças, Sobral (2008) aponta que:

“No campo científico, as lideranças constroem instituições, sejam sociedades científicas, programas de pós-graduação e grupos de pesquisa (...) Mas a construção dessas lideranças no campo científico se deve a características individuais como produtividade, receptividade, comunicabilidade, disciplina, seriedade, objetividade, dedicação, iniciativa, capacidade de resolver problemas e de angariar recursos e de se relacionar com empresas, em alguns casos”. (Sobral, 2008:181).

Vieira Rosa foi designado em 1953 para a chefia do Núcleo de Pesquisas do CTA, embrião do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), criado em novembro de 1954, do qual se tornaria o primeiro diretor. Posteriormente, foi presidente do CNPq, com o qual contribuiu, principalmente, no sentido de dar maior importância às atividades de pesquisa tecnológica e de cooperação industrial, aprovando, pela primeira vez na história da instituição, bolsas de estágios para aperfeiçoamento de técnicos industriais e apoiando a realização periódica

de encontros de tecnologistas e de diretores de escolas de Engenharia, a fim de debater os problemas do desenvolvimento tecnológico no país (Botelho,1999).

Mais tarde, a pedido do Chefe da Casa Militar, General Pedro Geraldo de Almeida, Vieira Rosa fez parte da Comissão da qual originou o INPE, tornando-se seu primeiro diretor geral. Nesta função, teve como diretor científico Fernando de Mendonça, que era representante da Direção do Instituto junto à comunidade acadêmica e científica americana, principalmente na NASA.

Ao lado de Vieira Rosa e também atuando como uma das principais lideranças científicas do país, Fernando de Mendonça, que mais tarde tornou-se diretor geral do INPE, trabalhou em cooperação com diversos órgãos, tanto para o fornecimento de equipamentos especiais, com os quais montou o Laboratório de Física Espacial, como também para projetos de pesquisa científica. Mendonça foi por anos o porta-voz da rede da ciência espacial brasileira. A sua liderança como articulador das atividades do INPE foi vital dentro da dinâmica do funcionamento da rede que estava sendo constituída na década de 60.

O INPE, apoiado principalmente na liderança de Mendonça, assumiu o papel de negociador da política espacial brasileira. Um dos primeiros resultados foi, em 1964, a celebração de convênio entre o CNPq e o Ministério da Aeronáutica para viabilizar pesquisas em cooperação com a NASA, por meio do lançamento de foguetes no Brasil com o objetivo de estudar fenômenos físicos e químicos da atmosfera.

Segundo Escada (2005), as metas do desenvolvimento da tecnologia espacial tinham um alcance mais amplo e não estritamente militar, além de estarem inseridos num rol de ações de desenvolvimento tecnológico, que envolvia a indústria, institutos de pesquisa civis e militares, e universidades. Além da articulação internacional, os projetos do INPE buscavam atender diversas demandas nacionais. Dentre esses projetos estavam o SACI (Sistema Avançado em Comunicações Educativas), o SERE (Sensoriamento Remoto) e o Porvir, através dos quais foi obtido apoio de diversos órgãos do Estado que tinham interesse na aplicação do conhecimento e resultados dos projetos em diversas áreas como agricultura, educação, transporte etc.

A formação de recursos humanos para os projetos que estavam nascendo teve início a partir do Projeto Porvir, que tinha como objetivo formar um grupo de cientistas brasileiros no curto prazo, mestres e doutores em Ciências capazes de chefiar projetos, dirigir laboratórios e orientar pesquisadores. A meta do Porvir era formar 50 doutores e 150 mestres em várias especialidades entre 1968 e 1974, enviando pessoal da CNAE para estudar na *Stanford University, University of California*, entre outras instituições (Oliveira, 1991).

Em 1966, pesquisadores do INPE participaram de estudos na Universidade de Stanford sobre a viabilidade do uso de satélite de comunicações na educação em países em desenvolvimento. Então, em 1968, por solicitação do Ministério das Relações Exteriores, esteve no INPE uma missão de peritos da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) que fez um estudo sobre a viabilidade do projeto denominado SACI, que atenderia diretamente a área de educação infantil. Esse Projeto deu origem ao curso de mestrado em Tecnologia Educacional no INPE, desenvolvido ao longo da década de 70 (apresentado com mais detalhes no Capítulo 3 desta Tese) para o qual o Projeto serviu como um laboratório de aprendizagem.

A atividade de capacitação dos especialistas do INPE se consolidava através dos cursos de pós-graduação, que se apoiavam nos projetos do Instituto cujos recursos financeiros eram provenientes do orçamento do CNPq e de vários convênios com outras entidades governamentais e instituições financeiras nacionais e internacionais.

Na época, havia forte articulação do INPE junto ao Ministério da Educação, participando de reuniões e congressos promovidos pelo Ministério. Segundo o Parecer do MEC de credenciamento do curso, a tradição específica do SACI vinha de 1966, quando um grupo de pesquisadores do INPE participou da elaboração do *ASCEND Report (System for Communications and Education in National Development)*, que culminou na aprovação da utilização de satélite geostacionário para educação. Também a visita da Missão da UNESCO ao INPE, em 1968; a formação de grupo interdisciplinar de educadores, sociólogos e engenheiros em 1969; a participação de profissionais do INPE em congressos e seminários, entre outras ações, contribuíram para a implementação do projeto.

O satélite educacional utilizado no SACI conquistou tamanha importância que foi mencionado no documento “Metas e Bases para Ação de Governo” como projeto prioritário para o país (BRASIL, 1970). Entre os atores envolvidos neste projeto estavam a NASA, a Fundação Centro Brasileiro de Televisão Educativa, a Secretaria de Educação e Cultura do Rio Grande do Norte e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

O Projeto SERE (1968) visava o desenvolvimento de sistemas de levantamento de recursos naturais utilizando as técnicas de sensoriamento remoto e seria aplicado tanto no levantamento de recursos de solo quanto na cartografia, hidrologia e oceanografia. Inicialmente, o projeto utilizava a técnica de aerolevantamentos, utilizando aeronaves da NASA com sensores e, já em 1971, com um avião Bandeirante (Costa Filho, 2006). A NASA, o Departamento Nacional da Produção Mineral do Ministério da Minas e Energia, o Instituto Agrônomo de Campinas estavam entre os atores envolvidos neste projeto.

Os primeiros anos do INPE foram dedicados principalmente à Ciência Espacial, e como parte destas atividades havia a necessidade de lançar foguetes com cargas úteis científicas. Essa necessidade levou ao início das atividades em conjunto entre o INPE e o CTA e, apesar das divergências de objetivos no modo de atuar e gerenciar projetos e atividades, que levavam a uma situação de permanente conflito, o trabalho dos dois atores pode ser considerado um caso “típico de sinergia” (Miranda, 2005:105).

Um dos principais objetivos em comum entre o INPE e do CTA era a capacitação tecnológica do país. Assim como na esfera militar, a pesquisa em instituições civis era vista como essencial ao desenvolvimento tecnológico. Segundo Miranda (2005), a criação do INPE trouxe para o Brasil a competência técnico-científica e de relacionamento que a Aeronáutica como organização militar não tinha para negociar com organizações estrangeiras do primeiro mundo, principalmente com a NASA.

A esfera civil tinha condições para conseguir projetos científicos, foguetes e equipamentos com relativa facilidade; e a esfera militar tinha as condições para definir onde, como e com quem operá-los (Miranda, 2005). Além disso, os militares não podiam estabelecer acordos de cooperação com a NASA. A parceria só poderia ser realizada através de uma instituição civil. Assim, todas as parcerias com a NASA para lançamento de foguetes deveriam

ser feitas com o INPE, que demonstrou uma grande capacidade de articulação para cooperação científica, envolvendo diversos atores nacionais e internacionais e possibilitando acordos para a capacitação do país (Pereira, 2008).

No trabalho em conjunto havia uma interdependência entre as duas instituições na execução dos projetos que envolviam lançamento de foguetes dos EUA e de balões com a França. Na cooperação entre o INPE e o CTA se delineou a divisão de trabalho, ficando sob responsabilidade do INPE o experimento científico (carga útil) e a coleta de dados, e ao CTA a operação do foguete e a pesquisa e desenvolvimento associado a ele. Com o INPE articulando internacionalmente a cooperação, surgiram os conflitos políticos entre os órgãos que passaram a disputar a liderança e os recursos destinados às atividades espaciais.

Na década de 70, o clima de conflito entre a instituição civil e a militar passou a prejudicar as atividades técnicas e, segundo Mendonça³ (2006), isso fez com que os militares do CTA passassem a pleitear a absorção das atividades do INPE. A motivação desse clima de conflito, segundo Mendonça, deveu-se aos incômodos causados pelo bom trânsito que a Direção do INPE tinha nas esferas superiores, ditando, em muitas ocasiões, como seria a política espacial brasileira. Neste contexto, a justaposição dos interesses que uniam a esfera civil e a militar entrou em colapso.

No ambiente de conflito que se estabeleceu estiveram envolvidos o Ministério da Marinha, que se pronunciou a favor da continuidade das atividades científicas e tecnológicas no INPE visto que tinha interesse nos projetos de aplicações de Sensoriamento Remoto para levantamento dos recursos naturais; e o Conselho de Segurança Nacional, que a partir de 1968 passou a elaborar as diretrizes da Política Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

Naquele ano, o INPE havia participado ativamente do processo para elaboração da proposta do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNDAE), na qual sugeriu a reorganização das atribuições institucionais, e que fosse ele o órgão central de planejamento, coordenação e o condutor da Política Espacial Brasileira. Essas atribuições foram contestadas posteriormente pelo Ministério do Exército e da Aeronáutica. Além de acusar as excessivas atribuições do órgão civil, o Ministério sugeriu a criação de uma entidade de cúpula para planejar

³ Dr. Fernando de Mendonça, em entrevista no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, em 2006.

e coordenar a Política Espacial, e sugeriu a extinção do Instituto e a transferência de todas as instalações, equipamentos, recursos financeiros e de pessoal técnico-científico de alto nível para o Ministério. O Conselho Nacional de Segurança não acatou as sugestões do Ministério e, entre outros motivos, argumentou que a extinção de um Centro Civil de Atividades Espaciais contrariava um dos mais importantes objetivos de curto prazo das Diretrizes do PNDAE.

A proposta do Ministério da Aeronáutica de incorporar as atividades e pessoal do INPE (ainda denominado GOCNAE) e a extinção do Instituto não teve apoio das forças armadas porque, além de contrariar as diretrizes do PNDAE, o Instituto já havia conquistado o reconhecimento internacional e possuía significativa cooperação com a NASA para desenvolver seus projetos. Segundo a Exposição de Motivos do Conselho de Segurança Nacional:

- “a) a extinção de um Centro Civil de Atividades Espaciais, como o GOCNAE, contraria um dos mais importantes objetivos, a curto prazo, das Diretrizes em tela (o PNDAE), qual seja, a ampliação e o equipamento dos centros espaciais já existentes no País;*
- b) a transformação do GOCNAE em órgão executivo das Atividades Espaciais é uma imposição do Programa Estratégico de Desenvolvimento em vigor;*
- c) a existência do GOCNAE, ou do órgão que o substituir, permitirá que não sofram solução de continuidade os tratados, convênios e programas em vigor feitos com entidades estrangeiras ou internacionais, que estão em curso de execução;*
- d) o atual GOCNAE com oito anos de relevantes serviços prestados no campo da pesquisa espacial, já é uma entidade de renome internacional, reconhecido como órgão de alto nível científico e tecnológico, padrão NASA;*
- e) a extinção do GOCNAE representaria a paralisação de vários cursos de pós-graduação que estão em curso, para formação da equipe*

brasileira de técnicos espaciais de alto nível, objetivo prioritário, a curto prazo, da Política Espacial Brasileira;

f) a existência de um Centro Civil de Pesquisas Espaciais, sob qualquer sigla, é uma constante em todos os países que se dedicam às atividades espaciais. Uma vez extinto o GOCNAE, teria de se criar, mais cedo ou mais tarde, um outro centro civil, não só irradiador de pesquisas espaciais pioneiras, como coordenador dos trabalhos dos institutos e universidades. Tal necessidade de um centro irradiador persiste nas próprias Forças Armadas, a exemplo do GETEPE na Aeronáutica Militar;

g) a extinção do GOCNAE afastaria a cooperação da NASA, em apoio ao nosso desenvolvimento espacial, uma vez que aquela entidade não realiza convênios ou programas integrados com órgãos militares de atividades espaciais;

h) finalmente, extinto o GOCNAE, restariam, como órgãos civis de atividades espaciais, apenas alguns incipientes centros universitários, sem habilitação técnica especializada do padrão da que vem sendo ministrada no GOCNAE”. (Brasil, 1969)

A proposta do PNDAE teve um novo desdobramento no ano seguinte, em 1970, sob a secretaria geral do general João Baptista Figueiredo. O texto do PNDAE descrevia, na seqüência: a finalidade, a doutrina, os objetivos de curto e longo prazo, a política de consecução, que incluía a atribuição de cada um dos integrantes do PNDAE, e as condições de execução das atividades espaciais. Sob coordenação do Conselho de Segurança Nacional, através da PNDAE foi redefinido o papel de suas principais instituições executoras, além de criar a figura da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais – COBAE, para assessorar o Presidente da República na formulação, orientação, coordenação e controle da execução desta Política.

Costa Filho ressalta que,

“a partir de 1971, a gestão do programa espacial passa das mãos da CNAE para a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) – órgão ligado ao Estado Maior das Forças Armadas (EMFA). A mudança significou uma transferência da gestão híbrida (entre civis e militares) da CNAE para uma gestão preponderantemente militar”. (Costa Filho, 2006:69).

Deste modo, a partir da década de 70 houve primazia dos interesses militares na área espacial uma vez que o INPE durante o período de coordenação da COBAE, presidida pelo chefe militar do Estado-Maior das Forças Armadas, esteve indiretamente e de modo limitado presente nas esferas de decisão, através do Conselho de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq). Com a entrada de mais um elo, mudou o sistema de alianças, e o INPE teve que adequar-se a este novo contexto.

Na década de 70 teve início no INPE a recepção de imagens do satélite americano *Landsat 1 (Land Remote Sensing Satellite)*, o que abriu caminho para investimentos na recepção e obtenção regular de dados de outros satélites estrangeiros posteriormente. Foram iniciadas também as atividades do Laboratório de Processamento de Imagens e a elaboração da proposta para a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que lançou as bases para o desenvolvimento da área de Engenharia e Tecnologia Espacial no INPE (Pereira, 2008). Com a MECB foi definida uma clara divisão de trabalho entre as instituições civis e militares no programa espacial. O INPE deveria desenvolver o satélite e o CTA/IAE deveria construir o lançador de satélites.

Naquela mesma década, foi criado na unidade do INPE em Cachoeira Paulista (São Paulo) um laboratório de processamento de imagens, onde os dados de satélites eram transformados em imagens fotográficas (analógicas) e, posteriormente, digitais, para uso institucional. Com o sucesso do laboratório, o INPE acumulou vasta experiência em pesquisas espaciais e atmosféricas (Costa Filho, 2006). Com o crescimento do volume de dados e o aumento de possibilidades de estudos, foi realizado esforço no sentido de criar grupos de estudos para o desenvolvimento de projetos de Sondagens Ionosféricas, Geomagnetismo, Luminescência da Alta Atmosfera e de Meteorologia por satélites, o que capacitou o país a desenvolver conhecimento na recepção e interpretação de imagens de satélite. O esforço realizado pelos

grupos que estavam se formando fez com que esta área ganhasse importância. Na época, o INPE iniciou a coleta e a análise de dados de Sensoriamento Remoto obtidos por aeronaves (câmaras fotográficas, imageadores, radares etc.) e/ou plataformas orbitais (LANDSAT, SPOT, SPACE SHUTTLE, NOAA, ERS, JERS, RADARSAT etc.), pesquisando, desenvolvendo e aplicando metodologias ao estudo dos recursos naturais do País.

Antevendo a grande necessidade de formação de pesquisadores especializados na análise e interpretação de dados de Sensoriamento Remoto, o INPE criou, ainda em 1972, o curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto ao nível de Mestrado.

Ainda na década de 70, entre as competências da COBAE estava a submissão de propostas de diretrizes e medidas para a atualização da PNDAE, a coordenação da elaboração de planos e programas plurianuais e anuais de atividades espaciais e a proposição de prioridades para os projetos que os integravam, submetendo-os à consideração do Presidente da República (Decreto 76.596, de 14 de novembro de 1975). A autonomia do INPE para assinar acordos internacionais foi perdida e a COBAE passou a ser signatária da cooperação com a NASA.

A definição do caráter da COBAE como entidade de assessoramento do Presidente da República, devendo a PNDAE passar pelo crivo do Conselho de Segurança Nacional que detinha grandes poderes e papel chave na estrutura de poder e na vida pública dos governos militares, mostra que as atividades espaciais foram naquele período atentamente observadas pelo Estado, orientado por órgãos militares. Revelava-se, deste modo, que as atividades espaciais estariam ganhando *status* diferenciado, recebendo um grau elevado de importância para o governo militar, fato nunca antes observado (Escada, 2006).

Segundo Costa Filho (2000), a criação da COBAE trouxe duas principais conseqüências ao cenário das atividades espaciais brasileiras: se por um lado o programa espacial ganhou conotações militares pelo menos no que tange a sua coordenação, por outro trouxe uma definição ao papel dos atores institucionais. Esta definição, segundo o autor, causou uma separação entre a pesquisa civil e a militar, marcando a sua bi-institucionalidade.

Na análise de Pereira (2008), na década de 70 a política espacial passou a ter um viés de defesa, isto é, as discussões sobre o desenvolvimento de foguetes e lançadores ocupavam mais

espaço nas reuniões da COBAE do que os satélites de aplicações em outros setores de atividade. Sob a direção da COBAE, na década de 70 o programa espacial no CTA enfatizou os projetos de desenvolvimento de foguetes de sondagem e veículo lançador com vistas à utilização das tecnologias na área de defesa.

O tema segurança ficou evidente nas discussões de planejamento e elaboração da política tecnológica e “as discussões sobre a necessidade de desenvolver satélites de aplicações em comunicações, meteorologia e sensoriamento remoto, aparecem vinculadas aos projetos de desenvolvimento de veículos lançadores e mísseis” (Pereira, 2008: 61).

A liderança exercida pelo INPE naquele período não era personificada por Mendonça, cujo reconhecimento era devido às suas qualidades excepcionais como cientista, (Miranda, 2005). No entanto, como os “mundos” da ciência e da política estão atrelados, quando há um choque de opiniões ou interesses ganha aquele foi capaz de criar mais redes de sustentação. Mendonça, que havia construído uma rede de apoio político entre ministros civis e ex-colegas da Aeronáutica garantiu sua permanência no cargo de Diretor do INPE até 1976, quando foi destituído. Naquele mesmo ano, o Projeto SACI foi transferido para o Estado do Rio Grande do Norte porque os membros da COBAE entendiam que as atividades de tele-educação eram de competência do Ministério das Comunicações e, além disso, o INPE não teria recursos para continuar o projeto.

Embora tenha funcionado regularmente até 1977, o curso foi oficialmente desativado através de parecer do Conselho de Educação Superior publicado no Diário Oficial de 07 de outubro de 1982, atendendo ao pedido do diretor do INPE, Nelson de Jesus Parada. Segundo o Diário Oficial,

“As razões da decisão adotada se baseiam, segundo a entidade [INPE], na vocação do instituto, principal órgão responsável pelo desenvolvimento das atividades do País, as quais compreendem as áreas de Ciência Espacial e da Atmosfera, Aplicações Espaciais e Tecnologia e Sistemas Espaciais. Entende a instituição que, dadas as suas peculiaridades, o programa melhor se situa no âmbito de uma universidade.” (D. O. Parecer 507/82, aprovado em 7/10/82).

Ainda na década de 70, a ênfase dada na PNDAE para a realização de projeto de aplicações a partir de dados de satélites passou a competir por recursos com os projetos de foguetes e mísseis em desenvolvimento no CTA. Neste sentido,

“A orientação de desenvolvimento tecnológico para fins militares condicionou a política espacial no período de 1971, pois parte dos recursos do Programa Nacional de Atividades Espaciais foram destinados para o desenvolvimento de tecnologias de uso militar”.
Pereira (2008: 44).

Esta fase, que pode ser considerada como a primeira estruturação do INPE após a transformação da CNAE no Instituto de Pesquisas, baseou-se num conceito sistêmico, procurando conceber um instituto voltado para uma longa existência e com capacidade de atacar grandes missões (INPE, 2006).

Os planejamentos quinquenais do Instituto realizados até o final da década de 70 abrangiam os seguintes períodos: implantação da instituição (1962-1967); formação e estruturação de equipe de cientistas, técnicos e pessoal de apoio (1968 a 1972) e início da execução de grandes programas (1973 a 1977).

Segundo o relatório CPA-054/2006 (INPE, 2006:10),

“Nos dez primeiros anos de existência, talvez uma de suas mais importantes tarefas tenha sido a qualificação de recursos humanos, selecionando e treinando uma equipe para executar as missões que o INPE assumiria no futuro. Na primeira fase, o Instituto tinha quatro pessoas (engenheiros) em sua estrutura. O objetivo do diretor era criar uma agência espacial e, para isso, era necessário um trabalho de convencimento, junto ao governo federal, para a obtenção de recursos”.

Na década de 70, com um novo diretor assumindo a Instituição, foi realizada reformulação do programa de atividades e da estrutura do Instituto. Algumas atividades foram desativadas, outras foram criadas e integradas aos programas que tiveram continuidade no INPE. Na época, os programas de pesquisas e de aplicações do Instituto estavam divididos em três áreas

principais: Pesquisa Espacial e da Atmosfera, Pesquisa em Sistemas e Tecnologias Espaciais e Aplicações Espaciais; que se dividiam em projetos e constituíam as atividades-fim do Instituto. Nesta mesma época foi aprovada pelo Governo Federal a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), o que fez com que o Instituto incorporasse à sua vocação inicial o desenvolvimento da tecnologia espacial (INPE, 2006).

Desde a década de 80, no âmbito do PNAE, coube ao INPE a responsabilidade pela engenharia de sistemas (concepção de satélites) e gestão do desenvolvimento, operação, processamento e distribuição de dados de satélites nacionais e internacionais. Ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e ao CTA coube o desenvolvimento de veículos lançadores e a construção da base de lançamento de Alcântara.

O fato de a coordenação da execução do programa se manter sob responsabilidade da COBAE, que tinha como Presidente o Chefe do Estado Maior das Forças Armadas, criou uma série de obstáculos à cooperação internacional, pois esse contexto impedia que entidades civis de outros países, especialmente dos Estados Unidos, cooperassem com o programa espacial (Melo, 2006). Para Costa Filho (2000), outro entrave era o fato de a COBAE não dispor de estrutura administrativa e nem capacitação técnica para fazer o papel de coordenador das atividades de P&D, avaliando a execução dos projetos. O papel da COBAE na tentativa de combinar estratégias dos atores institucionais – INPE e CTA – se por um lado trouxe a expectativa de uma integração, por outro agravou os problemas gerenciais. E, mesmo com a adoção de um modelo de gestão por projetos, houve descompasso entre os dois atores e não foi possível que os dois projetos estivessem concluídos ao mesmo tempo para que efetivamente a MECB pudesse ser concluída.

A figura a seguir mostra como se deu a organização dos principais atores institucionais do programa espacial brasileiro sob a coordenação da COBAE.

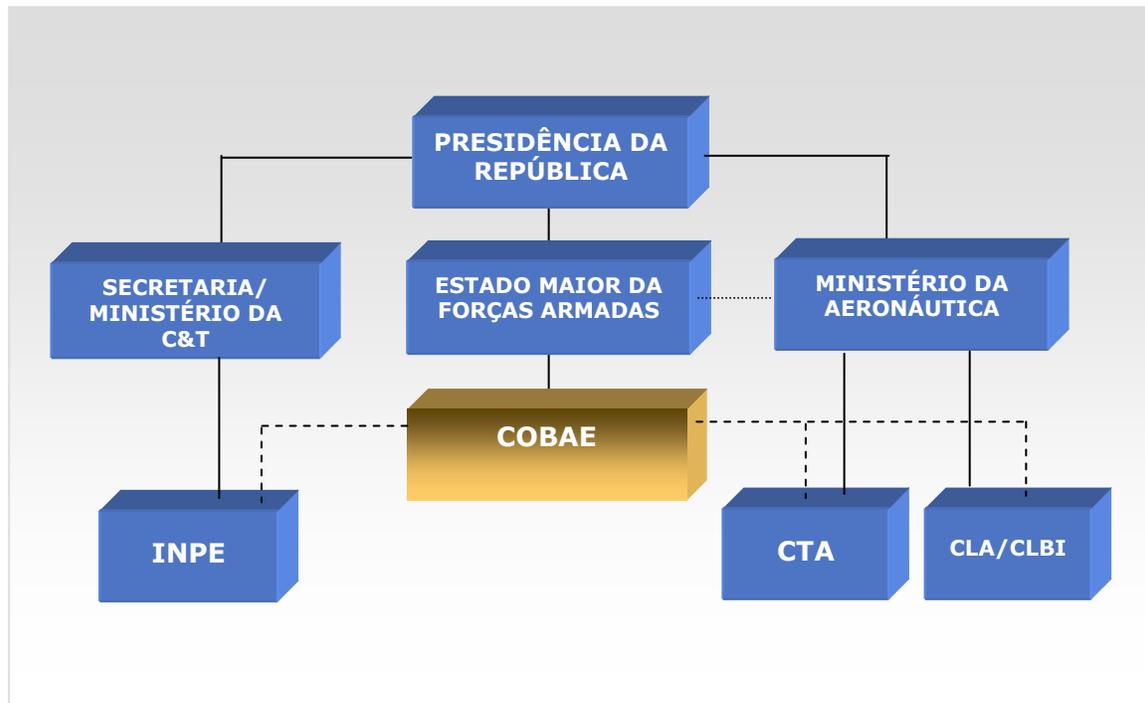


Figura 2.1 – Principais atores institucionais do programa espacial – período COBAE

Fonte: Adaptado de Costa Filho, 2000.

Em meados da década de 80 mais uma vez o Instituto passou por uma mudança de Diretor. Quando o novo Diretor assumiu, o INPE ainda era um instituto subordinado ao CNPq e possuía muita liberdade de ação (Raupp, 2006)⁴. Com a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) em 1985, o Instituto passou a ser subordinado a este Ministério, devido entendimento do novo governo de que a atividade espacial era área estratégica para o País (INPE, 2006) e de aquela estrutura do CNPq não era adequada para um órgão que fosse dirigir grandes programas institucionais.

Segundo Raupp (2006), a MECB já tinha sido estabelecida e a instalação de geração de imagens indicava que o caminho do INPE não era somente a pesquisa básica. Dentro da política científica do governo, o INPE teve como missões gerar e ampliar o uso de imagens de satélite, missões que não se encaixavam no escopo em que eram concebidos os institutos do CNPq. A

⁴ Marco Antonio Raupp, ex-diretor do INPE, em entrevista concedida aos Grupos de Trabalho durante o processo de planejamento estratégico do INPE. 2006.

autonomia científica e tecnológica existia dentro de um caráter informal, podendo o Instituto propor caminhos para o governo. Com a subordinação ao MCT e o reconhecimento da importância de suas atividades (Raupp, 2006), o INPE subiu de *status* e o diretor passou a despachar diretamente com o ministro. Houve estímulo à plena utilização de imagens de satélites e amplo apoio ao desenvolvimento e à reformulação das missões do INPE.

Raupp (2006) destaca também que a política interna direcionou-se prioritariamente para o alinhamento de todos os projetos e atividades com a missão institucional. Por entender que o ensino não era função do INPE, a direção do Instituto suscitou discussão sobre a conveniência da manutenção de programas de pós-graduação no âmbito do Instituto. A direção e o governo entendiam que o INPE deveria oferecer formação pós-graduada em áreas que, além de serem relevantes para suas atividades, não existissem em universidades. O objetivo do Instituto seria abrir novos caminhos, mas o INPE logo deveria estabelecer parcerias com as universidades. Na área de Meteorologia, por exemplo, o INPE passou a colaborar com o curso da USP, com os docentes do Instituto ensinando e orientando naquela Universidade. Mas em pouco tempo a idéia foi transposta e o curso de Meteorologia foi retomado.

Durante a década de 80, o INPE implantou e passou a desenvolver programas que são atualmente prioritários para o programa espacial como a MECB, o *China-Brasil Earth-Resources Satellite* (CBERS), o programa Amazônia (AMZ), o programa de monitoramento de queimadas, e realizou a primeira expedição científica à Antártica, entre outras atividades. Foram criados o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e o Laboratório de Integração e Testes (LIT), os Laboratórios Associados – Plasma, Sensores e Materiais, Computação e Matemática Aplicada e Combustão e Propulsão.

Como dito anteriormente, nos primeiros anos de atividades, o INPE e o CTA tiveram alguns projetos que se complementavam. Enquanto o primeiro organizava seus primeiros projetos e preparava uma massa crítica de cientistas, engenheiros e técnicos para a pesquisa espacial; o CTA, através do Instituto de Atividades Espaciais (IAE) despendia esforços na capacitação do seu pessoal no campo das operações com foguetes e nas tecnologias necessárias para o desenvolvimento de motores foguetes bem como seus sistemas de controle e comunicação com o solo, e através do Instituto Técnico de Aeronáutica (ITA) que já formava engenheiros e pós-graduados em aeronáutica.

Apesar de a política espacial ter enfatizado em alguns períodos as atividades de defesa, o INPE sempre desenvolveu pesquisa espacial de aplicação civil, principalmente na área ambiental e de desenvolvimento sócio-econômico. Mesmo naqueles períodos o Instituto continuou a receber recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico e prestação de serviços aos órgãos governamentais e à sociedade, além de captar recursos de diversas fontes, não ficando restrito ao orçamento do PNAE. Os projetos conduzidos pelo CTA, por sua vez, enfrentaram muitas dificuldades com a perda de prioridade nos governos neoliberais, boicote tecnológico e fim das cooperações internacionais (Pereira, 2008).

Os projetos espaciais realizados pelo INPE inicialmente orientaram-se para a ciência espacial, posteriormente para a utilização da tecnologia espacial nas áreas de meteorologia e sensoriamento remoto e, finalmente, em engenharia espacial. Enquanto isso, na área militar, as atividades espaciais, que podem ser consideradas de uso dual (militar e/ou civil) restringiram-se ao desenvolvimento do veículo lançador de satélites, ainda não viabilizado em grande parte devido ao controle da tecnologia sensível pelos países desenvolvidos.

A partir do início dos anos 80, o INPE teve que buscar uma adequação aos objetivos propostos para suas novas atividades, sobretudo para responder às demandas da MECB. A partir daquela década o INPE retomou a cooperação internacional como alternativa de desenvolvimento tecnológico para a construção e lançamento de satélites.

Quando o primeiro satélite da MECB - o SCD-1 - ficou pronto, o veículo lançador de satélites VLS-1 ainda não estava em condições de prover o lançamento. Então, acabou decidindo-se que o lançamento seria feito por um foguete estrangeiro.

Ao lado das dificuldades pelas quais alguns programas passaram, a pós-graduação do INPE manteve suas atividades, muitas vezes atendendo a demanda interna e criando cursos ou áreas de concentração, outras vezes criando demanda para novos projetos, através dos trabalhos e das pesquisas que eram desenvolvidos nos cursos. No final da década de 80 o Instituto já contava com os cursos de pós-graduação nas áreas de Meteorologia (1971), Astrofísica (1980), Computação Aplicada (1968), Geofísica Espacial (1968), Sensoriamento Remoto (1972), e Engenharia e Tecnologias Espaciais (1987).

Em 1988, o Instituto firmou parceria com a China. Com a união dos recursos financeiros e tecnológicos dos dois países, foi criado um sistema de responsabilidades divididas – 30% brasileiro e 70% chinês – que teve como objetivo a implantação de um sistema completo de sensoriamento remoto. O programa CBERS contemplava o desenvolvimento e a construção de dois satélites e, apesar dos percalços que incluíram o corte de verbas, fruto de pressões militares (Costa Filho, 2006) que levou a atrasos no cronograma, o primeiro deles foi lançado em outubro de 1999.

A cooperação internacional adotada pelo INPE foi extremamente favorável ao desenvolvimento tanto do projeto quanto das competências humanas envolvidas no projeto. A tecnologia empregada nos satélites, apesar de ser um grande desafio para o Instituto, era relativamente simples para os padrões internacionais e com pouca ou nenhuma aplicabilidade militar, o que facilitou a cooperação e, por conseqüência, o seu domínio (Costa Filho, 2000). Porém, o grande envolvimento de um grupo de pesquisadores e tecnólogos do Instituto com o projeto CBERS dificultou a participação de muitos deles em programas de pós-graduação, o que tem sido retomado nos anos recentes.

A criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), em 1994, representou uma mudança na orientação governamental. A AEB inicialmente ficou subordinada à Presidência da República e, posteriormente, ao MCT. Criada pela lei nº 8.854/94, a AEB tem por finalidade promover o desenvolvimento das atividades espaciais brasileiras de forma descentralizada.

Segundo o decreto de criação da Agência, entre suas atribuições estão: executar e fazer executar a PNDAE, bem como propor as diretrizes e a implementação das ações dela decorrentes; elaborar e atualizar os Programas Nacionais de Atividades Espaciais (PNAE) e as respectivas propostas orçamentárias; promover o relacionamento com instituições congêneres no País e no exterior; incentivar a participação de universidades e outras instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento nas atividades de interesse da área espacial e estimular a participação da iniciativa privada nas atividades espaciais.

As discussões iniciais para a criação procurou dar à Agência flexibilidade administrativa, avaliando todas as estruturas disponíveis e legais, com o objetivo de diminuir os impactos burocráticos presentes durante a atuação da COBAE. A criação da AEB e adesão do

Brasil ao Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis foram fatores que ampliaram significativamente as perspectivas de cooperação internacional e deram mostras ao governo americano e aos demais parceiros internacionais do firme compromisso brasileiro com os princípios da exploração pacífica do espaço exterior (Melo, 2006).

Na década de 90 houve uma reorientação da política nacional quanto à capacitação tecnológica e industrial para segurança nacional. O Brasil aderiu a pactos, como o de erradicação de armas químicas e biológicas de destruição de massa, o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis e o Tratado de Não-Proliferação Nuclear.

No INPE, os programas de satélites tiveram forte impulso com os lançamentos dos Satélites de Coleta de Dados e dos Sino-Brasileiros. Em 1994 foi criado o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) para realizar previsões numéricas de tempo, clima e estado do meio ambiente e para dispor da capacidade científica e tecnológica para melhorar continuamente as previsões (INPE, 2007). No mesmo ano foi instalado no INPE o Instituto Interamericano de Pesquisa em Mudanças Globais (IAI).

Na mesma década, várias centenas de Plataformas de Coletas de Dados foram instaladas em todo o território nacional e países vizinhos. Seu desenvolvimento teve início com a MECB, tendo se transformado em uma atividade operacional que continua a ser apoiada pelos satélites da série CBERS (INPE, 2007).

Na década de 90, “a participação do INPE na ISS [International Space Station] proporcionou ao Brasil a oportunidade de realizar experimentos tecnológicos e em diversos campos da ciência” (INPE, 2006:16).

Essa participação trouxe o restabelecimento mais intenso da cooperação tecnológica com os Estados Unidos e, devido ao ganho de competência, o INPE foi também solicitado a colaborar com a África Portuguesa na área de Meteorologia, bem como com o Mercosul (Barbosa, 2006)⁵.

⁵ Marcio Barbosa, ex-diretor do INPE, em entrevista concedida aos Grupos de Trabalho durante o processo de planejamento estratégico do INPE. 2006.

Do início dos anos 2000 até o momento o INPE teve dois novos diretores. A gestão do primeiro deles foi marcada pelo grande apoio aos programas de satélites e pelo aumento no orçamento. Quando Luiz Carlos Miranda assumiu a direção em 2001, a discussão no contexto dos institutos no MCT era o impacto do Relatório Tundisi, editado naquele ano, que identificou as singularidades das instituições e uma certa falta de foco na missão na maioria delas (Miranda, 2006)⁶. Com a publicação do relatório, mais uma vez a pós-graduação foi tema de debate. Contudo, a singularidade dos cursos, o ambiente institucional adequado, e a excelência do corpo docente foram os argumentos com o quais o Instituto superou essa discussão e manteve a sua estrutura de ensino.

Nomeado em 2006, o atual diretor, Gilberto Câmara, ancorou seu plano de trabalho na importância de que fosse construída uma visão de futuro coletiva para o INPE, que deveria projetar o Instituto para a próxima década. Quanto à política de ensino, para a atual direção a pós-graduação é “um dos esteios do INPE” (Câmara, 2005). Desde 2006, foram criadas novas áreas de concentração no curso de Engenharia e Tecnologia Espaciais e está sendo planejado um novo curso na área de Ciências do Ambiente Terrestre.

Até o momento foram lançados os satélites SCD-1 (primeiro brasileiro satélite de coleta de dados, totalmente desenvolvido pelo INPE), SCD-2, CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B, todos com veículos lançadores desenvolvidos por outros países. Recentemente foi criado no Instituto o Centro de Ciência do Sistema Terrestre.

A figura a seguir apresenta a estrutura do MCT. A estrutura do Sistema Nacional de Atividades Espaciais está no Anexo 1.

⁶ Luiz Carlos Miranda, ex-diretor do INPE, em entrevista concedida aos Grupos de Trabalho durante o processo de planejamento estratégico do INPE. 2006

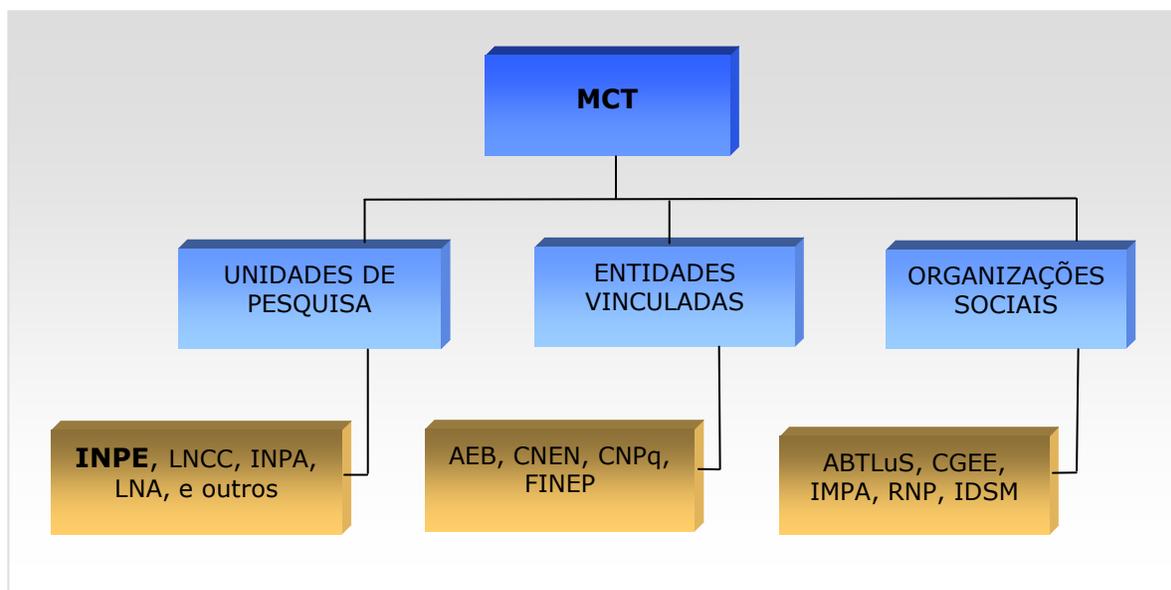


Figura 2.2 - A posição do INPE na atual estrutura do MCT

Fonte: INPE, 2007 (CPA-067/2007)

2.3 Instrumentos da Política Espacial Brasileira

Como tem sido dito ao longo deste trabalho, a imensa rede de que a ciência precisa para ser estabelecida transcende o laboratório e agrega elementos heterogêneos. No contexto do trabalho científico interagem pessoas, argumentos, agências de financiamento, administradores, indústrias, editores, fornecedores, diretores de instituições de pesquisa e os cientistas se revezam em papéis científicos e não-científicos (Knorr-Cetina, 1981). Nesta rede científica estão também as políticas que, além de serem produtos de atores heterogêneos, também atuam no processo de construção da ciência. Neste sentido, a seguir é apresentada a estruturação das atividades espaciais pelo Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), pela Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (PNDAE) e pelo Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

O Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE) foi criado pelo decreto 1953 de 10 de Julho de 1996, com a finalidade de organizar a execução das atividades destinadas ao desenvolvimento espacial de interesse nacional, e de coordenar setorialmente e execução das ações contidas no PNAE. Fazem parte do SINDAE a Agência Espacial Brasileira, o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Aeronáutica – DEPED, e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Ministério da Ciência e

Tecnologia – INPE. Uma vez que o conjunto de todas as atividades espaciais brasileiras são submetidas à orientação programática contida no Plano Nacional de Atividades Espaciais que apresenta os programas e projetos necessários para o cumprimento harmônico e otimizado da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, cabe ao SINDAE organizar a execução das atividades destinadas ao desenvolvimento espacial de interesse nacional.

A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PDNAE, editada através do Decreto no. 1.332 de 08 de dezembro de 1994, tem como objetivo nortear as ações do Governo brasileiro voltadas à promoção do desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional. O objetivo geral da PDNAE é:

“(...) promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e as técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira.”

Para a consecução deste objetivo geral, identificam-se os seguintes objetivos específicos:

“1. Estabelecimento no País de competência técnico-científica na área espacial, que lhe possibilite atuar com real autonomia:

- na seleção de alternativas tecnológicas para a solução de problemas brasileiros;*
- no desenvolvimento de soluções próprias para problemas específicos de nosso território ou de nossa sociedade, sempre que alternativas mais econômicas não sejam disponíveis ou de acesso assegurado;*
- na efetiva utilização das informações propiciadas pelos meios espaciais que sejam de interesse para a sociedade brasileira; e*
- nas negociações, nos acordos e nos tratados internacionais envolvendo matérias pertinentes às atividades espaciais ou que possam beneficiar-se dos conhecimentos decorrentes dessas atividades.*

2. *Promoção do desenvolvimento de sistemas espaciais, bem como de meios, técnicas e infra-estrutura de solo correspondentes, que venham propiciar ao Brasil a disponibilidade de serviços e informações de sua necessidade ou interesse.*
3. *Adequação do setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais.”*

Entre as metas do programa espacial previstas no PNDAE está a promoção de formação e aprimoramento de recursos humanos altamente qualificados, bem como a fixação e o fortalecimento, nas instituições nacionais, de equipes de pesquisa e desenvolvimento especializadas, em todos os campos das atividades espaciais de interesse para o País.

Em conjunto com o PNDAE, o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) define missões e estabelece ações destinadas a concretizar os objetivos do PNDAE. Nele se incluem as prioridades e diretrizes que norteiam a execução do conjunto das atividades espaciais e que deverão servir de referência para o planejamento anual e plurianual dos componentes do Sistema Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais – SINDAE. A terceira revisão do PNAE que cobre período 2005 a 2014 aponta que:

“A atividade espacial contribui de maneira significativa para o projeto de desenvolvimento do Brasil, seja pelas informações que disponibiliza, sob a forma de imagens e dados coletados sobre o território nacional, seja pelo efeito indutor de inovação que decorre dos esforços na aquisição e no desenvolvimento de tecnologias e de conhecimentos críticos para atender às necessidades do Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE, os quais resultam em proveito para a indústria e para a sociedade.” (PNAE, 2005:9)

Em todos os PNAEs (I, II e III) foram feitas referências à importância de se investir na formação de recursos humanos para a área espacial. Segundo o III PNAE é necessário investir, em parceria com o CNPq e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na formação de mestres e doutores, incrementando atividades tais como a concessão de

bolsas de estudos para a área. O III PNAE trata também da importância da formação dos futuros talentos da área espacial, mediante ações de capacitação de professores e de divulgação científica voltadas para as instituições de Ensino Superior, Médio e Fundamental, assim como a importância de se investir em cursos profissionalizantes e estágios em instituições e empresas de relevância no país e no exterior.

Observa-se que a formação de pessoal para atuar em ciência e tecnologia espaciais esteve expressa nos planos de desenvolvimento científico e tecnológico. Nesta direção, a seção a seguir busca analisar em que medida os planos estimularam e regularam essa atividade.

2.4 A Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Espaciais no contexto dos PBDCTs e PNPGs

Após a Segunda Guerra a promoção e o controle da ciência passaram a ser realizados por meio de políticas públicas. A partir de então, em todas as sociedades industriais a política científica passou a fazer parte da política global de Estado (Morel, 1979). No Brasil, a política científica do período voltou-se fundamentalmente para a formação de recursos humanos e a institucionalização da pesquisa, que deveriam ser impulsionadas com a criação de instituições como a Capes e o CNPq.

Na década de 60 a política científica orientou-se pelo objetivo de estimular o desenvolvimento econômico por meio do desenvolvimento da ciência e tecnologia, e a rede universitária e os recursos humanos qualificados foram vistos como elementos estratégicos. A idéia central neste período era de que “nenhum projeto científico ou tecnológico de envergadura (...) teria êxito se não contasse com um número suficiente de cientistas, tecnólogos e pesquisadores” (Motoyama, 2004:294).

Com o objetivo de atingir desenvolvimento contínuo da capacidade de pesquisa nacional e de capacitar a empresa nacional para a utilização dos recursos qualificados foi criado na década de 60, pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, o Fundo de Apoio à Tecnologia – FUNTEC. O Fundo, que deu origem ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (FNDCT), foi criado como mecanismo financeiro de apoio à pesquisa tecnológica na empresa, e depois se estendeu a cursos de pós-graduação universitários na área tecnológica.

Estava em formação, então, a arena dos atores considerados capazes de apoiar financeiramente e administrativamente a pesquisa científica e tecnológica do país (Schwartzman, 1977).

A política científica e tecnológica dos anos 70, expressa nos Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (I e II PBDCTs), estava articulada ao Plano Nacional de Desenvolvimento (PND). Por sua vez, o Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) se articulava a esses Planos. Na área da educação superior, os PBDCTs indicaram as diretrizes para que os PNPGs também se constituíssem, a partir de 1975, em outro elemento essencial na construção e no desenvolvimento do sistema de pós-graduação.

O I PBDCT (1973) é o primeiro documento de política explícita de ciência e tecnologia no país. Ainda hoje muitas das idéias centrais e proposições que emergem nos estudos sobre política científica e tecnológica decorrem da implementação deste documento (Rezende e Vedovello, 2006). Este Plano definiu como principais linhas de atuação o desenvolvimento de novas tecnologias, o desenvolvimento de novas indústrias de base tecnológica, fortalecimento da capacidade de absorção e criação de tecnologia pela empresa, e consolidação da infra-estrutura de pesquisa científica e tecnológica. O I Plano tinha por objetivo “colocar a ciência e a tecnologia modernas a serviço da sociedade brasileira” (I PBDCT). Nas palavras de Morel (1979:66), no I PBDCT ficava claro que era “(...) a hora e a vez da ciência”, embora, segundo a autora, em todo o I PBDCT falou-se pouco em ciência e muito em tecnologia, uma vez que aquela era “vista como um instrumento produtor de objetos, de coisas, no caso, de tecnologia”.

Em consonância com o I PBDCT, no I PNPG (1975) foi destacado o ensino superior como estratégia para a formação de recursos humanos especializados. A Lei da Reforma Universitária, promulgada em 1968, já havia anunciado a importância de que o ensino, a pesquisa, e a pós-graduação fossem indissociáveis. Como meta do governo, a pós-graduação foi regulamentada pelo Conselho Federal de Educação considerando três razões principais: formar professores competentes para tender à expansão quantitativa do ensino superior; estimular o desenvolvimento da pesquisa científica por meio da preparação adequada de pesquisadores; assegurar o treinamento eficaz de técnicos e trabalhadores intelectuais do mais alto padrão para fazer face às necessidades de desenvolvimento nacional (Morel, 1979).

O estímulo à pós-graduação foi justificado pela necessidade de formação de pessoal de alto nível para o desenvolvimento da ciência e tecnologia com vistas à modernização do país. O desenvolvimento desejado pelo Brasil foi entendido como dependente de dois sistemas institucionais fundamentais: a rede universitária – formação de pessoal nos níveis de graduação e pós-graduação – e os institutos de pesquisa para que desenvolvessem a pesquisa pura, aplicada e tecnológica (Morel, 1979).

O I PNPG veio para sistematizar as diretrizes, as normas e os objetivos do Governo. Os objetivos explícitos no I Plano estavam concentrados em torno do diagnóstico da pós-graduação, da análise do processo de crescimento e da construção de indicadores necessários à expansão do sistema. No I Plano percebia-se também a preocupação da então denominada Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (atual Capes) com o atendimento da demanda educacional, isto é, formar pesquisadores que pudessem fornecer o suporte necessário ao crescimento dos programas de pós-graduação em todo o país. Além disso, o I PNPG instituiu a política através da qual se pretendia evoluir para uma nova etapa do sistema universitário, durante a qual as atividades de pós-graduação assumiam importância estratégica crescente.

Segundo o I Plano havia problemas sociais e técnicos em uma sociedade onde coexistiam vários estágios de desenvolvimento e, conseqüentemente, coexistiam várias distorções e pontos de estrangulamento que necessitavam de projetos e planos para soluções. Isto por sua vez estimulava a absorção de tecnologia e de métodos político-administrativos novos e mais eficazes. O I PNPG descreveu duas linhas de forte demanda sobre as universidades e os centros de pesquisa: 1) formar, em volume e diversificação, pesquisadores, docentes e profissionais; e 2) encaminhar e executar projetos de pesquisa, assessorando o sistema produtivo e o poder público.

As atividades espaciais estiveram entre os programas setoriais prioritários identificados no I PBDCT, com ações compartilhadas entre o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Ministério da Marinha, Exército, Aeronáutica e Comunicações. Para o desenvolvimento destas ações, o plano previa a formação de “pessoal de alto nível” (I PBDCT, 1973).

O II PBDCT (1975) considerou como setores prioritários para distribuição de recursos o setor de Energia, Tecnologia Industrial, Agropecuária, Desenvolvimento Regional e Social, Novas Tecnologias, outros setores de infra-estrutura e formação de recursos humanos. Os

programas de atividades espaciais, de energia nuclear, de fontes não renováveis e de recursos do mar estavam contemplados no PBDCT como Novas Tecnologias. Segundo Pereira (2007:50), “havia a intenção de promover novos setores tecnológicos que se justificava pela contribuição ao processo de desenvolvimento econômico, além de acompanhar os avanços de outros países”. O INPE era o órgão executor que recebia a maior parte dos recursos previstos para as atividades espaciais no II PBDCT devido ao fato de ter em andamento maior número de projetos nas áreas de levantamento de recursos naturais, meteorologia, tecnologias educacionais e comunicações; com aplicações na cartografia, mineração, interligação de vias de transporte e localização de portos, agricultura, energia, mudanças climáticas no Nordeste, infra-estrutura de comunicação e educação via satélite.

O II PBDCT, como apontado por Salles Filho (2003), diferentemente do primeiro Plano,

“foi um plano tecnológico, no qual o Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT) deveria operar para as políticas industrial e agrícola. Todas as instituições assumiram, no Plano, um caráter funcional para o PND. O lado pesquisa científica perdeu importância em relação ao I PBDCT.” Salles Filho (2003:181)

Um dos reflexos dessa política foi que naquele período a prioridade do órgão responsável pelas atividades espaciais (COBAE) direcionou-se para o desenvolvimento de tecnologias para o foguete de sondagem e os mísseis do Exército, Aeronáutica e Marinha. Na definição dos programas e projetos prioritários na área espacial, houve mais interesse no desenvolvimento de foguetes, mísseis e das tecnologias associadas aos lançadores e pouca discussão sobre o desenvolvimento de satélites de aplicações, que eram responsabilidade do INPE.

Na década seguinte, foi aprovado o II Plano Nacional de Pós-Graduação. O II PNPG, para o período 1982-1985, manteve como um dos objetivos centrais a formação de recursos humanos qualificados para as atividades docentes e de pesquisa em todas as suas modalidades e técnicas, para o atendimento às demandas dos setores público e privado. Para acompanhar a qualidade do sistema, acenava-se para a necessidade de serem criados “estímulos e condições favoráveis” (II PNPG, 1982) para o aumento qualitativo dos programas de pós-graduação,

acionando mecanismos de acompanhamento e avaliação. Segundo o Plano, caberia à pós-graduação, portanto, o papel central na formação e aperfeiçoamento de pessoas, em número suficiente e com qualificações adequadas às necessidades do País. O Plano destacou a importância que parcela significativa do sistema de PG destinasse os seus esforços à produção de conhecimentos e de recursos humanos do mais alto nível, fundamentalmente nas ciências básicas, e nas especialidades de importância estratégica, econômica ou política.

Na esfera da aplicação, seja ela tecnológica ou cultural, deveria ser também considerado o fator de adequação às necessidades concretas da estrutura econômica e social. Outro problema a receber especial atenção foi o da adequação do sistema às necessidades reais e futuras do País, seja para a produção científica e acadêmica, seja para o aumento de sua capacidade tecnológica e produtiva. Tratava-se de compatibilizar pós-graduação e pesquisa com as prioridades nacionais e com a natureza das matérias de formação básica que a precedem na universidade. No plano específico das diferentes áreas de conhecimento científico e dentro de uma política de apoio global, competia aos órgãos governamentais atribuir um peso relativo às especialidades e modalidades de pesquisa, de acordo com: 1) o seu posicionamento no processo de avanço do conhecimento científico e tecnológico; 2) a importância estratégica que determinadas especialidades têm em função do atual estágio de desenvolvimento do País; 3) a visão da própria comunidade científica.

Tanto na estrutura quanto no conteúdo, o II PNPG articulou seus propósitos com as demais políticas públicas pertinentes, propôs uma política para a formação de recursos humanos em nível de pós-graduação e orientou esforços na direção do fortalecimento da competência científica nacional. O II PNPG se harmonizou também com as indicações do III PBDCT (1980) segundo o qual um dos obstáculos mais sérios do processo de educação científica no Brasil dizia respeito à instabilidade institucional e financeira, que limitavam a continuidade de programas de formação de recursos humanos e sua fixação nas instituições.

O III PBDCT fez uma crítica explícita ao sistema de pós-graduação que, segundo o documento, “em alguns casos veio apenas suprir as deficiências da graduação, desvirtuando seus propósitos iniciais, a saber, a formação de docentes, pesquisadores e pessoal técnico de alto nível” (III PBDCT, 1980). Deveria então a pós-graduação ser reavaliada de modo a não comprometer a qualidade da formação de docentes-pesquisadores ou da produção científica e,

além disso, a participação dos centros de pesquisa e desenvolvimento deveria ser mais explorada. As atividades espaciais, segundo o III PBDCT, deveriam prosseguir tanto na pesquisa fundamental e aplicada quanto no desenvolvimento tecnológico e na formação de pessoal que deveria abranger todos os níveis de formação profissional.

Em 1986 foi editado o III Plano Nacional de Pós-Graduação que apontou como resultado dos planos anteriores duas grandes conquistas que marcaram fortemente a evolução do sistema nacional de pós-graduação: aumento da absorção de pessoal em regime de tempo integral e dedicação exclusiva nas redes federais, e o Programa Institucional de Capacitação de Docentes (PICD). No plano institucional, segundo o III PNPG, foi relevante a implantação e a consolidação do Sistema de Acompanhamento e Avaliação da Pós-Graduação, sob a responsabilidade da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

O III PNPG apresentou os seguintes objetivos para o sistema de PG: 1) consolidação e melhoria do desempenho dos cursos de pós-graduação; 2) institucionalização da pesquisa nas universidades para assegurar o funcionamento da pós-graduação; 3) integração da pós-graduação ao sistema de ciência e tecnologia, inclusive com o setor produtivo. Segundo este Plano, à pós-graduação caberia o duplo papel de formar recursos humanos de alto nível e de contribuir, por meio da pesquisa, para a solução de problemas sociais, econômicos e tecnológicos; a consolidação da pesquisa e da pós-graduação e a expansão da base científica nacional, entendida como o estoque disponível de recursos humanos com qualificação adequada às atividades de ciência e tecnologia.

As diretrizes definidas no III PNPG deveriam desenvolver-se num período de quatro anos – de 1986 a 1989, quando passaria a vigorar o IV Plano Nacional de Pós-Graduação. Este, no entanto, não chegou a ser elaborado, embora tenham sido publicados no boletim Infocapes, de responsabilidade da Capes, vários artigos e documentos oriundos de seminários sobre a pós-graduação brasileira, apontando a necessidade de um novo plano que definisse a política para o setor. Destaca-se entre esses o documento intitulado “Pós-Graduação: enfrentando novos desafios”, oriundo do seminário nacional promovido pela Capes em maio de 2001 (Capes, 2001).

Ao reunir representantes da comunidade acadêmica nacional, a Capes tinha por objetivo refletir sobre as lacunas da pós-graduação nacional. Acreditava-se que o Seminário e as

discussões subseqüentes pudessem contribuir para um conjunto de sugestões que permitiriam à CAPES formular novas políticas de apoio e de fomento à pós-graduação nacional. A orientação para o Seminário seria discutir três eixos principais: melhor distribuição da PG no território nacional, as lacunas resultantes de insuficiência do país em atender às fronteiras da pesquisa, e identificação de áreas de pesquisa determinadas áreas que talvez não sejam tão de ponta, mas são igualmente relevantes, poderiam estar encolhendo. Além desses eixos, destacou-se também a necessidade de reconhecer que a PG deveria atender ao meio acadêmico, ao meio da pesquisa, mas deveria também atender ao meio profissional que não é necessariamente acadêmico e voltado para a pesquisa.

Algumas das principais lacunas apontadas no documento foram: inexistência do IV PNPG e de uma adequada política de governo para a educação superior no país; perda de quadros atuantes na pós-graduação, devido à ausência de política salarial; insuficiência de infra-estrutura, acervos e recursos para custeio, destacando-se a criação dos Fundos Setoriais e da necessária vinculação entre os programas de pós-graduação e os projetos apoiados pelos diferentes Fundos para que o investimento permitisse a expansão da base científica nacional; desequilíbrio, tanto em termos regionais como intra-regionais (capitais *versus* interior) e em termos de subáreas temáticas; e necessidade de se identificar lacunas em áreas novas, emergentes, inter e multidisciplinares.

O V PNPG, editado em 2005, indica que a pós-graduação brasileira, ao mesmo tempo em que compõe a organização da Educação Nacional, continua sendo a base para a formação de recursos humanos necessários ao desenvolvimento da ciência e tecnologia no país. O Plano afirma que mesmo diante de todas as dificuldades vividas, a pós-graduação brasileira é uma das melhores em todo o hemisfério sul. Em particular, a avaliação da pós-graduação é reconhecida e respeitada internacionalmente. O desenvolvimento econômico e social em muito se deve aos quadros formados em nosso sistema de pós-graduação.

Entretanto, frente às demandas e às potencialidades do nosso país continental, a pós-graduação brasileira carece de política nacional que supere as disparidades do nível de desenvolvimento científico entre os Estados. É preciso inserir a política de formação de recursos humanos no contexto da política industrial brasileira.

A política industrial voltada para setores estratégicos - a indústria de *software*, fármacos, semicondutores e microeletrônica, e bens de capital - como também nas áreas consideradas “portadoras de futuro” (biotecnologia e nanotecnologia) são campos nevrálgicos na correlação de forças internacionais em que o Brasil apresenta enorme potencialidade e nas quais a pós-graduação deveria dar maior atenção. Nessa perspectiva, torna-se necessário, segundo o V PNPG, entre outros aspectos, o fortalecimento dos programas espacial e de energia.

Pode-se afirmar que a estruturação da PG do INPE sempre esteve em consonância com os objetivos de desenvolvimento científico e tecnológico e de formação de recursos humanos expressos nos PBDCTs e PNPGs. A seção a seguir busca contribuir com essa reflexão, ao tratar especificamente da organização da pós-graduação no Instituto.

2.5 Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Espacial no INPE

Do conjunto de atividades militares-civis na área espacial, destaca-se a contribuição da Aeronáutica na criação e implantação do INPE, nas primeiras atividades desenvolvidas pelo Instituto entre as décadas de 60 e 70, assim como a construção e operação do Centro de Lançamento de Foguetes na Barreira do Inferno.

Também foi importante a contribuição da Aeronáutica para a formação do núcleo de pós-graduação do INPE através do ITA que já desenvolvia cursos de graduação desde a década de 50 e de pós-graduação desde o início da década de 60 (Botelho, 1999). Do ITA saíram alguns profissionais que contribuíram para a formação do núcleo de pós-graduação do INPE.

Criado a partir do plano elaborado pelo americano Richard Harbert Smitch, o ITA foi estruturado nos moldes dos grandes institutos de educação tecnológica americana, como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), firmando-se como escola de engenharia de padrões próprios, bem diferentes dos existentes no sistema educacional brasileiro da época (Mota, 2000). A criação do ITA, segundo Botelho (1999), significou uma renovação diante da estagnação do ensino de engenharia no país no período em que o Instituto foi organizado.

Embora o núcleo de pós-graduação do INPE e o ITA tenham tido desde o início de suas atividades com objetivos diferentes que refletem a missão de cada instituição – uma de pesquisa

espacial e suas aplicações, outra voltada para atividades aeroespaciais – o modelo do ITA influenciou a configuração da pós-graduação organizada no INPE.

No período de sua criação, o INPE despendeu grande esforço para institucionalizar as suas atividades, realizando acordos com diversas instituições científicas estrangeiras no intuito de participar de projetos científicos no campo espacial, especialmente aqueles que usavam foguetes de sondagem e participando de operações de lançamento desses foguetes a partir do Campo de Lançamento de Barreira do Inferno. Por outro lado, o CTA/IAE se ocupava da parte operacional e logística dos lançamentos.

Paralelamente, os dois institutos investiam na formação de pessoal. O CTA organizava o planejamento de formação de pessoal com o objetivo de dar ao Ministério da Aeronáutica a capacidade de desenvolver e produzir motores foguetes, seus meios de comunicação com o solo (telemetria), bem como seus sistemas de controle e guiagem, além de capacitar o pessoal de operações no Campo de Lançamento em Natal, e o INPE voltava-se para as pesquisas espaciais e a formação de mestres e doutores para permitir a participação do país, em nível internacional, em áreas científicas e programas de aplicações em meteorologia, eletrônica e comunicações, sensoriamento remoto de recursos naturais, engenharia de sistemas, sistemas de produção etc. (Mendonça, *in* Oliveira, 1991).

A conjunção de esforços realizada pelo INPE para a formação de recursos humanos foi marcada pela necessidade de profissionais altamente qualificados em ciências espaciais, uma vez que os primeiros pesquisadores brasileiros que atuaram nesta área eram engenheiros das áreas de eletrônica, elétrica, química, mecânica, físicos, matemáticos, geólogos, agrônomos, entre outros, quase todos sem especialização na área espacial. Esse quadro levou o INPE, inicialmente, a enviar vários profissionais para o exterior. Dentre essas iniciativas está o treinamento de uma equipe de brasileiros na NASA, nos Estados Unidos, no início da década de 70, com o objetivo de se capacitarem para interpretar imagens do satélite americano ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite). Alguns dos profissionais que obtiveram títulos de doutor no exterior participaram da criação dos cursos de pós-graduação no Instituto, a partir de 1968.

Como resultados do esforço dedicado ao ensino, entre 1968 e início de 2009, o pólo de produção do conhecimento no INPE, contando com profissionais das áreas de pesquisa e

desenvolvimento do Instituto que atuam como docentes, formou 1531 mestres e 381 doutores, em 19 áreas.

Ao longo de quatro décadas, no processo de produção de conhecimento científico e tecnológico conduzido pelo Instituto foram gerados espaços de negociação, onde cada ator procurou mobilizar outros atores e intermediários, para obter recursos e condições que complementassem os seus, ratificando a afirmação de Latour (1997); Knorr-Cetina (1982); Knorr-Cetina e Mulkay, (1983); entre outros, de que a ciência é produto de uma ação coletiva. A constituição da PG do INPE envolveu diferentes atores – pesquisadores, recursos, políticas, agentes financiadores - e a trama desta rede se torna cada vez mais complexa uma vez que agrega novos atores e novas concepções no modo de produzir o conhecimento, como se apresenta e discute no Capítulo 6 - *Pós-graduação no Brasil: da concepção “ofertista linear” para “novos modos de produção do conhecimento” - implicações para avaliação.*

Durante todos estes anos de desenvolvimentos da área espacial no Brasil, existiram fatos políticos, econômicos e técnicos que vieram modificando os cenários que originaram os diversos planejamentos (Melo, 2006). Assim, o papel da rede científica, como ocorre em outras instituições do gênero, é o de possibilitar que entraves científicos, tecnológicos e econômicos possam ser superados. Entre os desafios do Instituto, segundo seu Plano Diretor para o período 2007-2011, está a necessidade de uma intensa mobilização da organização para fazer ciência de relevância mundial, aperfeiçoar sua gestão, buscar alianças, criar vínculos com a indústria, articular parcerias, promover inovações. Como parte deste processo, segundo o Plano, é necessário reforçar a sintonia dos programas de PG com as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação do INPE, o que significa fortalecer a trama dessa rede, fortalecendo a ação dos articuladores, melhorando o fluxo de mobilização e a translação dentro da rede.

Atualmente o INPE oferece seis programas de pós-graduação nos níveis de mestrado e de doutorado, cujos enfoques são únicos em toda a América Latina (Novo *et al*, 2007). Os programas são: Astrofísica, Computação Aplicada, Engenharia e Tecnologia Espaciais, Geofísica Espacial, Meteorologia e Sensoriamento Remoto.

O Programa de Meteorologia (MET) é o mais antigo do país e foi responsável pela formação das competências humanas para a implementação, na década de 1990, do Centro de

Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), que realiza previsões do tempo e desenvolve outros produtos meteorológicos. A importância crescente da área de Meteorologia para o Brasil pode ser enfatizada citando-se os setores econômicos que demandam informações meteorológicas cada vez mais confiáveis, tais como a Agricultura, Defesa Civil, Setor Energético, entre outros. A principal inserção profissional dos egressos deste programa é a área de pesquisa, em instituições de pesquisa e ensino, onde se concentram mais de 60% dos mestres e doutores formados em Meteorologia no INPE, identificados através da Plataforma Lattes⁷.

O Programa de Sensoriamento Remoto foi fundado em 1972. Segundo Novo *et al.* (2007), o Programa é responsável pela criação de outros grupos de pesquisa em sensoriamento remoto por intermédio de seus egressos em instituições como a EMBRAPA, Petrobrás, Vale do Rio Doce, além de um grande número de universidades federais e particulares. Entre os egressos, 49% atuam em pesquisa e 17% na docência.

Mais de um quinto dos formados em Sensoriamento Remoto atua na Divisão de Sensoriamento Remoto do INPE, que hoje é responsável, entre outras, pelos sistemas de avaliação das taxas anuais de desflorestamento da Amazônia e mais recentemente pelo sistema de detecção de desmatamento em tempo real, por pesquisas em sensoriamento remoto que incluem a previsão de safras agrícolas, a transferência de tecnologia para a determinação da sensibilidade ambiental à poluição por petróleo, para a prospecção de petróleo e a conservação dos estoques pesqueiros.

O Programa de Engenharia e Tecnologia Espaciais (ETE) é único na América Latina com enfoque espacial, segundo Novo *et al.* (2007). O programa foi criado em 1996 e desde 2001 possui quatro áreas de concentração: Mecânica Orbital e Controle, Combustão e Propulsão, Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores, e Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais. Mais da metade dos egressos atuam em atividades de pesquisa. O percentual de egressos em atividades docentes também pode ser considerado grande (18%) e o percentual de egressos em atividades de desenvolvimento, consultoria, serviços e produção não ultrapassam os 12%. Faz parte deste programa a área de Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores que, pela

⁷ Dados extraídos da Plataforma Lattes em 2009, outras análises são feitas no Capítulo 5.

ampla gama de aplicações, possivelmente virá a contribuir com maior número de mestres e doutores para a indústria.

O Programa de Geofísica Espacial (GES) tem por objetivo a formação de competências humanas em questões que envolvam o conhecimento direto de ciência ou de tecnologias associadas ou advindas do desenvolvimento da pesquisa espacial, com aplicações em geofísica. Segundo Nono *et al* (2007), existe uma enorme carência de competências humanas nesta área tanto no país quanto no exterior e a única instituição no Brasil onde se concentram estudos cobrindo desde a Física Solar até a Meteorologia, capaz de executar um estudo completo do Clima Espacial é o INPE, o que explica o fato de aproximadamente 60% dos egressos atuarem na própria Instituição. Aproximadamente 90% dos egressos atuam em atividades de pesquisa ou gestão de pesquisa e desenvolvimento, principalmente em instituições públicas de pesquisa ou ensino.

O Programa em Astrofísica (AST) teve início no INPE na década de 80, inicialmente como uma das áreas de concentração do Programa de Ciência Espacial. Tendo em vista a natureza do INPE, é dada ênfase ao desenvolvimento de instrumentação astronômica, o que torna o curso único no país (Nono *et al*, 2007). Quarenta por cento dos egressos atuam no INPE, e cerca de 30% atuam em universidades, em funções docentes, de pesquisa e de gestão.

O Programa de Computação Aplicada (CAP) é o mais antigo do país nesta área. Segundo Nono *et al* (2007), a interação da CAP com as mais diversas áreas fins do INPE é intensa e a maioria das teses e dissertações desenvolvidas na CAP tem por objetivo trabalhar sobre problemas científicos e tecnológicos de relevância imediata.

Após todos esses anos de atividade e diante dos resultados obtidos pelo núcleo de PG do INPE, surgem questões sobre a atuação do núcleo diante de novas formas de produção do conhecimento e de novos paradigmas da ciência e tecnologia, como as debatidas por Gibbons *et al*, (1996), Stokes (2005), Salomon (1996) e Knorr-Cetina (1983). Esses autores discutem os novos paradigmas como a concepção de que a prática e atitudes dos cientistas relacionam-se com as de outros atores não científicos que também participam do processo de produção de conhecimento; a importância da dinâmica das relações entre a universidade, o governo e a indústria; e o novo entendimento das relações entre pesquisa básica e aplicação prática. Todos

esses novos paradigmas suscitam novos desafios para a gestão do núcleo de PG do Instituto. Deste modo, na seção a seguir é apresentada uma breve reflexão sobre essas questões.

2.6 Novos cenários para a Pós-Graduação no INPE

Assim como ocorre no Brasil a formação e a capacitação em ciência e tecnologia espaciais constituem programas que são parte da missão de muitas organizações espaciais, como o Centro Nacional de Estudos Espaciais da França (CNES); a Agência Espacial Européia (ESA); a Organização de Pesquisas Espaciais da Índia (ISRO); a Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), Estados Unidos; entre outras. A antiga União Soviética também mantém diversos programas de educação, para várias idades, através de universidades e centros de pesquisas, bem como da *Space-Education Society* e da *All- Russian Youth Aerospace Society* (Sausen, 1999).

Como seria de se esperar, a educação espacial teve seus primórdios nas duas grandes potências espaciais - a União Soviética e os Estados Unidos – para atender às necessidades delas naquele momento, que era a formação de profissionais altamente qualificados para a criação de equipes de pesquisadores e cientistas na área espacial (Sausen, 1999). Uma vez que este também foi o objetivo do INPE ao constituir seu núcleo de pós-graduação cabe, no entanto, questionar como o Instituto se posicionará em um contexto muito diferente daquele em que foi estruturado o núcleo de pós-graduação. Para discutir o papel da atividade de ensino no INPE, a seguir são apresentados os principais objetivos do Instituto frente aos novos cenários do programa espacial brasileiro.

O documento *Contribuições INPE para o Plano MCT 2007-2010 - Programa Espacial* (INPE, 2007:4), aponta que o foco do programa espacial brasileiro pode ser expresso como “*gerar conhecimentos, produtos e serviços inovadores que atendam e antecipem as demandas de desenvolvimento sustentável para o Brasil do século 21*”. Mais especificamente, as recomendações feitas pelo INPE ao Plano MCT 2007-2010 consideram que o programa espacial deve ser orientado para atender as demandas sociais, em áreas como observação da terra, monitoramento do território, e meteorologia. Segundo o Plano, os objetivos do programa espacial são:

“Capacitar o país para desenvolver e utilizar tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira, incluindo as questões associadas ao monitoramento ambiental e às mudanças globais, à observação do território nacional e levantamento de recursos naturais, ao controle de tráfego aéreo e às comunicações de governo. O estabelecimento de uma infra-estrutura espacial, composta de centros de lançamento, veículos lançadores e satélites, constitui uma ação fundamental para a consecução da visão estratégica nacional de longo prazo.” (INPE, 2007:10).

Em outro documento intitulado *“Cenários para Ciência, Tecnologia e Inovação na Área Espacial no Brasil”* (INPE, 2007), entre as oportunidades de atuação para o INPE para os próximos anos estão questões ambientais nacionais e globais, monitoramento e conservação da Amazônia, mudanças climáticas, bioenergia, agronegócio, recursos naturais não renováveis no Brasil, educação, saúde e acesso ao conhecimento, segurança pública e defesa nacional, tecnologias e missões espaciais e relações internacionais (INPE, 2007).

Seguindo esta orientação, entre as trajetórias estratégicas do INPE, identificadas no processo de Planejamento Estratégico do Instituto realizado entre 2006 e 2007, estão:

- Fortalecimento da atuação em áreas da saúde, educação, segurança pública e desenvolvimento urbano, de maneira a informar e auxiliar a gestão de políticas públicas, por meio do provimento de dados e informações espaciais, desenvolvimento de ferramentas de viabilização, análise e difusão de conhecimento e soluções.
- Consolidação do seu papel no desenvolvimento e operação de modelos e previsões numéricas de tempo e clima para suportar os sistemas de decisões governamentais relacionadas às questões de mudanças climáticas, com impacto nacional e regional.
- Procura pela inovação no desenvolvimento de sistemas de coleta de informações meteorológicas, com base em plataformas orbitais.

- Fortalecimento de suas competências e sua estrutura organizacional na área de Ciência do Sistema Terrestre, e a busca de parcerias institucionais nacionais e internacionais.
- Exploração de oportunidades abertas pelo desenvolvimento do agronegócio, exploração de energia e de recursos naturais por meio de desenvolvimento de novas tecnologias e satélites.
- Aprimoramento e a ampliação de suas atividades de produção, análise e difusão do conhecimento sobre a área ambiental.
- Ampliação de sua competência em engenharia de satélites, por meio do desenvolvimento científico e tecnológico (inclusive com satélites científicos e tecnológicos), e atuação na indução e no aproveitamento de oportunidades de diversificação das suas missões espaciais.
- Atuação pró-ativa na construção da institucionalidade das áreas científica e tecnológica, espacial e meteorológica, melhorando sua inserção junto ao Estado para o cumprimento de sua missão e para adequação à sua dimensão e aos novos desafios que se colocam para o futuro, dentre os quais o desenvolvimento de competências em níveis satisfatórios e a articulação com outras organizações públicas e privadas (incluindo centros regionais) e atuação em redes.
- Fortalecimento e ampliação de sua capacidade técnica para apoiar e participar da concepção da missão e definição das estratégias de desenvolvimento, integração e operação de satélites de telecomunicações estratégicas e observação da Terra com alta resolução espacial e temporal para a defesa e segurança.
- Superação de gargalos relativos ao acesso a tecnologias sensíveis (especialmente componentes e materiais) relacionadas à sua missão, mobilizando competências existentes no Instituto e no Brasil (inclusive por meio de parcerias), no intuito de ampliar a autonomia do país.

Os objetivos estratégicos do Instituto e as diretrizes da política espacial mostram que para a pós-graduação os cenários apontam para a necessidade de captar novas fontes de recursos, administrar a interação com as agências de fomento e reguladoras da pós-graduação e, ao mesmo tempo, atender às necessidades de formação de pessoal para as reais necessidades do programa, seja para atuar no INPE ou em outras instituições dedicadas à ciência e tecnologia espacial.

Para a análise dos principais desafios para a pós-graduação do Instituto, a afirmação de Balbachevsky (2005:284), de que “*a pós-graduação é o orgulho da comunidade acadêmica do Brasil. Ainda assim, ela enfrenta vários desafios importantes à medida que avançamos no século XXI*” faz todo sentido, uma vez que ao lado dos bons resultados obtidos, estão os desafios impostos pelas mudanças no cenário científico e tecnológico nos últimos cinquenta anos.

Um ponto sensível a ser enfrentado pela pós-graduação do Instituto refere-se ao desenvolvimento de seu potencial multi e transdisciplinar. Mesmo que as condições e necessidades particulares dos programas multidisciplinares ainda requeiram reconhecimento por parte da Capes cujo sistema de avaliação é pouco eficiente em reconhecer as características e os desafios específicos para um programa multidisciplinar (Balbachevsky, 2005), a multi e transdisciplinaridade podem contribuir para a consecução da maior parte das trajetórias estratégicas traçadas pelo Instituto. O desafio é, então, de duas ordens: conceber a multi e a transdisciplinaridade como importantes e buscar meios para a efetivação desse modelo sem que haja prejuízo na qualidade e na avaliação dos cursos. A resposta a este desafio, embora não seja fácil, precisa ser procurada.

Outro ponto para a pós-graduação do INPE é a necessidade de manter alinhamento dos objetivos dos cursos às metas institucionais, questão que está colocada de forma explícita no Plano Diretor do Instituto (INPE, 2007). Aspectos relacionados com a efetiva operacionalização dos princípios norteadores da missão e visão do Instituto devem estar presentes na gestão da pós-graduação, que deve definir seus elementos basilares a partir destes princípios. Para isso, é necessário conceber um sistema de avaliação interna dos cursos.

Sobre a questão da avaliação interna de cursos de pós-graduação, Hortale e Moreira (2008:232) afirmam que:

“Falar em avaliação no sistema educacional e Ciência e Tecnologia significa não somente realizar uma análise pormenorizada de um objeto, mas buscar implementar modelos de análise que levem à compreensão das diversas dimensões que influenciam a qualidade dos resultados obtidos.”

Para os autores, é necessário que as instituições criem a cultura da avaliação, na qual a avaliação interna constitua um processo contínuo, gerador de conhecimento sobre a própria realidade institucional. Para tanto, a avaliação deve gerar e sistematizar, de forma cíclica, informações, criar mecanismos de análise dos significados, identificar os pontos fracos, os pontos fortes e as potencialidades. Neste sentido,

“O foco na auto-avaliação demonstra a importância que damos à melhoria da qualidade que pode advir de análises sistematizadas em ambientes complexos como os dos programas de pós-graduação stricto sensu” (Hortale e Moreira, 2008:232).

Ao analisar o cenário nacional e as principais agências de fomento que atuam na área de pós-graduação (CAPES e CNPq), bem como a tradição avaliativa de uma instituição de ensino superior na área de pesquisa e pós-graduação, Audy (2007) identificou alguns dos elementos que servem de base para a avaliação interna da pós-graduação. Entre esse elementos estão: a noção da importância da avaliação externa, que por sua vez não deve inibir a necessidade de avaliações internas rigorosas; o princípio de continuidade no sentido que a avaliação deve permitir um olhar não somente seccional (em um determinado momento), mas também longitudinal (ao longo do tempo); e o foco do processo de avaliação que deve ser o resultado da análise do quanto o objeto avaliado contribui para a consecução da visão e da missão da organização (no nível institucional) e o quanto o objeto avaliado atinge as métricas de avaliação estabelecidas. Ou seja, a avaliação deve ser entendida como o principal instrumento para atingir os níveis de qualidade desejados pela instituição e expressos na sua missão e visão.

Um terceiro ponto se refere ao planejamento da orientação dos programas, se acadêmicas ou de aplicação. A maioria dos mestres e doutores egressos dos cursos do INPE declara atuar em atividades de pesquisa, sobretudo na área pública, como pode ser observado no

Capítulo 5. Uma vez que entre as estratégias do Instituto está articulação com outras organizações não só públicas como as privadas (incluindo centros regionais), e atuação em redes, há de ser pensado o perfil do aluno que se quer formar em cada programa e quais as competências lhes são essenciais, uma vez que é esperado que eles venham a contribuir com essa ação estratégica para o país – as atividades espaciais e suas aplicações - no INPE ou em outras instituições.

Estes pontos examinados aqui estão entre os mais importantes no cenário para a pós-graduação do INPE, embora a discussão não se esgote nos três pontos apresentados.

Nos Capítulos seguintes são analisados com maiores detalhes os resultados obtidos por este núcleo de pós-graduação, assim como seus desafios e oportunidades. Antes, são apresentadas as soluções encontradas pelos Estados Unidos, China e Índia para a formação de especialistas na área espacial.

2.7 Os Programas Espaciais e a Formação de Competências nos Estados Unidos, Índia e China

Ao contrário do que ocorreu no Brasil, a pesquisa espacial nos EUA não só retroalimentou o poder do Estado em outras áreas como a absorção pela área militar dos avanços da ciência e tecnologia, como em todas as áreas que levaram os EUA à proeminência mundial.

Em 1957, o lançamento do Sputnik, a Guerra Fria, a concorrência entre os Estados Unidos e a ex-União Soviética, e o desafio da missão americana para a Lua, criaram não só uma urgência em torno do desenvolvimento da ciência e da nova tecnologia espacial, mas também uma nova ênfase no ensino técnico nos Estados Unidos e ao redor do mundo. Um dos impactos mais significativos do lançamento do satélite Sputnik pela União Soviética foi a promulgação da *National Defense Education Act*, assinada em 02 de setembro de 1958, provendo fundos para a educação norte-americana em todos os níveis.

Os vôos espaciais tiveram suas origens na aeronáutica e como as fronteiras dos vôos se estenderam para além da atmosfera terrestre, o espaço surgiu como uma plataforma para a ciência, comunicação, comércio, bem como a defesa nacional, e sem uma robusta agenda de pesquisa e de uma estreita ligação com as universidades, o setor espacial não poderia prosperar (Dick, 2008; Johnson, 2002).

A NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) é a agência do governo dos EUA responsável pelo programa espacial daquele país. A missão da NASA, definida no seu Plano Estratégico, é “entender e proteger o planeta Terra, entender o Universo e procurar vida fora da Terra, e inspirar a nova geração de exploradores” (INPE, 2007). Na NASA a preocupação com a formação de recursos humanos pode ser evidenciada através de planos como o *Workforce Strategy*, editado 2007. Neste plano a Agência evidencia que para as missões e projetos futuros são necessários novos *hardwares*, *softwares* e operações que exigem nova concepção, desenvolvimento e testes. Embora a NASA tenha conhecimentos especializados na concepção, desenvolvimento e experimentação de novos sistemas, e os novos *hardwares*, *softwares* e sistemas operacionais apresentem semelhanças aos sistemas já desenvolvidos e operados pela NASA, nem todo o pessoal para concepção, desenvolvimento e testes estão disponíveis nos quadros da agência ou, quando disponíveis, tem experiência na execução desse trabalho. A Agência destaca entre seus principais objetivos, além manutenção das competências atuais para apoiar os projetos em andamento, também a implementação de estratégias eficazes de transição para os novos empregados dentro da NASA ou em outros empreendimentos.

Para enfrentar questões desta magnitude, a NASA tem enfatizado um elemento crítico no seu planejamento estratégico: a identificação de categorias de especialistas para os quais a Agência prevê aumento ou diminuição de demanda, e meios para lidar com as lacunas existentes. A identificação destas categorias foi realizada utilizando instrumentos de planejamento denominados Sistema de Gestão Integrada (WIMS) e Sistema de Gestão de Competências (CMS). Segundo a Agência, as informações sobre as competências disponíveis e requeridas são essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes para a gestão estratégica das competências daquela instituição.

Para o desenvolvimento de capacidades humanas para o programa, a Agência investe em programas educacionais no país. Entre outras iniciativas, o *Office of Education* da NASA tem por objetivo reforçar parcerias com instituições de ensino superior. A Agência não desenvolve programas de pós-graduação. Sua estratégia é desenvolver outros projetos, como o *NASA Higher Education*, visando aumentar a capacidade global de todos os níveis de universidades e faculdades, para dar melhor resposta às disciplinas relacionadas com as suas atividades.

A NASA tem estreito relacionamento com universidades como o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), criado em 1865, que há muito tempo é um importante parceiro no programa espacial. No Instituto, profissionais e estudantes de diferentes áreas trabalham juntos em centros, laboratório e programas interdisciplinares, entre os quais o *MIT Kavli Institute for Astrophysics and Space Research* que, segundo o MIT, desempenha um importante papel na concepção, construção e utilização de instrumentos colocados a bordo de veículos espaciais lançados pela NASA e por outras agências. O *Kavli Institute* inspira-se nos interesses e nos conhecimentos de cientistas e engenheiros de vários departamentos do MIT, proporcionando assim oportunidades para estudantes e professores.

Durante a década de 60, as atividades da NASA estimularam a criação de disciplinas na área espacial em universidades como a *University of California* em Berkeley e em Los Angeles, *University of Michigan*, *University of Maryland*. Nestas universidades, as disciplinas quase sempre estiveram ligadas aos departamentos de física e atualmente existem cursos de graduação, e pós-graduação. A *Rice University*, localizada em Houston, criou um departamento voltado exclusivamente para a pesquisa espacial, o *Rice Space Institute* (Conway, 2007). Nestes centros de ensino são oferecidas oportunidades para alunos ingressarem em atividades de pesquisa na Agência. Através dos cursos, das atividades de pesquisas e dos programas em parceria com a NASA configura-se, de modo geral, a formação de especialistas na área espacial nos Estados Unidos.

A *National Academy Of Science*⁸ aponta que para fazer dos Estados Unidos o cenário mais atrativo para estudar e pesquisar é necessário desenvolver, recrutar, e reter os melhores e mais brilhantes estudantes, cientistas e engenheiros deste e de outros países. Para isso, é importante investir no ensino superior de graduação e pós-graduação oferecido pelas universidades uma vez que nestas instituições estão sendo formadas as competências de que as instituições necessitam para competir e para criar empregos na economia do século XXI.

O modelo de pós-graduação brasileiro não é cópia do modelo encontrado nos Estados Unidos. Como apontado por (Verhine, 2008), no Brasil os modelos americano e europeu estão

⁸ National Academy of Science. *Rising Above The Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*, NAS, 2007

integrados de uma maneira complementar, com o mestrado se aproximando do *Philosophy Doctor* (Ph.d.) americano, enfatizando um elenco curricular estruturado e concluído com uma dissertação; e o doutorado se aproximando do modelo europeu de aprendizagem em que há o desenvolvimento supervisionado e defesa pública de uma tese ou dissertação final.

Nos Estados Unidos, o modelo de universidade de pesquisa foi criado com o objetivo de “solucionar problemas práticos de uma sociedade baseada no desenvolvimento industrial promovido através da iniciativa privada” (Verhine, 2008: 168). No Brasil, o mestrado foi criado como um grau de entrada para o ensino de pós-graduação e por isso tende a ser de natureza altamente acadêmica. Por outro lado, segundo o autor, nos Estados Unidos o mestrado nunca foi visto como porta de entrada para profissão acadêmica e, por ter diversos propósitos, em geral não exige apresentação de uma dissertação. Nos casos em que exigem uma dissertação (*thesis*), o foco consiste usualmente em mostrar a literatura existente sobre um assunto ao invés de um relatório original de pesquisa. O doutorado nos Estados Unidos pode ser de natureza acadêmica (Ph.D.) ou profissional. Essas diferenças dão uma sinalização do grau de flexibilidade dos estudos pós-graduados naquele país que não ocorre no Brasil, onde o ingresso em carreiras profissionais de pesquisa se dá a partir da conclusão dos estudos pós-graduados *stricto sensu*, que têm caráter acadêmico.

Apesar dessa flexibilidade, na área espacial em particular observa-se valorização dos estudos pós-graduados para a carreira de pesquisa nos Estados Unidos como ocorre no Brasil. O perfil acadêmico dos que atuam na área de pesquisa (*space scientists*) na NASA e no INPE são comparáveis, com a maioria dos empregados com título de doutor. Também é similar o perfil dos profissionais na carreira de desenvolvimento nas duas instituições. Nesta carreira, o número de profissionais que têm a graduação como última titulação (ou especialização *lato sensu*, no caso do Brasil) é superior ao número de doutores nas duas instituições (NASA, 2009; INPE, 2009).

Apesar da valorização do título de doutor para a pesquisa, a NASA investe na formação do público interno e externo através de cursos de curta e média duração, estágios e projetos, deixando para as universidades o papel de formar mestres e doutores. No INPE, ao contrário, mesmo havendo algumas iniciativas de treinamento para o público externo, o foco da formação de especialistas está nos cursos de pós-graduação.

Nos Estados Unidos, a rede de ensino superior que se organizou em torno das pesquisas espaciais, incluindo a montagem de departamentos em algumas universidades, tem dado sustentação às atividades da Agência. No Brasil, ainda que existam cursos voltados às disciplinas da área espacial em instituições universitárias como a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRG), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), entre outras, no INPE os alunos têm a oportunidade de aliar as atividades acadêmicas às de pesquisas, através da utilização dos laboratórios, da biblioteca, e do trabalho em parceria com os docentes que atuam diretamente nas atividades espaciais. Essa aliança ensino-pesquisa é descrita com mais detalhes no Capítulo 3 desta Tese.

No que se referem aos investimentos governamentais na área espacial, os EUA e alguns países da Europa mantêm a tradição de realizarem vultosos investimentos, destacando-se os investimentos militares dos EUA em Defesa (INPE, 2006). Entretanto, destaca-se o grande crescimento de programas espaciais do Japão, China, Índia, Israel e até mesmo da Coreia do Sul.

A China e a Índia são os que mais se destacam neste bloco, considerando-se o estágio em que se encontravam há 20 anos (INPE, 2006). A China já colocou nave tripulada no espaço e a Índia possui um programa espacial com o mesmo objetivo. Ambos possuem diversos programas em andamento com missões de Navegação, Meteorologia, Observação da Terra e até Comunicações. Os dois países têm acordo para desenvolvimentos conjuntos de novas aplicações e tecnologias espaciais e seus governos reconhecem que os serviços estratégicos precisam de pesado investimento do governo na infra-estrutura espacial.

Na Índia, que iniciou seu programa espacial junto com o Brasil nos anos 60, houve um constante dispêndio na área espacial e, apesar de problemas graves nos campos político, social e econômico, naquele país tem ocorrido rápido desenvolvimento na área científico-tecnológica e militar, contando com satélites, campo de lançamento e veículos lançadores. A Índia produziu satélites para aplicações científicas, tecnológicas e utilitárias, que foram lançados a partir de 1975 por foguetes estrangeiros e indianos (Carleial, 1999).

A Índia, depois da independência em 1947, se preocupou em promover a ciência e a tecnologia afirmando que estas seriam fundamentais na promoção do desenvolvimento do país. O objetivo da política tecnológica era internalizar tecnologias e transferi-las ao setor privado

nacional, de forma que a pesquisa e o desenvolvimento existentes no período fossem destinadas à criação de fontes locais de tecnologia (Pianna, 2007).

Os princípios sob os quais se apoiava o crescimento da ciência e tecnologia na Índia foram baseados na Resolução de Política Científica de 1958 e na Declaração de Política Tecnológica de 1983. Esses princípios são a autonomia e o desenvolvimento sustentável (DST, 2003). Como resultado do esforço indiano em estruturar a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico no país, hoje ele tem uma vasta estrutura de ciência e tecnologia, com capacidades em vários setores como a agricultura, químico e farmacêutico, energia nuclear, astronomia e astrofísica, tecnologia espacial e suas aplicações, entre outras (DST, 2003).

Como apontado por Cassiolato e Lastres (2006), a disponibilidade de financiamento, não só para pesquisa e desenvolvimento, como também para investimentos de longo prazo em equipamentos, instalações e formação de pessoal qualificado por parte de empresas, universidades e instituições de pesquisas afetam e condicionam o sucesso de todo o sistema. Neste sentido, o incentivo e o apoio que foram dados pelo governo da Índia desde a Independência do país foram fundamentais para que se constituísse uma forte base de infraestrutura científica e tecnológica que inclui laboratórios de pesquisa, instituições de ensino superior, e recursos humanos altamente qualificados (Pianna, 2007).

Para formação dos seus recursos humanos, a Índia investiu elevadas somas de recursos na educação superior. Desde os anos cinqüenta o governo federal criou uma forte estrutura de instituições de educação superior através dos Institutos de Tecnologia Indianos (IIT) e as Escolas de Engenharia Regionais (REC).

A política de ciência e tecnologia da Índia traz como principais objetivos a intensificação da formação de recursos humanos qualificados em todos os níveis, atraindo e formando jovens talentos para a pesquisa, propiciando oportunidades de carreiras na academia, indústrias, governo e outros setores. Para a construção de bases de recursos humanos em áreas relevantes, as agências e departamentos envolvidos com a ciência e tecnologia disponibilizam financiamento, mecanismos flexíveis para adoção de novas disciplinas na academia e, entre outras diretrizes, a de enviar estudantes para o exterior sempre que for considerado necessário, de forma a criar rapidamente uma base de especialistas em determinado campo científico. A política

inclui, ainda, a criação de mecanismos para facilitar o regresso dos cientistas e tecnólogos de origem indiana para a Índia (DST, 2003).

A alta prioridade das atividades espaciais na Índia é demonstrada pela subordinação direta do Departamento do Espaço (DOS) ao Primeiro Ministro. A missão do Departamento é formular as políticas e supervisionar o programa espacial indiano para promover o desenvolvimento e aplicações da ciência espacial e da tecnologia a ela associada. O DOS também é responsável pela implementação do programa espacial, principalmente através da Organização Indiana de Pesquisas Espaciais (ISRO), além de outras organizações tais como a Agência Nacional de Sensoriamento Remoto (NRSA), o Laboratório de Pesquisas Físicas (PRL), o Laboratório Nacional de Pesquisas Atmosféricas, o Centro Nordeste de Aplicações Espaciais e o Laboratório de Semi-Condutores.

A visão da Índia é adquirir autonomia na pesquisa espacial. Atualmente o país projeta, desenvolve, constrói, lança e opera satélites para aplicações na área de comunicação, sensoriamento remoto e aplicações científicas. O ISRO responde ao Departamento de Espaço (DOS) e tem como missão gerenciar o programa espacial e desenvolver tecnologia associada a esse programa. As atividades de pesquisa e desenvolvimento, diretamente ligadas ao desenvolvimento de satélites e lançadores, são realizadas em nove Centros/Unidades. Entre eles pode-se citar a realização de pesquisas em astronomia e astrofísica, ciências da terra, ciências planetárias, ciências espaciais e outros campos da ciência básica, incluindo física de altas energias, nuclear, atômica e molecular, óptica quântica e informação quântica, que são realizadas no Laboratório de Pesquisas Físicas, que é uma instituição autônoma e financiada principalmente pelo DOS.

Para o desenvolvimento das atividades espaciais, a Índia investiu na montagem de equipes, infra-estrutura e na formação de recursos humanos. O Instituto Indiano de Ciência e Tecnologia Espacial (IIST), um dos centros da ISRO, inaugurando em 2007, oferece aos estudantes programas de Tecnologia da Aviação, Engenharia Aeroespacial e de Ciências Físicas. O IIST também oferece pós-graduação e programas de doutoramento.

Até a criação do IIST, os profissionais do ISRO eram egressos de universidades indianas ou haviam se especializado em outros países. Com o IIST, o programa espacial indiano começou

a desenvolver os docentes, buscando a interação com cientistas e engenheiros do ISRO que têm interesse acadêmico.

Na China, na década de 50, segundo Betzler (2001), os primeiros passos do programa espacial foram dados quando o jovem Tsien Hsue-shen ganhou sucessivas bolsas de estudos em centros de pesquisa como o MIT e o CalTech, nos Estados Unidos. Quando retornou para a China em 1955, Tsien foi imediatamente incorporado ao programa de mísseis daquele país.

Ainda na década de 50, um dos primeiros esforços do *Central Committee* chinês foi o recrutamento de especialistas para contribuir com o programa. O *Central Committee* do governo chinês estabeleceu a *Fifth Research Academy* do Ministério da Defesa, para desenvolver atividades na área espacial. Através da Academia, foi fundado o primeiro *Rocket Research Institute*, que recrutou graduados para trabalhar. Como Tsien, o primeiro chefe da Academia, outros cientistas que haviam estudado nos Estados Unidos foram trabalhar no programa chinês. Foi necessário persuadir chineses que haviam saído do país para estudar nas décadas de 30, 40 e 50 a retornarem à China (Harvey, 2004).

Em julho de 1956, o início da construção do centro de lançamentos de Jiuquan sinalizou a importância dada ao projeto pelo governo chinês. Deste centro foi lançado o primeiro míssil fabricado na China, já em 1960.

Entre 1957 e 1960 vigorou um tratado entre a China e a União Soviética para a transferência de tecnologia de mísseis e bombas nucleares. Neste período foram criadas as fábricas de mísseis de Shenyang e Nancheng, que se destinavam a construir veículos baseados nos desenhos fornecidos por técnicos soviéticos, além de projetos chineses (Betzler, 2001).

Com o rompimento com URSS em 1960, como forma de demonstrar independência tecnológica o governo chinês incumbiu Tsien a retomar o projeto de construir veículos capazes de levar bombas atômicas a 10.000km. O primeiro lançamento bem sucedido ocorreu no mesmo ano e de variantes deste projeto surgiu o Longa Marcha-1 ou CZ-1, o primeiro de uma série que inclui o foguete que lançou o satélite construído em parceria com o Brasil, já na década de 90.

Segundo Betzler (2001), com o domínio da tecnologia de foguetes balísticos para o transporte de armas de destruição em massa, o programa chinês começou a se voltar para o lançamento de satélites com finalidades variadas.

Embora na China ainda haja uma dupla face na trajetória de implementação das estruturas de pesquisa com laboratórios de excelência, com alguns vínculos com o comércio exterior por um lado, enquanto de outro lado há centros de pesquisas vinculados ao modelo anterior de ciência e tecnologia (Souza, 2005), o sucesso do programa espacial chinês e sua ambição que pode ser comparada à dos americanos e soviéticos durante os anos 60, quando o envio do homem ao espaço significou um meio de demonstração de superioridade técnica e competência econômica (Futron, 2003).

Para entender essa estrutura e como ela afeta a formação de cientistas naquele país, é preciso recuar na história. Entre os anos 50 e 70, com o objetivo de planejar a economia, o governo chinês adotou o modelo soviético para conduzir pesquisa e inovação tecnológica, o que levou a um modelo de gestão de ciência e tecnologia altamente centralizador que teve como resultado um sistema de pesquisa e desenvolvimento financiado através de dotações anuais do governo, independente do valor econômico ou científico do trabalho realizado. O sistema levou a uma capacidade exacerbada de recursos humanos e materiais em algumas áreas e à escassez em outras. Ele também criou problemas de desconexão entre a pesquisa e a produção (Jian, 1997).

O movimento de reforma e a política de abertura no final dos anos 70 deslocou a atenção do governo para, entre outras coisas, o desenvolvimento econômico. Reconhecendo que o planejamento centralizado da ciência e tecnologia não poderia impulsionar a economia, o governo chinês iniciou reformas nas políticas científicas e tecnológicas na década de 80, quando essas atividades ainda eram centralizadas pela Academia de Ciências da China. Em consonância com a criação de um sistema econômico de mercado, o governo chinês decidiu, em 1985, reformular seu sistema de gestão de ciência e tecnologia. A partir de então, foi estabelecida uma nova política científica, sob influência do modelo ocidental. Foi criada a Comissão Estatal de Ciência e Técnica, sem subordinação aos ministérios e à Academia de Ciências. Surgiram centros de pesquisas e laboratórios ligados às universidades e o país buscou a cooperação internacional, dentre as quais a estabelecida como Brasil para construção de satélites, como mostrado no item 2.2 deste Capítulo.

Entre os objetivos das políticas implementadas na década de 80 estavam: fazer com que a maior parte dos institutos de pesquisa fossem orientados para o mercado; encorajar institutos de pesquisa a estabelecer empresas de alta tecnologia; incentivar cientistas e engenheiros a desenvolverem empreendimentos com base tecnológica; incentivar cientistas e técnicos a desenvolverem consultoria técnica, serviços técnicos e transferência de tecnologia; e estabelecer zonas de desenvolvimento de tecnologia.

Na série de programas criados para o desenvolvimento científico e tecnológico na China na década de 80 o governo lançou o *High Technology Research and Development Program* que teve como foco seis áreas estratégicas: biotecnologia, espaço, informação, automação, energia e novos materiais.

Para dar sustentação às mudanças previstas pela nova política científica e tecnológica, a formação de competências humanas para ciência e tecnologia foi considerada uma questão central. Um dos problemas a serem enfrentados seria a chamada fuga de cérebros. Na década de 80, do total de 44 mil estudantes chineses no exterior, com bolsa do governo, 35 mil retornaram ao país, mantendo-se o restante nos Estados Unidos, Japão etc. Esse problema ainda não foi equacionado. Cerca de dois terços dos chineses que estudaram em outro país desde a década de 80 escolheram não voltar para a China (*China Daily*, 2007). Para incentivar o retorno e a fixação dos seus cientistas no país e o conseqüente desenvolvimento científico e tecnológico, o Estado chinês tem criado zonas de desenvolvimento de alta tecnologia.

A estrutura organizacional e a evolução do programa espacial chinês são complicadas e constantemente sujeitas a mudanças (Futron, 2003). Atualmente a administração e a operação das atividades espaciais são conduzidas pela *China National Space Administration* (CNSA), que é dividido em duas grandes organizações: *China Aerospace Machinery and Electronics Corporations* (CAMEC) e *China Aerospace Science and Technology Corporation* (CASTC).

A maioria dos espaços relacionados com a atividade industrial é conduzida por CASTC. Projetos espaciais são divididos entre três principais organizações sob responsabilidade da CASTC: A *Chinese Academy for Space Technology* (CAST), que supervisiona os institutos e fábricas ligadas à investigação, desenvolvimento e produção de comunicações, sistemas de base espacial militar, satélites, retransmissor de dados de satélites, e

de satélites meteorológicos; a CALT (*China Academy of Launch Vehicle Technology*), que realiza pesquisa, desenvolvimento e produção de veículos lançadores; A SAST que é a instituição responsável pelas táticas de defesa aérea transportadora de foguetes e mísseis.

No programa espacial chinês, a formação obtida em outros países, principalmente os Estados Unidos, e a formação obtida com a interação com a URSS nos primeiros anos do programa foram fundamentais para a criação de massa crítica. Embora de maneira ainda incipiente a China procura desenvolver a formação de especialistas no próprio país. Atualmente já existem centros universitários chineses com cursos na área especial. Exemplo dessas instituições é o CSRSR (*Center for Space and Remote Sensing Research*), criado em 1984 na NCU (*National Central University*). Há aproximadamente 100 profissionais trabalhando no CSRSR, onde todos os cientistas que já foram diretores e mais de 90% dos professores obtiveram título de doutor nos Estados Unidos. O ISEIS (*Institute of Space and Earth Information Science*), criado em 2005 na HKSAR (*University of Hong Kong*), é constituído por três grandes unidades de investigação, de educação e formação, e desenvolvimento de tecnologia. Como no CSRSR, os dirigentes do ISEIS obtiveram título de doutor nos Estados Unidos e em países europeus.

2.8 Considerações

Este capítulo apresentou um breve relato da história da estruturação das atividades espaciais no Brasil, com ênfase para as atividades desenvolvidas pelo INPE. Como dito por Latour (1997, 2000), Knorr-Cetina (1981, 1983), a ciência é construída coletivamente. Neste sentido, como apresentado ao longo deste capítulo, foram vários os atores na constituição da ciência espacial brasileira, com destaque para dois grandes atores institucionais – o INPE e o CTA.

O INPE, ao ser criado incorporou também como missão a tarefa de formar especialistas, para o que constituiu o seu núcleo de pós-graduação, cuja trajetória é tratada nos capítulos posteriores. Após quatro décadas dessa trajetória, a pós-graduação do Instituto está diante de novos cenários externos – expressos pelas políticas espaciais e de pós-graduação - e internos - traçados pelo Instituto em seu Plano Diretor de 2007.

Uma vez que, ao contrário do que acontece nos Estados Unidos onde um grande sistema universitário dá sustentação à formação de recursos humanos para as atividades espaciais, no Brasil, ainda que algumas universidades tenham cursos de pós-graduação nas áreas de Física, Engenharias, Meteorologia, entre outros ligados à área espacial, é possível afirmar que no INPE estão reunidas as condições favoráveis para a formação de recursos humanos altamente capacitados para a área, dentre elas a atuação de pesquisadores e outros especialistas do programa espacial como docentes nos cursos, a disponibilidade dos laboratórios para o desenvolvimento das pesquisas durante os anos de formação, e a possibilidade de que os alunos interajam com os especialistas que atuam diretamente no programa espacial brasileiro.

A fim de analisar a trajetória deste núcleo de pós-graduação, os capítulos a seguir apresentam como se deu a estruturação da atividade de ensino pós-graduado no INPE e seus principais resultados.

CAPÍTULO 3

PÓS-GRADUAÇÃO NO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE):

A ALIANÇA PESQUISA-DESENVOLVIMENTO E ENSINO

Artigo publicado em:

MOREIRA, Maria Lígia; VELHO, Lea. Pós-Graduação no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): a aliança pesquisa-desenvolvimento e ensino. *Cadernos de Pesquisas*. no. 136, vol. 39. Rio de Janeiro: FGV, 2009. p.

(ISSN 0100-1574)

Classificação Qualis do Periódico: A1 (Educação)

3.1 Introdução

A produção de conhecimento, a educação continuada, e a emergência da chamada “sociedade do conhecimento” foram fortemente impulsionadas no período posterior à Segunda Grande Guerra. As rápidas mudanças científicas e tecnológicas estiveram diretamente relacionadas com a capacidade dos países em investir no desenvolvimento dos recursos humanos que nelas atuaram e que as direcionaram. Como apontado por Gibbons *et al* (1994), a condução, difusão e aplicação da Ciência, não poderiam estar confinadas às universidades e aos centros acadêmicos, o que motivou a organização de novos arranjos institucionais entre governos, universidades, indústria, e outras organizações privadas. Assim, a geração do conhecimento extrapola os limites das instituições tradicionalmente dedicadas ao ensino e pesquisa, quais sejam, as universidades.

Neste sentido, na década de 60, a decisão do Brasil de desenvolver pesquisas na área espacial levou o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a criar estratégias para a

aliança entre as suas atividades de pesquisa e desenvolvimento e as de ensino, já nos primeiros anos de sua existência. Originado do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), como principal órgão de execução civil para o desenvolvimento das pesquisas espaciais no Brasil, o INPE, desde o início, teve entre seus objetivos a constituição de um núcleo de pesquisadores e técnicos brasileiros especializados. Mirando-se no progresso americano, o Instituto contou com alguns “desbravadores”, em especial o então diretor científico do Instituto, Dr. Fernando de Mendonça, cuja visão era de que o sistema de pós-graduação (PG) representaria uma contribuição indispensável à formação de recursos humanos qualificados – e escassos no país naquele momento - e ao fortalecimento do potencial científico-tecnológico nacional.

No mesmo período em que o país ingressou no pequeno grupo de países que desenvolviam atividades espaciais, houve várias ações por parte do Estado para a organização da Pós-Graduação brasileira. Considerando-se a importância da formação de recursos humanos em nível de pós-graduação como parte da política científica e tecnológica do país e outras formas de condução dessa atividade – para além dos muros das universidades - o objetivo central desse trabalho é analisar o contexto mais geral, os objetivos e as estratégias do INPE na organização de seu núcleo de PG, com destaque para alguns resultados obtidos. Para isso, são apresentados parte da história desse núcleo e o perfil dos egressos dos programas de Astrofísica e Geofísica Espacial.

Mais especificamente, este trabalho procurou responder às seguintes questões: Como se deu a organização do núcleo de PG no INPE? Quais foram os objetivos e as estratégias para a constituição desse núcleo? Quais os resultados alcançados pela PG em quatro décadas? Tais resultados são coerentes com os objetivos para os quais a PG no INPE foi criada? Qual o perfil acadêmico e profissional dos egressos?

Para responder a estas questões, o trabalho foi desenvolvido em duas etapas. Primeiramente, procurou-se conhecer os principais marcos da instituição formal da PG no Brasil a partir da década de 50 e, nesse contexto, descrever o início das atividades de PG no INPE. Essa descrição tem como foco central a identificação das premissas e objetivos da criação da PG no Instituto. Em seguida, para conhecer os resultados obtidos pela PG, foram coletadas informações sobre os egressos dos Programas de Astrofísica e de Geofísica Espacial, derivados do Programa

de Ciência Espacial (PCE). O PCE foi um dos primeiros organizados pelo Instituto e representa uma área de atuação tradicional do INPE (Perilo *et al*, 1992). Foram utilizados dados dos egressos obtidos no Serviço de Pós-Graduação do INPE e na Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Para a seleção dos egressos, uma vez que nem todos disponibilizaram seus dados na Plataforma Lattes, considerou-se para a amostra aqueles que registraram a última titulação, visto que conhecer o perfil acadêmico foi um dos objetivos do trabalho. Os dados da “última titulação” foram relacionados com os da “instituição de destino” com o objetivo de se saber se os egressos estão ativos na pesquisa, onde atuam e como se distribuem segundo o nível de titulação. Considerou-se como tendo perfil de pesquisador aquele que tem, pelo menos, o grau de doutor, uma vez que este grau é exigido para os que buscam auxílios à pesquisa (no CNPq, por exemplo) e para os que atuam em programas de PG. As informações sobre a área de graduação dos alunos de mestrado e doutorado foram utilizadas para analisar se houve, no decorrer do tempo, políticas de seleção direcionadas a uma ou outra área de graduação específica.

Para o levantamento da história do INPE, foi utilizado material bibliográfico disponível na biblioteca do Instituto. As informações sobre a constituição da pós-graduação no Brasil, disponíveis no portal eletrônico da Capes e do CNPq, assim como os dados disponíveis na Plataforma Lattes, foram fundamentais para o trabalho. Através da Plataforma Lattes, foi possível resgatar os dados de 70% dos egressos do mestrado e 68% dos egressos do doutorado. Ao descrever a trajetória dos programas, inicialmente foi apresentado o número total de formados. No entanto, para análise do perfil acadêmico e profissional, visto que há egressos do doutorado que também realizaram o mestrado no INPE, considerou-se o número de *indivíduos* formados em cada um dos programas, e não o número de *alunos* formados em cada curso, a fim de evitar a duplicidade de informações. Deste modo, as informações sobre o perfil dos egressos do mestrado e doutorado estão agregadas por programa.

3.2 Pós-graduação para o desenvolvimento de C&T

Como apontado por Martins (2005), um dos fenômenos mais significativos no ensino superior brasileiro é o sistema nacional de pós-graduação. A constituição desse sistema derivou de ações por parte do Estado - no processo de organização e financiamento - e da participação da

comunidade acadêmica. Concebida como capaz de formar os cientistas de que o país precisava para atingir os mais altos níveis de competência e desenvolvimento, a PG no Brasil foi institucionalizada a partir da década de 50.

No processo de institucionalização do sistema de PG podem ser destacados alguns marcos: a criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq, atualmente Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e da Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes, atualmente Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) em 1951; a publicação do Parecer 977 da Câmara de Ensino Superior do Conselho Federal de Educação, em 1965; a promulgação da Reforma Universitária, em 1968; e a publicação do parecer nº 77/69.

As missões do CNPq e da Capes no sistema de PG convergem em termos de uma política de formação de recursos humanos. A Capes se volta mais para as questões de ensino e o CNPq, para a pesquisa. O objetivo básico do CNPq foi desde o início fomentar as atividades de pesquisa, por meio de auxílios para a manutenção de laboratórios, além de capacitar científica e tecnologicamente os profissionais através da concessão de bolsas de estudos. Com essa política, já em 1951 o CNPq concedeu 48 bolsas de fomento à pesquisa no país e no exterior. Uma década depois, foram concedidas 299 bolsas no país e 20 bolsas no exterior; e em 1971 foram concedidas 2163 bolsas no país e 95 no exterior, entre bolsas de iniciação à pesquisa, formação e qualificação, e estímulo à pesquisa (AEI/CNPq, 2006). O decreto de criação do CNPq definia que o Conselho teria entre suas atribuições:

a) Promover investigações científicas e tecnológicas (...)

b) Auxiliar a formação e o aperfeiçoamento de pesquisadores e técnicos, organizando ou cooperando na organização de programas especializados (...) concedendo bolsas de estudo ou de pesquisa e promovendo estágios em instituições técnico-científicas e em estabelecimentos industriais no país ou no exterior.

(Lei no. 1.130/51, da criação do CNPq)

Na década de 70, o CNPq passou a coordenar o Sistema Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (SNDCT), criado para formalmente organizar a ação governamental na área de C&T. O Decreto nº. 70.553/72, de criação do SNDCT, delimitou as áreas de competência na formulação e execução da política nacional de desenvolvimento do setor de C&T, atribuindo ao CNPq as tarefas de assessoramento sob o ponto de vista científico e tecnológico.

Este decreto estabeleceu que as atividades do setor devessem ser organizadas sob a forma de um sistema, no qual deveriam se integrar todas as entidades usuárias de recursos governamentais para quaisquer fins vinculados à pesquisa científica e tecnológica. Estabeleceu também o esquema que iria orientar a elaboração dos Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Coube ao CNPq a função de articulador da política de C&T, na qual a formação de recursos humanos era uma das missões estratégicas.

Paralelamente, a Capes tem desempenhado, desde a sua criação, papel de fomento no sistema de pós-graduação, subsidiando o Ministério da Educação na formulação de políticas da pós-graduação, coordenando e estimulando a formação de recursos humanos para a docência em grau superior, a pesquisa e o atendimento da demanda por profissionais dos setores públicos e privados. Além da concessão de bolsas no país e no exterior, a Capes atua no apoio à infraestrutura do sistema, no custeio de dissertações e teses, e apoio a outras atividades acadêmicas.

A agência tem por finalidades a elaboração de planos de atuação setoriais ou regionais; promoção de estudos e avaliações necessários ao desempenho de suas atividades; apoio ao processo de desenvolvimento científico e tecnológico nacional; manutenção do intercâmbio e contato com outros órgãos da Administração Pública ou entidades privadas nacionais e internacionais. Dentre as responsabilidades da Capes está a de elaborar a proposta do Plano Nacional de Pós-Graduação, acompanhando e coordenando a sua respectiva execução. Esses planos têm sido, segundo Soares *et al* (2002, p. 74),

“Elemento crucial na construção do sistema, imprimindo uma direção para sua consolidação e institucionalização. Através deles realizaram-se diagnósticos sobre a situação da pós-graduação e foi formulado um conjunto de metas e de ações que em grande parte foram cumpridas.”

A Capes criou, a partir da década de 70, um sistema de acompanhamento e avaliação da pós-graduação que, apesar de incompleto e de analisar mais quantitativamente do que qualitativamente (Hortale, 2003; Spagnolo e Calhau, 2002), tem tido um papel importante na consolidação do sistema, contribuindo para que os programas aumentem e mantenham um padrão de qualidade. O sistema de credenciamento também é um dos pontos fortes da política da Capes. Como apontado por Martins (2005:09):

“Um dos êxitos desse sistema deve-se à montagem de um eficiente método de credenciamento, no qual se analisa não apenas a pertinência da abertura dos programas, mas suas condições acadêmicas de funcionamento, procurando detectar e sanar suas possíveis falhas”.

Ao lado dessas instituições, ao longo do tempo foram construídos dispositivos legais para a sustentação e o direcionamento do sistema. Em 1961, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação fez uma referência explícita aos programas de PG, embora de maneira bastante ampla, mencionando que estes configuravam entre as modalidades de ensino, como “programas abertos à matrícula de candidatos que hajam concluído a graduação e obtido os respectivos diplomas” (LDB 1961). Foi o parecer 977/65, da Câmara de Ensino Superior do então Conselho Federal de Educação, que de fato teve fundamental relevância para a criação e expansão da PG no País, uma vez que formou o balizamento legal da estrutura e do funcionamento dos programas.

O texto do parecer 977/65 está subdividido nos tópicos: definição da pós-graduação; origem; necessidade, conceito; o exemplo da PG nos Estados Unidos; a PG na LDB de 1961; a PG e o Estatuto do Magistério; definição e característica do mestrado e doutorado. De acordo com o parecer, a PG tem como objetivos a formação de um corpo docente preparado e competente e de pesquisadores de alto nível, e a qualificação profissional de outros quadros técnico-administrativos necessários ao desenvolvimento nacional.

Outro documento a ser destacado é a Lei 5.540/68, da Reforma Universitária, que estabeleceu no Art. 17 que “nas universidades e nos estabelecimentos isolados de ensino superior” poderiam ser ministrados, entre outros, programas de PG, abertos à matrícula de candidatos diplomados em programas de graduação que preenchessem as condições prescritas em

cada caso. A Lei definiu que caberia ao Conselho Federal de Educação conceituar os programas de PG e baixar normas gerais para a sua organização.

O parecer nº. 77/69, no contexto da Lei 5.540/68, estabeleceu os procedimentos, requisitos e condições para o credenciamento dos programas de PG. Também relatado por Newton Sucupira (autor do parecer 977/65), o parecer 77/69 fixou as exigências explicitadas e defendidas no parecer nº 977/65. Podem ser destacados: o processo de credenciamento e re-credenciamento a cada cinco anos, o estabelecimento de que o credenciamento dos programas de PG seria concedido mediante parecer do Conselho Federal de Educação e homologado pelo Ministro da Educação e Cultura, e a definição dos requisitos básicos para a organização e funcionamento dos programas, inclusive a qualificação do corpo docente e sua produção científica.

De acordo com Martins (2005), os pareceres 977/65 e 77/69 tiveram importância fundamental, tanto no conceito como no formato da PG. Após quatro décadas da edição desses pareceres, a constituição do sistema da PG brasileira é um dos melhores resultados da política científica e tecnológica brasileira. Pelos resultados apresentados pela PG e pelo seu padrão de qualidade, constata-se que o País, com a atuação da comunidade acadêmica, do CNPq e da Capes, e apoiado nos instrumentos legais que orientam o funcionamento da PG, foi capaz de constituir um amplo e diversificado sistema que representa a dimensão de maior êxito do ensino brasileiro (Matos e Velloso, 2002; Martins, 2005).

3.3 O início das atividades de pós-graduação no INPE

Na década de 60, enquanto o sistema de pós-graduação estava sendo organizado, o INPE (então GOCNAE) dava os primeiros passos para a constituição de seu núcleo de PG. A formação de recursos humanos foi um objetivo explícito do Instituto, desde a sua criação. O Art. 2º. do Decreto 51.133, de 3 de agosto de 1961, que criou o GOCNAE, apontava que entre suas atribuições estava:

(...) exercer outras atividades que se relacionem com as atribuições, previstas no presente artigo, inclusive o desenvolvimento de intercâmbio técnico-científico e a cooperação internacional, a promoção de formação

de especialistas e a coordenação entre as atividades espaciais e a indústria brasileira". (grifo nosso)

Naquele período, programas de PG em funcionamento regular quase inexistiam no País, como expressou o Parecer 977/65 e o decreto nº 63.343/68. Segundo o decreto, que tratou da implantação de Centros de Pós-Graduação, as universidades nacionais, naquela época, não dispunham de recursos humanos e materiais suficientes que permitissem a criação de programas de pós-graduação nos diferentes campos do conhecimento. Embora não tivesse caráter universitário, mas como órgão subordinado ao CNPq, alinhando-se aos objetivos do Conselho e diante da necessidade de desenvolver competências na área espacial, até então raras no país, o INPE,

"(...) decidiu assumir esse papel [de ensino] porque o Brasil não contava, na época, com centros educacionais voltados para a preparação de especialistas em pesquisa e em desenvolvimento espacial". (Oliveira, 2003:35)

Em 1963 foram iniciadas as atividades de pesquisa e a formação do grupo de pesquisadores. Foi ainda formalizado o planejamento da "vida futura da organização" (INPE, 1974b), que estipulou que no período 1968-72 seria dada ênfase para a formação de pessoal, logo após o período da implantação do Instituto. Seguindo esse objetivo, o INPE criou, em 1966, o Programa Porvir para formar especialistas, mestres e doutores, tanto no campo da ciência espacial, como no das aplicações de interesse do país em meteorologia, comunicações educacionais, levantamento de recursos naturais, transferência de tecnologia e computação aplicada. O programa buscava "motivar todos os seus elementos humanos a darem contribuição válida para o desenvolvimento do país" (Kamoi e Ribeiro, 1975: 42). Uma das diretrizes do programa era sugerir assuntos de tese que abordassem os problemas reais nas áreas de saúde, agricultura, educação etc.

A partir de 1966, com o apoio do CNPq e de outros órgãos internacionais, o INPE enviou estudantes brasileiros para o exterior. Naquele período, uma equipe de pesquisadores foi para os Estados Unidos para fazer doutorado em universidades como de Stanford, da Califórnia, de Michigan e de Cornell. Nos anos seguintes, outros pesquisadores foram para universidades

francesas e inglesas (Oliveira, 2003: 34). Como ocorreu em outras instituições (Martins, 2005), o retorno dos pesquisadores que se especializaram no exterior e a vinda de pesquisadores de outros países contribuíram com a implantação dos primeiros programas no INPE.

O período da publicação do Parecer 977/65 foi chamado por Saviani (1988) de “período heróico”, porque foi necessário criar as condições para a implantação de pós-graduação *stricto sensu* praticamente a partir “do nada”. A pós-graduação do INPE também viveu esse “período heróico”. A organização dos primeiros programas contou com atores institucionais cuja formação era, na maioria dos casos, de pesquisa e tecnologia, mas que se empenharam em traçar também os perfis pedagógicos dos cursos e, à medida que delineavam a condução dos projetos da Instituição, também colaboravam com os currículos dos programas.

Em 1971 o GOCNAE foi extinto e foi criado o Instituto de Pesquisas Espaciais, subordinado ao CNPq e sob orientação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE). A formação de recursos humanos continuou a ser um dos principais objetivos do Instituto. O Decreto nº 68.532/71, de criação do INPE, apontava que entre suas atribuições estava:

“(...) promover a formação e o aperfeiçoamento de pesquisadores e técnicos; organizar programas especializados ou cooperar na organização dos mesmos; conceder bolsas de estudo ou de pesquisa e promover estágios em instituições técnico-científicas e em estabelecimentos industriais do País ou do Exterior”.

(Art. 3º. do Decreto nº 68.532, de 22 de abril de 1971).

O Decreto nº 69.905, de 1972, que estabeleceu o primeiro Regimento do INPE, definia as atribuições de uma área de ensino, à qual se subordinava a “Seção de Formação e Orientação” que, juntamente com o Comitê Acadêmico, os Coordenadores de Área e o Corpo Docente, formavam o sistema de ensino no Instituto. À Seção de Formação e Orientação caberia:

“A organização dos programas e programas de pós-graduação e dos outros programas aprovados, e da orientação das atividades escolares dos alunos”. (Art. 34 do Decreto nº 69.905, de 6 de janeiro de 1972)

Naquele momento, já havia programas em andamento nas áreas de ciência espacial e da atmosfera, eletrônica e telecomunicações, análise de sistemas e aplicações, sensores remotos e aplicações, computação aplicada e tecnologias educacionais, conduzidos por um corpo docente formado principalmente pelos pesquisadores e tecnologistas do Instituto. Estes programas tinham objetivos bem definidos, alinhados aos objetivos dos projetos que estavam nascendo e aos objetivos dos programas *stricto sensu* expressos no Parecer 977/65 e no texto da Reforma Universitária. Ou seja, os programas tinham natureza acadêmica e de pesquisa, eram voltados para a formação de pesquisadores para os projetos do INPE e de docentes que viriam a atuar nos próprios programas.

Segundo Kamoi e Ribeiro (1975), os candidatos aos programas eram escolhidos com base na sua classificação nas universidades, sendo escolhidos aqueles colocados no primeiro terço superior das suas turmas. Deste modo, o Instituto procurava garantir o nível de excelência nos trabalhos acadêmicos e de pesquisa, uma vez que os alunos se dedicavam aos estudos e ao trabalho no próprio Instituto.

Integrando ensino, pesquisa e desenvolvimento, no início da década de 70 iniciou-se o mestrado em Tecnologias Educacionais, originado do “Projeto Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares” (SACI). O objetivo do projeto era a tele-educação com emprego de satélites. A integração ensino-pesquisa buscava permitir a atualização e o conhecimento científico no desenvolvimento de tecnologias educacionais próprias e transferência de tecnologias desenvolvidas em outras partes do mundo. Os alunos dedicaram-se à elaboração de materiais didáticos, técnicas de avaliação e no re-estudo de procedimentos de ensino (INPE, 1974a). Dentre as contribuições desse projeto para a educação do país destacam-se a introdução da primeira experiência de aplicação da tecnologia de satélites na educação e, através do programa Tecnologias Educacionais, a formação de 64 mestres em educação entre 1970 e 1974, dentre os quais muitos vieram a atuar no ensino superior brasileiro. Uma característica marcante, de acordo com Andrade (2005), é que o programa esteve intimamente ligado à prática. Uma vez que o projeto SACI era uma área de desenvolvimento, o programa Tecnologias Educacionais teve caráter de “treinamento em serviço”.

Na década de 70, dentro da política modernizadora do governo, o sistema científico e a formação de recursos humanos eram vistos como elementos de importância estratégica. Ao

mesmo tempo, o crescimento econômico do país se dava com a participação de investimentos estrangeiros (Morel, 1979), o que reforçava a dependência científica e tecnológica dos países “periféricos” como o Brasil que se vinculavam aos “centrais” na forma de uma parceria em que era maior a compra de *know-how* do que o desenvolvimento de competência própria, inclusive a competência dos recursos humanos. Nesse contexto, a política de PG adotada pelo INPE convergiu para o objetivo do país de criar uma massa crítica nacional que pudesse impulsionar o desenvolvimento através de competência própria e, paralelamente, ao inter-relacionar as dissertações, teses e projetos com a realidade e as necessidades nacionais, o Instituto buscou contribuir para a solução de problemas reais do país.

O mestrado em Engenharia de Sistemas, criado em 1968, teve por objetivo formar profissionais especializados em técnicas de gerenciamento para empreendimentos de grande porte e para responder à “necessidade de capacitação de pessoal na área científica e tecnológica em sistemas e planejamento, administração e capacitação gerencial” (Kamoi e Ribeiro, 1975:7). Inspirando-se no complexo sistema montado pelos Estados Unidos para gerir o projeto Apollo, que culminou com a primeira viagem do homem à Lua em julho de 1969 (Oliveira, 1991), esse programa buscava a formação e aperfeiçoamento de recursos humanos capazes de gerar idéias e dar assessoramento em política científica para o setor espacial, e aptos a atuar no planejamento, controle e avaliação de projetos. Entre os anos de 1968 e 1976, o programa formou 114 mestres.

Os primeiros programas do INPE possuíam características *sui generis* (INPE, 1974). O relatório enviado para o CNPq com o pedido de credenciamento do programa de Ciência Espacial ressaltava que no INPE o ensino estava intimamente associado à pesquisa, com professores lecionando apenas um ou, no máximo, dois programas e o resto do tempo atuando na pesquisa; e que, de maneira similar, os alunos assistiam aulas pela manhã e pela tarde trabalhavam em projetos, “desenvolvendo assim experiência maior que a obtida simplesmente em trabalhos de tese ou dissertação” (INPE, 1974). Com essa política de integração ensino-pesquisa, os estudantes não eram somente estudantes de pós-graduação, mas se desenvolviam ao lado de experientes pesquisadores e atuavam ativamente nos projetos.

Como resultado do esforço dedicado ao ensino, ao longo de quatro décadas o Instituto formou 1346 mestres e 290 doutores, como mostra o quadro a seguir.

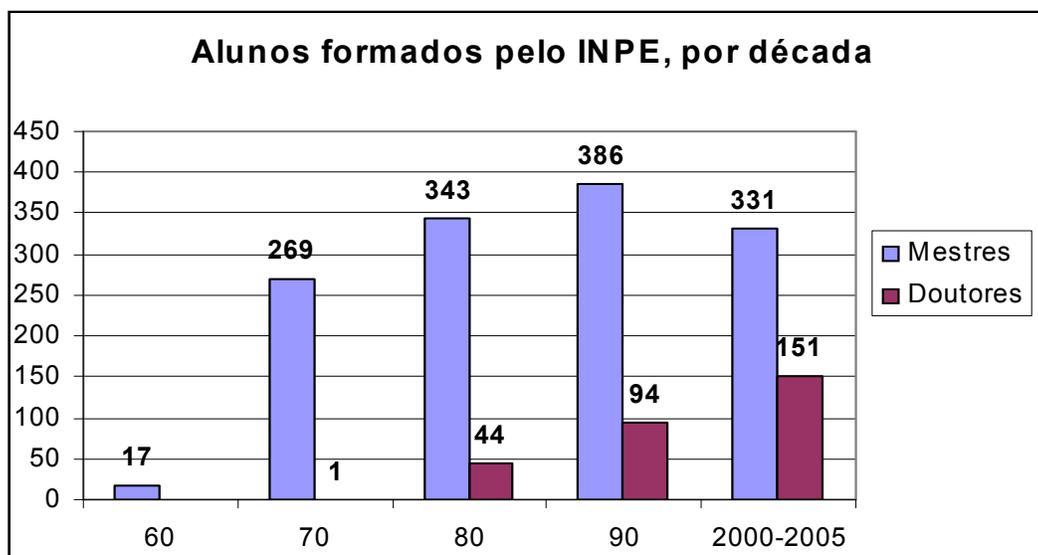


Gráfico 3.1 – Alunos formados pelo INPE entre 1968 e 2005.

Alguns dos programas iniciados na década de 60 foram extintos, outros desmembrados ou reestruturados. Atualmente o Instituto conta com os programas de Astrofísica, Geofísica Espacial, Sensoriamento Remoto, Meteorologia, Engenharia e Tecnologias Espaciais e Computação Aplicada. A Tabela 1 apresenta o ano de reconhecimento dos programas que foram extintos ou desmembrados.

Tabela 3.1 - Ano de Reconhecimento dos Programas extintos ou desmembrados

PROGRAMA	MESTRADO	DOUTORADO
Ciência Espacial (desmembrado em 1994)	1968	1973
Tecnologias Educacionais (transferido para Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 1974)	-	-
Análise de Sistemas (extinto em 1990)	1971	1973
Eletrônica e Telecomunicações (extinto em 1989)	1968	1982

Todos os programas atualmente em andamento são reconhecidos pela Capes. A Tabela 2 apresenta o ano de reconhecimento desses programas.

Tabela 3.2 - Ano de reconhecimento dos Programas em andamento

PROGRAMA	MESTRADO	DOUTORADO
Computação Aplicada	1968	1974
Astrofísica	1994	1994
Geofísica Espacial	1994	1994
Engenharia e Tecnologia Espaciais	1994	1994
Meteorologia	1968	1974
Sensoriamento Remoto	1972	1998

A racionalidade sobre a qual se estruturou a PG no INPE, qual seja, a da relação estreita entre ensino, pesquisa e atividade em projetos concretos de desenvolvimento e produção, encontra respaldo na literatura que analisa o papel da formação de recursos humanos nos processos de inovação tecnológica. Segundo Mowery e Sampat (2004), a condução em conjunto da pesquisa e ensino, sob as circunstâncias apropriadas, permite que cada uma das atividades possa ser realizada de modo mais eficaz. Essa condução permite que os estudantes sejam agentes ativos no processo de aprendizagem. Ao envolver os alunos na pesquisa, os programas do INPE estimularam que esses ultrapassassem a fronteira dos rituais meramente acadêmicos. Na avaliação de Hill (2006) o envolvimento dos alunos em projetos concretos de pesquisa e desenvolvimento é importante especialmente para a transmissão dos componentes tácitos do conhecimento. No exemplo do INPE, a integração pesquisa-ensino é possivelmente a melhor estratégia adotada na estruturação do núcleo de PG.

Para que se possa, na prática, verificar se as premissas conceituais e o formato de PG adotado pelo INPE lograram atingir os objetivos planejados – qual seja: a formação de especialistas na área espacial, de forma a atender tanto as necessidades do INPE como a de outras instituições atuando no setor – foi feita a análise detalhada com os egressos de dois programas. É disso que trata a próxima seção.

3.4 A Trajetória dos Programas de Astrofísica e Geofísica Espacial

Os programas de Astrofísica e Geofísica Espacial fizeram parte do Programa de Ciência Espacial (PCE), primeiramente denominado Ciência Espacial e da Atmosfera, organizado a partir

de 1968. O PCE inicialmente contou com áreas de concentração em Combustão e Propulsão, e Astrogeofísica. A partir de 1972 foi criada a área de concentração em Mecânica Orbital. Em 1980 teve início a área de concentração em Rádio-Astronomia e Astrofísica.

Durante a década de 70, entre os principais objetivos do INPE estava a formação e aperfeiçoamento de pessoal científico nas áreas de Geofísica e Astrofísica (área de concentração Astrogeofísica) para que o país reforçasse sua posição na comunidade científica mundial e pudesse vir a ter sua própria tecnologia. Essas áreas estavam vinculadas à “Missão Ciência Espacial” que, no período 1976-1979, era responsável por 55% das publicações do Instituto em periódicos de circulação internacional (INPE, 1980).

Alguns dos projetos relacionados com a PCEA na década de 70 eram: a formação de engenheiros especializados em sistemas de propulsão de foguetes, meteorologia por satélites, estudos rádio-astronômicos, desenvolvimento de técnicas de medidas geofísicas e astrofísicas por meio de balões estratosféricos, entre outros. Naquela década, os mestres e doutores obtinham o título em “Ciências Espaciais e da Atmosfera”.

Em 1994 houve o desmembramento do PCEA, e as áreas de concentração em Astrogeofísica e Astrofísica deram origem a programas isolados. A área de Combustão e Propulsão e a área de Mecânica Orbital passaram a ser área de concentração do Programa de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE). A Figura a seguir mostra a organização do PCE até 1994.

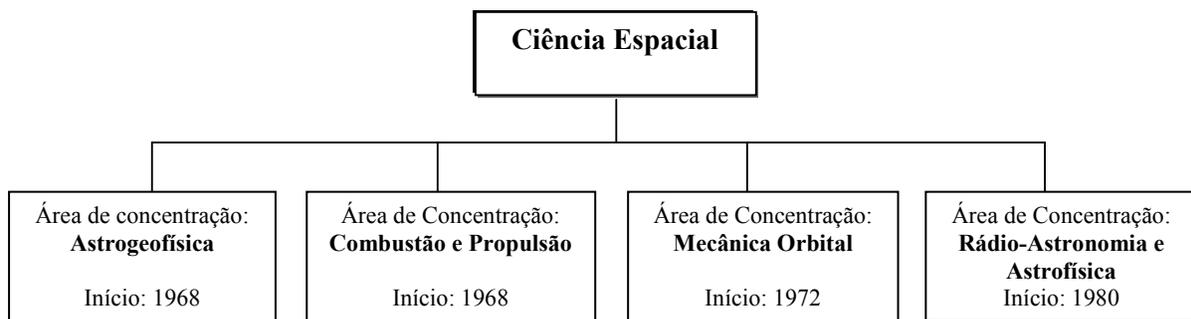


Figura 3.1 - Áreas de Concentração do Programa de Ciência Espacial até 1994.

3.4.1 O Programa de Geofísica Espacial

Embora o programa tenha sido reconhecido em 1994, o mestrado existe de fato desde 1968 e o doutorado desde 1974, ambos como área de concentração do PCE. O programa formou os primeiros mestres do INPE em 1968. Os dois primeiros doutores do programa se formaram em 1980.

Segundo o Regimento, os seus objetivos são:

“formação de pessoal já graduado, preferencialmente nas áreas de ciências exatas e engenharias, capacitando-os a atuar nas áreas de ensino, pesquisa e aplicações em universidades, institutos de pesquisas e empresas, em questões que envolvam o desenvolvimento da pesquisa espacial ou, ainda, advindas do conhecimento direto de ciência ou de tecnologia associada”.

Desde o início, o programa contou com docentes pesquisadores do próprio Instituto. Entre 1968 e 2005, formaram-se 103 mestres e 70 doutores. O gráfico a seguir apresenta o número de formados por década.

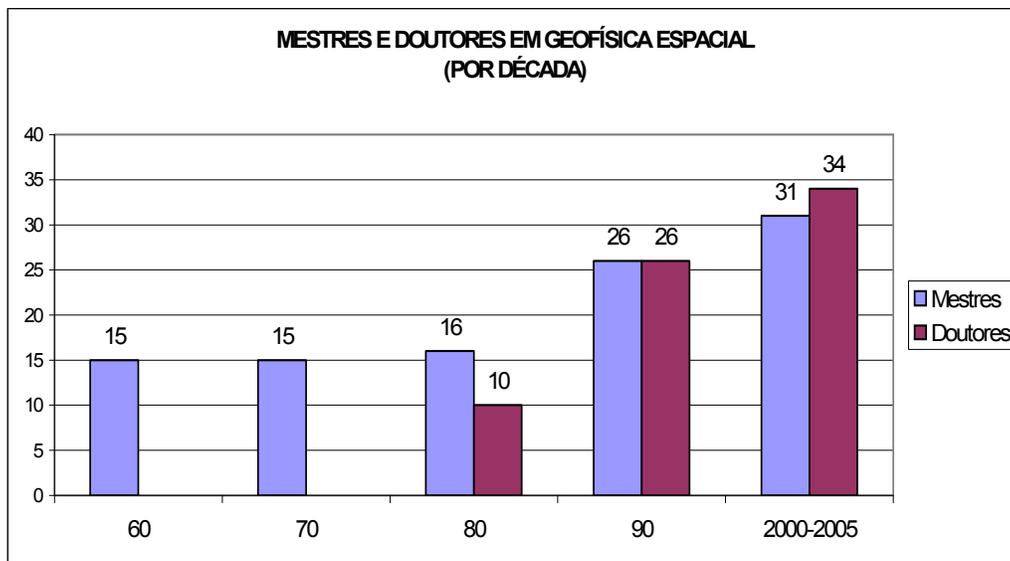


Gráfico 3.2 – Mestres e Doutores em Geofísica Espacial

3.4.2 Perfil dos mestres e doutores em Geofísica Espacial: Áreas de graduação, última titulação e atuação profissional

A maior parte dos mestres e doutores obteve graduação em instituições públicas, em maior número nas áreas de Física e Engenharias, seguidas por Astronomia, Ciência da Computação e Meteorologia; em instituições como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A falta de homogeneidade na formação, identificada já na década de 70 seria, segundo o Relatório de Atividades do INPE de 1975, compensada por disciplinas que se destinavam a nivelar os conhecimentos. Atualmente não há disciplina específica para esse fim. Essa heterogeneidade ao longo dos anos não permite afirmar que em algum período tenha sido dada prioridade a uma ou outra área de graduação em determinados períodos, embora a maior parte dos que ingressaram no programa tenham sido da área de Física.

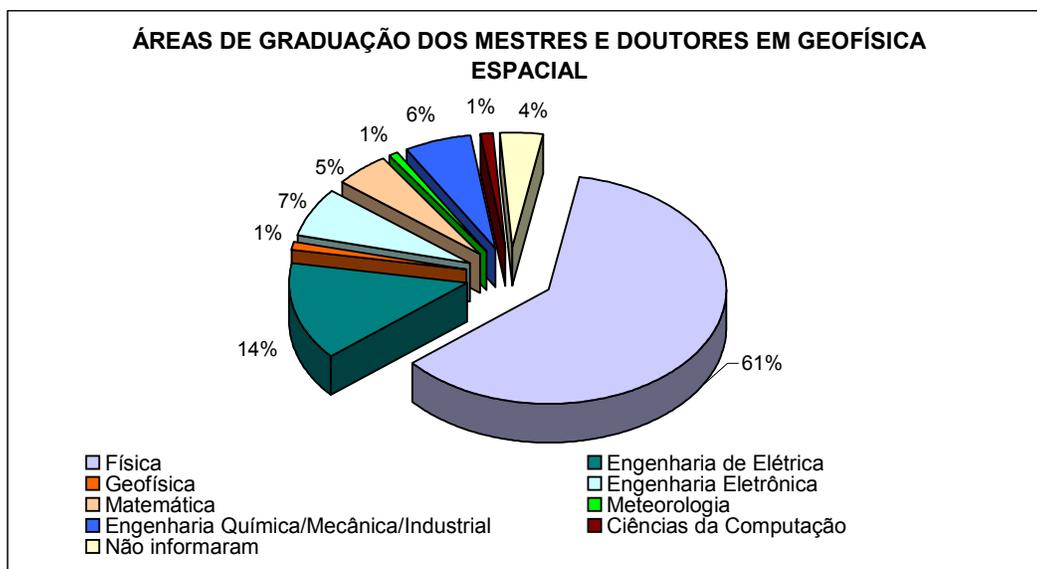


Gráfico 3.3 – Áreas de graduação dos mestres em Geofísica Espacial

Trinta e oito por cento dos mestres formados no INPE realizaram também o doutorado no Instituto. A última titulação de 56% dos egressos é o doutorado, 38% o pós-doutorado e 6% o mestrado. Entre os doutores formados, 55% já concluíram também o pós-doutorado.

Quanto à instituição de destino, 85% dos egressos estão no INPE ou em instituições de ensino superior (Tabela 3). Dos que estão no INPE, a maior parte tem como última titulação o pós-doutorado e atua como pesquisadores efetivos ou como bolsistas do CNPq.

Oito por cento dos egressos atuam em outras instituições de C&T, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), o Ministério do Meio Ambiente, o Ministério da Ciência e Tecnologia e a Fapesp. Os demais egressos (13%) não informaram a instituição de destino.

Tabela 3.3 – Instituições de destino dos egressos do programa de Geofísica Espacial

INSTITUIÇÃO DE DESTINO	% DE EGRESSOS
INPE	57%
Instituição de Ensino Superior	28%
Outras Instituições de C&T	6%
Instituição de Ensino Médio	9%

A relação entre as instituições de destino dos egressos e a última titulação obtida mostra que aqueles que concluíram o pós-doutorado concentram-se no INPE. Para aqueles que têm como última titulação o doutorado, as principais instituições são o INPE e as instituições de ensino, onde se concentram 79% desses egressos. A distribuição por nível de titulação é apresentada na Tabela a seguir.

Tabela 3.4 – Última titulação e instituição de destino dos mestres e doutores em Geofísica Espacial

ÚLTIMA TITULAÇÃO	PERCENTUAL DE EGROSSOS				TOTAL
	INPE	OUTRAS INSTITUIÇÕES DE C&T	INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR	NÃO INFORMARAM	
MESTRADO	68%	16%	-	16%	100%
DOUTORADO	42%	8%	37%	13%	100%
PÓS-DOCTOR	75%	3%	19%	3%	100%

Quanto ao vínculo com o INPE, observou-se que a maior parte daqueles que obtiveram os títulos entre 1968 e 1999 são atualmente ocupantes de cargos efetivos. No entanto, o vínculo dos que se formaram entre 2000 e 2005 se dá principalmente através de bolsas de agências de fomento à pesquisa. Esse quadro reflete a política de contratação do governo federal nos últimos anos que retraiu a contratação de pesquisadores em cargos efetivos. Por outro lado, esse quadro mostra a forte atuação das agências, sobretudo o CNPq, ao incentivar a permanência de pesquisadores e alunos-bolsistas na Instituição.

3.4.3 O Programa de Astrofísica

O Programa teve início como área de concentração do PCE em 1980, com a transferência do Centro de Radioastronomia e Astrofísica Mackenzie, do Observatório Nacional para o INPE, por determinação do CNPq. Em 1994, com o desmembramento do PCE, a área de concentração passou a ser o Programa de Astrofísica.

O Regimento do Programa aponta que o objetivo deste é “formar especialistas e realizar pesquisa científica nas várias áreas da Astrofísica”. Segundo a coordenação do programa, os tópicos das dissertações e teses são, em geral, intimamente vinculados aos projetos e atividades de pesquisas em desenvolvimento na Divisão de Astrofísica do INPE.

Entre 1982 e 2005, formaram-se 65 mestres e 34 doutores em Astrofísica. O gráfico a seguir apresenta o número de formados por década.

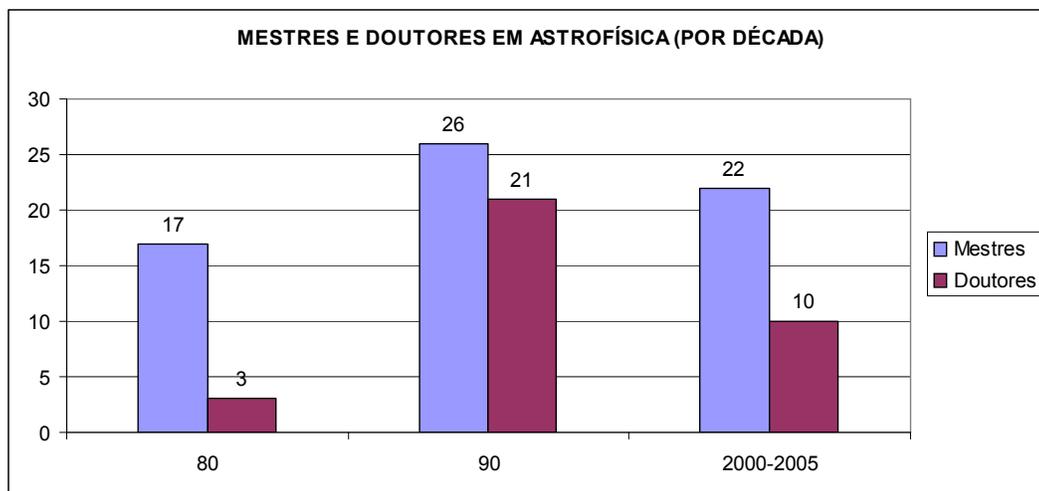


Gráfico 3.4 - Alunos formados em Astrofísica entre 1980 e 2005.

3.4.4 Perfil dos mestres e doutores em Astrofísica: Áreas de graduação, última titulação e atuação profissional

A maior parte dos egressos obteve graduação em Física (68%), principalmente em instituições públicas, dentre as quais a USP e a UFRJ. Os graduados em instituições privadas vieram em maior número da Universidade Mackenzie. O ingresso de graduados em Física se distribuiu ao longo do tempo no programa, mesclando-se a outras áreas como Astronomia e Matemática, entre outras (Gráfico 3.5). Como ocorre no programa de Geofísica Espacial, a heterogeneidade na graduação dos alunos ao longo dos anos não permite afirmar que em algum período tenha sido dada prioridade a uma ou outra área de graduação, embora a maioria dos alunos se concentre na área de Física.

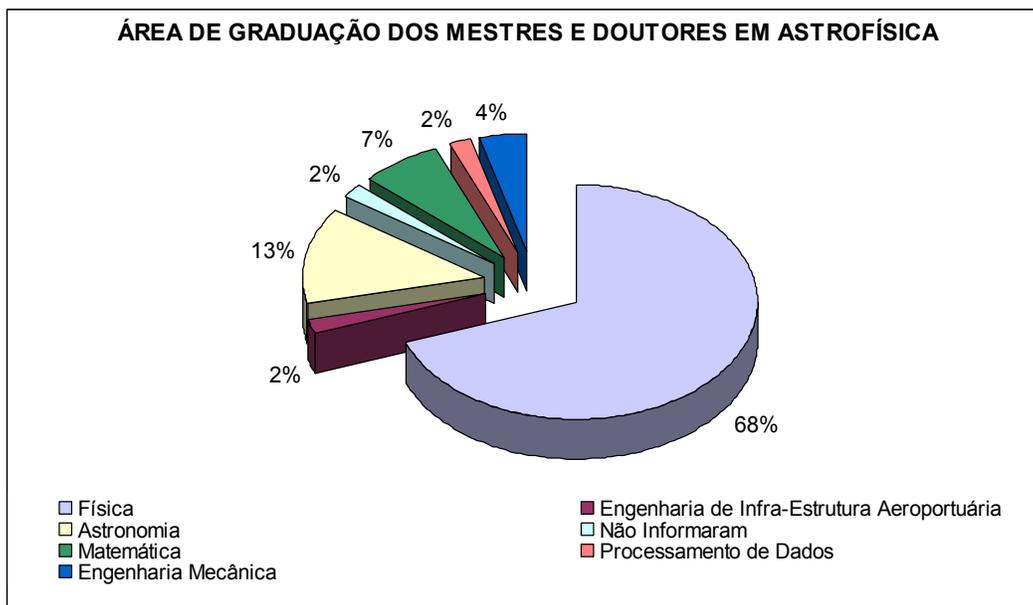


Gráfico 3.5 – Áreas de graduação dos mestres e doutores em Astrofísica

Aproximadamente metade dos egressos do mestrado realizou também o doutorado no INPE. A última titulação de 18% dos egressos é o mestrado, 43% o doutorado e 39% o pós-doutorado. A maior parte dos doutores formados continuou sua formação acadêmica, concluiu ou está cursando o pós-doutorado.

Quanto à instituição de destino, 89% dos egressos estão no INPE ou em instituições de ensino superior (Tabela 3.5). Dos que estão no INPE, aproximadamente metade tem como última titulação o pós-doutorado e atuam como pesquisadores, alunos-bolsistas ou com outras bolsas do CNPq. Dos que estão em instituições de ensino superior, 53% tem o doutorado como última titulação e 30% o pós-doutorado.

Tabela 3.5 – Instituições de destino dos egressos do programa de Astrofísica

INSTITUIÇÃO DE DESTINO	% DE EGRESSOS
INPE	46%
Instituição de Ensino Superior	43%
Outras Instituições de C&T	9%
Instituição de Ensino Médio	2%

A inserção de mais de 40% dos egressos como pesquisadores no INPE mostra que o programa tem atendido principalmente a demanda interna, contribuindo diretamente para as várias áreas da Astrofísica. E mais, o número expressivo de egressos que atuam como professores mostra que o programa não só tem contribuído para a formação de pesquisadores como também de agentes difusores do conhecimento espacial em instituições de ensino.

Ao relacionar a instituição de destino e a última titulação obtida, procurou-se saber se a relação nível de formação e atuação em pesquisa se confirmaria, considerando que a formação continuada é uma característica comum daqueles que se dedicam à pesquisa. Os resultados mostram que sim. A maioria dos que buscam a formação continuada têm vínculo com instituições de pesquisa, principalmente com o INPE, onde há maior concentração dos que obtiveram os mais altos graus acadêmicos.

A tabela 6 mostra a relação entre a última titulação obtida e as instituições de destino dos mestres e doutores do Programa.

Tabela 3.6 – Última titulação e instituição de destino dos mestres e doutores em Astrofísica

ÚLTIMA TITULAÇÃO	PERCENTUAL DE EGRESSOS				
	INPE	OUTRAS INSTITUIÇÕES DE C&T	INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR	INSTITUIÇÕES DE ENSINO MÉDIO	TOTAL
MESTRADO	40%	10%	40%	10%	100%
DOCTORADO	39%	13%	48%	-	100%
PÓS-DOCTOR	57%	5%	38%	-	100%

Observa-se que há um grande número de egressos vinculados a instituições de ensino superior, principalmente como professores (91%). Dentre essas instituições está a Universidade Paulista Júlio de Mesquita (UNESP), a Universidade Presbiteriana Mackenzie e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Outras instituições de Ciência e Tecnologia como o Comando Geral Aeroespacial (CTA) e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) também são instituições onde há egressos do Programa.

3.5 Considerações

Ao se analisar o contexto e a forma como se deu a constituição do núcleo de pós-graduação do INPE, percebe-se que a história desse núcleo está entrelaçada com a história do Instituto. Não seria possível separá-las. Desde o início, o INPE buscou favorecer o “casamento da pesquisa com a pós-graduação”, em um processo de aprendizado fortemente impulsionado pela interação entre a pesquisa, experiência prática e ação, que permite aos alunos “aprenderem fazendo” e “aprenderem interagindo”. Nesse processo, o Instituto tem contado com a atuação de atores individuais que se alinham aos objetivos do Instituto na direção de formar recursos humanos para compor seus quadros e o de outras instituições.

Embora na década de 60 o país estivesse em um contexto de dependência científica e tecnológica em relação aos países “centrais”, principalmente os Estados Unidos, o Instituto buscou constituir “personalidade” própria na pós-graduação. Desde o início, o INPE perseguiu os objetivos de interação com a realidade nacional, aliança entre pesquisa e ensino, e formação de recursos humanos para atuar em atividades espaciais se não “completas”, sobretudo “brasileiras”.

Embora não seja uma universidade, o Instituto abraçou o desafio de formar recursos humanos, mostrando a viabilidade de novos arranjos institucionais para a produção do conhecimento. O número de formados e a contribuição dos egressos dos dois cursos estudados para o Instituto e para outras instituições de ensino e pesquisa dão um panorama da contribuição do núcleo de PG do INPE para o avanço das atividades espaciais e do conhecimento sobre o espaço no Brasil.

Os resultados obtidos através dos dados dos egressos dos Programas de Astrofísica e Geofísica Espacial apontam que a formação continuada é uma característica comum dos formados. Observa-se também que aqueles que têm maior nível de titulação estão em maior número em instituições de pesquisa. Além desses que atuam diretamente no desenvolvimento de atividades espaciais, há um grande número de egressos em instituições de ensino superior, ou seja, atuando na difusão do conhecimento na área espacial. Como a contribuição dos programas para a formação do quadro de pesquisadores do INPE é bastante representativa, durante a análise dos dados foram levantadas informações sobre a composição do quadro de servidores da Coordenação de Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA) do INPE, área a que se vinculam aos programas. Atualmente, 61% dos doutores ativos na CEA são egressos dos programas do INPE, o que reafirma a contribuição dos programas para a qualificação do pessoal da própria Instituição.

As instituições de C&T em que os egressos atuam são públicas, o que já seria esperado, visto que são essas que concentram as atividades de pesquisa espacial no país. A falta de atores institucionais da iniciativa privada, que é uma das características do programa espacial brasileiro, sem dúvida dificulta a inserção profissional dos mestres e doutores. Em virtude disso, muitos não têm vínculo empregatício, principalmente os formados nos anos mais recentes. É importante ressaltar que só entre os anos 2000 e 2005 foram concedidos 97 títulos de mestre e doutor nos programas de Geofísica Espacial e Astrofísica do INPE e grande parte desses egressos ainda não tem vínculo profissional efetivo. A limitação da absorção pelo INPE dos pós-graduados nos últimos anos e a falta de oportunidades de inserção em outras instituições são questões que chamam a atenção e que certamente requerem outros estudos, pois extrapolam os objetivos desse trabalho.

Finalmente, ao se analisar como o INPE organizou suas estratégias de constituição do núcleo de PG, constata-se que a principal característica do Instituto é a aliança pesquisa-desenvolvimento-ensino, através de um modelo inovador de produção do conhecimento.

3.6 Referências Bibliográficas

ANDRADE, A. A. M. de. Politics and its affect on the production of identities and institutions: the experience of the State of Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Educação**. 2005, No. 30. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782005000300011&lng=en&nrm=iso>.

CAPES. **Histórico da Capes**. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/capes/portal/conteudo/10/historico.htm>. Acesso em setembro de 2006.

CNPq. **Bolsas no País e no Exterior**. Brasília: AEI/CNPq. 2006. Disponível em <<http://www.cnpq.br>> Acesso em setembro de 2006.

CURY, C. R. J. Quadragésimo Ano do Parecer CFE no. 977/65. **Revista Brasileira de Educação**. Nº 30. São Paulo: ANPED. 2005. 7-20 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n30/a02n30.pdf>. Acesso em setembro de 2006.

DAGNINO, R. P.; NOVAES, H. T. **A Adequação Sócio-Técnica como Insumo para a Recuperação do Complexo Público Superior de Ensino e Pesquisa**. 2005 Disponível em: http://www.cori.rei.unicamp.br/CT/resul_trbs.php?cod=94

GIBBONS, M. *et al.* **The New Production of Knowledge: Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies**. London: Sage Publications Ltd. 1994. 170 p.

GUIMARÃES, R. FNDCT: uma nova missão. *In Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio*. Simon Schwartzman (coord). Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1995. p. 257-331

HILL, K.. Productivity and Prosperity Project. **Universities in the U.S. National Innovation System**. Arizona State University, 2006. 26 p.

HORTALE, V. A. **Modelo de Avaliação CAPES: desejável e necessário, porém, incompleto**. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 19(6): 1837-1840, 2003.

INPE. **Pedido de Credenciamento, pelo Conselho Federal de Educação, do Curso Ciência Espacial.** São José dos Campos, INPE. 1967.

INPE. **Relatório de Atividades do Instituto de Pesquisas Espaciais no exercício de 1972.** São José dos Campos, INPE. 1972. 165 p.

INPE. **Pedido de Credenciamento, pelo CFE, dos Cursos de Pós-Graduação em Ciência Espacial e Análise de Sistemas e Aplicações nos níveis de mestre e doutor.** Vol. 1. São José dos Campos, INPE. 1973. 101 p.

INPE. **Pedido de Credenciamento, pelo Conselho Federal de Educação, do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional no nível de Mestre.** Vol. 1. São José dos Campos, INPE. 1974. 55 p.

INPE. **Relatório de Atividades do INPE, em Ciência Espacial, durante o ano de 1974.** São José dos Campos, INPE. 1975. 23 p.

INPE. **Relatório de Atividades do INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais – ano 1999.** São José dos Campos, INPE. 1980. 60 p.

KAMOI, M. L.; RIBEIRO, F. F. **Relatório de Atividades de 1975.** São José dos Campos, INPE: 1976. 48 p.

KERR-PONTES, L. *et al.* Uma reflexão sobre o processo de avaliação das pós-graduações brasileiras com ênfase na área de saúde coletiva. **Revista de Saúde Coletiva.** Vol. 15. Nº 1. Rio de Janeiro, 2005.

LUDKE, M. Differing influences on the constitution and expansion of the system of postgraduate studies in education in Brazil. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, n. 30, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782005000300009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em setembro de 2006.

MARTINS, C.B. (org). **Para onde vai a Pós-graduação em Ciências Sociais no Brasil.** Bauru, SP: Edusc, 2005. 268 p.

MEC. **Desenvolvimento da Pós-Graduação no Brasil**. MEC: 1971. p. 72-88.

MOURA CASTRO, Cláudio. **Ciência e Universidade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 1985. p. 11-22.

MOWERY, D. C.; SAMPAT B. N. Universities in national innovation systems, ch. 8 in J. Fagerberg, D. C. Mowery and R.R. Nelson (eds.), **Oxford Handbook of Innovation**, Oxford University Press, Oxford. 2004. p. 209-239.

OLIVEIRA, F. I. **Caminhos para o Espaço: 30 anos de INPE**. São Paulo: Editora Contexto. 1991. 112p.

OLIVEN, Arabela C.; NEVES, Clarissa E. Baeta. Mestres e Doutores em Geociências. **A Pós-Graduação no Brasil: Formação e Trabalho de Mestres e Doutores no País**. Vol. 2. Capes: 2003. p. 158-183.

PERILO, S. A.; NASCIMENTO, P.T.; SILVA, R.F. **Discussões sobre o Perfil Organizacional e Sugestões de Diretrizes Institucionais para o INPE**. São José dos Campos: INPE, 1992. 35 p.

SAVIANI, Demerval. **Política e Educação no Brasil: O papel do Congresso Nacional na Legislação do Ensino**. São Paulo: Cortez Editora. 1988. 163 p.

SOARES, Maria Suzana Arroza *et al.* **A Educação Superior no Brasil**. Instituto Internacional para a Educação Superior na América Latina e no Caribe IESALC. Porto Alegre. 2002. 112 p. Disponível em: <http://www.iesalc.unesco.org.ve/programas/nacionales/brasil/infnac_br1.pdf>. Acesso em 10 de setembro de 2006.

SPAGNOLO, F.; CALHAU, M. G. **Observadores internacionais avaliam a avaliação da CAPES**, Infocapes, Brasília (DF), v. 10, n. 1, p. 7-34, 2002.

VELLOSO, J. (Org). **Formação de Doutores no País ou Exterior?** Doutores na Pós-Graduação de Excelência. Brasília: Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, 2002. 260 p.

CAPÍTULO 4

A PÓS-GRADUAÇÃO DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS NUMA PERSPECTIVA DE GÊNERO

Artigo submetido para publicação: MOREIRA, Maria Lígia; VELHO, Lea. A Pós-Graduação do Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais numa perspectiva de gênero.

Submetido para publicação: *Cadernos Pagu*, Núcleo de Estudos de Gênero Pagu/Universidade Estadual de Campinas, em abril de 2009.

(ISSN: 0104-8333)

Classificação Qualis do Periódico: A2 (Educação)

4.1 Introdução

Ainda que as mulheres tenham participado ativamente na emergência, constituição, divulgação e institucionalização de diversas disciplinas científicas (Sedeño, 2000), foi nos últimos anos que houve expressivo crescimento do contingente das mulheres em atividades de ciência e tecnologia (C&T), graças, em parte, aos movimentos feministas que estimularam a entrada delas nas universidades, nos centros de pesquisa e no mercado de trabalho (Leta *et al*, 2006).

Apesar desse crescimento, os dados globais sobre a participação das mulheres em atividades científicas escondem áreas do conhecimento, instituições e atividades em que tal aumento ainda não pode ser notado, ou é muito lento. Além disso, o crescimento na participação das mulheres nessas atividades não significa papéis iguais ou igualitários – os homens ainda estão nas posições mais altas e de poder de decisão.

O envolvimento das mulheres em atividades científicas no Brasil reflete, em linhas gerais, o panorama global. Apesar do crescimento da participação de mulheres, grande parte das disciplinas e áreas do conhecimento é dominada por homens, e elas ainda são vistas como exceção, principalmente em algumas ciências exatas. E, apesar das transformações pelas quais passaram algumas profissões, principalmente a partir da década de 70, que abriram novas possibilidades para as mulheres que se formaram em carreiras nas quais os homens eram maioria, as opções feitas pelas mulheres ainda se concentram em algumas áreas específicas do conhecimento relacionadas principalmente à educação, saúde e bem estar social, humanidades e artes. Mesmo tendo havido uma pequena evolução no número de mulheres nas engenharias, construção e produção na última década, ainda há dispersão em áreas como ciências, matemática e computação (MEC, 2008).

A concentração de mulheres em disciplinas científicas particulares e a ausência delas em outras ainda não foi suficientemente explicada, mas, pelo menos em parte, é resultado de processos de socialização de homens e mulheres para papéis sexuais bastante distintos. Esse fenômeno, conhecido como *gender tracking*, tem se mostrado extremamente persistente e refratário a mudanças, mesmo na presença de políticas destinadas a enfrentá-lo (Mason & Goulden, 2003). Por isso, estudiosos do tema têm apontado e reafirmado a importância de realizar estudos no nível micro que explorem as razões que levam algumas mulheres a buscar as profissões tipicamente “masculinas” e, assim, ajudem a entender “o mistério do lento progresso das mulheres nessas áreas” (Angiers, 2009:2).

À luz do exposto, este estudo traçou como objetivo principal analisar a inserção das mulheres nos cursos de Pós-Graduação *stricto sensu* desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, refletindo sobre a motivação delas para a formação em áreas e disciplinas em que os homens estão em maior número – as ciências exatas, da terra e engenharias – e sobre a contribuição dos cursos para suas carreiras profissionais.

O argumento desenvolvido é de que características específicas dos cursos do Instituto colaboram para o crescimento da participação de mulheres ao longo dos anos, motivando-as para a formação e para o ingresso na área espacial. Conhecer o grau de participação das mulheres, suas motivações para buscarem os cursos, e as percepções sobre o impacto dos cursos na sua vida profissional contribuirá para a elaboração de ações que estimulem a multiplicidade de abordagens

na área espacial, enriquecendo o ambiente acadêmico e profissional da área, através da participação igualitária de homens e mulheres.

O estudo se inicia com a apresentação das explicações oferecidas na literatura especializada para a assimetria que se verifica entre a participação de homens e mulheres na ciência, assim como para a existência de áreas do conhecimento e profissões consideradas “tipicamente masculinas” e “tipicamente femininas”. É apresentada e discutida uma amostra da participação das mulheres na ciência brasileira utilizando dados do ensino superior e dos grupos de pesquisa do CNPq, entre outras instituições. E, a seguir, é analisada a participação das mulheres nos cursos do INPE, a partir de dados obtidos da Plataforma Lates do CNPq e do Serviço de Pós-Graduação do Instituto, e das entrevistas estruturadas com ex-alunas e ex-alunos do INPE.

4.2 Gênero e produção do conhecimento

Partindo do entendimento de que a produção de C&T seria independente do contexto social, político e econômico, foi considerado por muito tempo que os atores sociais não tinham qualquer influência no conteúdo ou na trajetória do conhecimento. Quando, a partir da década de 40, as dimensões sociais e históricas passaram a ser reconhecidas no processo de construção do conhecimento, também o sujeito pretensamente neutro passou a ser considerado. Assim, a relevância do sujeito, o caráter situado do conhecimento e seus elos com o poder passaram a ser levados em conta e os estudos feministas de C&T começaram a discutir esses e outros aspectos (Cabral, 2007).

A partir da década de 80 foram criados nas universidades - inclusive em algumas universidades brasileiras - centros de estudos sobre a mulher e estudos de gênero e feminismos (Narvaz e Koller, 2006). No entanto, mesmo que estudos sobre gênero e ciências venham se consolidando como campo disciplinar desde aquela década, ainda hoje no Brasil esses estudos são dispersos, mostrando que há muito trabalho para ser feito, a começar por uma sistematização do que existe publicado (Lopes, 1998).

A distribuição dos gêneros nas disciplinas mostra claramente a diferenciação entre homens e mulheres na ciência. Este fenômeno, segundo Keller (1988), é resultado de um tipo de

educação que atribui papéis distintos a meninas e meninos e que, em geral, influencia o desenvolvimento de características pessoais e profissionais entendidas muito mais como “emocionais” e do que “científicas” para as meninas. No decorrer do processo de socialização, meninos são vistos como naturalmente aptos para as disciplinas exatas, enquanto as meninas são estimuladas para as sociais. E mesmo quando ascendem às carreiras acadêmicas em áreas para as quais presumidamente seriam mais aptas, as mulheres enfrentam desafios para os quais muitas vezes não foram educadas ou estimuladas, como processos acadêmicos competitivos ou o compromisso de dedicação exclusiva ao trabalho científico (Velho, 2006).

Em geral, a ciência é vista como uma atividade “tipicamente masculina” (Hayashi *et al*, 2007) e a imagem de cientista é associada aos homens e, apesar da presença das mulheres no mundo científico, os “grandes cientistas”, aqueles que são percebidos como porta-vozes autorizados da ciência, como os prêmios Nobel, membros da Academia de Ciências, diretores de instituições prestigiosas ou de laboratórios de elite, são na maioria dos casos do sexo masculino (Löwy, 2000).

Sobre a diferenciação de papéis na ciência, Kirkup e Keller (1992) argumentam que esta questão é debatida não somente porque as mulheres na ciência têm sido historicamente invisíveis, mas também porque há interpenetração entre o que se chama de gênero e de ciência. A ciência moderna é constituída de um conjunto de exclusões, tais como sentimentos e subjetividades que são atribuídas ao comportamento feminino. Portanto, “aprender a ser cientista é aprender atributos que nossa cultura atribui ao masculino” (Kirkup e Keller, 1992:47).

Nas carreiras onde os homens são maioria, como as engenharias, muitas vezes as mulheres enfrentam o paradoxo de serem visíveis como mulheres, mas invisíveis como profissionais. Ao mesmo tempo em que enfrentam pressões para não perder sua feminilidade e para não se comportarem como homens é esperado das mulheres engenheiras que se adaptem e se tornem “um dos rapazes, parte do grupo que compõe o espaço masculino” (Faulkner, 2006:14).

Eisenhart e Finkel (1998), ao estudarem as trajetórias de homens e mulheres dedicados à ciência e engenharia nos Estados Unidos, afirmam que ainda que estas e aqueles comecem suas carreiras como cientistas igualmente preparados, as mulheres na academia tendem - não por escolha própria, mas por designação superior - a iniciar suas carreiras como instrutoras,

professoras e outras posições hierarquicamente inferiores. Em muitos casos, essa tendência inicial de ocupar posições de menor *status* continua durante toda a carreira.

Considerando essas limitantes para o desenvolvimento da carreira científica pelas mulheres, muitos autores buscam explicar como elas poderão ultrapassar o “teto de cristal” (Hayashi *et al*, 2006). Etzkowitz (2007) argumenta que há um fosso entre os valores ideais da ciência e aqueles efetivamente praticados, na medida em que as práticas sociais discriminatórias na ciência são levadas a cabo por cientistas que esperam que seu trabalho seja avaliado de acordo com critérios universalistas.

A ciência é cheia de desigualdades que invadem as carreiras profissionais e o espaço pessoal das mulheres. Se por um lado no século XIX algumas mulheres quebraram as barreiras e entraram nos laboratórios e na carreira acadêmica, a desigualdade de posições e oportunidades persiste, tornando difícil a determinação do provérbio “se o copo está meio cheio ou meio vazio” (Etzkowitz, 2007).

Ao longo desta pesquisa ficou evidente que os estudos sobre gênero e ciência têm um objetivo em comum, seja implícito ou explícito: refletir por que a participação das mulheres em C&T é importante. Há uma diversidade de abordagens, entre as quais a que ressalta o dinamismo em certas áreas do conhecimento e daí importância da formação de equipes de pesquisa interdisciplinares e com múltiplos pontos-de-vista, o que é estimulado em equipes compostas por homens e por mulheres (Medeiros, 2008; Etzkowitz, 2007). Uma outra abordagem ressalta a contribuição que mulheres com formação científica podem dar, seja no campo pessoal, acadêmico ou profissional, para a formação de novas gerações de cientistas, contribuindo, conseqüentemente, para a expansão das atividades de C&T (Eisenhart e Finkel, 1998; Souza, 2001) e para a construção de forma igualitária do sistema nacional de pesquisa (Melo e Lastres, 2006).

4.3 Mulheres na produção da ciência brasileira

A educação, que entre outros aspectos mais amplos pode ser vista simultaneamente como causa e efeito da mudança operada nos papéis femininos, também imprimiu uma decisiva direção ao ingresso de mulheres no mundo científico (Ferreira *et al*, 2008).

Beltrão e Alves (2004) afirmam que a reversão do hiato de gênero na educação brasileira possivelmente tenha sido a maior conquista das mulheres brasileiras no século XX. Elas souberam aproveitar as oportunidades criadas pelas transformações estruturais e institucionais ocorridas no país, dentre as quais as mudanças ocorridas no sistema escolar que garantiu equivalência de todos os cursos de grau médio e abriu a possibilidade das mulheres que faziam magistério disputarem os vestibulares.

Uma inovação importante para o desenvolvimento da C&T no país foi a estruturação da pós-graduação a partir da década de 60, onde as mulheres lograram aumentar significativamente sua participação. Na década de 70 o número de mulheres matriculadas em cursos de doutorado no Brasil representava 20,5% do total e três décadas depois ultrapassa os 50%, segundo dados do CNPq (Tabela 1).

Tabela 4.1 – Distribuição das alunas em cursos de mestrado e doutorado
no período 2000-2006

Nível de treinamento	2000	2002	2004	2006
	% Mulheres	% Mulheres	% Mulheres	% Mulheres
Doutorado	49%	52%	53%	54%
Mestrado	52%	55%	56%	57%

Fonte: Diretório dos grupos de pesquisa, CNPq.

O aumento global da participação das mulheres na pós-graduação pode ser explicado, em parte, pelo aumento dos cursos, alunos e titulados em Ciências Humanas e Biológicas, onde elas se concentram. Entre 2000 e 2006 o número de cursos em Humanas aumentou 53% e em áreas Biológicas aumentou 43%, enquanto que os de Exatas e da Terra aumentaram 33%.

As mulheres com bolsas do CNPq que se titularam no doutorado no período 1996-2003 se concentraram principalmente nas áreas de lingüística, letras e artes (74%), ciências biológicas (63% dos titulados); humanas (57%); e saúde (57%); enquanto os homens se dedicaram em maior proporção às engenharias, ciências exatas e da terra, e agrárias, confirmando a tendência da procura delas por cursos ou departamentos tradicionalmente tidos como femininos, enquanto os

homens procuram por setores de maior prestígio social e econômico (Dias, 2001; Keller, 1988), exceção feita à área biológica que nos últimos anos teve uma grande ascensão (Carvalho, 2008). Somente nas ciências sociais aplicadas o número de homens e mulheres bolsistas ficou bem próximo.

Tabela 4.2 – Número de ex-bolsistas do CNPq que se titularam no Doutorado, entre 1996-2003, segundo a grande área e sexo

Grande área	Numero de Mulheres	Número de Homens	% Mulheres
Ciências Exatas e da Terra	700	1.272	35%
Ciências Biológicas	953	543	63%
Ciências Humanas	817	589	57%
Engenharias	415	931	30%
Ciências Agrárias	510	751	40%
Ciências da Saúde	675	500	57%
Ciências Sociais Aplicadas	225	265	49%
Linguística, Letras e Artes	319	111	74%
Não informada	16	16	50%
<i>Total de titulados</i>	<i>4.630</i>	<i>4.978</i>	<i>48%</i>

Fonte: CNPq

Como resultado da trajetória de formação, atualmente há mais mulheres atuando como docentes em Humanidades do que em Engenharias. Tanto em instituições privadas de ensino superior como nas públicas, as mulheres representam menos da metade dos docentes, e é clara a concentração delas em algumas áreas do conhecimento (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Docentes em instituições de ensino superior, por sexo, segundo grande área

Grande área de docência	Mulheres	Homens	Não informado	% Mulheres
Agricultura e veterinária	3.854	7.382	92	34%
Ciências, matemática e computação	13.028	21.967	209	37%
Ciências Sociais, negócios e direito	33.205	51.886	202	39%
Educação	29.487	20.611	236	59%
Engenharia, produção e construção	7.492	20.743	118	26%
Humanidades e artes	7.148	7.176	59	49%
Saúde e bem-estar social	31.578	25.700	403	55%
Serviços	4.987	4.827	7	51%

Fonte: MEC/INEP/Sinaes

Apesar do processo de socialização que atribui papéis sociais distintos, é reconhecido que os meios formais de acesso à formação científica são, em tese, iguais para homens e mulheres. Deste modo, seria possível afirmar que uma vez dentro do sistema de C&T as oportunidades são iguais para ambos os gêneros? As evidências disponíveis indicam que há um descompasso entre a participação das mulheres e a ocupação de cargos de maior prestígio e mesmo quando homens e mulheres estão na mesma carreira, há distinção entre suas trajetórias profissionais: enquanto muitos deles chegam ao final das carreiras em cargos de direção, muitas delas chegam com atividades de apoio e assessoria.

Hayashi *et al* (2006) observam que poucos rostos femininos são vistos nos mais altos cargos de poder e prestígio em C&T, fenômeno que tem sido referido como “teto de cristal”, o que pode ser evidenciado quando se olha para a participação das mulheres em cargos de direção em universidades e institutos de pesquisa no Brasil. Em 2008, havia apenas uma mulher em cargo de reitoria entre todas as universidades federais. Em cargos de assessoria o número de mulheres é bem mais significativo. Uma vez que ocupar altos postos hierárquicos significa ter poder de

decisão, a participação das mulheres em cargos que assessoram esses altos postos mostra que, embora estejam envolvidas nos assuntos estratégicos nessas instituições e de fato contribuam com a gestão e desenvolvimento de C&T, o poder de decisão ainda é dos homens e as trajetórias profissionais de muitas mulheres ficam nos limites do “teto de cristal”.

Entre as possíveis explicações para as causas da representação desproporcional de mulheres em C&T, está a que atribui o problema a diferenças biológicas, cognitivas ou de socialização entre os dois sexos. Segundo Soares (2001), os argumentos mais comuns em favor desta hipótese são que mulheres não possuem controle emocional para suportar as pressões frequentes em cargos de comando, que mulheres não tomam decisões objetivas e são socialmente educadas para serem protegidas e, desta forma, não adquirem a agressividade necessária para competir. Uma segunda perspectiva propõe que os padrões institucionais determinam as escolhas individuais, que por sua vez mantêm e reforçam ciclicamente estes mesmos padrões. Assim, a questão de mulheres em C&T é o resultado de estruturas institucionais inapropriadas e não da inaptidão feminina para as áreas de C&T. Como um efeito cíclico, o reduzido número de mulheres em cargos de decisão continua imprimindo comportamentos e padrões masculinos na condução da ciência e, conseqüentemente na implementação de políticas e medidas que estimulem uma maior participação feminina em C&T.

4.4 Participação das mulheres no INPE

Criado em 1961, o INPE originou-se do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), como principal órgão de execução civil para o desenvolvimento das pesquisas espaciais no Brasil. O Instituto tem 11 unidades, distribuídas nos Estados de Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, São Paulo e no Distrito Federal. A unidade principal está localizada em São José dos Campos (São Paulo), onde funciona o Serviço de Pós-Graduação.

Atualmente, as mulheres representam 26% do total de servidores nas carreiras de gestão, pesquisa e desenvolvimento. Atualmente, o cargo chefe de gabinete da Direção do Instituto, que associa funções de gestão estratégica e de planejamento técnico-científico, é ocupado por uma pesquisadora. Nas chefias das coordenações, laboratórios e centros ligados às atividades-fim do Instituto não há nenhuma mulher (ciência do sistema terrestre, laboratórios associados, ciências

espaciais e atmosféricas, entre outros). Por outro lado, nas áreas de gestão, as mulheres ocupam 27% dos cargos de chefia (informação e documentação, gestão de pessoas, gestão de competências, assistência e benefícios, entre outras áreas), mostrando um ambiente tipicamente masculino, do ponto de vista das lideranças internas das atividades-fim.

O quadro de pesquisadores e tecnologistas do INPE é constituído por 502 profissionais, dos quais 19% são mulheres. Destes 502 profissionais, 48% dos homens são doutores, enquanto 10% das mulheres são doutoras (Gráfico 1).

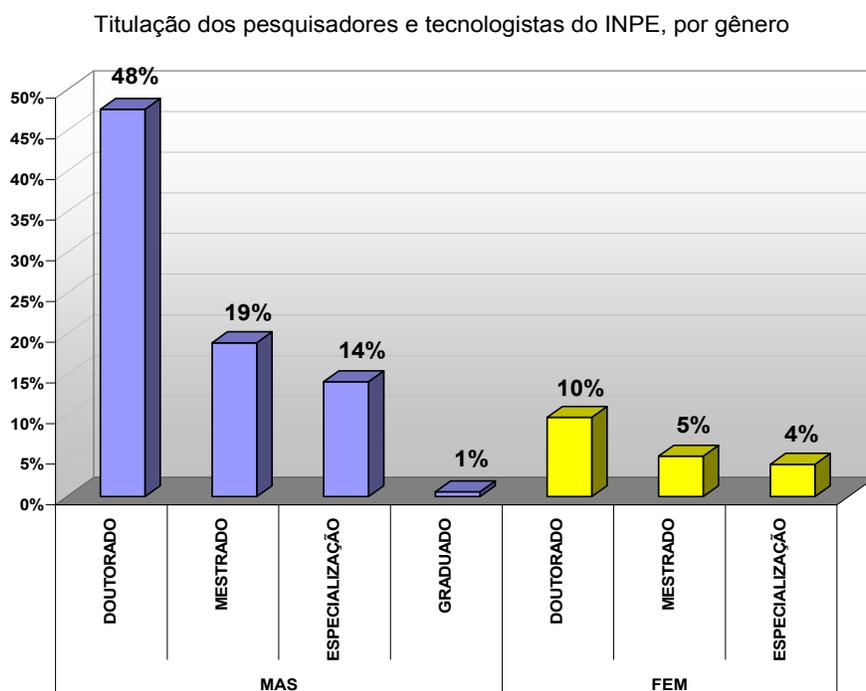


Gráfico 4.1 – Titulação dos pesquisadores e tecnologistas do INPE, por gênero.

4.5 Mulheres na Pós-Graduação do INPE

O Instituto, desde a sua criação, teve entre seus objetivos a formação de especialistas e, de modo a atender a esse objetivo, iniciou suas atividades de ensino através do núcleo de pós-graduação a partir do final da década de 60.

Os primeiros programas do INPE tinham natureza acadêmica e de pesquisa, eram voltados para a formação de pesquisadores para os projetos institucionais e de docentes que

viriam a atuar nos próprios programas. Ao longo do tempo, alguns programas foram reestruturados e outros extintos, como os cursos de Engenharia de Sistemas e Tecnologias Educacionais.

O mestrado em Engenharia de Sistemas formou 114 mestres, entre os quais 19% eram mulheres. No curso de Tecnologias Educacionais, entre os pós-graduados 73% eram mulheres, confirmando a atração delas pela área da educação (Melo e Lastres, 2006).

O INPE oferece atualmente seis programas com cursos de mestrado e doutorado. Nestes cursos, até março de 2008 titularam-se 1540 mestres e doutores, dos quais 27% são mulheres.

Tabela 4.4 - Número de titulados nos cursos de PG até 2007

Programas	Total	Homens	Mulheres	% Mulheres
ASTROFÍSICA				
Mestrado	70	55	15	21%
Doutorado	37	29	8	22%
GEOFÍSICA ESPACIAL	108	84	24	22%
Mestrado	75	58	17	23%
Doutorado				
COMPUTAÇÃO APLICADA	243	179	64	26%
Mestrado	87	62	25	29%
Doutorado				
ENGENHARIA E TECNOLOGIA ESPACIAL	196	156	40	20%
Mestrado	55	40	15	27%
Doutorado				
METEOROLOGIA				
Mestrado	196	127	69	35%
Doutorado	55	34	21	38%
SENSORIAMENTO REMOTO	389	280	109	28%
Mestrado	29	20	9	31%
Doutorado				
TOTAL	1540	1124	416	27%

Fonte: Serviço de Pós-Graduação do INPE

A presença das mulheres nos cursos do Instituto tem aumentado desde a criação dos programas (Gráficos 2 a 7). Nos cursos de mestrado e doutorado em computação aplicada atualmente a participação de homens é o dobro da participação de mulheres. Contudo, enquanto a participação de homens aumentou seis vezes desde a criação dos cursos (de 19 alunos nos anos 70 para 112 entre 2000-2007), a participação de mulheres aumentou quase 28 vezes (de duas alunas nos anos 70 para 54 entre 2000-2007). Mesmo assim, os homens ainda correspondem a 67% dos titulados em computação, área que tem sido apontada como a mais masculina do sistema de C&T brasileiro com apenas 25% de pesquisadoras (Cabral, 2006).

Dados do censo do ano 2000 mostram que 3.865 homens e 1.528 mulheres – 28% do total de titulados - concluíram mestrado ou doutorado em Computação naquele ano (IBGE, 2000). Das 41 bolsas concedidas pelo CNPq para formação e qualificação no exterior em 2008 na área de Computação, apenas seis (cerca de 15%) são ocupadas por mulheres e das 1.184 bolsas no país, apenas 195 (16%) foram concedidas a mulheres (CNPq, 2008). Ao lado disso, o número de mulheres na graduação em computação tem diminuído, tal como o da UNICAMP que chegou a 2005 com apenas 5 alunas em uma turma de 50 (Schwartz *et al*, 2005).

Essa tendência à diminuição da presença de mulheres, entretanto, não se verificou no caso da pós-graduação em computação no INPE. As entrevistas feitas com as egressas indicam que alguns aspectos dos cursos de computação do INPE – a interdisciplinaridade e aplicação na área espacial – podem ser o fator de atração das mulheres. As dissertações e teses têm como objeto de estudo dados meteorológicos, sistemas para aeronaves, extração de atributos de imagens digitais, gerência de projetos, entre outros, aplicados a vários segmentos da área aeroespacial e as alunas vêm de diferentes áreas de graduação como Engenharia Cartográfica, Ciência da Computação, Administração de Empresas, Matemática, etc. De fato, como argumentado por Etkowitz (2007), o surgimento de novos campos interdisciplinares, em que as hierarquias ainda não estão bem estabelecidas, abre novas possibilidades para as mulheres enquanto profissionais. Uma entrevistada apontou que:

“O doutorado em Computação Aplicada permitiu a integração de conhecimentos na área de computação muito importantes para o desenvolvimento da cartografia digital e de SIG, e com isso, pude desenvolver minha pesquisa numa área de conhecimento na Cartografia,

na época, recém estabelecida dentro da Associação Cartográfica Internacional, denominada de Visualização Cartográfica, o que caracteriza, sem dúvida alguma, pesquisa de ponta (...)”.

A tendência de aumento da participação feminina ao longo dos anos também ocorreu nos cursos de Meteorologia, Engenharia e Tecnologia Espacial, Sensoriamento Remoto e Geofísica. Entre o ano 2000 e 2007, no curso de Meteorologia houve maior proporção de mulheres em comparação aos demais cursos. Essa é uma área de pesquisa que cresceu muito nos últimos anos devido principalmente aos estudos de mudanças climáticas. No INPE, o curso é parte integrante das atividades do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) que combina atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos com atividades operacionais de previsão de tempo e clima, propiciando um ambiente de trabalho de formação acadêmica e profissional. As respostas das egressas dos cursos de Meteorologia confirmam que a infraestrutura oferecida pelos cursos e a facilidade em aplicar os conhecimentos foram importantes na formação. As entrevistadas destacaram:

“O nível dos Cursos de mestrado e doutorado que fiz no INPE foi excelente. O título deu um peso grande a minha vida profissional, pois concluir o Curso no INPE (mestrado e doutorado) não era fácil! Também, nosso treinamento foi intensivo, amplo, voltado para a pesquisa, o que proporcionou uma visão mais global da Meteorologia. Com isso, tornei-me mais crítica cientificamente, mais exigente por pesquisa de qualidade, e tendo acesso a uma infra-estrutura para pesquisa que poucas instituições têm disponível (biblioteca, dados, contatos internacionais e nacionais etc).”

“[Eu] Trabalhava no desenvolvimento de aplicações científicas e poderia cursar a pós-graduação com enfoque nestas aplicações”.

A variação no número de mulheres no programa de Sensoriamento Remoto foi de 22% na década de 70 para 37% nos anos 2000. As egressas apontaram como principal motivo da opção pela instituição a competência dos pesquisadores que atuam na pós-graduação e por ser este um curso de excelência – o conceito dos cursos na Capes é 6, na escala em que 7 é a nota

máxima. O fato de as linhas de pesquisa serem multidisciplinares (agricultura, geologia, hidrosfera, ecossistemas, geoprocessamento etc.), contribui para o ingresso de alunos com formação graduada em diferentes áreas e disciplinas. A interdisciplinaridade do curso, segundo uma entrevistada fez com que houvesse moldado nela um perfil profissional extremamente híbrido e versátil. Para algumas entrevistadas, o curso de Sensoriamento Remoto do INPE contribuiu para uma formação sólida e o treinamento para a pesquisa. A importância do aprendizado da aplicação da tecnologia também foi destacada.

Nos cursos de Engenharia e Tecnologia Espacial a variação do número de mulheres foi grande - de zero na década de 70 para 31% do total de alunos nos anos 2000. Para uma entrevistada, graduada em Engenharia Industrial Química, a infra-estrutura e ambiente de trabalho, com técnicos especializados e ótimos professores foram fundamentais para a escolha da pós-graduação no INPE.

Por outro lado, nos curso de Astrofísica o número de homens no período 2000-2007 é três vezes maior do que quando o curso foi iniciado nos anos 80, enquanto a participação das mulheres diminuiu. Nos anos 80 o número de mulheres nos cursos de Astrofísica era de 50% do total e em 2007 era de 20%. A entrevista com as egressas apontou algumas dificuldades de inserção profissional reveladas já durante o curso. Segundo uma entrevistada, o reconhecimento internacional do curso abriu portas para ela no exterior, embora no decorrer do curso tenham sido poucas as possibilidades de aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Os gráficos a seguir apresentam a variação da participação das mulheres ao longo dos anos, por programa.

Gráfico 4.2 – Evolução do número de titulados em Computação Aplicada, por gênero

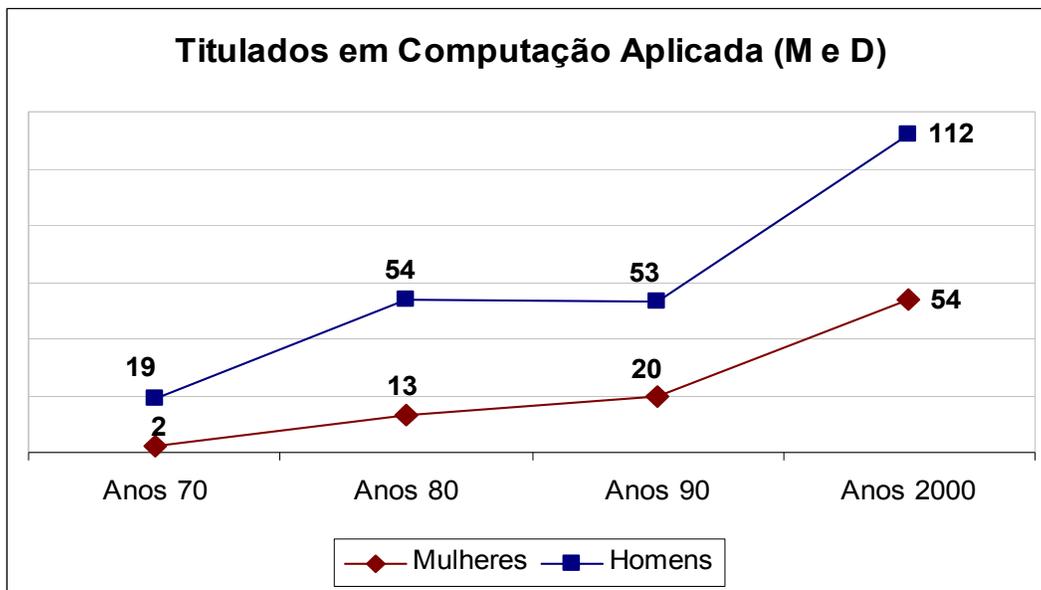


Gráfico 4.3 – Evolução do número de titulados em Meteorologia, por gênero

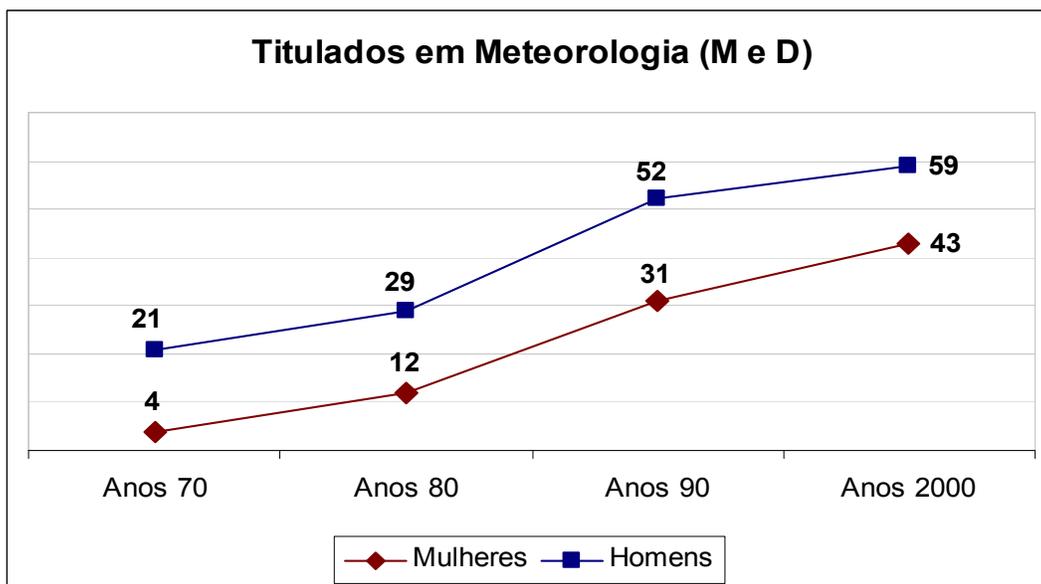


Gráfico 4.4 – Evolução do número de titulados em Sensoriamento Remoto, por gênero

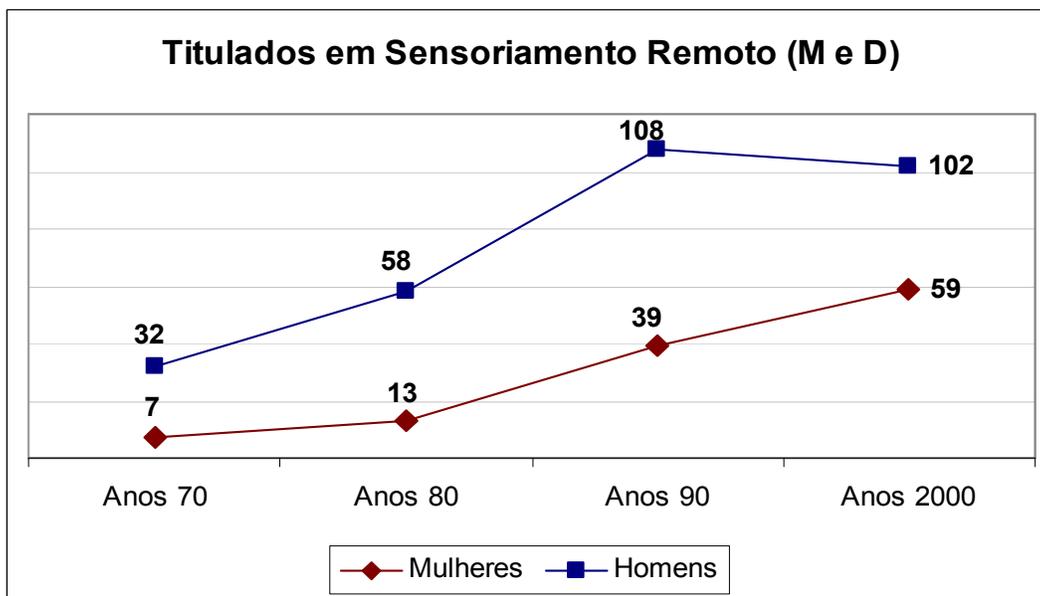


Gráfico 4.5 – Evolução do número de titulados em Astrofísica, por gênero

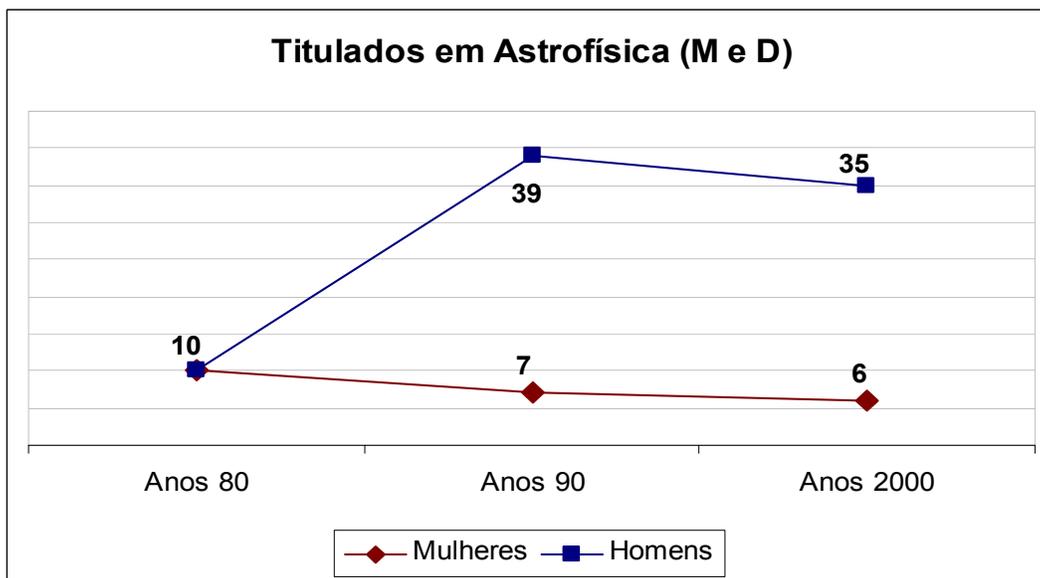


Gráfico 4.6 – Evolução do número de titulados em Eng. e Tecn. Espacial, por gênero

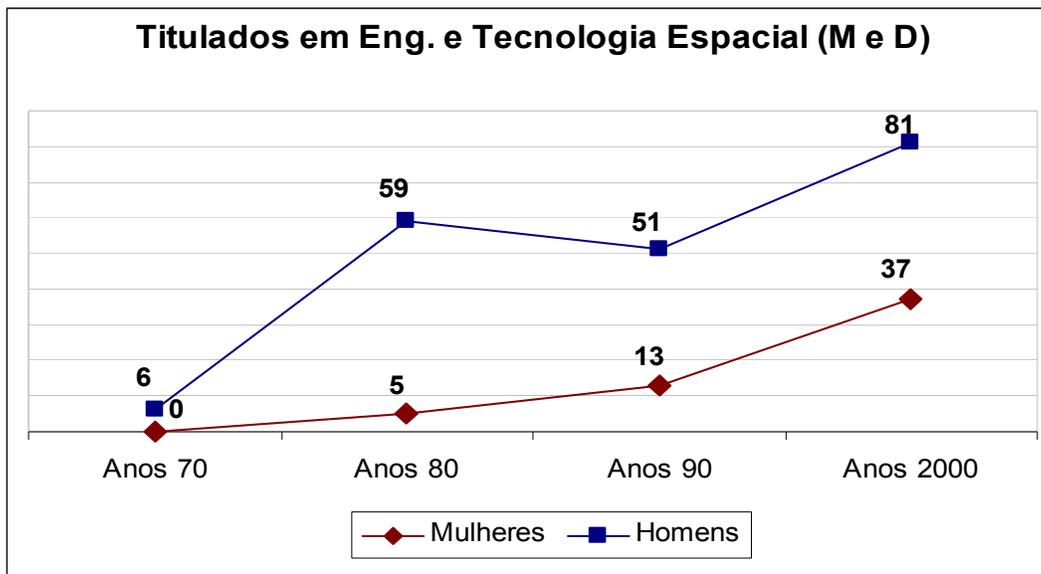
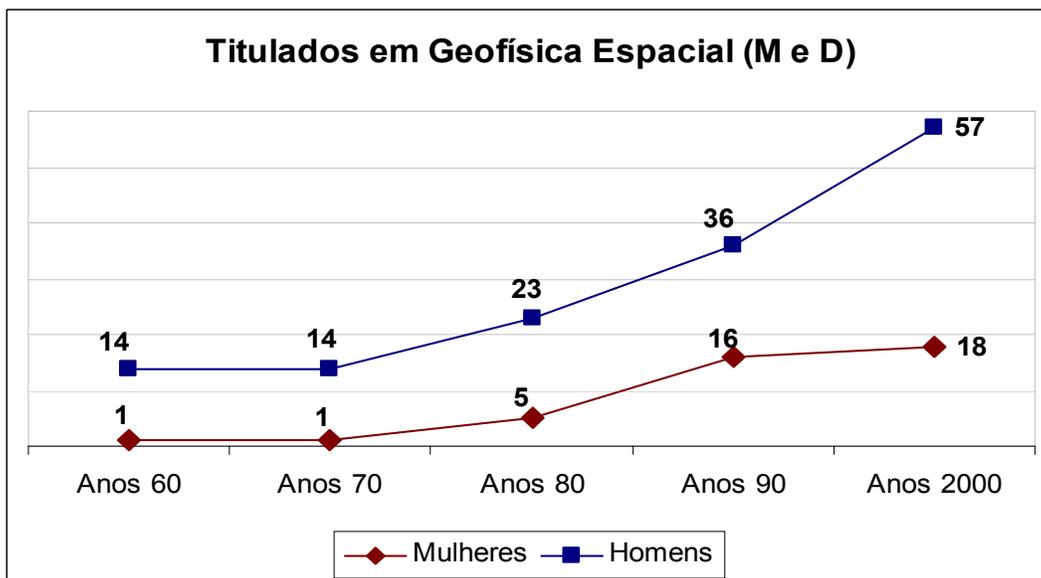


Gráfico 4.7 – Evolução do número de titulados em Geofísica Espacial, por gênero



4.6 As motivações e a importância da formação

Ao falarem dos motivos que as levaram a optar pela pós-graduação do INPE, as mulheres destacaram o reconhecimento dos cursos – tanto nacional como internacionalmente, a infra-estrutura que o Instituto oferece, as linhas de pesquisa desenvolvidas, o alto nível dos docentes, a possibilidade de aplicação concreta do conhecimento.

“O orientador do doutorado é um dos mais reconhecidos da área e contribuiu muito para minha formação”.

“(...) o INPE oferece uma infra-estrutura e um ambiente de trabalho inigualáveis, com técnicos especializados, ótimos professores e equipamentos de trabalho adequados às necessidades de aluno-pesquisador”.

“(...) a criação de um programa chamado Pró-Nuclear na Meteorologia do INPE. O curso de meteorologia permite uma aplicação dos conceitos de física e eu queria fazer alguma coisa na Física que tivesse aplicação concreta.”

Observa-se que no discurso das mulheres são apresentadas motivações totalmente racionais para a escolha dos programas do INPE, todas elas fundamentadas nas qualidades técnicas e científicas dos mesmos. Na análise das entrevistadas sobre a contribuição dos cursos para suas carreiras foi destacada a importância de terem aprendido a executar atividades ligadas à atividade de pesquisa. Alguns trechos das entrevistas apontam que:

“As atividades de pesquisa do INPE permitiram-me ampliar minha visão de ciência e tecnologia nos contextos prático e conceitual”.

“O mestrado abriu caminho para iniciar a pesquisa de computação aplicada (...) o curso mostrou a possibilidade de fazer atividades (...) de desenvolvimento associadas à investigação e contribuição para obter melhores respostas aos problemas científicos. Após a conclusão do mestrado, o potencial de pesquisa foi reconhecida e cogitada a

possibilidade de ingressar na carreira de pesquisa. Hoje faço doutorado para concluir as exigências da carreira.”

Sob o ponto de vista das dificuldades que elas encontraram para ingressar na carreira científica, nenhuma das entrevistadas apontou explicitamente dificuldades ligadas às questões de gênero na escolha da área pós-graduação, apesar de que as respostas de algumas delas sobre o ingresso nos cursos mostrassem que elas avaliam isso como uma “conquista”. As entrevistadas falaram que as escolhas foram pautadas no que gostavam de estudar, na gratificação pessoal que cursar a pós-graduação traria, no interesse em ampliar os conhecimentos obtidos na graduação e da relevância da área de estudo:

“Eu tinha muito interesse pela Astrofísica”

“Entendi que cursar uma pós-graduação poderia contribuir para meu aperfeiçoamento profissional e também minha gratificação pessoal”.

“Sempre gostei das áreas de engenharia ligadas à energia, ao meio ambiente e à preservação ambiental, bem como as ligadas às atividades aeroespaciais. Na minha pós-graduação, pude aliar todas estas preferências num único curso”.

A maioria das entrevistadas, com exceção de uma, apontou que de nenhuma forma observou-se discriminação por parte dos professores e estes não eram mais exigentes com as mulheres do que com seus colegas homens, nem era mais difícil para elas desenvolver o curso do que para eles. As egressas foram enfática ao afirmarem que as mulheres não eram tratadas de forma diferente. As entrevistas não revelaram haver por parte das mulheres percepção de invisibilidade de atribuição a elas de papéis ou tarefas diferenciadas das dos homens. Neste sentido, as egressas demonstraram não terem problemas de integração no grupo, ainda que estivessem em menor número.

A diferença mais significativa entre as respostas dadas pelas egressas e pelos egressos foi o reconhecimento da importância em ingressar e concluir os cursos, o que evidenciou visões distintas. Os homens entrevistados, contrariamente às mulheres, não falaram de dificuldades provenientes do alto nível de exigência para o ingresso e para a conclusão dos cursos. Se por um

lado, as egressas ressaltaram como conquista o ingresso e a conclusão, valorizando o êxito na formação científica como o resultado de esforço, essa ênfase não foi dada pelos egressos que falaram principalmente da adequação dos cursos ao seu perfil acadêmico ou profissional.

A percepção diferente de homens e mulheres corrobora o que foi observado por Faulkner (2006) ao entrevistar grupos de homens e mulheres que optaram pela formação em engenharia. Para os entrevistados por Faulkner, não havia nada extraordinário no fato de homens optarem pela carreira de engenharia, ao contrário de todas as mulheres entrevistadas que sempre tinham uma história para contar sobre como fizeram suas escolhas e como enfrentaram os desafios, lembrando constantemente de que ser mulher e engenheira não era algo comum.

As entrevistas são exemplos de que, apesar das mudanças nos padrões de acesso à formação educacional que tornaram possível maior acesso à formação acadêmica e a intensificação da presença feminina na comunidade científica brasileira, tanto na análise do que é produzido pela ciência quanto do seu processo e configuração, muitas mulheres ainda se vêm vencendo desafios ligados à questão de gênero.

4.7 Considerações Finais

Ao analisar a participação das mulheres na ciência brasileira, evidencia-se que apesar de que a formação acadêmica até a atuação profissional a presença delas tem crescido, são confirmadas algumas tendências gerais apontadas pela literatura: a concentração de mulheres em algumas áreas do conhecimento e que, apesar do crescimento no nível de formação, elas ainda são minoria no trabalho como cientista e encontram dificuldade de ascender a cargos de maior prestígio tanto na academia como na pesquisa.

No caso dos cursos de pós-graduação do INPE, os números mostram que mesmo não havendo nenhuma política explícita de estímulo à participação de mulheres, esta tem crescido ao longo dos anos. Na década de 1970 foram 24 tituladas e entre os anos 2000 e 2005 foram 217 tituladas. As influências decisivas, segundo as egressas, que as levaram a escolher cursos na área do Instituto foram: o reconhecimento nacional e internacional, a infra-estrutura, o corpo docente e o ambiente de trabalho e, principalmente, o enfoque interdisciplinar em alguns deles.

O Espaço é objeto de estudos de diversas ciências. Assim, a maioria dos cursos admite graduados em diferentes áreas e os trabalhos produzidos permitem abordagens a partir de múltiplas disciplinas. Através das entrevistas ficou claro que interdisciplinaridade foi a característica que mais motivou as egressas a realizarem a PG no INPE. Os cursos que são interdisciplinares - Sensoriamento Remoto, Computação Aplicada e Meteorologia - são os que têm maior participação feminina.

Algumas das linhas de pesquisas desses cursos são modelagens de Tempo e Clima, Meteorologia Ambiental, Tecnologia da Informação e Extração da Informação, Sensoriamento Remoto aplicado à Agricultura e à Geologia, Geoprocessamento e Processamento de Imagens, nas quais a interdisciplinaridade colabora para a realização de trabalhos científicos relacionados aos múltiplos aspectos que a ciência espacial trata.

Analisar a participação das mulheres em cursos de formação em uma área predominantemente desenvolvida por homens – a ciência espacial - se revelou não ser tarefa simples. O fato de as entrevistadas não questionarem a adaptação ao modelo masculino da produção do conhecimento foi, a princípio, surpreendente, e revelou que valores como a neutralidade, objetividade e racionalidade atribuídos à ciência e aos cientistas influenciam a percepção das mulheres sobre suas carreiras acadêmica e profissional. Essa concepção, segundo a qual C&T são atividades autônomas e independentes da sociedade e que seguem uma lógica própria livre do contexto social, leva à adaptação a um modelo sem refletir sobre ele. Sem essa reflexão, não é desenvolvida a percepção de que a ciência tem lugar em contextos sócio-políticos determinados e que, portanto, deve-se levar em conta a sua íntima inserção e interação com a sociedade, a qual ela influencia e pela qual é influenciada (Santos e Ichikawa, 2006).

A participação delas nos cursos do INPE sem dúvida tem contribuído efetivamente para o desenvolvimento da ciência espacial no Brasil. Analisar e prospectar o desenvolvimento da ciência espacial inclui considerar que processos de construção do conhecimento científico não estão isentos das assimetrias de gênero. Assim, será possível conhecer a contribuição das mulheres para o avanço da ciência espacial brasileira e estimular a participação delas nesta área do conhecimento. Além disso, como apontado por Soares (2001), o aumento da inserção de mulheres em C&T pode contribuir para uma maior diversidade de abordagens e soluções para um

dado problema, enriquecendo o ambiente acadêmico através de novos talentos, valores e motivações.

Como apontado Etzkowitz (2007) e Medeiros (2008), entre outros autores, o dinamismo em certas áreas do conhecimento acentua a importância da formação de equipes de pesquisa interdisciplinares e com múltiplos pontos-de-vista, o que é estimulado em equipes compostas por homens e por mulheres. A participação das mulheres na área espacial contribui não só para o avanço desse campo de conhecimento no presente como também para a formação de novas gerações, e para novas perspectivas acerca da produção do conhecimento sobre o Espaço.

4.8 Referências Bibliográficas

ALIAGA-BUCHENAU, Ana-Isabel. *A Educação da Sofia de Rousseau e da Lotte de Goethe: Pode o Romantismo Ser Reacionário?* University of North Carolina at Chapel Hill, S/d. Tradução de Lígia Maria Cardoso. UFSC, s/d. Disponível em <<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/ligia.htm>>. Acesso em 15/05/2008.

ANGIERS, Nathalie, In *'Geek Chic' and Obama, New Hope for Lifting Women in Science*, *New York Times*, 19 Jan 2009, disponível em:
http://www.nytimes.com/2009/01/20/science/20angier.html?_r=1&pagewanted=1&sq=women%2&scp=1 Acesso em 04/04/2009.

BELTRÃO, Kaizô Iwakami; ALVES, José Eustáquio Diniz. A reversão do hiato de gênero na educação brasileira no século XX. Trabalho apresentado no Encontro Nacional de Estudos Populacionais, set. 2004, Caxambu (MG). 2004.

BENSTON, Margaret Lowe. Women's voice/men's voices: technology as language. In Keller et al., *Inventing Woman*. Polity Press, Cambridge, 1988. p. 56.

CABRAL, Carla Giovana. Pelas telas, pela janela: o conhecimento dialogicamente situado. **Cad. Pagu**, Campinas, n. 27, Dec. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-83332006000200005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 Mar. 2009. doi: 10.1590/S0104-83332006000200005.

CARVALHO, Eduardo. Um desafio à estrutura das revoluções científicas. *Rev. Eletr. do Núcleo José Reis de Divulgação Científica*. Ano 9, no.36, 2008. Disponível em <<http://www.eca.usp.br/njr/espinal/conselho.htm>> Acesso em: 21/04/2009.

CHAUÍ, Marilena. *Convite à filosofia*. São Paulo: Ática, 2005.

CNPq. *Estatísticas*. Disponível em <<http://www.cnpq.br/estatisticas/docs/pdf/exbdout.pdf>>. Acesso em 24/04/2008.

DIAS, A. L. M.: 'As fundadoras do Instituto de Matemática e Física da Universidade da Bahia'. *História, Ciências, Saúde — Manguinhos*, vol. VII(3): 653-674, nov. 2000-fev. 2001.

EISENHART, Margaret. A.; FINKEL, Elizabeth. et al. *Women's Science: learning and succeeding from the margins*. United States: University of Chicago Press, 1998.

FAULKNER, Wendy. Genders in/of engineering: a research report. *Science Studies Unit*. University of Edinburgh, 2006.

FERREIRA, Luís Otávio et al. Institucionalização das ciências, sistema de gênero e produção científica no Brasil (1939-1969). *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.15, supl., p.43-71, jun. 2008.

GARCIA, Marta I.; SEDEÑO, Eulalia Pérez. Ciencia, tecnología y género. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación* (2). 2002. Disponível em:<<http://www.oei.es/revistactsi/numero2/indice.htm>>. Acesso em 30/04/2008.

GIFFIN, Karen. Produção do conhecimento em um mundo "problemático": contribuições de um feminismo dialético e relacional. *Rev. Estudos Feministas*, Florianópolis, v. 14, n. 3, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-026X2006000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03/05/2008.

HAYASHI, M. C. et al. Indicadores da participação feminina em Ciência e Tecnologia. *TransInformação*, Campinas, 19(2). 2007, p. 169-187.

IBGE. *Censo Demográfico 2000*. Disponível em ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2000/educacao/Brasil. Acesso em 20/05/2008.

KAMOI, Maria de Lourdes; RIBEIRO, Frederico Fabbri. *Relatório de Atividades de 1975*. São José dos Campos, INPE: 1976. 48 p.

KELLER, Evely Fox. *Gender and Science*. Psychoanal. Contemp. Thought, 1978.

KELLER, Evelyn Fox. How Gender Matters, or, why it's so hard for us to count past two. In Keller et al, *Inventing Woman*. Polity Press, Cambridge, 1992. p. 42-80.

KELLER, Laurie. Discovering and doing: Science and Technology, an introduction. In Keller et al., *Inventing Woman*. Polity Press, Cambridge, 1988. p. 12-32.

LETA, Jacqueline; MARTINE, Carisey.; SÉCHET, Patrick; OHAYON, Pierre. As mulheres na pesquisa, no desenvolvimento tecnológico e na inovação: uma comparação Brasil/França. *Revista do Serviço Público*, Brasília 57 (4), 2006. p. 531-548.

LOPES, Maria Margaret. Gênero e ciências no país: exceções à regra?. *Rev. Comciência*. 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/mulheres/13.shtml>>. Acesso em 23/04/2008.

LOPES, Maria Margaret. “Aventureiras” nas Ciências: Refletindo sobre Gênero e Historiadas Ciências Naturais no Brasil. *Cadernos Pagu* (10). Campinas: 1998. p.345-368.

LÖWY, Ilana. Universalidade da ciência e conhecimentos “situados”. *Cadernos Pagu* (15). Campinas: Unicamp, 2000, p.15-38.

MASON, Mary Ann and GOULDEN, Marc, Marriage and Baby Blues: Re-defining Gender Equity, trabalho apresentado na "*Fast Track*": *Success of Parents in Demanding Professions Conference*, University of Pennsylvania, 30 Outubro 2003, disponível em: <http://ucfamilyedge.berkeley.edu/marriagebabyblues.pdf>, ultimo acesso em 24/03/2009.

MEDEIROS, Cláudia. *Mulheres em Computação: Uma questão estratégica*. Campinas: Unicamp, 2008. Disponível em <<https://www.sbc.org.br/horizontes/edicoes/v01n01/pdfs/v01n01-22.pdf>> . Acesso em 14/03/2009.

MELO, Hildete Pereira; LASTRES, Helena Maria Martins. Mulher, ciência e tecnologia no Brasil. In: UNESCO. *Proyecto Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género (GENTEC): Reporte Iberoamericano*. Madrid, OEI, 2004

MEC. *Dados estatísticos*. Disponível em <<http://sinaes.inep.gov.br/sinaes>> Acesso em 20/04/2008.

MCT. *Boletim Estatístico de Pessoal-2008*. Disponível em: http://www.servidor.gov.br/publicacao/boletim_estatistico/bol_estatistico_08/Bol143_mar2008.pdf. Acesso em: 25/06/2008.

NARVAZ, Marta; KOLLER, Silvia Helena. Metodologias feministas e Estudos de Gênero: articulando pesquisa, clínica e política. *Psicologia em Estudo*. Maringá, v. 11, n. 3, 2006. p. 647-654.

NOGUEIRA, Conceição. Feminismo e discurso do gênero na psicologia social. *Psicologia e Sociedade*. 13 (1), 2001, p. 107-128.

OSADA, Neide Mayumi; COSTA, Maria Conceição. Social construction of gender in biology: prejudice and barriers in molecular biology. *Cadernos Pagu* [online]. 2006, no. 27 [cited 2008-04-30], pp. 279-299. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-83332006000200011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 05/05/2008.

RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. *Personal de CyT por género*. Disponível em: <<http://www.ricyt.org/Indicadores/Comparativos/14.xls>> Acesso em 05/05/2008

SEDEÑO, Eulária Pérez. Institucionalización de la ciencia, valores epistémicos y contextuales: un caso ejemplar. *Cadernos Pagu* (15). Campinas: 2000. p. 77-102.

SILVA, Dilma. Mulheres em Computação. *Revista Computação Brasil*. 2006.

SCHWARTZ, Juliana et al . Mulheres na informática: quais foram as pioneiras? *Cad. Pagu*, Campinas, n. 27, Dec. 2006 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-83332006000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 11 Dec. 2008. doi: 10.1590/S0104-83332006000200010.

SOARES, Thereza Amélia. Mulheres em ciência e tecnologia: ascensão limitada. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 24, n. 2, Apr. 2001 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000200020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 Mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-40422001000200020.

THALER, Anita. *Changes: Why women engineers change their career paths in technological research*. University of Klagenfurt, 2007. Disponível em <http://www.prometea.info/misc/documents/Thaler_Prometea-Poster_Berlin%202007.pdf>. Acesso em: 10/03/2009.

VELHO, Léa. Prefácio. In Santos, L.W. et al. *Ciência, Tecnologia e Gênero: desvelando o feminino na construção do conhecimento*. IAPAR. Londrina: 2006. 284 p.

WAJCMAN, Judy. Domestic Technology: labour-saving or enslaving? In Keller et al, *Inventing Woman*. Polity Press, Cambridge, 1988. p. 238-254.

WEBER, Leo. Desenvolvimento da Computação e da Arquitetura Computacional Assíncrona. *Rev. Liberato* (8), Nova Hamburgo, 2006.p. 1-16. Disponível em <http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010717410116.pdf>. Acesso em: 04/06/2008.

CAPÍTULO 5

FORMAÇÃO DE ESPECIALISTAS EM CIÊNCIAS ESPACIAIS:

PERFIL DOS EGRESSOS DA PÓS-GRADUAÇÃO

DO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Artigo submetido para publicação: MOREIRA, M. L.; VELHO, L. *Formação de especialistas em ciências espaciais: Perfil dos egressos da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.*

Submetido para publicação: *Revista Ensaio. Avaliação e Políticas Públicas em Educação*

(ISSN: 0104-4036)

Classificação Qualis do Periódico: A2 (Educação)

5.1 INTRODUÇÃO

Durante os últimos quarenta anos o Brasil desenvolveu competências em atividades científicas, tecnológicas e de gestão nas áreas de Meteorologia e Mudanças Climáticas, Sensoriamento Remoto, Ciências Espaciais e Atmosféricas, Engenharia Espacial, Ciência da Computação e Física de Materiais, o que possibilita ao país participar no pequeno grupo de países que desenvolvem atividades espaciais (PNAE, 2005). O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE teve e tem papel central no desenvolvimento de tais competências executando ações do Programa Nacional de Atividades Espaciais e atuando na formação de especialistas em vários domínios da ciência e tecnologia espaciais através de seus cursos de pós-graduação *stricto sensu* (INPE, 2009).

Apesar do número significativo de titulados nos programas, não se conhece o perfil dos egressos, o que constituiria um importante conjunto de informações para avaliação, planejamento e tomada de decisão não apenas sobre os programas de pós-graduação, mas sobre a política de formação de pesquisadores na área espacial no Brasil. Perguntas como: Onde estão? Em que estão trabalhando? O que realizam em termos de C&T? São questões cujas respostas, embora importantes para os *policy makers* e os gestores da pós-graduação, ainda não podem ser respondidas por falta de informação e acompanhamento de egressos.

Neste sentido, este estudo buscou analisar a trajetória acadêmica e o destino profissional dos egressos dos cursos de mestrado e doutorado do Instituto. Foram realizados levantamento e análise dos dados de 1098 egressos, titulados no período 1968 a 2009, nos cursos de Astronomia, Geofísica Espacial, Meteorologia, Engenharia e Tecnologia Espaciais, Computação Aplicada e Sensoriamento Remoto.

A avaliação dos cursos de pós-graduação em funcionamento no país, cuja organização teve início na década de 60 e conta com ações conjuntas da comunidade acadêmica e das agências de fomento nacionais é, em grande parte, responsável pelos bons resultados do sistema nacional de pós-graduação. (Martins, 2000). Contudo, a avaliação de impacto ainda é um desafio para as instituições de ensino e as agências de fomento e regulação.

Os números que descrevem a pós-graduação brasileira são impressionantes. Em 2007, mais de 84 mil estudantes estavam matriculados em cursos de mestrado e mais de 49 mil em cursos de doutorado. No mesmo ano, foram titulados mais de 30 mil mestres e nove mil doutores (Capes, 2009). O número de docentes na pós-graduação no mesmo ano passava de 50 mil. Esses números chamam a atenção para a questão: Qual o impacto dessa atividade de ensino nas atividades de ciência, tecnologia e inovação do país? De modo geral, há poucas publicações que tratam sobre o destino profissional de mestres e doutores formados pela pós-graduação brasileira, com destaque para a série “A pós-graduação no Brasil: formação e trabalho de mestres e doutores no país”, organizada por Jacques Velloso e editada em 2002. Assim, com a publicação deste artigo espera-se contribuir não só para a avaliação dos resultados do esforço do país de formação de recursos humanos na área espacial, assim como para a reflexão sobre a importância do processo de avaliação de resultados na pós-graduação brasileira.

Inicialmente, este estudo faz um breve relato da história e do modelo de avaliação da pós-graduação no Brasil. A seguir, são apresentados os principais pontos da política espacial quando esta trata da formação de competências humanas e, finalmente, são analisados os dados sobre as trajetórias acadêmicas e inserções profissionais dos mestres e doutores formados no INPE. Para essa última parte, que é a contribuição empírica deste estudo, utilizou-se a metodologia descrita na próxima seção.

5.2 METODOLOGIA

O acesso aos currículos da Plataforma Lattes do CNPq é uma das alternativas para coleta de dados para se estudar os egressos da pós-graduação brasileira. Atualmente, a base da Plataforma Lattes conta com cerca de 1.100.000 currículos, sendo que 31% destes currículos são de doutores, mestres e estudantes de pós-graduação e 59% de graduados e estudantes de graduação, e 10% de outros níveis ou não informados (CNPq, 2009). No entanto, uma vez que a postagem do currículo na Plataforma é prerrogativa do pesquisador, não se tem uma amostra homogênea das instituições e cursos, e alguns cadastrados não registram dados importantes como o destino profissional ou, ainda, não mantêm o currículo atualizado.

Para a realização deste estudo foram coletadas informações sobre os titulados nos programas do INPE entre 1968 e 2009, cujos nomes foram informados pelo Serviço de Pós-Graduação do Instituto, nos cursos de Astronomia, Geofísica Espacial, Sensoriamento Remoto, Meteorologia, Engenharia e Tecnologia Espaciais e Computação Aplicada. Dos 1672 títulos emitidos, foram identificados 1485 egressos, dos quais 1098 têm currículo na Plataforma. Inicialmente, uma vez que não se conhecia o comportamento das informações dos currículos, ou se os programas constituíam estratos distintos, e por ser uma população relativamente pequena, decidiu-se extrair os dados de todos os 1098 currículos da Plataforma.

Com o objetivo de atribuir maior grau de confiança ao estudo, tendo em vista que havia 378 egressos sem currículos na Plataforma, assim como havia currículos com informações parcial ou totalmente não identificadas, optou-se por amostrar apenas os currículos que haviam sido atualizados pelo menos uma vez nos últimos três anos. Em consequência, o estudo foi realizado com base em 951 currículos dos 1098 existentes.

A definição desta amostragem permitiu realizar a estimativa de erro com base na abordagem da amostragem simples. O erro amostral para uma amostra de tamanho n frente a uma população N é dado por:

$$E_0 = \sqrt{\frac{N-n}{N*n}}$$

No caso do estudo, para uma população (N) de 1485 indivíduos, cuja amostra (n) é de 951 indivíduos, fica:

$$E_0 = \sqrt{\frac{1485-951}{1485*951}} = 0,01944 \cong 2\%$$

Considera-se que o erro de dois por cento baseado em informações colhidas em currículos é bastante satisfatório. Erros de interpretação na extração de dados, erros relativos a informações não fidedignas são imponderáveis e, supõe-se, sejam superiores a esta medida.

A classificação da inserção profissional dos egressos foi baseada nos critérios propostos pelo Manual de Frascati (OECD, 2002)⁹ e o Manual de Canberra (1995)¹⁰, considerando o setor de atuação e atividade econômica da instituição, e função desempenhada pelo egresso, cujo significado adotado neste trabalho refere-se exclusivamente àqueles que concluíram os cursos, embora o termo “egresso” possa ter um sentido amplo para alguns autores, dentre os quais Pena (2000), que os classificam como “os indivíduos que saíram do sistema escolar por diferentes vias: diplomados, desistentes, transferidos ou reprovados”.

5.3 BREVE RELATO DA PÓS-GRADUAÇÃO BRASILEIRA

Foi no período do regime militar que a pós-graduação brasileira se desenvolveu como “patrimônio institucional da qualificação de docentes e como elemento fundamental da criação de um sistema nacional de ciência e tecnologia” (Cury, 2005). A pós-graduação foi regulamentada pelo Conselho Federal de Educação que expressou através do parecer 977 de 03/12/1965 os

⁹ O Manual Frascati foi elaborado pela OCDE, na década de 60, para uniformizar as metodologias de mensuração das atividades de P&D dos países desenvolvidos. 1963 (1a. ed.), 2002 (6a. ed.) ;

¹⁰ O Manual de Canberra tem por propósito difundir a padronização de uma estrutura conceitual comum para a compilação, análise de perfis e tendências de dados relativos aos estoques e fluxos de recursos humanos em ciência e tecnologia.

motivos fundamentais para sua instauração: 1) formar professorado competente para atender à expansão quantitativa do ensino superior garantindo, ao mesmo tempo, a elevação dos atuais níveis de qualidade; 2) estimular o desenvolvimento da pesquisa científica por meio da preparação adequada de pesquisadores; 3) assegurar o treinamento eficaz de técnicos e trabalhadores intelectuais do mais alto padrão para fazer face às necessidades do desenvolvimento nacional em todos os setores.

A formação de produtores do conhecimento – professores, pesquisadores e técnicos de “alto nível” (Soares *et al*, 2002) – era necessária à expansão do sistema econômico, expressão da orientação nacionalista do período que, segundo Morel (1979), requeria um número crescente de profissionais criadores, capazes de inventar novas técnicas e processos de produção. A urgência de promover a implantação sistemática dos cursos pós-graduados com o objetivo de formar cientistas, professores, bem como tecnólogos brasileiros de alto padrão através de cursos de pós-graduação era justificada pela necessidade de criar *know-how* necessário ao desenvolvimento do país, em contrapartida à criação de carreiras profissionais curtas, naquele momento reclamadas para atender às necessidades da indústria e à diversificação do mercado de trabalho¹¹.

Além da valorização de recursos humanos de alto nível e a liberação de verbas públicas para sustentação da pós-graduação, dentre os fatores responsáveis pelo desenvolvimento deste sistema no Brasil, está a atuação das agências de fomento ao desenvolvimento científico: a CAPES, voltada à formação do magistério de nível superior, e o CNPq, voltado ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, ambos criados em 1951; a escolha das universidades públicas como o *locus* principal das atividades de pesquisa; a autonomia administrativa dos programas de mestrado e doutorado; o processo de avaliação sistemático dos cursos de mestrado e doutorado, iniciado pela CAPES, em 1972, que serviu de orientação às suas políticas; e a criação de inúmeras associações nacionais de pesquisa e pós-graduação em vários ramos do conhecimento. Todos esses fatores contribuíram para que o sistema seja considerado referência entre os países em desenvolvimento (Soares *et al*, 2002).

Cury (2005) ratifica a importância das agências de fomento apontada por Soares (2002), e ressalta que a consolidação da pós-graduação acelerou quando a CAPES, o CNPq e outros

¹¹ Relatório do Grupo de Trabalho da Reforma Universitária, instituído pelo Decreto n.º 62.937, de 2 de julho de 1968.

órgãos públicos ficaram incumbidos pelo decreto-lei nº 464, de 11/2/1969, art. 36, de promover a "formação e o aperfeiçoamento do pessoal docente de ensino superior" e compor, para tanto, uma política nacional e regional definida pelo CFE e promovida por uma comissão executiva. Do ponto de vista das políticas, entre os anos de 1975 e 2005 foram editados quatro Planos Nacionais de Pós-Graduação que, associados a Planos Nacionais de Desenvolvimento e Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, entre outros documentos, compuseram o conjunto de normas e diretrizes da pós-graduação.

Tais diretrizes e normas estabeleciam, entre várias outras coisas, que o mestrado e o doutorado fossem relativamente autônomos. Podendo ser visto como uma etapa preliminar na obtenção do grau de doutor, o mestrado não constituiria obrigatoriamente requisito prévio para inscrição no curso de doutorado, além de que poderia ser considerado como um grau terminal. O doutorado teria por finalidade “proporcionar formação científica ou cultural ampla e aprofundada, desenvolvendo a capacidade de pesquisa e poder criados nos diferentes ramos do saber” (Almeida Júnior *et al*, 2005). Apesar de ter sido apontado como um possível grau terminal, o mestrado acabou se constituindo, em grande parte dos casos, um estágio para o doutorado.

Nos anos 90 os doutores foram preponderantemente absorvidos pelas universidades enquanto os mestres atuavam em diversos ramos de atividade, com apenas um terço deles nas universidades (V PNPG, 2004). Diante disso, segundo o V PNPG, haveria necessidade de se retornar à flexibilidade prevista no modelo inicial, com mestrado podendo ser interpretado como um grau terminal, de modo a contemplar demandas diferenciadas da sociedade neste nível de formação.

Ao longo de quarenta anos a política de pós-graduação nacional primeiro procurou capacitar o docente do ensino superior, em seguida se preocupou com o desempenho e a qualidade do sistema e, depois, voltou-se para o desenvolvimento da pesquisa nas universidades (V PNPG). Neste período, o sistema cresceu nos seus vários aspectos: número de cursos, número de alunos, matriculados e titulados, em todas as regiões e em todas as grandes áreas do conhecimento. O número de bolsas disponibilizado pelas agências federais também cresceu, embora em ritmo mais lento.

Reconhecido por seus bons resultados, esse sistema tem despertado discussões no meio acadêmico e estimulado as pesquisas e críticas de pesquisadores, pós-graduandos e docentes. Estudos sobre o sistema abordam diferentes aspectos: alguns tratam do financiamento do sistema, incluindo considerações sobre as políticas de financiamento à pesquisa e de concessão de bolsas das agências de apoio à pesquisa e a pós-graduação (Velloso e Velho, 2001; Kuenzer e Moraes, 2005; SBPC, 2006); outros tratam da adequação do formato da pós-graduação frente ao cenário científico e tecnológico atual, incluindo temas como a relação ensino e pesquisa, os critérios de avaliação de cursos, o impacto da produção científica nacional; entre outros (Paula, 2002; Velho, 2007; Schwartzman, 2008).

Além destes temas, estudos sobre o impacto do sistema de pós-graduação no desenvolvimento científico e tecnológico do país abordam a necessidade da ampliação da divulgação da informação e do conhecimento científico (SBPC, 2006); a adequação do sistema de classificação dos periódicos científicos – chamado Qualis-Periódicos - para fins da avaliação da pós-graduação, considerando as especificidades das áreas de conhecimento (Leal e Coimbra Jr., 2008; Hayashi et al, 2006); a criação de indicadores de impacto social dos programas (Sá Barreto, 2006; Fischer, 2005).

Ao lado da importante infra-estrutura científica e tecnológica, o sistema de pós-graduação brasileiro tem sua qualidade reconhecida por possibilitar a instalação de competência por todo o país, seja em universidades ou em institutos de pesquisas, embora aquelas tenham sido consideradas, até meados dos anos 90, o principal destino dos egressos (Velloso, 2006). Para que a qualidade desse nível de ensino seja atestada, a avaliação realizada pela Capes, segundo a própria agência, deve ser baseada na qualidade e excelência dos resultados, na especificidade das áreas de conhecimento e no impacto dos resultados na comunidade acadêmica e empresarial e na sociedade. Este tem sido um tema central e recorrente nas discussões sobre o sistema de pós-graduação brasileiro.

5.3.1 A avaliação da pós-graduação brasileira: pela inclusão da análise de egressos

A avaliação da pós-graduação, realizada pela Capes a partir de 1976, segundo a própria Agência contribui para aprimorar cada programa, assegurando o parecer criterioso de uma comissão externa sobre os pontos fracos e fortes de seu projeto e desempenho, além de apontar o

estágio de desenvolvimento em que o programa se encontra. A manutenção de um banco de dados sobre a situação e a evolução da pós-graduação e o estabelecimento de um padrão de qualidade oferecem subsídios para a definição da política de desenvolvimento da pós-graduação e para a fundamentação das decisões sobre ações de fomento dos órgãos governamentais na pesquisa e na pós-graduação (Capes, 2009).

No entanto, até o momento a avaliação da pós-graduação está direcionada mais para análise do desempenho dos cursos e menos para a análise do seu impacto. O número de cursos, de bolsas concedidas, e de alunos titulados teve crescimento constante desde a década de 70, mas a avaliação da agregação de valor desse contingente de pesquisadores no desenvolvimento científico e tecnológico do país ainda é de difícil mensuração.

Uma vez que a ciência e a tecnologia são importantes para o país como fator para a competitividade, o seu desenvolvimento é também relevante no que se refere à responsabilidade social do conhecimento (Sobral, 2001). Considerando os novos modos de produção do conhecimento que provoca mudanças na pesquisa tradicional que se realizava, sobretudo, num contexto acadêmico orientado para o próprio processo de conhecimento e não por sua utilidade econômica e social (Sobral, 2001; Schwartzman, 2008; Moreira e Velho, 2008), devem ser considerados pelas agências e pelas instituições que desenvolvem pós-graduação novos modos de avaliação dos seus programas, incluindo o impacto econômico e social, que poderá ser conhecido através de um novo modelo de avaliação que se estende aos resultados da formação acadêmica e do trabalho do egresso.

Na avaliação trienal de 2007 da pós-graduação, a Capes analisou a proposta dos cursos; a infra-estrutura de ensino e pesquisa; a formação, dimensão, composição e dedicação do corpo docente; produção científica de docentes, dos discentes e egressos; a qualidade das teses e dissertações; e também o impacto social de alguns programas. Além do mapeamento do impacto da produção bibliográfica dos egressos até 36 meses após a conclusão do curso, para o qual a Agência sugere às instituições um cadastro dos titulados, para os cursos interdisciplinares o destino dos egressos é um dos critérios da avaliação dos programas consolidados. Contudo, na avaliação de 2007 somente para uma pequena parcela dos cursos avaliados aparece a recomendação de avaliação de destino de egressos. O documento de avaliação da área de Engenharia III, por exemplo, sugere somar as publicações com discentes autores com as dos

egressos, que concluíram até os últimos cinco anos (período avaliação trienal mais 2 anos anteriores), no quesito qualidade das teses e dissertações e publicações vinculadas. Na área astronomia/astrofísica, a produção dos egressos é somada na produção científica do programa, considerando muito bons os cursos em que uma fração significativa das publicações do programa tem participação discente, e quando esta participação é bem distribuída pelo conjunto de estudantes e egressos. Na área de geociências a participação de estudantes e egressos é pontuada, ressaltando que *“O fundamental para os programas é compreender que a participação de discentes e egressos em publicações é altamente desejável e tende a ser cada vez mais valorizada na avaliação.”* (Capes, 2007).

Embora o item “destino dos egressos” não tenha sido pontuado, segundo o documento de avaliação trienal da área de Geociências de 2007, estava prevista a avaliação do desempenho do programa na formação de recursos humanos e de nucleação de grupos de pesquisa em outros estados e regiões do país, sendo observados a situação atual e o histórico do programa “como formador de recursos humanos, considerando a inserção dos discentes e egressos no sistema de pesquisa e pós-graduação” (Capes, 2007). Estes critérios e algumas recomendações expressas nos documentos de avaliação da Capes de algumas áreas apontam para a necessidade de que as instituições mantenham dados sobre a inserção dos egressos. No entanto, como apontado anteriormente, são poucos os dados publicados sobre esse tipo de avaliação de impacto, ainda que fique claro, nos documentos de várias áreas que a informação sobre egressos é altamente desejável para que se possa estimar um aspecto do impacto do sistema nacional de pós-graduação.

5.4 FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS PARA A ÁREA ESPACIAL

As atividades espaciais estão entre o conjunto de conhecimentos e tecnologias considerados estratégicos para o desenvolvimento do país (Livro Branco, 2002). Nesta direção, a política espacial brasileira, desde os primeiros passos de sua constituição, alinhou-se aos programas setoriais prioritários identificados nos Planos Brasileiros de Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (PBDCTs), editados a partir da década de 70, nos quais a formação de recursos humanos foi considerada uma ação estratégica e prioritária. Os objetivos específicos da atual política espacial brasileira são:

1. Estabelecimento no País de competência técnico-científica na área espacial, que lhe possibilite atuar com real autonomia.
2. Promoção do desenvolvimento de sistemas espaciais, bem como de meios, técnicas e infra-estrutura de solo correspondentes, que venham propiciar ao Brasil a disponibilidade de serviços e informações de sua necessidade ou interesse.
3. Adequação do setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais.

Entre as diretrizes da Política está também a promoção da formação e o aprimoramento de recursos humanos altamente qualificados, além de parcerias internacionais, integração das universidades e empresas nas atividades espaciais, e promoção, difusão e efetiva utilização das informações técnico-científicas de interesse espacial.

No que diz respeito à formação de recursos humanos, o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) indica que as estratégias para implementação do Programa devem se basear no fortalecimento das instituições, direta ou indiretamente envolvidas com a sua implementação, com ênfase em formação, capacitação e alocação de recursos humanos de modo a favorecer a inovação tecnológica e o aperfeiçoamento da gestão. Entre as diretrizes do PNAE está o investimento, em parceria com o CNPq e a CAPES, na formação de mestres e doutores, incrementando o número de bolsas para o setor espacial nos programas nacionais de pós-graduação, de modo a prover o quadro de especialistas necessários para o desenvolvimento das atividades espaciais.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, subordinado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, e o Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento - DEPED, do Comando da Aeronáutica – COMAer, do Ministério da Defesa, são os responsáveis pela execução dos principais projetos e atividades estratégicos do PNAE. Cabe ao INPE a execução dos projetos de satélites e cargas úteis e de suas aplicações, bem como das atividades de manutenção e operação da infra-estrutura associada ao desenvolvimento, integração, testes, rastreamento e controle de satélites, e da recepção, processamento e disseminação de dados de satélites. São

responsabilidades do INPE a coordenação e execução das atividades de pesquisa e desenvolvimento nos campos das ciências e das aplicações espaciais, assim como no das tecnologias de satélites, cargas úteis e domínios correlatos, e a formação de especialistas na área espacial. A seguir, são apresentados e discutidos parte dos resultados desta atividade.

5.4.1 A pós-graduação no INPE

Embora durante a regulamentação da pós-graduação brasileira a universidade tenha sido indicada como o principal *locus* dos cursos de pós-graduação, excepcionalmente e mediante parecer de autorização do Conselho Federal de Educação, foi prevista também a realização de pós-graduação em institutos isolados (Cury, 2005). Isso permitiu ao INPE, diante da sua necessidade de formar recursos humanos em uma área na qual o país não tinha tradição, que iniciasse a estruturação do seu núcleo de pós-graduação, a partir de 1968 (Oliveira, 1999). Ao mesmo tempo em que o INPE estruturava o seu núcleo de PG, o Decreto 469, de 11/02/1969, ratificou a autorização para o funcionamento de cursos em institutos isolados, com “alto padrão, capaz de contribuir, efetivamente, para o aperfeiçoamento do ensino e da pesquisa nos setores abrangidos”. Desde então, a formação de recursos humanos, juntamente com a busca pela autonomia tecnológica, a disseminação de conhecimentos, está entre as missões fundamentais do Instituto.

Quanto à política interna de pós-graduação, a importância desta atividade está ratificada no Plano Diretor do Instituto, editado em 2007. No entanto, o Plano traz, além da menção de que esta é uma missão institucional, apenas uma pequena referência a esta competência institucional, recomendando o seu alinhamento aos objetivos do Instituto. Outro documento editado ao longo do processo de planejamento estratégico do INPE, em 2006, denominado “A pós-graduação do INPE”, apresenta um panorama das atividades de ensino no Instituto. Entre as recomendações deste documento está a vinculação de temas de dissertações e de teses às ações do plano plurianual sob responsabilidade do INPE, a promoção de uma maior interação com as universidades, centros de pesquisas e empresas estimulando a integração em Ciência, Tecnologia e Inovação, e o mapeamento das competências formadas nos programas desde a sua criação. O objetivo de tal mapeamento é dimensionar a contribuição da Instituição no âmbito nacional e internacional, e fornecer subsídios para a organização de discussões internas sobre estratégias para todos os programas de pós-graduação do INPE visando atingir e/ou manter o seu nível de

excelência e de equilíbrio entre os interesses internos e externos à Instituição.

A principal referência da política de ensino institucional é o regimento geral da pós-graduação, complementado pelos regimentos específicos dos cursos. Segundo o regimento geral, os cursos do Instituto têm por objetivo capacitar e atualizar recursos humanos nos domínios da ciência e tecnologia e suas aplicações nas áreas espaciais e atmosféricas, bem como em áreas correlatas.

5.4.2 Perfil dos mestres e doutores formados no INPE

Entre os anos de 1968 e 2009 foram realizadas 1943 titulações de mestrado e doutorado nos programas de pós-graduação mantidos pelo INPE (incluindo as titulações dos cursos de Engenharia e Análise de Sistemas, Tecnologias Educacionais, Eletrônica e Comunicações, extintos na década de 70 e 80). Somente nos cursos ainda em desenvolvimento – Meteorologia, Sensoriamento Remoto, Astrofísica, Geofísica Espacial, Engenharia e Tecnologia Espaciais, e Computação Aplicada - foram realizadas 1672 titulações no período (1284 mestrados e 388 doutorados), com a formação de 1485 alunos. O gráfico a seguir apresenta a distribuição dos alunos nos cursos.

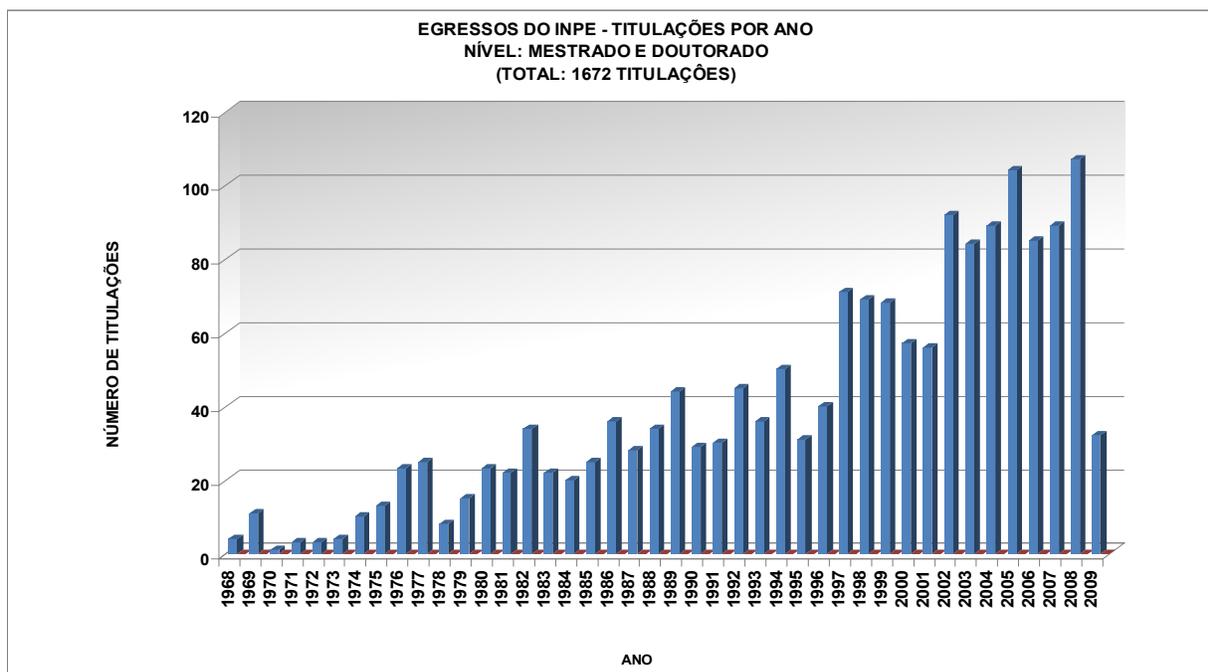


Gráfico 5.1 – Titulações realizadas pelo INPE, entre 1968 e março de 2009

Entre os titulados 73,9% têm currículo cadastrado na Plataforma Lattes. O grupo mais representado na plataforma é dos egressos do programa de Meteorologia (79,5%), seguido por Astrofísica com 78,9%. A distribuição dos currículos dos titulados no INPE segue a tendência dos cadastros de doutores na Plataforma, na qual a maior parte dos currículos concentra-se na área de ciências exatas e da terra (17%) e a menor nas engenharias (11%). Esses números podem ser explicados pelo fato de que para pleitear fomentos ao CNPq e a outras agências é indispensável ter os dados cadastrados e, assim, os profissionais que atuam em áreas ligadas à pesquisa têm mais motivação para usar a plataforma Lattes do que aqueles que estão em áreas ligadas à tecnologia e produção, muitos dos quais atuam em indústrias e não fazem pleitos às agências.

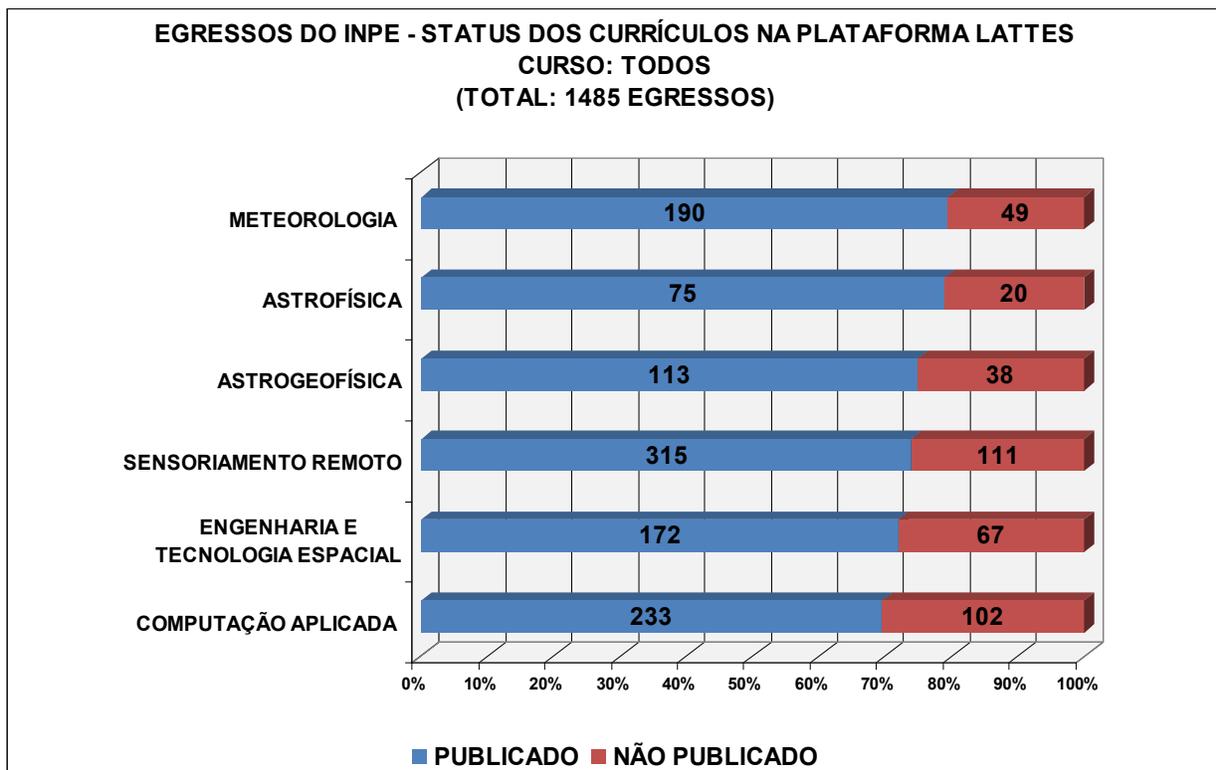


Gráfico 5.2 – Status dos currículos na Plataforma Lattes

5.4.2.1 Trajetória acadêmica

Os dados sobre o progresso acadêmico dos mestres e doutores titulados no INPE mostram que a maior parte deles tem como última titulação o doutorado. O número de egressos

que têm o mestrado como último título, parece alto à primeira vista (33,3%), uma vez que no Brasil este título é considerado como um “estágio” para o doutorado e não um nível terminal para a pesquisa. Entretanto, comparando-se esses dados com os que se titularam em cursos na área de Geociências em sete universidades brasileiras (Oliven, *et al*, 2002), observa-se que o percentual de mestres formados pelo INPE que prosseguem seus estudos (53,9%) é maior do que a média observada naquelas universidades, nas quais menos da metade dos mestres (40%) prosseguiram seus estudos pós-graduados *stricto sensu*. Na USP, cerca de 10% dos egressos do mestrado em Geociências também concluíram o doutorado, e na UFRJ foram 13,4% (Oliven *et al*, 2002). Além disso, esse quadro está constantemente sendo alterado, visto que 18% dos mestres formados no Instituto estão cursando doutorado. A seguir é apresentada a última titulação obtida pelos egressos.

Tabela 5.1 – Última titulação dos egressos do INPE

Última Titulação	Total
Mestrado	33,3%
Doutorado	47,5%
Pós-Doutorado	19,2%

As diferenças na trajetória acadêmica dos egressos dos seis cursos dão indicações do valor atribuído aos títulos em cada uma das áreas. Naqueles cursos voltados para a pesquisa básica, como Geofísica Espacial e Astrofísica, áreas em que as possibilidades de inserção e progresso profissional estão intimamente relacionadas ao maior grau de formação obtido, se concentram o maior número de egressos do INPE com pós-doutorado. Por outro lado, nos cursos de Computação Aplicada e Sensoriamento Remoto, voltados para a pesquisa aplicada, a procura pela formação em pesquisa através do pós-doutorado é significativamente menor, e o percentual de egressos que têm mestrado como último título é expressivamente maior do que nos outros cursos.

Tabela 5.2 – Percentual de egressos do INPE com pós-doutorado, por programa

Programa	% por programa
Geofísica Espacial	42%
Astrofísica	33%
Engenharia e Tecnologia Espacial	17%
Meteorologia	12%
Sensoriamento Remoto	8%
Computação Aplicada	6%

Na área de Geofísica Espacial, o percentual de mestres e doutores formados no INPE que realizaram formação no nível de pós-doutorado é ligeiramente inferior à proporção de doutores em Física que fazem pós-doutorado nos Estados Unidos, que foi de 50% em 2008. Do total de egressos do Instituto, aproximadamente 20% concluíram o pós-doutorado, percentual muito próximo da média dos doutores das áreas de engenharia, computação e matemática naquele país, onde a média dos que haviam concluído ou estavam participando de programas de pós-doutorado no ano de 2008 era de 21% (NSF, 2008).

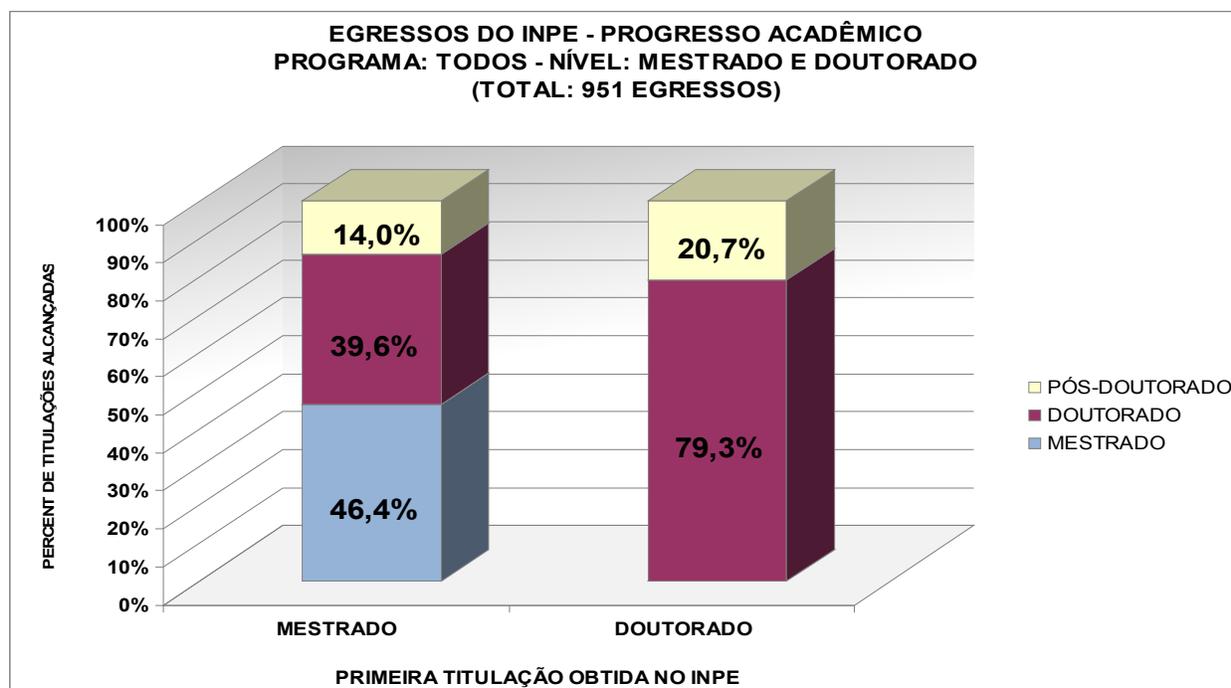


Gráfico 5.3 – Formação acadêmica dos egressos, a partir da primeira titulação no INPE

No que se refere ao tempo entre as titulações de mestrado e doutorado daqueles que obtiveram os dois títulos no INPE, observa-se a maioria deles concluiu doutorado entre cinco e seis anos após o mestrado, tempo muito próximo ao estabelecido pela Capes que é de 48 meses. Essa média sugere que as bolsas concedidas aos alunos contribuem para a continuidade dos estudos. Além disso, ao analisar o perfil profissional daqueles que concluíram o doutorado entre 16 e 21 após o mestrado, observa-se que a maioria é constituída por alunos que já trabalhavam no INPE quando obtiveram o segundo título. Esses resultados mostram a estreita relação entre o fato de estar ou não inserido profissionalmente e a configuração da trajetória acadêmica.

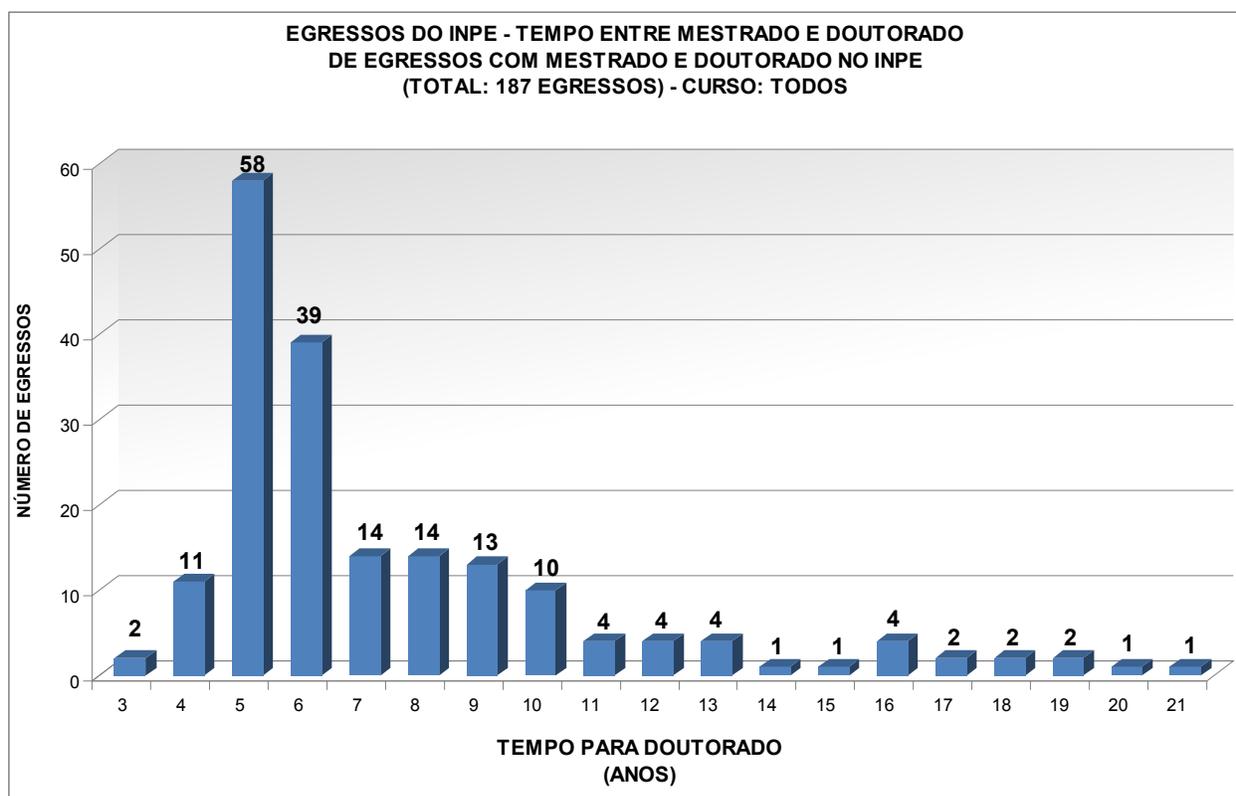


Gráfico 5.4 - Tempo entre o mestrado e o doutorado dos alunos
que obtiveram as duas titulações no INPE

Os resultados da análise da trajetória acadêmica segundo o gênero apontam que há uma forte presença masculina entre os egressos, tanto no mestrado quanto no doutorado. A hipótese de que as diferenças de gênero ainda são marcantes em algumas disciplinas, dentre as quais as ciências exatas, física e engenharia às quais os cursos do Instituto estão relacionados é

confirmada ao se analisar a proporção de mulheres tituladas em relação à de homens. As mulheres sempre estiveram em menor número nos programas e representam 27% dos titulados.

Vários estudos apontam que à medida que se avança nas carreiras em ciência e tecnologia a participação das mulheres decresce (Etzkowitz, 2007; Eisenhart e Finkel, 1998; entre outros). Essa tendência é verificada quando se compara a proporção de homens e mulheres titulados no INPE que optaram por continuar seus estudos. Enquanto 58% dos homens continuaram seus estudos, 43% das mulheres seguiram na trajetória acadêmica. Contudo, a proporção das mulheres que chegou a concluir o pós-doutorado (23%) está próxima daquela apresentada pelos homens (26%).

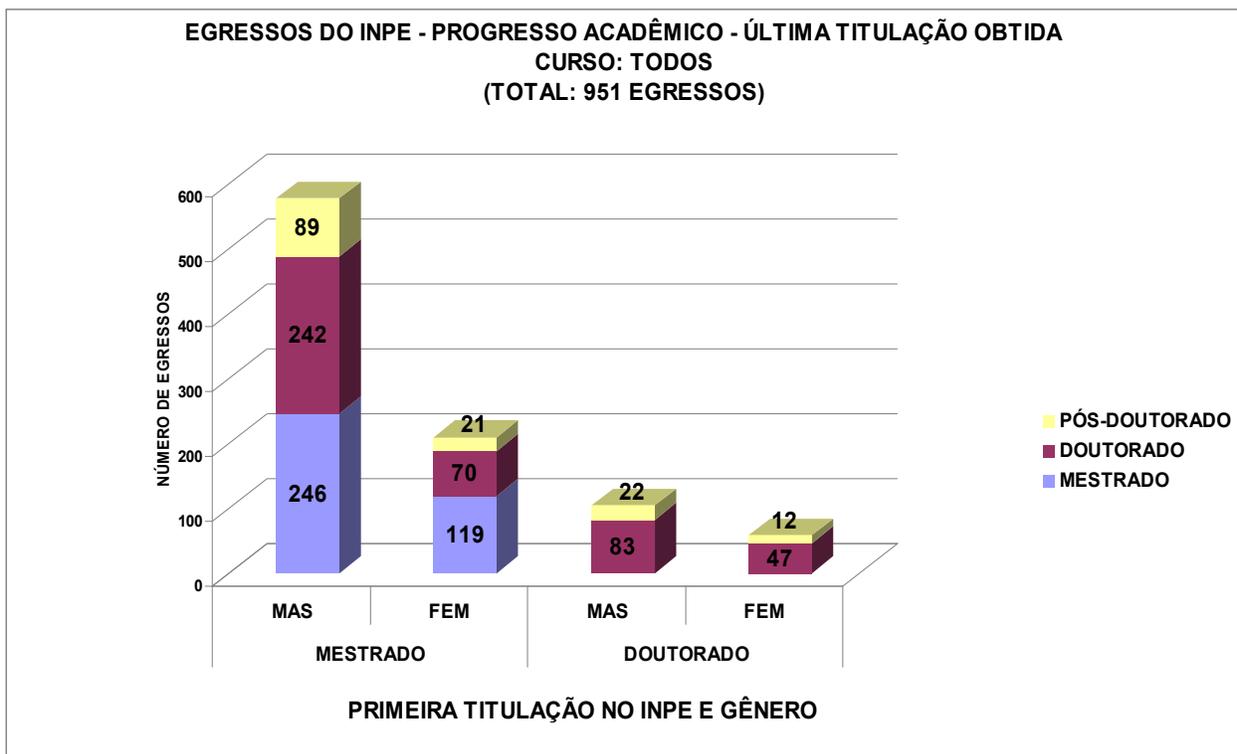


Gráfico 5.5 – Progresso acadêmico dos egressos do INPE, por gênero

5.4.2.2 Atuação profissional

A área de atuação dos mestres e doutores se caracteriza por um amplo leque de atividades profissionais, no qual os doutores estão em maior proporção na (1) pesquisa e na (2) docência e os mestres estão na (1) pesquisa ou (2) cursando doutorado. Os resultados chamam

atenção para a pequena proporção de egressos atuando em atividades de desenvolvimento. O fato de poucos titulados declararem realizar atividades de desenvolvimento traz relevantes implicações para a avaliação dos cursos frente às principais diretrizes da política para a área espacial. A política espacial fala da promoção da formação e do aprimoramento de recursos humanos altamente qualificados para atuar na integração das universidades e empresas nas atividades espaciais e na efetiva utilização das informações técnico-científicas de interesse espacial, ou seja, para atuar não só na produção de conhecimento como para favorecer pesquisa aplicada e a inovação tecnológica. Para que estas diretrizes sejam concretizadas é necessário planejamento através do qual se reflita, por exemplo, sobre o viés acadêmico dos cursos.

O conjunto de indicadores sobre as funções desempenhadas pelos mestres e doutores revela que aproximadamente um quarto deles tem como principal atividade profissional a docência, a maioria deles doutores, atuando em cursos de graduação em instituições públicas. O título de doutor tem sido cada vez mais valorizado nos exames de seleção no setor público. É também neste setor que estão os principais cursos de graduação nas áreas ligadas aos programas do INPE, o que indica que a tendência de concentração de docentes com título de doutor deve ser mantida, dificultando cada vez mais a inserção profissional de mestres neste setor.

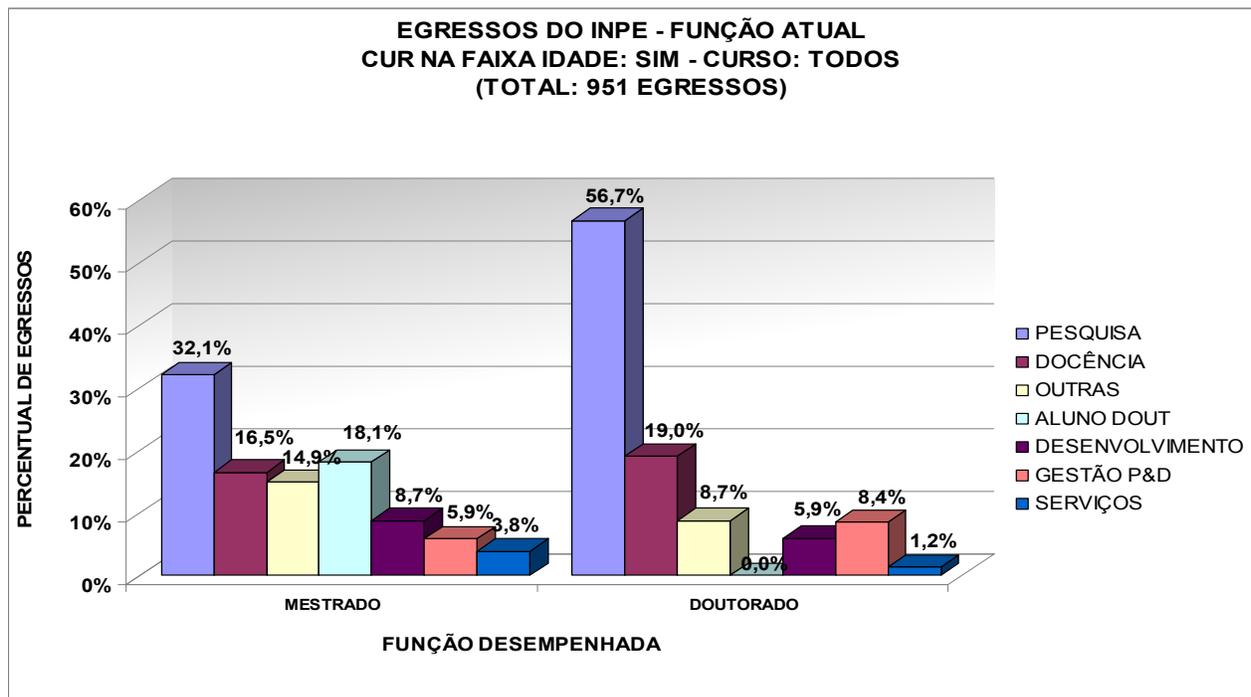


Gráfico 5.6 – Função atual dos egressos do INPE

Como dito anteriormente, na definição final da natureza da pós-graduação *stricto sensu*, o mestrado poderia ser tanto uma etapa na obtenção do grau de doutor como um grau terminal, e seria, então, o doutorado que teria por finalidade propiciar a formação científica nas diferentes áreas do conhecimento. Considerando-se que no Brasil o mestrado é, na prática, um rito de passagem para o doutorado onde efetivamente são formados pesquisadores, o número de mestres que declaram atuar em funções de pesquisa (31,1%), é surpreendente. O fato de que todos os mestrados desenvolvidos no INPE são de natureza acadêmica certamente contribui para esse perfil de inserção profissional.

Esse quadro em que aproximadamente 15% dos mestres atuam em funções de serviço ou outras não acadêmicas contraria a tendência observada por Velloso (2006), com base em dois estudos sobre egressos de mestrado e doutorado no país. Segundo o autor, os mestrados, embora de natureza acadêmica, estariam formando, a partir de meados da década de 90, para ocupações fora da academia. Os resultados indicam não ser esse o perfil dos mestrados do INPE, ratificando a especificidade das áreas de conhecimento nas quais os cursos se concentram, que não oferece muitas oportunidades de inserção em ambiente não acadêmico.

Todavia, ao estudar a inserção profissional dos titulados é importante considerar que no contexto atual da ciência e tecnologia emerge a concepção de que novos modos de produção do conhecimento provocam mudanças na pesquisa tradicional e consideram que esta pode ser movida ao mesmo tempo pela busca de entendimento científico e por considerações de uso (Stokes, 2005). Assim, o pequeno número de mestres e doutores que atuam em funções de desenvolvimento ou outras fora da academia mostra o desafio do núcleo de pós-graduação do Instituto em estimular a formação de competências para atuar tanto na produção como na aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Mesmo que alguns cursos do Instituto sejam voltados à pesquisa básica, esta pode ter o valor da “ciência básica inspirada pelo uso” (Stokes, 2005), que é a conjunção das promessas científicas e do seu valor social, que não se detém a um extremo ou outro.

De modo a buscar o alinhamento das atividades de ensino à política nacional das atividades espaciais, que tem como um dos principais objetivos a criação de um ambiente

favorável à inovação, é preciso expandir e modernizar o sistema de formação de pessoal, modernizando e consolidando procedimentos de gestão e de política (Livro Branco, 2002). O planejamento, a gestão e a avaliação de resultados devem levar em conta qual o perfil do especialista que se quer formar, apto a atuar em um amplo espectro de atividades.

5.4.2.3 Perfil das instituições de destino

O impulso inicial para a constituição do núcleo de pós-graduação do INPE foi atender à demanda interna por especialistas para atuar nos projetos do Instituto. Desde a década de 60 o quadro das instituições dedicadas à área espacial no Brasil pouco se alterou e o INPE continua sendo o principal órgão civil que desenvolve pesquisa, desenvolvimento e formação em nível de pós-graduação na área.

O levantamento do ramo de atividade econômica das instituições de destino dos mestres e doutores mostra que estes se concentram em instituições de pesquisa e desenvolvimento, seguido por instituições de ensino superior. Há quatro décadas, quando o programa espacial brasileiro estava se organizando os principais atores eram as instituições de pesquisa e desenvolvimento, principalmente o INPE e o CTA (então Centro Técnico de Aeronáutica). Nas últimas décadas um novo ator passou a ter um papel importante no programa - as universidades que atuam no ensino e na pesquisa em áreas ligadas à ciência espacial através de cursos de graduação e pós-graduação. Sendo estes os principais atores institucionais, são estas as instituições em que se concentra o maior número de egressos do INPE. O gráfico a seguir apresenta a atividade econômica das instituições de destino dos titulados, segundo a última titulação obtida no Instituto.

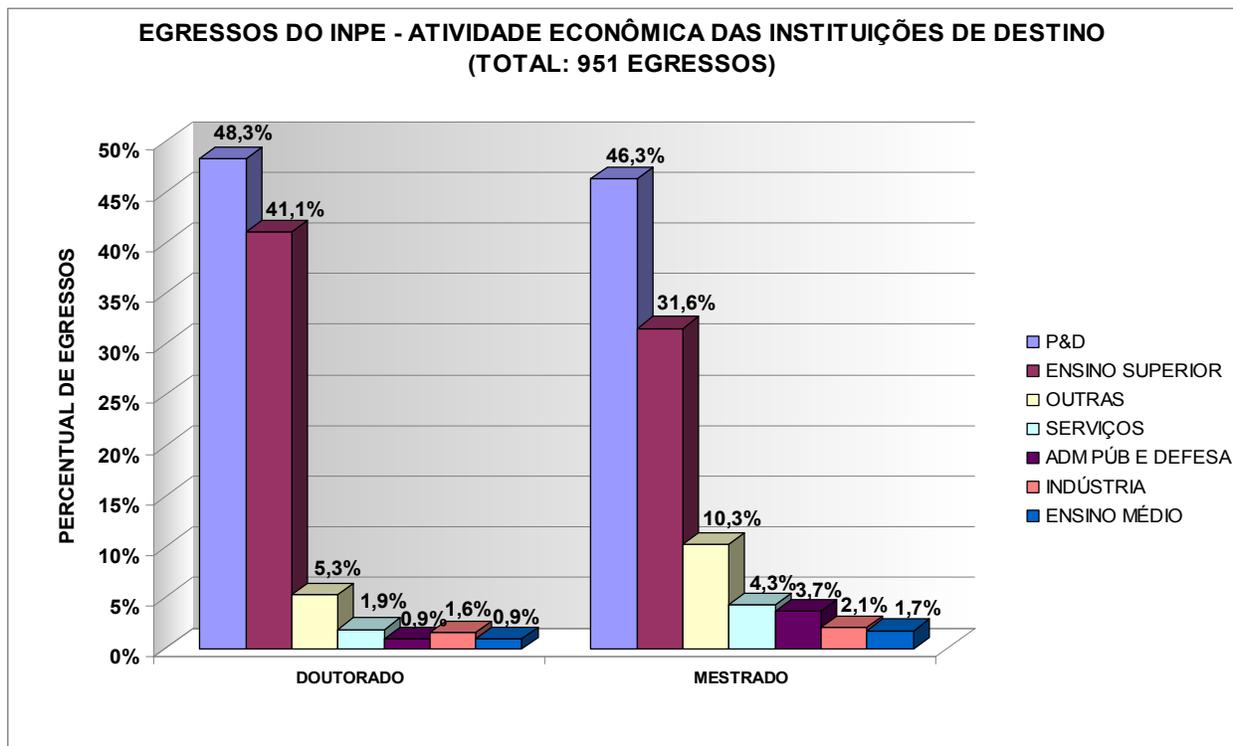


Gráfico 5.7 – Atividade econômica das instituições de destino dos egressos do INPE

A maior parte dos egressos atua na área aeroespacial, o que aponta não haver grande dispersão entre a área de formação e atuação profissional. Qual é a importância desses titulados atuarem profissionalmente na área de formação? Todo o esforço despendido pelo Instituto tem como objetivo a formação de competências capazes de impulsionar a pesquisa na área espacial, seja no próprio Instituto, em outras instituições de pesquisa e desenvolvimento, de ensino ou indústrias, e a concentração de mestres e doutores na área aeroespacial indica que está sendo atingido o objetivo de fortalecimento da atividade espacial no país, visto que mais de 90% dos egressos estão em instituições brasileiras. O gráfico a seguir mostra o percentual de titulados na área espacial. Na coluna dos mestres que atuam na área espacial, estão incluídos os que são alunos de doutorado nesta área.

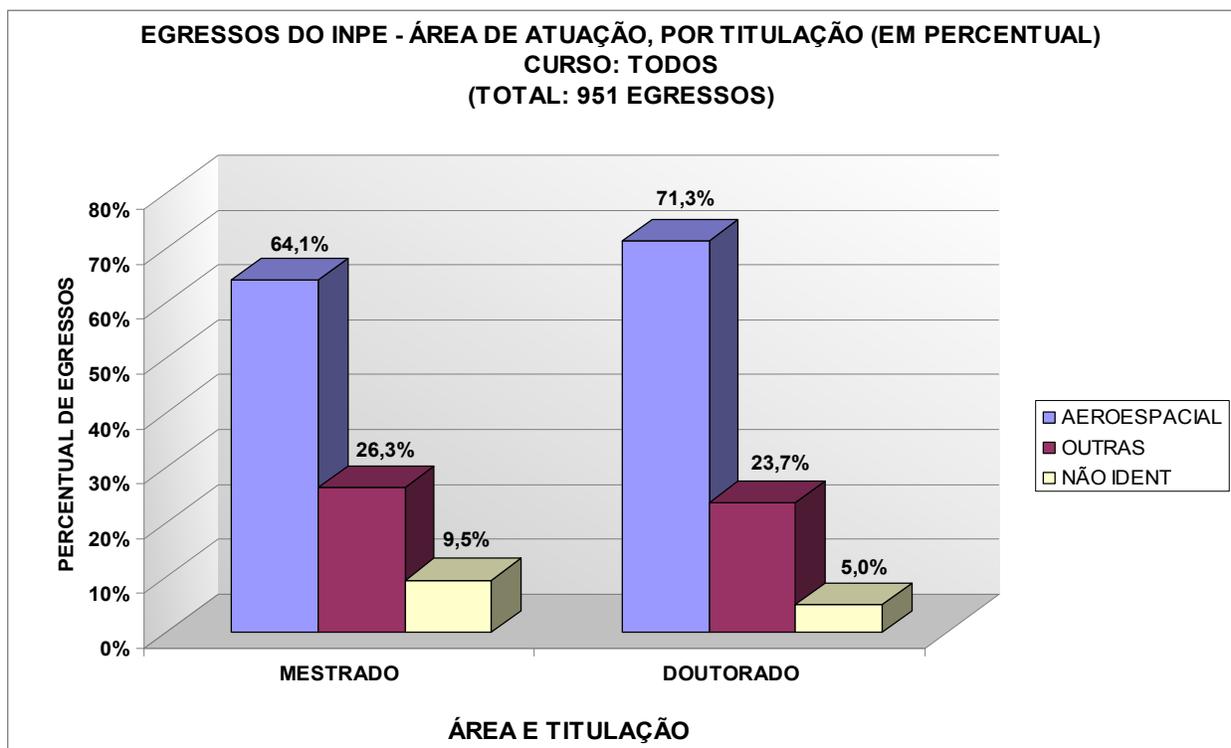


Gráfico 5.8 - Área de atuação, por titulação

O cenário da inserção profissional dos mestres e doutores mostra a prevalência no setor público, o que já era esperado visto que no Brasil as atividades de pesquisa, desenvolvimento e ensino na área aeroespacial concentram-se neste setor, ao contrário de outros países como os Estados Unidos, por exemplo, onde há um peso determinante das empresas privadas na área espacial (Monserrat Filho, 2008).

Tabela 5.3 - Setor econômico de atuação dos egressos do INPE

NÍVEL	SETOR ECONÔMICO	
	PÚBLICO	PRIVADO
MESTRADO	80,9%	19,1%
DOUTORADO	81,2%	18,8%

No setor privado, os mestres atuam principalmente no (1) ensino ou (2) desenvolvimento, e doutores no (1) ensino ou na (2) pesquisa. No setor público, tanto mestres quanto doutores concentram-se na (1) pesquisa e em seguida no (2) ensino. O pequeno número de mestres na pesquisa no setor privado, aliado à exigência do título de doutor como requisito mínimo para ingresso na carreira de pesquisa no setor público, sugere que para os mestres as possibilidades de inserção em atividades de pesquisa têm sido cada vez mais reduzidas, com a valorização do doutorado para o desempenho dessa função.

Os egressos com função docente no setor privado são em maior número do curso de Computação Aplicada. O curso com menor número de egressos atuando no setor privado é o de Meteorologia, área em que as possibilidades de trabalho como docente no setor privado é quase nula, uma vez em que cursos de graduação em Meteorologia são oferecidos somente pelo setor público (MEC, 2009), no qual estão os maiores atores institucionais, como o próprio INPE e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

5.4.2.4 Inserção dos mestres e doutores no INPE

Fez parte das preocupações deste estudo conhecer a contribuição dos egressos para o próprio INPE. Além da contribuição que os alunos dão ao Instituto ao longo de sua formação, participando dos projetos, pesquisando e publicando em conjunto com os docentes, há um representativo número de egressos que ingressaram no Instituto como servidores efetivos. O gráfico a seguir mostra o número de servidores das carreiras de pesquisa e desenvolvimento que são egressos da pós-graduação do INPE.

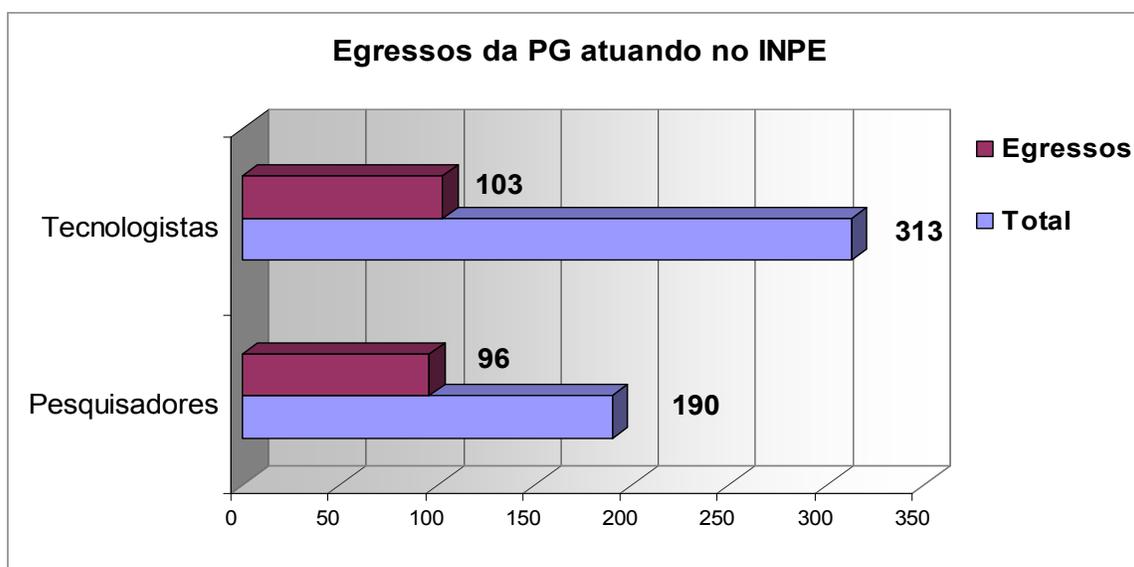


Gráfico 5.9 - Egressos atuando no INPE

Nos seis concursos realizados pelo INPE entre 1994 e 2006 aproximadamente um terço dos profissionais que foram aprovados e nomeados são egressos do Instituto.

Tabela 5.4 – Egressos contratados pelo INPE através de concursos, segundo a função, no período 1994-2006

Função	Número de contratados	Percentual de vagas preenchidas por egressos
Assistente de Pesquisa	2	100%
Pesquisador	65	45%
Tecnologista	91	27%

Como ocorre em outras unidades de pesquisa, há uma inadequação entre a quantidade de recursos humanos efetivos e os requeridos para a condução das atividades do INPE, que nos últimos anos têm sofrido baixas nos seus quadros sem que tenha ocorrido reposição na mesma proporção. Assim, a manutenção do quadro de recursos humanos tem sido realizada também por outros meios, além dos concursos (MCT, 2007). Entre eles, a utilização de bolsas do Programa de Capacitação Institucional (PCI) custeadas pelo CNPq. Atualmente, aproximadamente 20% dos bolsistas atuando no INPE através de bolsas PCI são egressos da pós-graduação.

5.5 ANÁLISES CONCLUSIVAS

Qual o perfil dos egressos do INPE? O número de egressos cadastrados na plataforma Lattes (73%) mostra um claro interesse pelo reconhecimento dos titulados como atuantes em pesquisa e desenvolvimento, através de uma visibilidade proporcionada pela Plataforma; e também a adoção de uma estratégia no sentido de assegurar a sua própria legitimidade no campo científico assim como também as possibilidades de financiamento.

Os resultados mostram que o doutorado é o principal horizonte acadêmico dos titulados. Somando-se o número de doutores e pós-doutores (66,7%) observa-se um número bastante expressivo de egressos com formação para a pesquisa.

O prazo na trajetória de formação entre o mestrado e o doutorado está entre cinco e seis anos, muito próximo do tempo das bolsas concedidas pelas agências de fomento e do prazo de conclusão definido pela Capes, que é de 48 meses, o que sugere que as bolsas das agências têm um peso importante para a trajetória dos alunos do INPE.

Entre os titulados há predominância de homens que, proporcionalmente, são os tiveram trajetória acadêmica mais longa, com a obtenção de títulos de doutor e pós-doutor. Ainda assim, esse perfil acadêmico está sendo alterado, com um terço das mulheres que se titularam mestre no Instituto cursando doutorado atualmente, enquanto que entre os homens são aproximadamente 20%.

As inserções profissionais dos mestres e doutores não apresentam grande variação e se concentram na área de pesquisa. No caso dos mestres essa concentração foi surpreendente dado que a pesquisa espacial no Brasil ocorre principalmente em instituições públicas, nas quais o título de doutor é exigência para a carreira de pesquisa. Esse quadro possivelmente deve ser alterado com as novas contratações no setor público via concurso público, sugerindo que o número de mestres que irão procurar pelo doutorado deve ser ainda maior.

O pequeno número de egressos atuando em atividades de desenvolvimento chama atenção para a necessidade de criação de novas alternativas para inserção desses mestres e doutores, seguindo, por exemplo, as concepções que desde os anos noventa já se configuravam em países cientificamente centrais, nos quais os estilos de treinamento são orientados para

variados tipos de atuação profissional, buscando assim atender a demandas de setores da vida social além da academia (Velloso, 2006). Essas novas alternativas certamente requerem ações dos gestores do Programa Nacional de Atividades Espaciais, através de políticas de incentivo à agregação de novos atores institucionais, do fortalecimento da política industrial, estimulando o setor empresarial a investir em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação; mas também requerem ações por parte dos gestores de ensino, para formar especialistas aptos a atuar em uma ampla gama de atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Do ponto de vista institucional, observou-se a falta de publicação da política interna da pós-graduação, assim como a ausência de mecanismos de avaliação dos cursos, que são instrumentos fundamentais para a verificação do alinhamento das atividades de ensino aos objetivos da PNAE e da missão do INPE. É necessário sublinhar a importância da efetivação destes mecanismos, além dos regimentos dos cursos já existentes.

Os resultados do impacto da pós-graduação nas atividades espaciais no país afirmam a relevância da formação de mestres e doutores no INPE, e sugerem que um dos desafios que se põem para os gestores da pós-graduação do INPE é a busca por meios e modos de avaliação de desempenho e de impacto que sirvam de subsídios ao planejamento e às ações de formação de competências humanas capazes de conduzir ciência e tecnologia espacial e a inovação, tendo como elementos norteadores as políticas estratégicas de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país.

5.6 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA JUNIOR, A. et al. Parecer CFE nº 977/65, aprovado em 3 dez. 1965. *Rev. Bras. Educ.* [online]. 2005, n.30 [cited 2009-06-24], pp. 162-173. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782005000300014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 de abr. De 2009.

BALBACHEVSKY, Elizabeth. A pós-graduação no Brasil: novos desafios para uma política bem-sucedida. In: C. BROCK; S. SCHWARTZMAN. *Os desafios da Educação no Brasil*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005.

BRASIL. Decreto-Lei 464, de 11 de fevereiro de 1969. Dispõe sobre o reconhecimento das universidades e dos estabelecimentos isolados de ensino superior. *Normas complementares à Lei nº 5.540*. Brasília, 11/02/1969. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/1965-1988/Del0464.htm>. Acesso em: 02 de abr. 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Livro Branco : Ciência, Tecnologia e Inovação /* Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. Disponível em <<http://www.itsbrasil.org.br/pages/23/livrobranco.pdf>> Acesso em 20 de abr. 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Plano de Ação 2007-2010*. Brasília, MCT, 2007.

BRASIL. INPE. *Relatório de gestão*. 2009. Disponível em www.inpe.br/dspace/handle/123456789/896>. Acesso em 10 de abr. 2009.

BRASIL. CNPq. *Dados e Estatísticas*. 2009. Disponível em < <http://lattes.cnpq.br>>. Acesso em 25 de mar. 2009.

BRASIL. CAPES. *Estatísticas*. 2009. Disponível em <<http://www.capes.gov.br/estatisticas>> Acesso em 25 de mar. 2009.

BRASIL. CAPES. *Documento da Área de Geociências – Avaliação Trienal 2007*.CAPES, 2007. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/images/stories/download/avaliacaotrienal/doc_areas_trienal_2007/2007_Geociencias_Aval2004-2006.pdf>. Acesso em 10 de abr. 2009.

BRASIL. *V Plano Nacional de Pós-Graduação*. Brasília: Capes. 2004. Disponível em < http://www2.capes.gov.br/rbpg/images/stories/downloads/RBPG/vol.2_3_mar2005_/185_198_plano_nacional_posgraduacao_2205_2010.pdf>. Acesso em: 02 de abr. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. *Relatório do Grupo de Trabalho Da Reforma Universitária*, criado pelo Decreto nº 62.937/6. Rio de Janeiro: MEC/MPCG/MF, 1968.

BRASIL. Agência Espacial Brasileira. *Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)*, Brasília, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005.

CALLON, M. Society in The Making; The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis”. In: W. Bijker, H. Thomas e P. Trevor (orgs.). *The Social Construction of Technological System*. Londres, Mit Press, 1989.

CALLON, M. Redes tecno-económicas e irreversibilidad. *Redes*, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia 8(7), 38 p. , 1991.

CURY, C. R. J. Quadragésimo ano do parecer CFE nº 977/65. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 30, p. 7-20. dez. 2005 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14134782005000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 de abr. 2009.

DAGNINO. R. A relação universidade empresa no Brasil e o “argumento da hélice tripla *Revista Brasileira de Inovação*. Vol. 2, no. 2. Jul/Dez de 2003.

EISENHART, M. A.; FINKEL, E. et al. *Women’s Science: learning and succeeding from the margins*. United States: University of Chicago Press, 1998.

Etzkowitz, H. *The “Athena Paradox”*: Bridging the Gender Gap in Science. *J. Technol. Manag. Innov.*, Vol. 2, no. 1, 2007.

FISCHER, T. Mestrado profissional como prática acadêmica. *Rev.Bras. de Pós-Graduação*, v. 2, n. 4, p. 24-29, jul. 2005.

HAYASHI, M. C. P. I. et al . Avaliação de aspectos formais em quatro periódicos científicos na área de educação especial. *Rev. Bras. Educ. Espec.*, Marília, v. 12, n. 3, Dec. 2006 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382006000300006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 de abr. 2009.

KUENZER, A. Z.; MORAES, M. C. M. Temas e tramas na pós-graduação em educação. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 26, n. 93, Dec. 2005 . Disponível em <<http://www.scielo.br/scielo.php?>> Acesso em: 22 de abr. 2009.

LEAL, M. C.; COIMBRA JR, C. E. A.. Avaliação da pós-graduação no Brasil e seu impacto sobre as revistas científicas nacionais: um alerta! *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 11, nov. 2008 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2008001100001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 08 de abr. 2009.

MARTINS, C. B. O ensino superior brasileiro nos anos 90. *São Paulo Perspec.*, São Paulo, v. 14, n. 1, Mar. 2000 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07/04/2009MCT. Indicadores de Pesquisa Desenvolvimento e Ciência Tecnologia – 2000. Brasília, 2002.

MARTINS, C. B. A formação do sistema nacional de pós-graduação. In *Educação Superior no Brasil*. Capes. 2002.

MOREIRA, M. L. ; VELHO, L . Pós-Graduação no Brasil: da concepção "ofertista linear" para "novos modos de produção de conhecimento". Implicações para a Avaliação. *Avaliação*, Campinas, v. 13, p. 67-88, 2008.

MOREL, R. L. *Ciência e Estado: a política científica no Brasil*. São Paulo: T. A. Queiroz, 1979.

NSF. *The Science And Engineering Workforce: Realizing America's Potential*. August 14, 2003. Disponível em: <<http://nsf.gov/nsb/documents/2003/nsb0369/nsb0369.pdf>> Acesso em 28 de mai 2009.

BRASIL. I Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1973.

BRASIL. II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1975.

BRASIL. III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 1980.

NSF. *Postdoc Participation of Science, Engineering, and Health Doctorate Recipients*

NSF 08-307, mar 2008. Disponível em <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf08307/#fn2>. Acesso em 12 de jun. 2009.

OECD. *Canberra Manual: The measurement of scientific and technological activities Manual of the measurement of human resources devoted to S&T*. OECD Publ., Paris, 1995. Disponível em <<http://www.oecd.org/dataoecd/34/0/2096025.pdf>> Acesso em 02 abr. 2009.

OECD. *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, OECD Publ., Paris, 2002. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0006/6562.pdf>. Acesso em 02. abr. 2009.

OLIVEIRA, F. I. *Caminhos para o Espaço: 30 anos de INPE*. São Paulo: Editora Contexto. 1991. 112p.

OLIVEN, A. C. *et al.* Mestres e Doutores em Física. In: Velloso, J. (Org) *A pós-graduação no Brasil: formação e trabalho de mestres e doutores no país*. Brasília: Capes, 2002. p.283-304.

PAULA, M. C. S. P. A base Qualis e sua utilização no projeto inserção. In Velloso, J. et al. *Formação no país ou exterior?* Doutores na pós-graduação de excelência. Brasília: Capes, 2002.

PENA, M. D. C. Acompanhamento de Egressos: análise conceitual e sua aplicação no âmbito educacional brasileiro. *Educ. Tecnol.*, Belo Horizonte, v.5, n.2, p.25-30, jul./dez. 2000. Disponível em <<http://www2.cefetmg.br/dppg/revista/arqRev/revistan5v2-artigo3.pdf>>. Acesso em 29 de mai 2009.

SÁ BARRETO, F. C. O Futuro da Pós-Graduação Brasileira. In Steiner, João E. e Malnic, Gerhard (orgs). *Ensino Superior: conceito e dinâmica*. São Paulo: Edusp. 2006.

SBPC. *Projeto Ciência e Tecnologia no Brasil*. Grupo de Trabalho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, vol. I, II, III; Grupo de Trabalho de Infra-Estrutura de Pesquisa e Formação de Recursos Humanos, vol. I, II, III. 2006. Disponível em <<http://www.sbpnet.org.br/documentos/projetoC&T.htm>>. Acesso em 05 de mai 2009.

SCHWARTZMAN, S. *Um Espaço para a Ciência: a Formação da Comunidade Científica no Brasil*. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001.

SCHWARTZMAN, S. Pesquisa Universitária e pós-graduação no Brasil. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Ciência, Tecnologia e Inovação*. Brasília: 2008.

SOARES, M. S. A. (coord). *A Educação Superior no Brasil*. Porto Alegre: UNESCO, 2002.

SOBRAL, F. A. F. A Universidade e o Novo Modo de Produção do Conhecimento. *Caderno CRH*, Salvador, n. 34, p. 265-275, jan./jun. 2001.

VELHO, L. O papel da formação de pesquisadores no sistema de inovação. *Cienc. Cult.* 2007. Disponível em http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252007000400013&script=sci_arttext. Acesso em 10 de jun. 2009.

VELLOSO, J. Mestres e Doutores no País: destinos profissionais e políticas de Pós-Graduação. *Cadernos de Pesquisa*, v. 34, n. 123, p. 583-611, set./dez. 2004.

VELLOSO, J.; VELHO, L. *Mestrandos e doutorando no país: trajetórias de formação*. Brasília: Capes, 2001. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0101-73302005000400015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 de abr. 2009.

VELLOSO, J. Pós-Graduação: egressos, trabalho e formação no país e no exterior. In: João E. Steiner; Gehrard Malnic. (Org.). *Ensino Superior - Conceito e Dinâmica*. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006, v. 1, p. 177-212.

FILHO, J. M. Quem manda no Espaço? Revista *Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial*. 2007. Disponível em: http://www.sbda.org.br/revista/Anterior/Ind_ant.htm. Acesso em 02 de jun 2009.

SCHWARTZMAN, S. *Termos de referência de pesquisa*, não publicado, janeiro de 1979). Disponível em http://www.schwartzman.org.br/simon/acad_ap.htm. Acesso em 10 de jun de 2009.

SOBRAL, F. A. F. ; ALMEIDA, M. R. C. ; CAIXETA, M. V. G. . As Lideranças Científicas. *Ciências & Cognição*, (UFRJ), v. 13, p. 179-191, 2008. Disponível em: http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13_2/m318279.pdf. Acesso em 10 de mai 2009.

CAPÍTULO 6

PÓS-GRADUAÇÃO NO BRASIL: DA CONCEPÇÃO “OFERTISTA LINEAR” PARA “NOVOS MODOS DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO”

IMPLICAÇÕES PARA AVALIAÇÃO

Artigo publicado em:

MOREIRA, Maria Lígia; VELHO, Lea. Pós-Graduação no Brasil: da concepção “Ofertista Linear” para “Novos Modos de Produção do Conhecimento” Implicações Para Avaliação. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v. 13, n. 3, p. 625-645, nov. 2008.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aval/v13n3/02.pdf>

(ISSN: 1414-4077)

Classificação Qualis do Periódico: A2 (Educação)

6.1 Introdução

A política científica e tecnológica, entendida como o conjunto de medidas dirigidas pelo governo para, de um lado, estimular o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica e, de outro lado, para explorar os resultados dessa pesquisa para objetivos políticos mais amplos, é um campo relativamente novo nas responsabilidades do governo, como expressa Siune (2001). Como em outros países, no Brasil, somente nos últimos cinquenta anos essa área de atuação tem sido reconhecida institucionalmente com a criação e manutenção de estruturas formais, mecanismos, procedimentos, apoio burocrático e político especialmente dirigidos às questões a ela pertinentes.

Ao longo dessas cinco décadas, mudanças na concepção de como se dá a produção de conhecimento científico e tecnológico, assim como sobre a relação entre ciência e tecnologia têm levado a alterações no desenho da política científica em grande número de países. Junto a

mudanças de paradigmas na concepção de ciência e tecnologia (C&T), também ocorreram mudanças nas formas de organização das atividades científicas e tecnológicas, nas instituições que produzem conhecimento, assim como nos instrumentos, processos e procedimentos que têm por objetivo planejar e gerir as atividades relacionadas à C&T. Isso tem gerado um grande grau de incerteza sobre os caminhos mais adequados para planejar, conduzir e avaliar as atividades científicas e tecnológicas. Neste contexto, as políticas relativas à formação de recursos humanos, como parte da política científica e tecnológica do país, certamente também requer revisão tanto no seu desenho como nas formas de avaliação.

Debates sobre a emergência de novas formas de produção do conhecimento e de mudança de paradigmas no campo da C&T motivaram a realização deste trabalho, com o objetivo de refletir sobre os novos desafios na formação de recursos humanos para atuar em atividades de C&T. O objeto de interesse deste trabalho é o sistema nacional de pós-graduação (SNPG), com foco no modelo de avaliação que este utiliza para atestar a qualidade dos cursos e o conhecimento produzido, e os principais desafios deste sistema em contextos políticos, econômicos e sociais diferentes daqueles em que a pós-graduação foi organizada no Brasil, há mais de quatro décadas.

As novas formas de produção do conhecimento e os novos paradigmas da ciência e tecnologia são idéias debatidas por Gibbons *et al* (1996), Stokes (2005), Salomon (1996), Knorr-Cetina (1982), entre outros autores. Dentre estes novos paradigmas, estão: o papel social e cultural que desempenham a ciência e tecnologia; a transformação nas formas de produção do conhecimento e na concepção da dinâmica das relações entre a universidade, o governo e a indústria; o novo entendimento das relações entre pesquisa básica e aplicação prática; e a noção de que a prática e atitudes dos cientistas estão relacionadas com as de outros atores não científicos, que também participam do processo de produção de conhecimento.

Como apontam Nightingale e Scott (2007, p. 548), mudanças nos modos de produção do conhecimento podem produzir discrepâncias entre a pesquisa que a sociedade requer e a pesquisa que a sociedade produz. Diante dessas mudanças, como avaliar a qualidade e a relevância dos cursos de formação de recursos humanos altamente qualificados (Mestres e Doutores) e do conhecimento produzido durante esse processo de formação? De que modo as políticas dirigidas ao SNPG poderão estimular a formação de recursos humanos para o avanço da pesquisa que

considere o papel social do conhecimento acadêmico? Quais as limitações do atual sistema de avaliação? Essas são as questões centrais desse trabalho, cujo argumento é de que as políticas de gestão da pós-graduação não devem se basear em critérios meramente acadêmicos para avaliação dos cursos e do conhecimento produzido, mas deve incorporar o contexto da aplicação prática deste conhecimento, de modo a incentivar a formação de recursos humanos aptos para atuar em diversos ambientes (que não apenas o acadêmico) e a produção de conhecimento socialmente relevante.

Não há dúvida de que avaliar a aplicação prática do conhecimento não é simples. Esses desafios são diferentes daqueles enfrentados no período da organização da pós-graduação no Brasil. E diferentes contextos requerem diferentes estratégias.

Nesta direção, as seções seguintes apresentam as mudanças na concepção sobre C&T ocorridas após a Segunda Guerra, o contexto em que se deu a organização da PG no Brasil, e os principais aspectos do sistema de pós-graduação – principalmente no que se refere ao modelo de avaliação que este utiliza.

6.2 As Mudanças na Concepção da Ciência no Período Pós-Segunda Guerra

Antes da Primeira Guerra Mundial, a defesa de uma ciência autônoma e independente era percebida por muitos como uma posição importante que deveria ser assumida na luta pela liberdade de pensamento. No entanto, essa visão foi contestada a partir da Segunda Guerra, com o argumento a favor da utilidade da ciência e sua vinculação íntima com a tecnologia. Nesse período “um número crescente de cientistas começou a se mostrar irritado e não mais disposto a aceitar as idéias de isolamento e independência entre a atividade científica e o mundo social, político e econômico circundante” (SCHWARTZMAN, 1980, p. 48). Isso, segundo o autor, se deu porque os cientistas têm seus interesses, como apoio e incentivos financeiros para o seu trabalho, o que os levou à defesa da utilidade da ciência e suas vinculações.

De acordo com Salomon (1996), durante e depois da Segunda Guerra a pesquisa científica e tecnológica, concebida com fins militares, se converteu em fonte de modos de tecnologia recém descobertos que se aplicariam em grande escala à vida civil. Então, ao poder político foi impossível deixar que a ciência seguisse seu próprio caminho e, no final da Guerra, a

desmobilização de pesquisadores deu lugar a esforços sistemáticos para aproveitar as atividades de pesquisa dentro do contexto de objetivos nacionais e internacionais (KUEHN; PORTER, 1981 *apud* SALOMON, 1996). A pesquisa científica e tecnológica fortaleceu-se como um poderoso recurso estratégico, diplomático e econômico.

No período posterior à Segunda Guerra, as principais potências científicas mundiais, lideradas pelos Estados Unidos, emergiram com políticas baseadas em uma visão amplamente aceita do papel da ciência básica na inovação tecnológica, como destaca Stokes (2005). Essa visão se consolidou nos Estados Unidos, baseada principalmente nos conceitos contidos no documento intitulado “Science, the Endless Frontier”, apresentado por Vannevar Bush em 1945. Bush, que era então diretor do Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento (Office of Scientific Research and Development), órgão vinculado ao governo norte-americano, apresentou em seu relatório o enfoque do “modelo linear de inovação” que marcou fortemente o período posterior à Segunda Guerra Mundial.

O relatório, cujo objetivo era delinear o papel da ciência em tempos de paz, sintetizou o sentimento comum em torno da ciência e de sua importância para o progresso. No período em que foi produzido, o relatório buscou ressaltar a superioridade da ciência moderna sobre todas as demais formas de conhecimento, a relevância do avanço da ciência para a promoção do progresso social, bem como o papel central do cientista nesse processo. O relatório afirmou uma fé na idéia de progresso com uma visão positivista das ciências¹². De acordo com essa visão, os seres humanos, as sociedades, e também as ciências melhoram com o passar do tempo como resultado, entre outras coisas, da acumulação de conhecimento, habilidades e práticas, aperfeiçoando-se cada vez mais. E, neste sentido, o relatório defendia que o desenvolvimento social se faria por aumento do conhecimento científico e do controle científico da sociedade, levando a crer que o futuro seria melhor e superior, se comparado ao presente.

Na concepção do “modelo linear”, como ficou conhecida a idéia de desenvolvimento científico defendida no relatório, a mudança técnica é compreendida como uma seqüência de estágios, em que novos conhecimentos advindos da pesquisa científica levariam a processos de invenção que seriam seguidos por atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento

¹² Essa visão otimista da ciência foi desenvolvida, dentre outros, pelo filósofo francês Augusto Conte (1798-1857).

tecnológico, resultando, ao final da cadeia, em introdução de produtos e processos comercializáveis. A visão da ciência básica e de sua relação com a inovação tecnológica apresentada por Bush tornou-se o alicerce da política científica nacional americana para as décadas posteriores à guerra (STOKES, 2005). A crença de que uma nação não deve depender de outras para obter seu conhecimento científico básico novo, sob pena de ser lenta em seu progresso industrial e fraca em sua situação competitiva no comércio mundial influenciou não só a política nos Estados Unidos, como a de muitos outros países.

A visão de Bush do relacionamento entre a ciência fundamental e a inovação tecnológica criou a imagem que veio a representar a versão dinâmica da visão pós-guerra, com a pesquisa básica levando à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento, e em seguida à produção ou a operações, segundo a inovação seja de produto ou processo. Aumentar o “capital científico”¹³ e fortalecer os centros de investigação básica, principalmente as faculdades, universidades e institutos de investigação que fornecem o ambiente propício para a criação de novos conhecimentos científicos foram recomendações feitas por Bush.

O documento apresenta um traço marcante: a ênfase dada ao papel do Estado na promoção do avanço da ciência, concepção que marcou fortemente o período. Ao falar de liberdade na pesquisa, ressaltou a importância das universidades e dos institutos de pesquisa como centros da pesquisa básica que, como defendido por Bush, é a pesquisa capaz de converter o avanço científico em avanço tecnológico que, por sua vez, irá gerar desenvolvimento econômico e social.

O relatório expressou clara e insistentemente a importância que o governo deveria atribuir à formação de recursos humanos para o sucesso da ciência e da tecnologia, considerado essencial para a criação de novos conhecimentos científicos. Esta visão causou impacto não só na política americana. No Brasil, pode ser visto seu reflexo no modo como se deu a organização do sistema nacional de PG e na responsabilidade pelo desenvolvimento científico e tecnológico a ele atribuído, como discutido na seção a seguir.

¹³ Termo usado por Vannevar Bush no relatório *Science, the Endless Frontier* (1945).

6.3 A Organização da PG Brasileira: A Ciência vista como uma “Fronteira sem Fim”

A ênfase na importância da formação de recursos humanos para a pesquisa não é nova. Como dito anteriormente, “o clássico documento *Science the Endless Frontier* já afirmava a importância de uma massa crítica de pesquisadores competentes para a inovação tecnológica e a competitividade dos países” (VELHO, 2007, p. 23).

Após os anos 50, esforços empreendidos por diversos países para sistematizar as atividades de pesquisa científica e tecnológica incluíram as atividades de formação de recursos humanos. No Brasil, a qualificação formal de pesquisadores foi impulsionada principalmente a partir da década de 60. Ações coordenadas pelo governo, com o apoio da comunidade científica iniciaram naquele período uma nova fase da educação superior brasileira. O modelo da PG brasileiro foi organizado em torno do paradigma do modelo linear de inovação, ou seja, baseado na ideia da ciência como uma “fronteira sem fim”, com a responsabilidade de impulsionar o desenvolvimento do país.

A educação no nível de pós-graduação, como em todos os demais níveis, desde a educação fundamental, em cada fase da história reflete a interligação dos fatores culturais e econômicos, da demanda social pela educação, do poder político. Sobral (2000) aponta que as formas pelas quais a educação tem sido abordada na sociedade brasileira têm variado historicamente, evidenciando a ideia de Durkheim de que a educação é um processo de socialização - que integra os indivíduos no contexto social - e, por essa razão, varia segundo o tempo e o meio. Contribuindo para reprodução do sistema social do qual faz parte, a educação brasileira tem tido historicamente diferentes funções: de socialização e de formação, da atribuição de “status” aos indivíduos e como instrumento de mobilidade social, principalmente nas décadas de 50 e 60; ou de impulsionar o crescimento econômico do país nos meados da década de 60 e na década de 70, em um período em que a educação foi legitimada principalmente pelas questões econômicas.

A ideia vigente desde o fim da Segunda Guerra era de que a ciência era uma importante ferramenta para o processo de desenvolvimento e planejamento econômico, o que levou os cientistas a sustentarem que lhes cabia a responsabilidade de não se limitarem a ter uma vida acadêmica, mas também participar de todas as decisões relevantes da sociedade.

Segundo Schwartzman (2001), essa visão política da comunidade científica defendia, entre outras idéias, as de que o sistema educacional precisaria ser modificado, de que a ciência e a tecnologia deveriam contar com órgãos poderosos de planejamento institucionalizado. De fato, no Brasil, no período pós-guerra, deu-se a criação de muitas instituições relacionadas ao apoio e à execução de pesquisa, dentre as quais o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas em 1949; o Conselho Nacional de Pesquisas (atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), em 1951; e a criação de instituições de ensino, como o Instituto Tecnológico de Aeronáutica, em 1950, e a Universidade de Brasília, em 1962.

No final da década de 60, o ensino superior passou por uma profunda reorganização e entrou num período de rápida expansão. Foram criados vários órgãos e começaram a serem organizados fundos para a ciência e tecnologia. Desse processo resultou a expansão de instituições de ensino de pós-graduação e de pesquisas. O otimismo em relação ao papel positivo da ciência e da tecnologia, e a visão de que as universidades eram atores fundamentais na conquista de transformações sócio-econômicas, aliados às concepções do modelo linear, fez com que houvesse forte impulso para a organização do sistema de pós-graduação e o início das atividades de pesquisa nas universidades.

6.4 A Institucionalização da PG Brasileira

Como dito anteriormente, o sistema nacional de pós-graduação (SNPG) foi organizado a partir da década de 1960. Ainda nos dias atuais este é o sistema que alicerça a formação de especialistas nas áreas científicas e tecnológicas. Considerado um dos fenômenos mais significativos no ensino superior brasileiro, como ressalta Martins (2005); a expansão do sistema de pós-graduação assentou-se em bases sólidas, tais como os procedimentos de avaliação para autorização de criação de cursos e para a alocação de recursos; os investimentos realizados na formação de recursos humanos no país e exterior e a promoção da cooperação científica, entre outras ações. Alguns números podem mostrar o êxito alcançado pelo sistema. Em 2006 eram 2.267 programas credenciados em todo o país – um número 87% maior do que na década anterior; o número de alunos matriculados cresceu cerca de 70% no mestrado e 106% no doutorado no mesmo período, segundo dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

Desenvolvidos principalmente nas universidades, os cursos também fazem parte das atividades de alguns institutos de pesquisa que, juntamente com as empresas, passaram a ser reconhecidos como importantes atores sociais nos novos modelos sobre produção e uso do conhecimento, concebidos nas últimas duas décadas (LEYDESDORFF; ETZKOWITZ, 1998; BRISOLLA *et al*, 1997; entre outros).

Tendo as universidades públicas como base institucional principal e como *locus* privilegiado os programas de pós-graduação, como apontado por Velho (2007); este sistema foi criado como parte de um esforço mais amplo de impulsionar o desenvolvimento do país. E ainda hoje, após quatro décadas da organização do sistema, a importância da formação de recursos humanos para atuar em atividades científicas e tecnológicas é um dos focos principais da política que busca dar impulso aos sistemas de inovação e à capacidade competitiva do país.

A pós-graduação brasileira foi criada com a função social de qualificar recursos humanos e produzir conhecimento científico e tecnológico que permitissem a expansão industrial do país. Alinhada à concepção positiva da ciência, a aspiração de autonomia nacional se fez dominante através do entendimento da necessidade de geração de conhecimento científico e tecnológico, tendo em vista a superação da dependência em relação aos países centrais. Neste projeto de autonomia, o fortalecimento da competência científica e a consolidação da pós-graduação na universidade eram muito importantes, pois “o ciclo completo de produção do conhecimento não podia ser dominado sem a pesquisa básica, geralmente realizada na universidade” (SOBRAL, 2000, p. 6).

Foi no final da década de 70 que se deu o grande impulso do papel da educação no desenvolvimento brasileiro. Esta passou a ser considerada politicamente, e nela se colocou, sobretudo, o papel de construção da cidadania. Houve abundância de recursos para projetos científicos e tecnológicos. A investigação científica no Brasil foi fortemente concentrada nas universidades, aliada aos programas de pós-graduação. Como apontado por Trindade (2005), naquele período foram implantadas políticas para que as universidades públicas pudessem expandir seus programas de pós-graduação em diversas áreas e para a concessão de fundos para as atividades de ciência e tecnologia.

A expansão da ciência e da tecnologia brasileiras, ocorrida na década de 70, foi parte de um projeto de autonomia nacional que contou com forte respaldo de setores militares e de acadêmicos que, apesar de uma história de conflitos com o governo militar, simpatizavam com os ideais nacionalistas, segundo Schwartzman (1993). A ideologia desenvolvimentista atribuiu à educação o papel de criar a massa crítica capaz de atender às prioridades definidas pelo planejamento econômico.

Foram colocados à disposição da comunidade científica os incentivos financeiros necessários para suas atividades de ensino e pesquisa e o governo delineava numa política científica e tecnológica que concebia um modelo da pós-graduação baseado na prática de emulação de experiências bem-sucedidas, formuladas e implementadas no contexto dos países centrais. Romanelli (2001) expressa que esse “transplante cultural” contribuiu para que o país mantivesse um estado de dependência cultural, por causa dos obstáculos que este modo de apropriação apresenta para a produção de conhecimento científico e tecnológico local. Segundo a autora, a tentativa de adequação dos modelos importados sempre parte do falso pressuposto de que o que está errado não são os modelos, mas a realidade mesma e, deste modo, há uma inversão de valores: tenta-se impor mudanças à realidade para que ela se adapte aos esquemas pré-estabelecidos.

Seguindo a idéia de transplantar um modelo concebido em outras realidades, modelos e conceitos transferidos principalmente dos Estados Unidos alicerçaram a organização do sistema de ensino e pesquisa brasileiro. Na reforma do ensino de 1968, muitos elementos extraídos das universidades de pesquisa norte-americanas, como o sistema de créditos, as instituições de pesquisas, os programas de pós-graduação que conferem graus de mestrado e doutorado, foram estabelecidos. A reforma, ao não considerar algumas características da realidade sócio-econômica do país teve como resultado a explosão da demanda pelo ensino superior e o crescimento do número de instituições privadas, e a grande busca pelos diplomas acadêmicos, o que levou a uma rápida proliferação de programas de pós-graduação pelo país, dentre os quais muitos com qualidade questionável. Estes fenômenos, aliados ao fortalecimento da cultura da meritocracia que se consolidou e ganhou legitimidade durante o período militar, tiveram como consequência a adoção do mecanismo de “revisão por pares” dos programas de pós-graduação, que se tornou o

procedimento de avaliação adotado pela Capes para o credenciamento de programas de pós-graduação.

A partir das décadas de 1980 e 1990 observou-se a aceleração do processo de globalização, a maior abertura do nosso país ao mercado internacional e a tentativa de entrar no novo paradigma produtivo. Velho (2007) aponta que tudo isso impulsionou a idéia de que a ciência, tecnologia, governo e indústria deveriam estar ligados por sistemas de inovação completos, multi-institucionais. Nesse quadro, a formação de recursos humanos tornou-se ainda mais importante para aumentar a competitividade do país, formando pesquisadores altamente qualificados pelas universidades e pelo sistema de pós-graduação para atuar na produção científica e de novas tecnologias de ponta.

As universidades passaram a ocupar papel ativo no processo de vinculação universidade-setor produtivo, que antes era desempenhado pelo Estado. Naquele momento, o estímulo à constituição de parques e pólos tecnológicos, incubadoras de empresas ou escritórios universitários de transferência de patentes tornou-se o mecanismo usual de indução à vinculação. Essa nova proposta passaria por um redirecionamento da atividade universitária, que deveria ser fortemente orientada pelo mercado.

A universidade, juntamente com outras instituições como empresas e o governo são atores que passaram a desenvolver um novo modo de produção do conhecimento, dentro da concepção de educação para a competitividade. Houve forte impulso da percepção de que a produção do conhecimento envolve novos atores e novas formas de organização. Ciência e tecnologia são analisadas em um contexto mais amplo do que no passado. Os recursos humanos são enfatizados como fator-chave para a produção e difusão do conhecimento, segundo Sirilli (1998); e a formação de tais recursos torna-se cada vez mais objeto de interesse.

6.5 A PG Brasileira no Contexto dos “Novos Modos de Produção do Conhecimento” e da “Aplicação da Ciência e da Tecnologia”

Ao lado da mudança do paradigma linear para um modelo interativo, a partir da década de 80 surgiu uma nova maneira de perceber as interações entre a ciência, a tecnologia e a

sociedade nos países industrializados. Os enfoques otimistas foram substituídos por uma maior preocupação com os efeitos dos avanços da ciência e da tecnologia na sociedade.

A crise científica, segundo Salomon (1996), refletiu a crise que estava ocorrendo na sociedade. Os problemas com a deterioração da qualidade de vida, o estado caótico do desenvolvimento humano, as dificuldades de transporte, as ameaças ao meio ambiente, assim como as crescentes desigualdades na maioria dos países industrializados e muito mais as que existem entre estes e os países em desenvolvimento, tudo isto exigiu controle sobre o desenvolvimento do progresso técnico e a criação de novas trajetórias capazes de reconciliar o progresso da tecnologia e um tipo mais harmonioso de desenvolvimento.

Esta missão foi colocada nas mãos daqueles responsáveis pela elaboração das políticas e da comunidade científica e também atinge diretamente os que estão se formando e virão a atuar nessas comunidades. A preocupação com os impactos ambientais, sociais, econômicos e políticos da ciência e da tecnologia deve fazer parte da formação de recursos humanos para pesquisa na sociedade atual.

A partir da década de 80 observou-se a emergência de novos paradigmas, dentre os quais, como citados anteriormente, estão o papel social e cultural que desempenham a ciência e tecnologia em uma sociedade em particular, a transformação nas formas de produção do conhecimento e na concepção da dinâmica das relações entre a universidade, o governo e a indústria, a noção de “arenas transepistêmicas” e a relação entre pesquisa básica e aplicação prática.

À luz de novos paradigmas da C&T e de debates sobre como se dá a produção do conhecimento, o papel social e cultural que desempenham a ciência e tecnologia; das relações entre pesquisa básica e aplicação prática; e da participação de atores não-científicos no processo de construção e avaliação do conhecimento, é possível apontar alguns desafios que se colocam à maneira como o SNPG foi concebido e é ainda gerido.

Observa-se que, mesmo diante da emergência de novas abordagens não-lineares e interativas ocorrida nos anos recentes, os princípios que norteiam a organização da PG no Brasil ainda mantêm traços típicos da concepção linear. Embora desde a década de 1980 tenha havido,

por parte de vários países, a constatação de que os investimentos em P&D não levariam automaticamente ao desenvolvimento tecnológico nem ao sucesso econômico, e de que nada estaria garantido apenas pela invenção de novas técnicas, a PG ainda estimula a permanência da mentalidade ligada à idéia de que investimentos substanciais em pesquisa e desenvolvimento se traduziriam, invariavelmente, em avanço científico e tecnológico. Dessa forma, como expresso por Dias (2007, p. 38), ainda prevalece uma concepção reducionista e mecanicista segundo a qual “mais dinheiro gera mais ciência e mais tecnologia.”

Pode ser observada, ainda, a idéia de que para estimular o avanço científico e tecnológico é necessário formar um número crescente de pesquisadores qualificados, o que representaria uma condição necessária e suficiente para promover um aumento do bem estar social, através do avanço da ciência e da tecnologia, noção que esteve presente de modo imperativo no relatório de Vannevar Bush.

A PG brasileira se baseia em princípios de reconhecimento estritamente acadêmicos da qualidade dos cursos, cujas recompensas estão associadas, entre outros critérios, às publicações e à produção de conhecimento segundo um padrão linear, da ciência básica à aplicada e, depois, ao desenvolvimento e à produção. A Capes, agência responsável pela coordenação dos cursos de PG, utiliza critérios de avaliação que levam ao aumento na disputa dos cursos por mais recursos, associada à obtenção dos melhores conceitos. Isso obriga os membros da comunidade científica a demonstrar cada vez mais produtividade científica, sobretudo em termos de publicação nos veículos acadêmicos de melhor reputação nos respectivos campos, gerando competição, não somente entre cientistas que buscam a ocupação nos espaços editoriais ou que buscam a manutenção das esferas de prestígio e influência, mas gerando uma luta constante do pesquisador pela superação de seus próprios desempenhos no que diz respeito ao número de trabalhos que publica.

Essa lógica de atribuição de papéis e reconhecimento que avalia a excelência científica dos pesquisadores, também contribui para reforçar a concepção da separação entre ciência básica e aplicada, ao colocar pesquisadores em “lados opostos”. O reconhecimento do trabalho pelos pares e a ênfase na originalidade observada pode levar os pesquisadores a concentrarem-se naquelas atividades que são capazes de lhes conferir maior visibilidade e cuja promessa científica seja mais fácil de evidenciar do que o valor social, por exemplo.

É na avaliação realizada pelos pares da comunidade científica (*peer review*) que a Capes se firma para recomendar, reconhecer e atribuir conceitos para os cursos de PG. Segundo Davyt e Velho (2000), a revisão por pares surgiu com a própria ciência. Contudo, “isto não significa que os mecanismos e procedimentos da avaliação da ciência tenham sido sempre os mesmos desde seu surgimento, há mais de três séculos” (p. 93). Segundo os autores, o que parece ter se mantido durante todo este tempo é a noção de que apenas os próprios cientistas podem avaliar o trabalho de seus colegas.

No Brasil, a cultura da meritocracia, baseada no sistema de revisão por pares consolidou-se durante o período militar e ganhou legitimidade, como apontado por Trindade (2005). A revisão por pares desempenha o papel de decidir sobre a relevância da pesquisa, constituiu-se a principal forma de decidir sobre a seleção da pesquisa, a publicação acadêmica, a seleção ou a promoção de cientistas e de investimentos institucionais.

A revisão por pares tem entre seus objetivos analisar um trabalho antes da sua publicação e analisar propostas de pesquisa. O objetivo da revisão tem tradicionalmente sido focar a excelência, afastando a possibilidade de fraude; visando identificar “as melhores” propostas de pesquisa – a chamada “pesquisa por fazer” (DAVYT; VELHO, 2000, p. 93), os melhores artigos e pesquisadores. Através da revisão por pares também são determinadas as ofertas de incentivos como bolsas de estudos, canais de publicação, trabalhos, *status* e recursos, como relatam Nightingale e Scott (2007). A avaliação de projetos de pesquisa subsidia o futuro financiador, para quem a avaliação procura reduzir os riscos de financiar, por exemplo, um projeto atraente, promissor, mas não exequível. Com base nesta premissa, o julgamento por pares tem sido amplamente utilizado pelas agências financiadoras – governamentais, universitárias, privadas – para alocar recursos a indivíduos ou grupos que apresentam propostas de pesquisa. Ao avaliar, membros da comunidade científica, como revisores, têm o poder de transformar projetos em pesquisas científicas (CERRONI, 2003).

Nos dias atuais há consenso sobre o valor social da pesquisa. Entretanto, há também consenso em torno da necessidade de que os investimentos feitos na pesquisa gerem retorno para a sociedade (NIGHTINGALE; SCOTT, 2007). Assim sendo, a relevância da pesquisa, que tem sido dirigida da comunidade científica para a sociedade, precisa ser uma questão melhor refletida. Ao decidir pela relevância da pesquisa, os membros da comunidade científica – os pares – devem

considerar a complexidade da criação de novas formas de produção e de novos campos do conhecimento, e estender o seu foco – antes disciplinar – para as questões emergentes na sociedade. Por exemplo, ao dirigir a pesquisa no campo espacial, uma instituição deve não só ter como foco as áreas fins de sua atividade – como a pesquisa pura em ciências espaciais e atmosféricas - mas somar a essas pesquisas a aplicação dos conhecimentos produzidos, de forma a integrar outros campos do conhecimento, outras áreas e outras disciplinas. Essa decisão não é trivial quando feita pelos pares de áreas especializadas.

Algumas das críticas à revisão por pares apontam o caráter “corporativista” e de “universo fechado” que esta se constitui. Dagnino (2004) aponta que o critério e a ferramenta que viabilizam a revisão por pares podem implicar na simples reprodução dos problemas existentes. Segundo o autor, mesmo em países avançados, como os EUA, onde a revisão por pares tem sido aplicada sistematicamente há mais de cinco décadas, ela não foi capaz de superar o corporativismo. O autor aponta que:

“O fato da comunidade de pesquisa brasileira ser mais de vinte vezes menor do que a norte-americana, muito menos diversificada, e espacialmente concentrada, revela que a adoção do critério e da ferramenta que o operacionaliza é, no mínimo, insuficiente para combater o corporativismo.” (p. 23).

A comunidade disciplinar comunga regras. Ao analisar o trabalho proposto por um colega, os pares analisam se o trabalho se adequou a elas, nunca questionam a validade das próprias regras, como ressaltam Dayvit e Velho (2000). Ao se pensar na ciência de aplicação e capaz de impulsionar o desenvolvimento social e a capacidade de inovação, observa-se que estas questões requerem soluções interdisciplinares que integrem conhecimento de diferentes áreas. Ao invés de dar respostas satisfatórias a estas questões, esse modelo de revisão por pares resulta no “encapsulamento” disciplinar da pesquisa.

Nesse modelo de avaliação, ao decidir pela atribuição de conceitos aos programas de pós-graduação, a comunidade científica buscaria, então, garantir que seja apoiada a “ciência de qualidade”, tal como esses termos foram definidos pelo documento de Vannevar Bush. O argumento para isso é que só os próprios cientistas têm competência e legitimidade para avaliar a

qualidade da pesquisa realizada ou daquela que está por ser feita. E quanto àqueles que, embora não trabalhem dentro de um determinado grupo de pesquisa – os quais Knorr-Cetina (1981) chamou de não-cientistas – têm interesse no resultado das pesquisas? As pesquisas são, segundo Knorr-Cetina, influenciadas tanto pelos cientistas quanto pelos não-cientistas. Assim, estes últimos também devem ser partes integrantes nas decisões. Além dos cientistas no laboratório, o “campo transcienceífico” pode incluir o reitor da universidade, as agentes administrativos do instituto de pesquisa, membros ou representantes da indústria, entre outros.

É necessário construir meios através dos quais seja possível estender as decisões hoje tomadas somente pelos pares científicos. Para isso, deve-se partir da compreensão das mudanças que ocorreram – e nas que ainda estão em curso. Entende-se que a produção de novos conhecimentos inclui não somente os atores tradicionais da ciência e exige novas estratégias para sua avaliação.

Gibbons *et al* (1996), vai além desse universo próximo em que se encontrariam os não-cientistas citados por Knorr-Cetina, ao apresentar o conceito de “modo 2” de produção do conhecimento científico. O “novo modo de produção do conhecimento” foi o termo utilizado por Michel Gibbons *et al*, no livro *The New Production of Knowledge*, para explicar como se dá a produção de novos conhecimentos científicos e tecnológicos na atualidade. Os autores apontam que essa produção pode se dar de dois modos, denominados “modo 1” e “modo 2.” O primeiro, acadêmico, impulsionado pelo pesquisador, baseado em disciplinas, e o segundo, contextualizado, focado em problemas e interdisciplinar.

O “modo 1” corresponde a um sistema de valores e atitudes que é típico do *establishment* acadêmico, que foi caracterizado pelo “tipo ideal” desenvolvido por Robert K. Merton (SCHWARTZMAN, 2002). Entre outras, estas normas e valores incluiriam a propriedade compartilhada - “comunista”, segundo as idéias de Merton - dos conhecimentos produzidos; o ceticismo, como princípio sistemático de dúvida e exigência de rigor; e o desinteresse do cientista em relação aos eventuais ganhos materiais derivados da aplicação de seus conhecimentos – o prestígio e os prêmios acadêmicos são as únicas gratificações legítimas a que o pesquisador deve aspirar. No “modo 1” as instituições de pesquisa são autônomas, as recompensas acadêmicas estão associadas às publicações na literatura aberta, e a produção de conhecimento segue um padrão linear, da ciência básica à aplicada e, depois, ao desenvolvimento e à produção.

O termo “modo 2” foi utilizado por Gibbons e seus colaboradores para caracterizar as formas de estruturação das atividades de pesquisa científica e tecnológica, onde se rompem as novas barreiras entre as disciplinas acadêmicas tradicionais, pesquisa básica e aplicada, o mundo da academia e o mundo empresarial e dos interesses públicos, o conhecimento de domínio público e o conhecimento apropriado.

O “modo 2” contrasta com o antigo “modo 1” em que a pesquisa se organiza em disciplinas estanques e se desenvolve pela curiosidade intelectual dos pesquisadores. No “modo 2” as instituições de pesquisa são intimamente associadas ou vinculadas aos usuários – empresas, agências de governo, fornecedores de serviços, consumidores, sociedade em geral - os incentivos se baseiam nos produtos práticos, reais ou esperados; os resultados da pesquisa são apropriados por grupos sociais não acadêmicos; e a seqüência de produção linear é rompida, sendo o conhecimento desenvolvido no contexto das aplicações. A Tabela a seguir apresenta uma síntese dos dois modos.

Tabela 6.1 – Diferenças básicas entre o “modo 1” e o “modo 2”

MODO 1 (linear)	MODO 2 (não linear)
O conhecimento básico é produzido antes e independentemente de aplicações	O conhecimento é produzido no contexto das aplicações
Organização da pesquisa de forma disciplinar	Transdisciplinaridade
Organizações de pesquisa homogêneas	Heterogeneidade e diversidade organizacional
Compromisso estrito com o conhecimento: os pesquisadores não se sentem responsáveis pelas possíveis implicações práticas de seus trabalhos	“ <i>Accountability</i> ” e reflexividade: os pesquisadores se preocupam e são responsáveis pelas implicações não-científicas de seu trabalho

Fonte: Gibbons, Trow, Scott *et al.* 1994 *apud* Schwartzman, S., 2002, p. 375.

Schwartzman (2005) afirma que o “novo modo” serve para caracterizar uma forte tendência que vem ocorrendo em todo o mundo, em que a pesquisa científica e tecnológica se torna, ao mesmo tempo, mais importante, mais cara e mais fortemente ligada a interesses e motivações de ordem prática, e onde o espaço para a pesquisa acadêmica mais tradicional vem se reduzindo. A passagem de um a outro modo de produção do conhecimento, segundo Schwartzman,

“pode ser traumática e cria uma série de problemas, mas, ao mesmo tempo, torna a pesquisa mais dinâmica e relevante, e com mais condições de conseguir os recursos e o apoio de que necessita para continuar se fortalecendo”. (Schwartzman, 2005, p. 1)

Isso desde que sejam implementadas novas políticas, seja de planejamento, alocação de recursos ou de avaliação, que considerem a importância da produção do conhecimento no contexto das aplicações, e não somente do ponto de vista acadêmico.

A análise sobre os modos de produção do conhecimento também é apresentada por Stokes (2005), que trata da aplicação da ciência e da tecnologia. Para se referir à combinação de pesquisa básica e aplicada que caracterizou a ciência de Pasteur no século XIX, o autor utilizou a expressão “quadrante de Pasteur” como os novos modelos de inovação científica, por contraste ao “quadrante de Bohr” da ciência básica. O autor procurou refletir sobre os objetivos da ciência e suas relações com a tecnologia, reexaminando o vínculo entre a inclinação para a busca do conhecimento fundamental e a tendência para a aplicação prática.

A pesquisa básica, definida por Stokes (2005) como aquela que procura ampliar o campo do entendimento fundamental, situa-se no que ele denominou “quadrante de Bohr”, cuja teoria para a explicação do modelo atômico proposto por Rutherford em 1911, levando em conta a teoria quântica, não foi levada a sério no momento em que foi concebida e somente depois, no decorrer da década de 1920, contribuiu com vários físicos para a criação do modelo existente hoje.

A pesquisa aplicada volta-se para alguma necessidade ou aplicação por parte de um indivíduo e é situada no “quadrante de Edison”, que foi um dos primeiros inventores a aplicar os

princípios da produção maciça ao processo da invenção. Por seu turno, a pesquisa básica que busca estender as fronteiras do entendimento, mas que é também inspirada por considerações de uso, merece ser, segundo Stokes, reconhecida como o “quadrante de Pasteur”, em vista da combinação que Pasteur fez entre entendimento e uso em suas pesquisas. A pesquisa pode ser movida, ao mesmo tempo, pela busca de entendimento científico e por considerações de uso.

Stokes (2005) argumenta que embora o modelo linear considerasse os avanços da ciência como determinando integralmente o desenvolvimento da tecnologia, de fato o relacionamento entre ambos é muito mais interativo, com a tecnologia exercendo às vezes forte influência sobre a ciência. Deste modo, será possível um entendimento mais profundo desse relacionamento se for notada a importância da pesquisa situada no Quadrante de Pasteur.

O valor da ciência básica inspirada pelo uso é a conjunção das promessas científicas e do seu valor social, que não se detém a um extremo ou outro, representando pelo Quadrante de Bohr ou de Edison, mas a pesquisa que está situada no Quadrante de Pasteur que é, na maioria dos casos, inspirada pelas necessidades da sociedade.

6.6 Considerações

As novas formas de produção do conhecimento, a importância do papel social que desempenha a ciência e a tecnologia, a relação entre universidade-governo e indústria e o entendimento de que outros atores, além dos cientistas, participam do processo de construção do conhecimento contrasta com o modelo de avaliação desse processo de construção feita de modo disciplinar, por especialistas da área, com critérios internos de excelência.

Para a gestão de cursos de pós-graduação isso representa um desafio enorme: conduzir as atividades de formação de recursos humanos de forma interdisciplinar, considerando o papel social da ciência e, ao mesmo tempo, ter os seus cursos avaliados de modo disciplinar, através de critérios e de valores que consideram o conhecimento produzido de acordo com o “modo 1”. Como proceder quando essa tensão se apresenta é um dilema enfrentado por vários programas de pós-graduação que não se enquadram nos moldes das disciplinas mais tradicionais e institucionalizadas.

O grande desafio das “novas políticas” de formação de recursos humanos em nível de pós-graduação é realizar ações que unam objetivos diferenciados: (1) estimular a iniciativa, criatividade e capacitação científica dos pesquisadores que atuam na PG e daqueles que estão se formando e, ao mesmo tempo, (2) criar mecanismos que levem estes recursos humanos a estabelecer um forte vínculo entre o que eles fazem com a realidade e as necessidades do país, a fim de fortalecer a produção e a aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Dentre os desafios a serem enfrentados pelos *policy-makers* está o de criar estruturas capazes de identificar a relevância da pesquisa de modo inter e multidisciplinar, expandir a análise da relevância da pesquisa para além da revisão feita pelos pares, realizar avaliação do conhecimento produzido no contexto de aplicação do qual participam não-cientistas.

Para isso, os responsáveis pela gestão da PG devem reconhecer as mudanças de paradigmas da C&T, a importância de papel social do conhecimento científico e tecnológico, os limites dos critérios de avaliação tradicionalmente adotados pela comunidade científica. Uma vez que muito provavelmente o modelo de decisão baseado na opinião dos pares não deve mudar no futuro próximo, o que cabe é a conscientização da comunidade científica de que é necessário refletir e discutir seriamente sobre novas formas de estruturação dessas decisões.

A comunidade científica deve conceber novas políticas de formação de recursos humanos considerando que as atividades de pesquisa científica e tecnológica devem romper as barreiras entre as disciplinas acadêmicas tradicionais, pesquisa básica e aplicada, o mundo da academia e o mundo empresarial, assim como devem substituir as estratégias baseadas no “modo 1” e nas concepções do modelo linear. Para isso, é necessário que os novos paradigmas da ciência e tecnologia sejam colocados na pauta das discussões sobre o modelo mais adequado para a pós-graduação brasileira, seja por iniciativa da Capes, tanto quanto por iniciativa dos que atuam na gestão dos cursos em todo o país.

Evidentemente, sabe-se que é muito difícil realizar mudanças nos procedimentos de avaliação da ciência, relativizando o papel da avaliação por pares e a ênfase na produção científica em veículos indexados. Por um lado, a idéia do modelo linear é poderosa e ainda defendida pela maioria dos pesquisadores, que se constituem em forte grupo de interesse. Por outro lado, é muito mais fácil proceder à avaliação tradicional: artigos publicados podem ser

recuperados através de bases de dados internacionais acessíveis e existem fórmulas padronizadas para calcular o fator de impacto de periódicos, artigos e pesquisadores. Mas, os critérios necessários para avaliar o conhecimento produzido de forma multidisciplinar e interativa e que visa à aplicação ainda não foram desenvolvidos de forma sistemática e, no estágio atual, ainda estão longe de consensuais: a trajetória de um problema prático a um projeto de pesquisa (ou vice-versa) não é trivial, a definição do que é socialmente relevante é matéria de debate.

Em última instância, as agências financiadoras de pesquisa e de formação de recursos humanos qualificados têm que prestar contas ao governo e ao público de como gastam seus recursos e são, portanto, usualmente levadas a adotar um enfoque baseado em resultados – normalmente expressos em números de titulados e número de publicações científicas.

Mas, ainda que difícil e controverso, a comunidade acadêmica e os tomadores de decisão em Políticas de Ciência e Tecnologia não podem se furtar a essa reflexão e debate, já que é de se esperar que esses atores sejam promotores de debates e agentes de mudança social.

6.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Serviços Capes, 2007.** Disponível em:

<<http://servicos.capes.gov.br/projetorelacaocursos/jsp/grandeAreaDet.jsp>>. Acesso em: 27 dez. 2007.

BRISOLLA, Sandra Negraes. et al. The university-industry-government relationship: a study of the State University of Campinas (UNICAMP). **Educação e Sociedade, 1997.** Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73301997000400009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 jan. 2008.

BUSH, Vannevar. **Science, the Endless Frontier.** United States Government Printing Office, Washington, 1945. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>>. Acesso em: 09 jan. 2008.

CERRONE, Andrea. **Socio-cognitive perverse effects in peer review**: reflections and proposals. JCOM, 2003. Disponível em:

<[http://jcom.sissa.it/archive/02/03/F020305/jcom0203\(2003\)F05.pdf](http://jcom.sissa.it/archive/02/03/F020305/jcom0203(2003)F05.pdf)>. Acesso em 10 fev. 2008.

DAGNINO, Renato Peixoto. Uma reflexão sobre os desafios da universidade pública brasileira.

In: Seminário sobre Reforma Universitária na Universidade Federal de Goiás. **Anais**

eletrônicos... UFG, 2004. Disponível em: [http://www.ufg.br/seminario-](http://www.ufg.br/seminario-andifes/textos/ufscar/docs/dagnino.pdf)

[andifes/textos/ufscar/docs/dagnino.pdf](http://www.ufg.br/seminario-andifes/textos/ufscar/docs/dagnino.pdf). Acesso em: 12 fev. 2008.

DAVYT, Amylcar; VELHO, Léa. A avaliação da ciência e a revisão por pares: passado e

presente. Como será o futuro? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos, 2000**. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-59702000000200005&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 fev. 2008.

DIAS, Rafael Brito. **A política científica e tecnológica latino-americana**: relações entre

enfoques teóricos e projetos políticos. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de

Campinas, São Paulo, 2007.

GIBBONS, Michaels et al. **The new production of knowledge**: dynamics of science and

research in contemporary societies. London: Sage Publications, 1996.

KNORR-CETINA, Karen. The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and

contextual nature of science. **Pergamon, 1981**. Disponível em:

<<http://www.jstor.org/view/00943061/di973960/97p1861q/0>>. Acesso em 20 fev. 2008.

KNORR-CETINA, Karen. Scientific communities or transepistemic arenas of research? A

critique of quasi economic models of science. **Social Studies of Science**, New York: Sage

Publications. v. 12, n. 1, p. 101-130, 1982.

LEYDESDORFF, Loet; ETZKOWTITZ, Henry. **The future location of research**: a triple helix

of University-Industry-Government Relations II. In: CONFERENCE IN THE NEW YORK

CITY. **Anais**. New York, 1998.

MARTINS, Carlos Benedito (org). **Para onde vai a Pós-graduação em Ciências Sociais no Brasil**. Bauru, SP: EDUSC, 2005.

NIGHTINGALE, Paul; SCOTT, Alister. Peer review and the relevance gap: tem suggestions for policy-makers. **Science and Public Policy**, UK, v. 34, n. 8, 2007.

ODDONE, Nanci. Revisitando a “epistemologia social”: esboço de uma ecologia sociotécnica do trabalho intelectual . **Ciência da Informação**, 2007. Disponível em: <<http://www.ibict.br/cionline/viewarticle.php?id=831>>. Acesso em: 22 fev. 2008.

ROMANELLI, Otaiza de Oliveira. **História da educação no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2001.

SALOMON, Jean Jacques. **Una búsqueda Incierta**. Fondo de Cultura Econômica. México. 1996.

SCHWARTZMAN, Simon. A Pesquisa Científica e o Interesse Público. **Revista Brasileira de Inovação**. Rio de Janeiro: Finep, p. 361-395, 2002.

SCHWARTZMAN, Simon. **Ciência, universidade e ideologia**: A Política do Conhecimento. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

SCHWARTZMAN, Simon. Doutorados no mundo, o modo II e a dama adormecida. **Simon's Blog**, 2005. Disponível em: <<http://sschwartzman.blogspot.com/2005/09/doutorados-no-mundo-ii-e-dama.html>>. Acesso em: 26 dez. 2007.

SCHWARTZMAN, Simon. Repensando o desenvolvimento: educação, ciência, tecnologia. **IDESP**, 1993. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/goethe.htm>>. Acesso em: 30 jan 2008.

SCHWARTZMAN, Simon. **Um Espaço para a Ciência**: a Formação da Comunidade Científica no Brasil. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001.

SCHWARTZMAN, Simon. Understanding transplanted institutions: an exercise in contemporary history and cultural fragmentation. Jürgen Enders e Frans van Vught (eds) Towards a cartography of higher education policy change - A Festschrift in Honour of Guy Neave. **Center for Higher Education Policy Studies, 2007**. Disponível em:

<<http://www.schwartzman.org.br/simon/neave.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

SIRILLI, Giorgio. Conceptualizing and measuring technological innovation. **IDEA (Indicators and Data for European Analysis), 1998**. Disponível em:

<<http://www.step.no/old/Projectarea/IDEA/papers.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2008.

SIUNE, Karen. Science Policy – Setting the Agenda for Research. Report from The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy. **Danish Institute for Studies in Research and Research Policy, 2001**. Disponível em: <http://www.afsk.au.dk/ftp/Muscipoli/2001_8.pdf>.

Acesso em: 18 jan. 2008.

SOBRAL, Fernanda da Fonseca. **Educação para a competitividade ou para a cidadania social?** Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 14 jan. 2008.

STOKES, Donald. **O quadrante de Pasteur: A ciência básica e a inovação tecnológica**. Campinas: Edunicamp, 2005.

TRINDADE, Hélió. Social sciences in Brasil in perspective: foundation, consolidation and diversification. **Social Science Information**. New York: Sage Publications, 2005. Disponível em: <<http://ssi.sagepub.com/cgi/content/refs/44/2-3/283>>. Acesso em: 25 jan. 2008.

VELHO, Léa. O papel da formação de pesquisadores no sistema de inovação. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 4, 2007.

CONCLUSÕES

Sobral (1999) no trabalho intitulado “*Sobre a Importância Estratégica da Ciência Espacial para o Brasil*” faz uma interessante pergunta, à qual ele mesmo responde:

“Estrategicamente falando, poderíamos começar a discussão do tema perguntando se seria de algum interesse para o País se o estudo científico do espaço sobre o nosso território fosse responsabilidade de cientistas de outros países, sem uma liderança científica nacional. Nesse caso eles estudariam o assunto e nos explicariam. A resposta obviamente é não”. (Sobral, 1999:87).

Argumentos para a afirmação de que as atividades espaciais são estratégicas para o país - com a qual esta Tese concorda - podem ser visto em inúmeros trabalhos, documentos da política de ciência e tecnologia e em particular na política espacial, discursos de gestores e *policy makers*. Nesta direção, acredita-se que antes de entrar na discussão propriamente dita, é necessário deixar claro sobre o que se está falando quando se usa o termo “estratégia”.

A palavra estratégia tem origem no grego *strategos*, arte de um general do exército. Inicialmente, o termo descreveu a condução da guerra como um exercício comandado por militares. No entanto, tendo passado a escalada de duas grandes guerras com a influência de potências navais que levaram à evolução do que ficou conhecido como a “grande estratégia” de guerra que permitiu a coordenação dos aliados em diferentes arenas e mobilizou todos os recursos nacionais para sua execução, o vocabulário de guerra foi perdendo sua definição inicial e a ferramenta conceitual inicialmente militar passou a ter outra conotação (Strachan, 2005).

No dicionário de política (Bobbio, 1986:431), estratégia está definida como “*a técnica utilizada para alcançar um objetivo (individual ou coletivo, privado ou público, pacífico ou bélico-militar)*”. Segundo o autor, por estar subordinada à política, sua condução é, com efeito, uma prudente escolha de meios para se alcançar os objetivos indicados por ela.

Para Mintzberg e Quinn (2001),

“a essência da estratégia – quer seja militar, diplomática, empresarial, esportiva ou política – é construir uma postura que seja tão forte (e potencialmente flexível) de maneira seletiva que a organização possa alcançar suas metas, apesar das maneiras imprevisíveis que as forças externas possam, na realidade, interagir, quando a ocasião chegar.

No campo da administração, estratégia está associada às decisões tomadas em nível organizacional, para que se estabeleçam as condições presentes e futuras da organização em relação ao ambiente. No nível da organização, segundo Oliveira (1991:27) a finalidade das estratégias é estabelecer quais serão os caminhos, os cursos, os programas de ação que devem ser seguidos para alcançar os objetivos estabelecidos.

A estratégia está relacionada à utilização adequada dos recursos físicos, financeiros e humanos, tendo em vista a minimização dos problemas e a maximização das oportunidades. Emprestando os termos da estratégia de guerra utilizada principalmente por americanos, os teóricos adotam técnicas de simulação tais como “cenários”, entre outros, pretendendo basear sobretudo na teoria dos jogos e no cálculo das probabilidades a chamada “ciência estratégica” (Bobbio, 1991).

Com base na definição de Bobbio (1995), pode-se afirmar que quanto à política de Estado, estratégia se refere à programação de longo prazo do uso de instrumentos políticos, militares, táticos, de planejamento, entre outros, para desempenhar a função defensiva de manutenção da ordem, tanto com relação aos perigos externos provocados por outros Estados, quanto com relação aos perigos internos. É neste contexto que se justifica, em nível de Estado, a pesquisa espacial como uma atividade estratégica.

Segundo a política espacial,

“As atividades espaciais no Brasil justificam-se por três razões: sua importância estratégica, seu elevado conteúdo tecnológico e seu caráter multidisciplinar, envolvendo alguns dos segmentos mais avançados da engenharia, assim como pelo potencial das aplicações de tecnologias

espaciais na solução de problemas associados às características geográficas e econômicas brasileiras” (MCT, :207)

A construção da grande potência preparada para se defender que, no período militar, dependia do desenvolvimento de programas autônomos nas áreas nuclear, espacial e aeronáutico para atender às necessidades estratégico-militares, na esfera civil voltou-se para a consolidação de competência científicas e tecnológicas de modo a atender às necessidade econômicas e sociais e do país, além do seu fortalecimento no cenário internacional.

Essa é a grande contribuição estratégica do INPE. No período democrático, o significado estratégico do programa espacial deixou de ter o mesmo peso que tivera nos governos militares (Pereira, 2008:84). Contudo, mesmo antes da democratização do país o INPE o programa se legitimou por meio de produtos e serviços como previsão do tempo e monitoramento da Amazônia, entre outros, fornecidos para a sociedade (Costa Filho, 2000). O papel estratégico do Instituto para o país, como apresentado no Capítulo 2 desta Tese, está refletido nos seus objetivos estratégicos expressos no seu Plano Diretor, a partir dos quais foram estabelecidas ações que reforçam a orientação política de atender às demandas da sociedade, através da mobilização das competências técnico-científicas do Instituto.

No nível das organizações, entende-se como estratégia “a determinação das metas e objetivos básicos de longo prazo de uma organização, bem como a adoção de cursos de ação e alocação de recursos necessários à consecução dessas metas” (Chandler, 1962:13). Uma vez que está subordinada à política, em uma organização pública de pesquisa, a estratégia deve estar voltada para a consecução das políticas de Estado.

Nesta direção, entre as principais orientações do INPE que, alinhadas aos objetivos estratégicos definidos no Plano Diretor do Instituto, contribuem diretamente para o fortalecimento da estratégia nacional de desenvolvimento científico e tecnológico está a formação de recursos humanos, atividade cujos resultados apresentados nos capítulos três, quatro e cinco desta Tese, evidenciam a relevância da formação de mestres e doutores no INPE para o desenvolvimento da ciência espacial no país.

Com base nas reflexões realizadas, referentes às razões que levaram o INPE a criar as estruturas próprias para formar pesquisadores, observa-se que, diante da necessidade de constituir uma massa crítica para atuar nas atividades espaciais e da inexistência de cursos diretamente voltados para a área espacial no país na década de 60, o Instituto assumiu uma importância estratégica não só para a institucionalização do programa espacial brasileiro, como também para o desenvolvimento de competências que viabilizariam o êxito e a continuidade dessas atividades.

Analisando as principais características da pós-graduação do INPE, merece destaque a mobilização de diferentes atores, internos e externos, e com diferentes habilidades para a constituição e o desenvolvimento do núcleo de ensino, num processo que incluiu cientistas, gestores, políticos, entre outros, que se revezaram em diferentes papéis. Neste contexto, o papel de algumas lideranças como a do primeiro diretor científico do INPE foi imprescindível.

O dinamismo e os múltiplos aspectos relacionados aos estudos na área espacial acentuam a importância da formação de equipes de pesquisa com formação em diferentes áreas do conhecimento. Além disso, o aumento da participação de mulheres nos cursos, observado principalmente nos últimos anos, possibilitará a constituição de equipes com novas experiências e perspectivas, contribuindo para o avanço da área espacial e para a formação de novas gerações com novas abordagens na produção do conhecimento sobre o Espaço.

Outra característica marcante da pós-graduação do INPE é a aliança pesquisa-desenvolvimento-ensino, adotada desde a criação do núcleo. A formação de recursos humanos conta com a participação de pesquisadores e outros especialistas que trabalham diretamente no programa espacial e como docentes nos cursos. Conta também com a disponibilidade dos laboratórios para o desenvolvimento das pesquisas durante os anos de formação, e a possibilidade de que os alunos interajam com os outros especialistas que atuam no Instituto, além dos docentes.

Através da aliança entre pesquisa-desenvolvimento-ensino, em um processo de aprendizado fortemente impulsionado pela interação entre a pesquisa, experiência prática e ação, o fato de o INPE ter tomado para si a tarefa de formar recursos humanos, permitiu que o Brasil criasse uma massa crítica de pessoal qualificado com características singulares, sem a qual o desenvolvimento das atividades espaciais não teria sido viabilizado, ou estaria, no mínimo, muito aquém do estágio atingido até o momento, caso estivesse alicerçada na vinda de profissionais de

outros países ou na criação de massa crítica nas universidades, muitas das quais têm contado diretamente com a contribuição da pós-graduação do INPE, visto o número de egressos que atuam como docentes e gestores nestas instituições.

A partir dos resultados obtidos afirma-se a relevância da pós-graduação do INPE para a formação da massa crítica na área espacial e para que o país chegasse ao estágio de desenvolvimento na área que tem hoje. É importante acrescentar, entretanto, que ao lado dos resultados positivos, a emergência de novo contexto no qual são atribuídos novos papéis à ciência e tecnologia, e da concepção de novos modos de produção do conhecimento, são impostos alguns desafios a este núcleo de ensino. Dentre eles está a necessidade de criar estrutura capaz de estimular a formação de competências para atuar tanto na produção como na aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos, e a busca por meios e modos de avaliação de desempenho e de impacto que sirvam de subsídios ao planejamento e às ações de formação de competências humanas capazes de conduzir ciência e tecnologia espacial e a inovação, tendo como elementos norteadores as políticas estratégicas de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país.

Tomando como ponto de partida a consideração de que a ciência para ser produzida depende de associações estabelecidas em diversos níveis: social, técnico e financeiro, que o processo de produção do conhecimento científico requer associações, negociações, alinhamentos, estratégicas e competências para integrar o maior número de elementos que darão viabilidade à construção do conhecimento, e que política se faz com alianças (Latour, 1997; Knorr Cetina, 1981), uma das estratégias para o Instituto é a concepção de plano de ação, como concebido por Mintzberg e Quim (1996).

Como um curso de ação, o plano deve ter como elementos norteadores as políticas estratégicas de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país. Os responsáveis pela gestão da PG devem reconhecer as mudanças de paradigmas da ciência e tecnologia, a importância de papel social do conhecimento científico e tecnológico, os limites dos critérios de avaliação tradicionalmente adotados pela comunidade científica, conscientizando-se de que é necessário refletir e discutir sobre novas formas de estruturação das decisões baseadas na opinião por pares e de modo disciplinar.

Como estratégia de posicionamento, a pós-graduação deve estar alinhada aos objetivos do programa espacial que é “*gerar conhecimentos, produtos e serviços inovadores que atendam e antecipem as demandas de desenvolvimento sustentável para o Brasil do século 21*” (MCT 2007-2010), identificando a sua singularidade neste contexto.

Como analisado no Capítulo 5, há falta de publicação da política interna da pós-graduação, assim como a ausência de mecanismos de avaliação interna dos cursos, que são instrumentos fundamentais para a verificação do alinhamento das atividades de ensino aos objetivos da PNAE e da missão do INPE. É necessário sublinhar a importância da efetivação destes mecanismos, organizando de maneira explícita a política interna de ensino alinhada às políticas da área espacial e pós-graduação além dos regimentos dos cursos já existentes.

Outra ação estratégica é a inserção política na rede, para participação na elaboração de políticas, diretrizes e outras decisões. Na atividade científica é necessário mobilizar aliado (Latour, 2000). Assim, como dito anteriormente, pesquisadores, gestores, entre outros, devem dedicar sua atenção além dos limites do laboratório ou, no caso específico da pós-graduação do INPE, para além dos limites da sala de aula. Além disso, a articulação dos atores junto a outras instâncias dedicadas ao desenvolvimento da ciência e tecnologia sejam instituições de pesquisa ou ensino, poderá ser impulsionada através de lideranças institucionais, de modo a desenvolver uma estratégia de como a organização coloca-se em relação ao ambiente externo e no ambiente interno, participando do processo de elaboração das políticas de pós-graduação.

Outra estratégia para a pós-graduação do INPE é o estabelecimento de mecanismo de auto-avaliação. Em nível organizacional fóruns de discussão podem avaliar a aderência das políticas, resultados e ações internas às políticas em relação aos resultados de outros atores que constituem o sistema nacional de atividades espaciais e o sistema de ensino superior. Considera-se que o estabelecimento dessa estratégia é o ponto fundamental para o estabelecimento de políticas internas que indiquem maiores chances de alinhamento estratégico da pós-graduação do Instituto às políticas institucionais e de Estado para o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

Finalmente, após a elaboração deste trabalho baseado principalmente em documentos, recomenda-se o trabalho de registro da trajetória desse núcleo de ensino através de entrevistas com atores que viveram e fizeram a trajetória da pós-graduação do INPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUDY, J. L. **Avaliação e qualidade na Pesquisa e na Pós-Graduação: a visão da PUCRS** Porto Alegre/RS, ano XXX, n. especial, p. 115-122, out. 2007.

BALBACHEVSKY, E. A pós-graduação no Brasil: novos desafios para uma política bem-sucedida. In: C. BROCK; S. SCHWARTZMAN. **Os desafios da Educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005.

BARBIERI, J. C. **O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. FGV São Paulo. 1993.

BARBIERI, J.C. **Ciência e Tecnologia no Brasil: Uma Nova Política para um Mundo Global**. 1993. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/cnpq.pdf>>. Acesso em 10 de jan 2009.

BARBOSA, M. **Entrevista com Marcio Nogueira Barbosa**. São José dos Campos, 17 out. 2006. Entrevista concedida aos grupos de trabalho no processo de planejamento estratégico do INPE.

BBC Brasil. **China sobre pior fuga de cérebros do mundo**. 2007. Disponível em http://www.bvc.co.uk/portuguese/noticias/story/2007/02/070213_chinafugacerebrossfn.shtml Acesso em 20 de jun de 2009.

BETZLER, A. S. Os Dragões Dominam o Espaço: Passado, Presente e o Ambicioso Futuro do Programa Espacial Chinês. **Revista Com Ciência**, 10 fev. 2001.

BRASIL. AEB. **Programa Nacional de Atividades Espaciais PNAE-2005-2014**. Brasília, 2005

BRASIL. **Parecer 507/82 de 07 de outubro de 1985**. 1985.

BRASIL. Planalto. **Decreto Lei 1.338**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del1338-74.htm>> Acesso em: 20 de junho de 2009.

BRASIL. CAPES. **I Plano Nacional de Pós-Graduação**. Disponível em <www.capes.gov.br> Acesso de 15 de Janeiro de 2009.

BRASIL. CAPES. **II Plano Nacional de Pós-Graduação**. Disponível em <www.capes.gov.br> Acesso de 15 de Janeiro de 2009.

BRASIL. CAPES. **III Plano Nacional de Pós-Graduação**. Disponível em <www.capes.gov.br> Acesso de 15 de Janeiro de 2009.

BRASIL. CAPES. **V Plano Nacional de Pós-Graduação**. Disponível em <www.capes.gov.br> Acesso de 15 de Janeiro de 2009.

BRASIL. **Plano Básico e Desenvolvimento Científico e Tecnológico-1973/74**. 1973.

BRASIL. **III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. 1980.

BRASIL. INPE. **Versão Final do Estudo do GT6 – Diagnóstico**. Estrutura Organizacional do INPE. CPA-054-2006. 2006.

BRASIL. INPE. **Proposta para a articulação de novas opções de financiamento par ao INPE**. CPA-074-2008. INPE: 2008.

BRASIL. Planalto. Decreto 76.596/1975. Disponível em: < <https://legislacao.planalto.gov.br/LEGISLA/Legislacao.nsf>> Acesso em 02 de fev 2009.

BRASIL. **Metas de Bases para Ação do Governo**. RS: Secretaria da Educação e Cultura. 1970.

BRASIL. INPE. **Contribuições INPE Plano MCT 2007-2010 - Programa Espacial**. DIR-037-2007. INPE: 2007.

BRASIL. INPE. **Notas Técnicas do GT-09**. 2007. CPA-057-2006. INPE: 2006.

BRASIL. MCT. **Avaliação do PPA 2005**. Disponível em http://www.mp.gov.br/secretarias/upload/Arquivos/spi/plano_plurianual/avaliacao_PPA/relatorio_2005/05_PPA_Aval_programas_MCT.pdf. Acesso em: 20 mai 2009.

BRASIL. MCT. **Desafios Estratégicos**. Livro Verde. Disponível em <http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/cieTecInoDesafio/cap5.pdf>. Acesso em 20 de nov 2008.

BOBBIO, N.; MATEUCCI, N.; PASQUINO, G. **Dicionário de Política**. Trad. de João Ferreira, Carmen C. Varriale e outros. Brasília, Ed. UNB, 2ª. Ed. 1986.

BOTELHO, A.J. Da Utopia Tecnológica à Política Científica e Tecnológica: o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (1947-1967), **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, vol. 14, nº39, pp.139-154. 1999.

CALLON, M.. The Sociology of an actor-network: the case of the electric vehicle . In:

CALLON, M.; LAW, J.; RIP, A. (Eds.) **Mapping the dynamics of Science and technology**: Sociology of science in the real world. London: The Macmillan, 1986. p. 19-34.

CÂMARA, G. Programa Espacial: C&T e Desenvolvimento Industrial. In **Conferência Regional de Ciência, Tecnologia e Inovação**. São Paulo, 2001.

CÂMARA, G. **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, 2005. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/gilberto/inpe/plano_trabalho_gilberto.pdf>. Acesso em: 30 de jun 2009.

CÂMARA, G. **Entrevista com Gilberto Câmara**. São José dos Campos, 8 nov. 2006. Entrevista concedida aos grupos de trabalho no processo de planejamento estratégico do INPE.

CAPES, INFOCAPES, Boletim Informativo da CAPES. Pós-Graduação: enfrentando novos desafios. **Boletim Informativo**. Brasília: CAPES, v. 9, n. 2 e 3, Disponível em <<http://www.capes.gov.br/documentos/infocapes>>. Acesso em 15 de jan de 2009.

CAPES. Pós-graduação enfrentando novos desafios. **Infocapes**. Boletim informativo da CAPES. Brasília: CAPES, v. 9, n. 2 e 3, 2001. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/documentos/infocapes>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

CARLEIAL, A. B. Uma breve história da Conquista Espacial. *Parcerias Estratégicas*. v. 7, 1999. p. 21.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Financing innovation and the role of implicit/explicit policies. Research Network of Local Productive and Innovative Systems **RedeSist**. 2006. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://globelics.org/index.php?module=htmlpages&func=display&pid=11>>. Acesso em 28 de jun de 2009.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ática, 2005.

COELHO, M. I. M. **Política de Ciência e Tecnologia no Brasil**. Disponível em <<http://netpage.estaminas.com.br/mines/polit.htm>>. Acesso em 07/01/2008.

CONWAY, E. Satellites and Security: Space in Service to Humanity. In Dick, Steven J. and Launius, Roger D., ed. **Societal Impact of Spaceflight**. (NASA SP-2007-4801). 2007.

COSTA FILHO, E. J. **A dinâmica de cooperação espacial sul-sul: o caso do programa CBERS**. Tese de Doutorado. Campinas: Unicamp, 2006

COSTA FILHO, E. **A Política Científica e a Tecnológica no Setor Aeroespacial Brasileiro: da institucionalização das atividades ao fim da gestão militar – uma análise do período 1961-1993**. Dissertação de Mestrado. Unicamp, 2000.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico**. Unicamp: 2008. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.19, número especial: p.50-66, mar. 2002.

DELIZOICOV, D. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do Referencial fleckiano. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.19, número especial: p.50-66, 2002. Disponível em <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10054/9279> Acesso em 03 set 2009.

DICK, S. **50 Years of NASA History**. 2009. Disponível em <http://www.nasa.gov/50th/50th_magazine/historyLetter.html>.. Acesso em: 15 de jun de 2009.

DICK, S. The Societal Impact of Space Flight. **NASA ASK Magazine**. 2008. Disponível em <<http://www.spaceref.com/news/viewstr.html?pid=30009>>. Acesso em 03 de jun de 2009.

DST. DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA ÍNDIA. **Science and Technology Policy 2003**. Disponível em:<<http://www.dst.gov.in>> Acesso em 29 de jun de 2009.

ESCADA, P. A. S. **Origem, institucionalização e desenvolvimento das Atividades Espaciais Brasileiras (1940-1980)**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. 2005.

FUTRON. **China and the Second Space Age**. China. 2003. Disponível em: <http://www.futron.com/pdf/resource_center/white_papers/China_White_paper.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2009.

FUJIYOSHI, S. **Os jornais como cenário de disputas da exploração da biodiversidade na Amazônia**. Dissertação de Mestrado. Unicamp: 2006.

FURTADO, J. **Estrutura e dinâmica da Indústria Aeroespacial**: Subsídios para a identificação de trajetórias leiro. CPA-046-2006, INPE, 18 de dezembro de 2006. Disponível em: <<http://planejamento.sir.inpe.br/documentos/referencias.php?ref=5>>. Acesso em 30 de abril de 2009.

GIBBONS, Michaels et al. **The new production of knowledge**: dynamics of science and research in contemporary societies. London: Sage Publications, 1996.

HARVEY, B. **China's Space Program**: From Conception to Manned Spaceflight. New York: Springer Praxis Books. 2004.

HORTALE, V.; MOREIRA, C. O. F. Auto-avaliação nos programas de pós-graduação na área da saúde coletiva: características e limitações. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, Feb. 2008 . Disponível em<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000100026&lng=en&nrm=iso>. access on22 June 2009. doi: 10.1590/S1413-81232008000100026.

INPE. **Proposta de Política de Cooperação Internacional do INPE**. 2008. CPA-072-2008.

INPE. **Contribuições INPE Plano MCT 2007-2010 - Programa Espacial (DIR-037-2007)**. 2007.

INPE. **Plano Diretor 2007-2010**. INPE, 2007.

JAKHU, R. **The case for enhanced Indian-Canada Space Cooperation**. 2008. Disponível em <<http://asiapacific.ca/files/analysis/indianspaceresearch.pdf>>. Acesso em 29 jun 2009.

JIAN, T. **Trends in regional inequality in China**. 1996. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w5412.pdf>> Acesso em 05 de jul de 2009.

JIAN, S. Science and Technology in China: the engine of rapid economic development. **Technology in Society**, vol. 19, pp. 281-294. Great Britain: Elsevier Science Ltd.1997

JOHNSON, S. **The secret of Apollo**: Systems management in American and European Space Programs. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2002.

KNORR-CETINA, Karen. Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of quasi economic models of science. **Social Studies of Science**, New York: Sage Publications. v. 12, n. 1, p. 101-130, 1982.

KNORR-CETINA, K. Science observed: perspectives on the social study of science. In KNORR-CETINA, K. and MULKAY, M. **Science Observed**. London: Sage, 1983.

KNORR CETINA, K. D., MULKAY, M.. Emerging Principles in Social Studies of Science. Science observed: perspectives on the social study of science. In KNORR-CETINA, K. and MULKAY, M. **Science Observed**. London: Sage, 1983.

KNORR-CETINA, K. Epistemic cultures: how the sciences make knowledge. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

KNORR-CETINA, Karen. The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science. **Pergamon**. 1981. Disponível em: <<http://www.jstor.org/view/00943061/di973960/97p1861q/0>>. Acesso em 20 fev 2008.

LASTRES, H. M. M. Dilemas da política científica e tecnológica. **Ciência da Informação**. vol 24, número 2, 1995. Disponível em <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewFile/552/501>>. Acesso em 20 de fev de 2009

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**. Bauru: Edusc. 2001.

LATOUR, B. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumara, 1997.

LATOUR, B. **Ciência em Ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Trad. Ivone C. Benedetti. São Paulo: UNESP, 2000.

LOWY, I. Ludwik Fleck e a presente história das ciências. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, Oct. 1994. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59701994000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 03 Set. 2009.

MEIRA FILHO, *et al.* Panorama e história da pesquisa espacial. Considerações sobre a Natureza Estratégica das Atividades Espaciais e o Papel da Agência Espacial Brasileira. **Parcerias Estratégicas**, v. 7, 1999. p. 7.

MELO, A. B. **Institucionalidade do sistema espacial e sua adequação às necessidades do Brasil**. CPA-042-2006. 2006.

MELO, C. F. ; WINTER, O. C. . A Era Espacial. In: Othon Cabo Winter; Antonio Fernando Bertachini de Almeida Prado. (Org.). **A conquista do Espaço**: do Sputnik à Missão Centenário. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, 2007, p. 37-74.

MENDELSON, E. The Social Production of Scientific Knowledge. In Mendelsohn, Weingart and Whitley (eds). **The Social Construction of Scientific Knowledge**, Dordrecht, D. Reidel Publishing Company, 1977. Kluwer Academic Publishers.

MERTON, R. **A crítica da ciência**: sociologia e ideologia da ciência. In Merton, R. K. Merton...[et al] . Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

MIRANDA, I. J. **Primórdios da atividade espacial na aeronáutica**: resgatando a memória do grupo executivo e de trabalho estudos de projetos espaciais: GTEPE/GETEPE/IAE. Rio de Janeiro, RJ : INCAER, 2005.

MORAES, M. O. O conceito de rede na filosofia mestiça. **Revista Informare**, v. 6, n. 1, p. 12-20, 2000

MOREL, R. L. **Ciência e Estado**: a política científica no Brasil. São Paulo: T. A. Queiroz, 1979.

MOTOYAMA, S. **A Gênese do CNPq**. 1985. Disponível em <http://ww.mast.br/arquivos_sbhc/202.pdf> Acesso em 25 de junho de 2009.

MOTOYAMA, S. A Gênese do CNPq. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, nº 3, jul.-dez., pp. 27-46, 1985

MOTOYAMA, S. **Prelúdio para uma história**. Ciência e Tecnologia no Brasil. Edusp, 2004.

NASA. **Workforce Strategy**. 2007. Disponível em: <<http://nasapeople.nasa.gov/HCM/WorkforceStrategy.pdf>> Acesso em 01 de junho de 2009.

NASA, **Workforce Profile**. 2009. Disponível em: <<http://wicn.nssc.nasa.gov>>. Acesso em 28 de jun 2009.

NONO, M. C. *et al.* **A pós-graduação do INPE**. INPE: CPA-030-2006. 2007.

TERACINE, E. B. Os benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil. **Parcerias Estratégicas**. n. 7 - Outubro/1999. p. 43-74.

OLIVEIRA, F. I. **Caminhos para o Espaço**: 30 anos de INPE. São Paulo: Editora Contexto. 1991. 112p.

OLIVEIRA, D. P. R. **Estratégia Empresarial**. Uma abordagem empreendedora. 2a. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

PERMINOV, A. **Entrevista ao Jornal Estadão no dia 25 de novembro de 2008** . Disponível em http://www.estadao.com.br/vidae/not_vid283411,0.htm. Acesso em 03 de jan 2009.

PEREIRA, G. R. **Política Espacial Brasileira e a trajetória do INPE (1961-2007)**. Tese de Doutorado. Campinas, Unicamp: 2008.

PESTRE, D. **Por uma nova história social e cultural das ciências**: novas definições, novos objetos, novas abordagens. Tradução de Figueirôa, S.F.M. Cadernos IG/UNICAMP, v.6 (1): 3-56, 1996.

PIANNA, A. O desenvolvimento econômico, industrial e tecnológico recente da Índia: origens, causas e perspectivas. In: **VIII Seminário de Economia Industrial**. Seminário de Jovens Pesquisadores, 2007, Araraquara, 2007.

PINCH, T. J.; BIJKER, W.E. **The Social Construction of Facts and Artifacts**: Or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology might benefit each other. 1984. Disponível em: < <http://tecnologiasociedad.uniandes.edu.co/200520/BijkeryPinch.pdf>> Acesso em 10 jan 2009.

SÁ BARRETO, F. C. O Futuro da Pós-Graduação Brasileira. **Instituto de Estudos Avançados**. USP, 2006. Disponível em <http://www.iea.usp.br/iea/tematicas/educacao/superior/pesquisapograduacao/sabarretofutorodapos.pdf>. Acesso em 05/01/2008.

SALLES FILHO, S. Política de Ciência e Tecnologia no I PND (1972/74) e no I PBDCT (1973/74). **Revista Brasileira de Inovação**. vol. 2, No. 1, 2003. p. 397-419.

SANTOS, R. O Programa Nacional de Atividades Espaciais Frente aos Embargos Tecnológicos **Parcerias Estratégica**. N. 10. p. 117-130, 1999.

SCHWARTZMAN, Simon. A Pesquisa Científica e o Interesse Público. **Revista Brasileira de Inovação**, p. 361-395, 2003.

SAUSEN, T. A educação espacial na América Latina e a posição do Brasil no contexto regional. **Parcerias estratégicas**, Brasília, v. 7, p. 151-164, 1999.

SCHWARTZMAN, S. **O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. 1977. Disponível em <http://www.schwartzman.org.br/simon/fndct.htm>. Acesso em 10 de jan 2009.

SILVA, E. L. **A construção dos fatos científicos**: das práticas concretas às redes científicas. Doutorado em Ciência da Informação, Convênio CNPq (IBICT)/UFRJ (ECO), Rio de Janeiro, SOBRAL, F. A.; ALMEIDA, M. R.; CAIXETA, M.V.G. **As Lideranças Científicas**. Departamento de Sociologia, Instituto de Ciências Sociais, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil. 2008.

SOBRAL, F. A. F. A Universidade e o Novo Modo de Produção do Conhecimento. **Caderno CRH**, Salvador, n. 34, p. 265-275, jan./jun. 2001.

SOBRAL, J. H. A. Panorama e história da pesquisa espacial. Sobre a Importância Estratégica da Ciência Espacial para o Brasil. **Parcerias Estratégicas**. no. 7, 1999. p. 87.

SILVA FILHO, D. H. Considerações sobre a Comercialização do Centro de Lançamento de Alcântara. **Parcerias Estratégicas**, v.7, 1999.

SOUZA, R. Alguns aspectos da Ciência e Tecnologia na China. **Economia Política Internacional**: Análise Estratégica. n. 5, 2005. Disponível em <http://www.eco.unicamp.br/asp-scripts/boletim_ceri/boletim/boletim5/09_Renildo.pdf> Acesso em 02 de julho de 2009.

STOKES, Donald. **O quadrante de Pasteur**: A ciência básica e a inovação tecnológica. Campinas: Edunicamp, 2005
1998.

TOLMASQUIM, Alfredo Tiomno; DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq): mais um acervo para a história da ciência. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, June 1998 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59701998000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 25 Jun 2009.

VERHINE, R. **Pós-Graduação no Brasil e nos Estados Unidos**: uma análise comparativa. Educação. Porto Alegre, v. 31, n.2, p. 166-172, 2008.

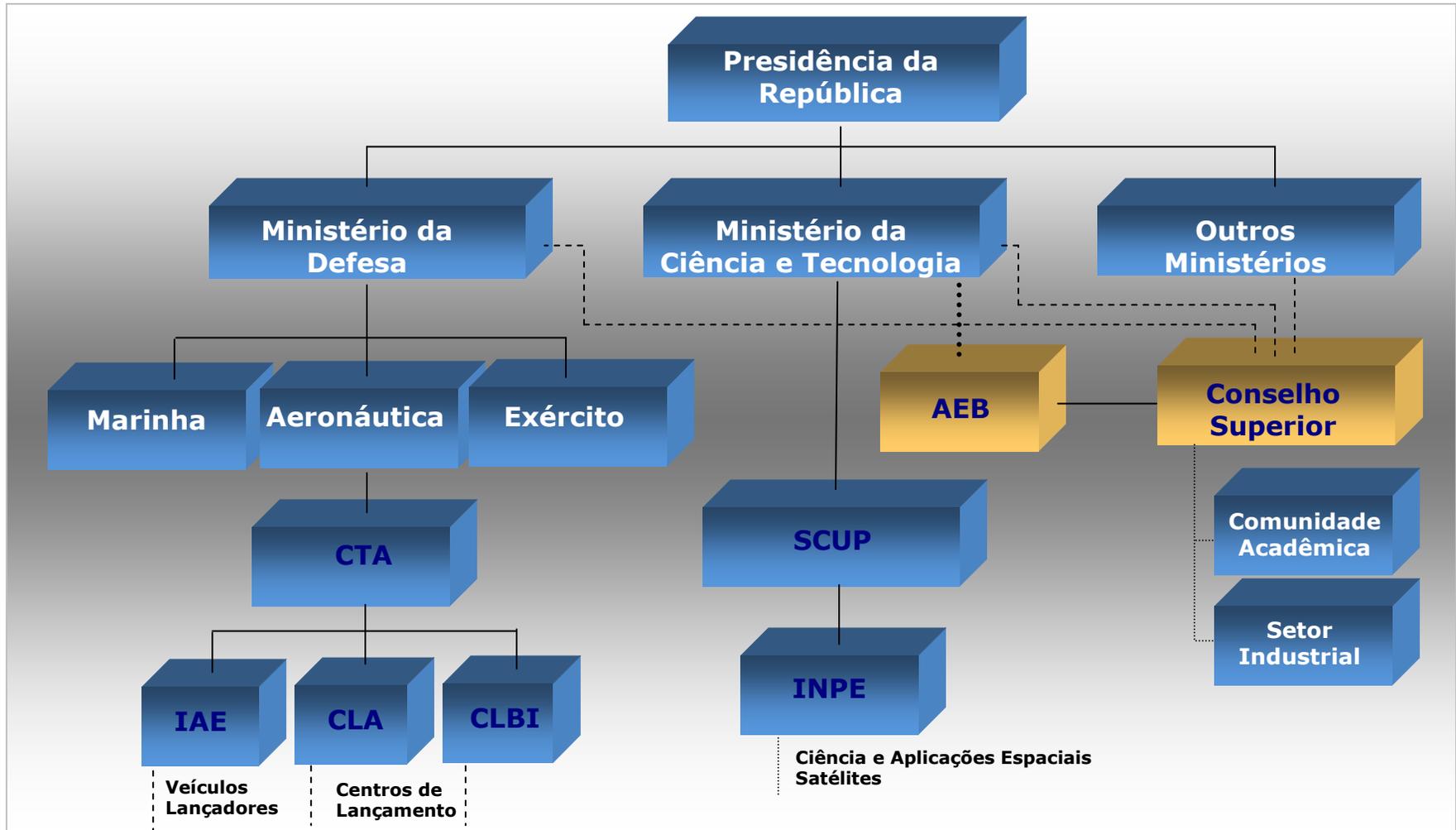
VELHO, L. Qualidade e relevância da Ciência: um falso dilema. **Interciência**. Vol. 29, n. 3, 1999. p. 151.

VESSURI, H. M. C. Perspectivas Recientes en el Estudio Social de La Ciencia. **Interciencia**. vol. 16, 1991,.

VILLAS-BÔAS, A. L.; BORGES, L. C. O estado brasileiro e a questão das tecnologias espaciais: do Gocnae à AEB. In: XII Encontro Regional de História Anpuh. **Usos do Passado**, Rio de Janeiro: 2006.

WEBER. M. Os Três Tipos Puros de Dominação Legítima. In: Cohn, Gabriel. **Weber**: Sociologia. São Paulo, Ática, 1991. pág. 128-141.

ANEXO 1 – Sistema Nacional de Atividades Espaciais – SINDAE



Fonte: Adaptado de AEB, 2006. Legenda: CLA: Centro de Lançamento de Alcântara/CLBI: Centro Lançto. Barreira do Inferno