**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS (FFLCH)
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA POLÍTICA**

PAULO AUGUSTO SOBRAL ESCADA

**Construção e usos sociais da pesquisa científica e tecnológica:
um estudo de caso da Divisão de Processamento de Imagem do INPE**

**São Paulo
2010**

PAULO AUGUSTO SOBRAL ESCADA

**Construção e usos sociais da pesquisa científica e tecnológica:
um estudo de caso da Divisão de Processamento de Imagem do INPE**

Tese apresentada ao Departamento de Pós-Graduação em Ciência Política, do Departamento de Ciência Política (DCP) da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP) para obtenção de título de Doutor em Ciência Política.

Área de Concentração: Ciência Política

Orientador: Prof. Dr. Leonel Itaussu Almeida Mello.

**São Paulo
2010**

TERMO DE APROVAÇÃO

PAULO AUGUSTO SOBRAL ESCADA

Construção e usos sociais da pesquisa científica e tecnológica: um estudo de caso da Divisão de Processamento de Imagem do INPE

Tese aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Doutor em Ciência Política, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, do Departamento de Ciência Política, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Leonel Itaussu Almeida Mello
Departamento de Ciência Política
Universidade de São Paulo
(orientador)

Prof. Dr. Shozo Motoyama
Departamento de História
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eliezer Rizzo de Oliveira
Departamento de Ciência Política
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Francisco Assis de Queiroz
Departamento de História
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Shiguenoli Miyamoto
Departamento de Ciência Política
Universidade Estadual de Campinas

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Escada, Paulo Augusto Sobral

Construção e usos sociais da pesquisa científica e tecnológica: um estudo de caso da Divisão de Processamento de Imagem do INPE / Paulo Augusto Sobral Escada; orientador Leonel Itaussu Almeida Mello. -- São Paulo, 2010.

231 f.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência Política) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

1. Sociologia da ciência. 2. História da ciência. 3. Políticas de ciência e tecnologia. 4. Estruturalismo. 5. Construtivismo. I. Título. II. Mello, Leonel Itaussu Almeida.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO 1	
O CAMPO DE ESTUDO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOCIOLÓGICA	18
1. Introdução.....	19
2. Da sociologia da ciência mertoniana a kuhniana.....	24
3 O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade: o florescimento de diversas correntes analíticas.....	31
4. A tendência com foco na CT&I.....	35
5. A Teoria Crítica: a abordagem construtivista.....	38
6. A Teoria Ator-Rede e a etnografia da ciência	42
7. Um campo científico estruturado: a perspectiva de Bourdieu	47
8. Considerações Finais	52
CAPÍTULO 2	
A INSTITUCIONALIZAÇÃO E OS ATORES DA C&T NO BRASIL.....	56
1. Introdução.....	57
2. As bases sociais e políticas da institucionalização da C&T no Segundo Pós-Guerra (1948- 1964)	60
3. A contradição do regime militar: apoio e repressão à C&T.....	69
4. C&T na Nova República: crise econômica, redemocratização e nova política setorial ...	81
5. Considerações finais	93
CAPÍTULO 3	
PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: DO DOMÍNIO MILITAR À NOVA REPÚBLICA	99
1. Introdução.....	100
2. Origem e institucionalização da política nacional de atividades espaciais.....	102
3. Os institutos de pesquisa do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA).....	107
4. O surgimento do INPE como instituição civil da área espacial	109
5. Política Nacional de Atividades Espaciais: militares assumem o comando	115
6. A definição das atribuições das entidades civis e militares de pesquisa.....	120
7. A cooperação espacial com os franceses e a definição de um grande programa tecnológico espacial.....	123
8. O dilema da Missão Espacial Completa: com ou sem os franceses?.....	128
9. Crise política e econômica dos anos de 1980 não impede avanço da MECB.....	134
10. Crise e redirecionamento da política espacial na passagem de século	140
11. Considerações finais	149
CAPÍTULO 4	
CONSTRUÇÃO E USOS SOCIAIS DE UMA TECNOCIÊNCIA: O ESTUDO DE CASO SOBRE OS DESENVOLVIMENTOS DA DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS (DPI).....	153

1. Introdução.....	154
2. O tratamento de imagens e o geoprocessamento como base das práticas técnico-científicas da DPI	158
3. As origens da área de processamento de imagens de satélites do INPE.....	161
4. Os grupos formadores da DPI e os condicionantes de sua criação.....	163
5. Um PC e um ambiente institucional para a construção de uma tecnociência	166
6. Os primeiros produtos da DPI: SITIM e SITIM/SGI	168
7. Incompatibilidade com a política setorial e um novo sistema: o SPRING	172
8. A Biblioteca TerraLib (2001-2009): um software para desenvolvedores de GIS.....	179
9. A construção de um campo científico e estratégias de acumulação do capital científico	182
A) As políticas estruturantes	185
B) O nível micro-sociológico	188
10. Considerações finais	195
CAPITULO 5	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	200
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	220

ESCADA, P.A.S. **Construção e usos sociais da pesquisa científica e tecnológica**: um estudo de caso da Divisão de Processamento de Imagem do INPE. Tese de doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas: Universidade de São Paulo: São Paulo, 2010.

RESUMO

Nas últimas décadas um grande esforço governamental tem sido feito na adoção de políticas públicas e arranjos institucionais com o objetivo ampliar o índice de inovação tecnológica do País. No entanto, os estudos que dão suporte e influenciam a formulação de políticas públicas nem sempre levam em consideração elementos históricos, sociais, culturais que também condicionam este setor. Nesta pesquisa, a C&T é considerada um campo social com regras próprias, dentro do qual atores (indivíduos e instituições) estabelecem relações de poder e jogos de interesses que permeiam e condicionam a produção científica e tecnológica. A análise do campo científico é baseada no modelo estruturalista de Pierre Bourdieu e em alguns conceitos da Teoria Ator-Rede de Bruno Latour. O estudo de caso analisou a história e os desenvolvimentos da *Divisão de Processamento de Imagens* (DPI), do *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE). O foco de análise voltou-se para a combinação dos condicionantes macro-políticos com os elementos micro-sociológicos que atuam e orientam as práticas científicas e tecnológicas. Apesar de os elementos estruturais determinarem as ações dos sujeitos, o estudo de caso mostrou como é possível tal equação se inverter, ou seja, atores e instituições modificarem a estrutura, de um ponto de vista do construtivismo, mesmo que de forma limitada. A análise procurou trazer uma contribuição aos estudos de políticas de ciência e tecnologia a partir da perspectiva das ciências humanas, diferente da visão econômica que domina a área.

PALAVRAS-CHAVE: Sociologia da Ciência; História da Ciência; Políticas de Ciência e Tecnologia; Estruturalismo; Construtivismo.

ESCADA, P.A.S. *Construction and social uses of scientific and technological research: the case study of Image Processing Department of INPE*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas: Universidade de São Paulo: São Paulo, 2010.

ABSTRACT

In the last decades, a great governmental effort has been made to adopt public policies and institutional arrangements to increase the national index of technological innovation. However, the studies that support as well as influence the formulation of public policies not always take into consideration historical, social and cultural elements that condition this specific area. In this research, S&T is considered a social field with its own rules, in which actors (individuals and institutions) establish power relations and interest games that permeate and condition technological and scientific production. Scientific field analysis is based on Pierre Bourdieu structural model and on some concepts of Actor-Net Theory from Bruno Latour. The case study has examined the history and the developments of *Image Processing Department* (DPI) of *National Institute of Space Research* (INPE). The analysis focus has been applied to the combination of macro political conditionings and micro sociological elements that act over and direct technological and scientific practices. Although the structural elements determine individual or institutional actions, the case study has demonstrated how it is possible to invert that equation, that is, actors and institutions can change the structure, from a constructivist point of view, even if in a limited way. The analysis has intended to offer a contribution to scientific and technological policies from a human science perspective, different from the economic view which dominates this area.

Keywords: Sociology of Science; History of Science; Science and Technology Policy; Structuralism; Constructivism.

AGRADECIMENTOS

O grande esforço que nos faz chegar ao final de uma tese tem, sem dúvida, a contribuição de muitas pessoas, cada uma ajudando a seu modo, fazendo deste trabalho uma obra coletiva. Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, ao Departamento de Ciência Política da USP, pelo prazer de me sentir em um ambiente intelectual tão inquieto e crítico, que tanto estimulou a produção de meu trabalho.

O amparo, apoio e amizade do pessoal da Secretaria do Departamento de Ciência Política da USP foram fundamentais para assegurar a tranqüilidade nos procedimentos burocráticos e administrativos ao longo do todo o curso de doutorado. A minha gratidão em particular à Maria Raimunda Gomes (Raí), Vivian Pamela, Márcia Gomes, Ana Maria, ao Leonardo Novaes e à Eliana do setor de Produção do Corpo Docente do Serviço de Biblioteca e Documentação da FFLCH/USP.

Agradeço aos professores Gildo Marçal Brandão (*in memoriam*), Eduardo Marques, Rafael Villa, Leonel Itaussu, Shozo Motoyama, que ao longo das disciplinas ministradas durante o curso de doutorado suscitaram debates extremamente interessantes e produtivos, trazendo inspirações importantes à minha pesquisa. Um agradecimento especial ao professor Fernando Limongi, na disciplina Seminário de Pesquisa de Tese, cuja crítica levantou aspectos pontuais e fundamentais de meu projeto de pesquisa.

Minha gratidão aos professores Shozo Motoyama e Francisco Assis de Queiroz, ambos do Departamento de História, cuja valorosa participação na banca de qualificação deu maior confiança ao caminho seguido na pesquisa. Ao meu orientador, professor Leonel Itaussu, que tive a satisfação de descobrir afinidades no campo intelectual, meu apreço e agradecimento por ter me conduzido ao final deste processo. Gostaria de agradecer os colegas de curso, em especial ao amigo Roberto Goulart, pelas conversas, debates e grande ajuda em vários momentos.

O apoio do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do INPE, na aprovação e concessão de licença parcial no desenvolvimento de minha tese foi fundamental. Agradeço em especial à ex-coordenadora do CPTEC, Maria Assunção Faus da Silva Dias (professora e pesquisadora do IAG/USP) e ao atual coordenador do CPTEC, Luiz Augusto Machado, pela compreensão de minhas ausências em momentos importantes de trabalho. Ao pessoal da Biblioteca do INPE, minha profunda gratidão por ter facilitado uma série de processos pelo fato de estar distante da Biblioteca da USP.

Destaco a receptividade dada pelos pesquisadores do INPE nas entrevistas para a minha pesquisa e o prazer pelas conversas estimulantes que proporcionaram. Meus agradecimentos a Gilberto Câmara, Antonio Miguel Vieira Monteiro, Júlio D'Alge, Ricardo Cartaxo de Souza, Ubirajara Freitas e Nelson Mascarenhas.

Por fim, agradeço o estímulo, a compreensão e torcida de minha família ao longo do doutorado. Sou profundamente grato à minha esposa Larisa, pelo apoio nos momentos difíceis, principalmente naqueles em que precisei deixá-la só com nossos filhos Alice, Nicolas e Gustavo. Agradeço a Gabriel e Adam, meus filhos mais velhos, que também tiveram um pai ausente em determinados momentos. A todos vocês, agradeço o carinho e o amor que me deram forças para chegar ao fim deste trabalho.

INTRODUÇÃO

A partir do final da Segunda Guerra Mundial, a ciência e tecnologia (C&T) consolidaram-se como dimensão estratégica do ponto de vista da segurança e da economia para os estados nacionais. Apesar de a C&T ter sido tratada por alguns países como política de Estado muito antes da Segunda Guerra, somente a partir deste momento tais políticas passaram a ser discutidas de forma mais ampla e universal, chegando aos dias atuais como mais uma modalidade de políticas públicas.

Como parte da agenda de formulação de políticas públicas, as discussões em torno da C&T têm se detido na criação de meios e dispositivos capazes de fornecer maior dinâmica à geração e incorporação de inovação ao processo produtivo e aos produtos que chegam à sociedade. Embora o Estado tenha sido alvo de críticas pelo seu gigantismo e ineficiência por correntes neoliberais no final da década de 1980, este permanece ocupando papel central, neste início de século, na manutenção dos sistemas nacionais de C&T, consolidando-se como provedor de recursos e investimentos de infra-estrutura. Também tem sido o principal agente articulador dos diferentes interesses no entorno da formulação, implementação e gestão das políticas de ciência, tecnologia e inovação (C&TI).

Os interesses em torno da C&T não se restringem àqueles atores envolvidos diretamente com sua produção. Outros segmentos apresentam demandas, como os militares que, mesmo com o fim da ditadura, continuam recebendo um bom volume de recursos para os seus programas de C&T. Com o avanço da ciência no mundo contemporâneo, a sociedade tende a traduzir novas e diferentes percepções e interesses em relação ao uso e papel da C&T (KNORR-CETINA, 1982). Apesar de as Políticas de Ciência e Tecnologia (PCTs) nos países industrializados serem dominadas por setores que defendem a primazia do mercado como regulador da economia, ainda assim a sua formatação corresponde à conjunção de diferentes interesses de setores de estado (técnico-burocráticos, militares, acadêmicos, ONGs etc), entre outros segmentos sociais (ELZINGA & JAMISON, 1995).

Diferentes abordagens de políticas públicas também se aplicam às diferentes áreas da C&T. A política espacial nos Estados Unidos, por exemplo, tendo sido fortemente baseada no modelo conhecido como *spin off paradigm*¹, bastante influente até o fim da Guerra Fria

¹ O modelo *spin off* considera que os desenvolvimentos em C&T em uma determinada área produz um efeito multiplicador, pois a indústria ao dominar determinadas tecnologias, as utilizam para inovar em termos de processos e produtos. Exemplo desta dinâmica pode ser verificado no desenvolvimento de determinados materiais para o programa espacial norte-americano, como o teflon e o velcro, posteriormente utilizados em produtos lançados no mercado.

(ALIC et al, 1992), vem co-existindo ao lado de outros modelos de PCT. No Brasil, tal modelo foi aplicado à área espacial, embora tenha ficado bem distante do impacto provocado nos Estados Unidos.

Segundo Dagnino (2006a), a perspectiva do *Pensamento Latino Americano em Ciência Tecnologia e Sociedade* (PLACTS), vertente crítica àquela que defende a incorporação dos modelos de países desenvolvidos, exerceu influência nas políticas de C&T no Brasil dos anos 1970. Pensadores vinculados a esta corrente, tendo em vista o atraso econômico e a desigualdade social no continente, apóiam uma C&T voltada à solução de problemas sociais e econômicos que afligem a população dos países desta região.

O debate sobre as PCTs na América Latina evoluiu principalmente a partir dos anos 1970 sob dois enfoques diferentes, ambos no interior do movimento *Estudios Sociales da Ciência, Tecnologia e Sociedade* (ESCTS). O primeiro deles, a partir de uma perspectiva econômica (entre estes, os filiados à Teoria da Inovação), descreve modelos e arranjos institucionais que privilegiam a inovação, considerado elemento primordial e força propulsora do desenvolvimento da econômica nacional. O segundo enfoque, no campo da sociologia e da política, contempla relações existentes entre a produção do conhecimento científico e políticas públicas condicionadas por disputas e jogos de interesses econômicos. O desenvolvimento da C&T nos países latino-americanos para estes autores deve, portanto, estar associado à diminuição da dependência econômica externa e à diminuição das desigualdades sociais. Um dos expoentes dessa literatura foi o pesquisador argentino Amilcar Herrera², que passou parte de sua vida acadêmica desenvolvendo estudos e debates na área de Políticas de C&T, na Unicamp.

Estudos dentro desta abordagem, principalmente nos países industrializados, têm enfatizado também a maior participação de profissionais e especialistas em torno de temas controversos (LATOURET, 1999). Setores da pesquisa dedicados a temas ambientais, por exemplo, vêm se envolvendo cada vez mais no debate público, traduzindo relações e conexões que colocam o mundo da ciência mais próximo a setores organizados da sociedade, ou mesmo de setores governamentais. Estas relações assumem formas muito semelhantes àquelas vislumbradas por autores do construtivismo, da corrente dos *Estudios Sociales da Ciência, Tecnologia e Sociedade* (ECTS) nos países mais avançados, que prevê maior entrelaçamento não somente entre diferentes instituições científicas e grupos de pesquisa, mas também entre estes e atores que atuam em arenas mais distantes à de C&T.

² Cfe por exemplo HERRERA, Amilcar. Los determinantes sociales de la política científica en America Latina. Política científica explícita e política científica implícita. **Redes**, vol. 2, n 5, dez., 1995.

Sem dúvida, a ciência e a tecnologia vêm adquirindo um significado cada vez mais amplo e complexo nas sociedades modernas. No Brasil, como nos países em desenvolvimento, que aprofundam o processo de industrialização, a tendência nos próximos anos é de que as atividades deste setor voltem a ser percebidas como estratégicas ao crescimento econômico e ao desenvolvimento social. A ciência concebida como fonte de inovação, passa também a ser vista como parte fundamental da formação de mão de obra qualificada para setores da indústria, do agronegócio e serviços.

Este estudo parte do mesmo pressuposto adotado pelas abordagens ligadas a ECTS, de que a ciência é socialmente construída, não somente no sentido de que a produção de conhecimento estabelece níveis de influência e interação com outros campos e segmentos sociais (setores econômicos, grupos políticos etc), mas também pelo fato de coexistirem, no interior deste campo social, relações de força e de poder que se associam a elementos culturais, fundados no *ethos científico*, que orientam o pesquisador em suas práticas diárias de produção do conhecimento. Passa a ser difícil, mesmo como tarefa analítica, distinguir os condicionantes de ordem disciplinar cognitiva daqueles de ordem social, econômica, cultural ou política na construção da tecnociência³. Tais relações existem tanto entre o campo científico e outros campos sociais, como também no interior do campo científico.

Pierre Bourdieu (2001; 2004), além de ressaltar o aspecto estrutural do sistema científico, destacando a importância da sociologia de Robert Merton, que descreveu pela primeira vez os processos relacionados à institucionalização da ciência (MERTON, 1982), desenvolve um modelo teórico que destaca as relações de poder no interior do campo científico. Diante da crescente importância que o mundo científico vem assumindo, despertando interesse de diversos setores sociais em relação à produção do conhecimento, as ciências sociais ainda contribuem muito pouco no Brasil neste debate atualmente dominado por estudos cujos enfoques estão centrados em perspectivas econômicas e administrativas.

Acontecimentos na última década têm demonstrado que o campo científico é também repleto de jogos de interesse como qualquer outro campo social, muito embora dentro de suas particularidades por se constituir um sistema social muito específico, constituído de regras,

³ O termo tecnociência é utilizado ao longo deste trabalho na acepção de Jorge Nunes (2000), que afirma que as fronteiras entre as atividades científicas e tecnológicas, a partir de meados do século passado, foram perdendo seus contornos. O termo representa a crescente conexão e interdependência, no mundo contemporâneo, da ciência e tecnologia. Isso não quer dizer que estejam perdendo suas respectivas identidades, mas provavelmente a hierarquia existente entre elas, pela ascensão da tecnologia nas últimas décadas. O termo tecnociência parece mais adequado também à análise das atividades do estudo de caso adotado para esta pesquisa, onde se observa os vai-vens entre estes dois universos em seus desenvolvimentos, muito embora haja um certo predomínio do tecnológico pelo fato de se ter como objetivo constante a criação de produtos dedicados a um universo de usuário muito específico. Ainda assim, predomina a relação de interdependência entre ambas.

valores e costumes próprios. Em 1996, ficou conhecido o caso do físico norte-americano Alan Sokal que publicou artigo recheado de afirmações *non sense* na revista *Social Text*⁴. A farsa foi revelada pelo próprio autor em outro artigo. O caso, apesar de criticar diretamente o sistema de revisão da revista, atingiu também o universo científico como um todo, sugerindo que muitas vezes processos tipicamente científicos são contaminados por interesses diferentes daqueles consagrados como típicos do mundo da ciência. Neste sentido, é conhecida a dificuldade de cientistas de países do Terceiro Mundo publicarem artigos em periódicos internacionais reconhecidos, daí a estratégia de publicar junto com pesquisadores de países centrais.

Outro caso divulgado há alguns anos na mídia foi a falsificação de experimentos realizados pelo cientista sul-coreano Hwang Woo-suk, que afirmou ter obtido 11 linhas de células tronco de embriões humanos clonados para produzir tecido adaptáveis a diferentes tipos de pessoas, sugerindo a possibilidade de cura de diversas doenças a partir desta técnica. O pesquisador sul coreano chegou a publicar artigo sobre este suposto avanço na conceituada revista *Science* em 2005.

Fatos como estes são situações extremas, mas que sugerem que o mundo da ciência não está imune aos fortes jogos de interesses, extrapolando a “ética” das práticas científicas, sem necessariamente chegar ao conhecimento da mídia. Os resultados da tecnociência podem também se revelar nefastos a paz e à sobrevivência humana na Terra, ao serem utilizadas, por exemplo, no desenvolvimento de tecnologias de destruição em massa. No entanto, tais fatos não desqualificam o papel da ciência enquanto sistema social e instituição que promove benefícios à sociedade em grande escala. A postura crítica e auto-reflexiva, defendida por Bourdieu entre outros pensadores, deve estar presente também nos mecanismos político-administrativos que operam os sistemas de C&T. Além disso, ela deve estar sob o controle democrático da sociedade, e não apenas como um domínio exclusivo de um segmento restrito da sociedade.

Deve-se ter como premissa, que os atores que atuam no interior do universo científico não estão exercendo suas atividades de forma isenta, neutra e desinteressada, embora a conduta baseada nestes preceitos seja considerada essencial à prática da boa ciência. Por fim, é preciso destacar que os interesses atuam na escolha dos temas de pesquisa, nos rumos que ela assume, bem como nos possíveis resultados a que ela chega. Como último exemplo para

⁴ Sokal, Alan. *Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity*. *Social Text*. Duke University Press, 46/47 (spring/Summer), 1996, pp. pp. 217-252. Disponível em: http://www.physics.nyu.edu/faculty/sokal/transgress_v2/transgress_v2_singlefile.html. Acesso em: 29 jan. 2010.

ilustrar este aspecto, foi noticiado às vésperas da Conferência de Copenhague, sobre Mudanças Climáticas, no final de 2009, a violação de caixas de mensagens de cientistas de um dos mais importantes centros de pesquisa sobre mudanças climáticas, entre eles um pesquisador integrante do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change* ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas), da ONU.

As mensagens roubadas revelaram, em meio a conversas informais entre pesquisadores deste centro, o pedido de uma “ajeitadinha” (*trick*) nos dados de forma a aparecer a elevação da temperatura média da Terra nas últimas décadas, já que aos resultados das pesquisas apontavam em outra direção. O caso não foi esclarecido e pouco repercutiu na imprensa. Mas independente disso, este episódio mostrou mais uma vez a suscetibilidade da ciência a manipulações e jogos de interesse, reforçando a idéia de que processos internos antes considerados imaculados, não contaminados por interesses externos, podem sofrer interferências de diversas formas.

A pesquisa desenvolvida para esta tese procurou destacar o pressuposto de que a produção do conhecimento científico e tecnológico é entrecortada por interferências externas, como postulado por muitos autores da ECST, e que por isso mesmo, a formulação, implementação e gestão de políticas públicas teriam a mesma característica, cabendo ao sistema político de cada país equalizar as diferentes perspectivas de C&T. Tal enfoque é diferente, portanto, daquele adotado de forma dominante nos países mais desenvolvidos, com também no Brasil, que destaca a componente inovação como necessidade arrebatadora do desenvolvimento industrial e econômico. No campo político, ela demonstra uma visão de ciência asséptica a interesses que não os científicos, ou seja, desprovida de jogos de interesses, procurando direcionar o debate de políticas a uma possibilidade apenas.

Sem dúvida, a produção da C&T voltada à inovação é fundamental, mas esta seria apenas uma de uma série de demandas relacionadas ao setor. Há diferentes visões não menos importantes do que à abordagem economicista no entorno da C&T, que valoriza a inovação. É bem verdade que são poucas as demandas organizadas em torno das políticas de C&T no País, dado o desinteresse da indústria na inovação, mas é possível que este cenário mude daqui a alguns anos. Algumas mudanças têm ocorrido como o alargamento do universo do ensino superior e da pesquisa no país. Além disso, há uma forte expectativa de uma nova onda de crescimento econômico, que deverá ser sustentado por uma indústria nacional mais competitiva internacionalmente e, portanto, mais focada na inovação. Portanto, o debate sobre as políticas de C&T tende a ser retomado com maior ênfase em breve e seria extremamente produtivo o surgimento de novas visões, que permitissem gerar uma discussão mais rica e

complexa sobre o tema, escapando dos reducionismos que uma visão dominante que tende a conduzir o debate de forma unilateral.

No primeiro capítulo, foi feita uma revisão de algumas correntes das ciências da ciência⁵, principalmente no terreno da sociologia, com o intuito de apresentar e argumentar a escolha do ferramental analítico adotado neste estudo. A opção foi feita pela linha estruturalista presente no modelo do sociólogo Pierre Bourdieu. Mas também buscou-se complementar a análise, apoiando-se na teoria Ator-Rede, de Bruno Latour, em especial no conceito de “translação”. Bourdieu inspirou a perspectiva de que as práticas científicas e tecnológicas são em muito moldadas por fatores estruturais, entendidos estes como políticas, entidades, instituições, cultura etc. Fato negado por Latour, que não acredita em estruturas *ex ante* à produção do conhecimento, embora admita que possa se constituir ao longo do processo da ciência em ação.

Mas o estruturalismo de Bourdieu abre a possibilidade de os atores influírem também na construção da estrutura, mesmo que de forma limitada e frente a oportunidades que se apresentam de forma assimétrica aos atores, tendo em vista o fato de que cada sujeito detém um capital social ou científico diferenciado, construído ao longo de sua carreira. A legitimação do capital científico, na forma de notoriedade científica ou poder político-administrativo obtido na posse de cargos, lhe outorga poder simbólico no campo social que atua, podendo fazer uso deste para influenciar processos de produção do conhecimento ou a formulação de políticas que modelam a C&T em diferentes níveis (nacional, regional, institucional, em laboratórios etc).

Para compreender de que forma estes elementos funcionam na produção do conhecimento, empreendeu-se um estudo de caso sobre um setor específico dentro do *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE), a *Divisão de Processamento de Imagens* (DPI). Para compreender os diferentes contextos sob os quais a DPI surgiu e se desenvolveu foi preciso antes fornecer as “condições de contorno” que estariam orientando as ações deste grupo ao longo de sua curta, mas intensa trajetória. Portanto, o capítulo dois, apresenta um breve histórico das políticas de ciência e tecnologia do país, procurando sinalizar para as diferentes perspectivas e ênfases empregadas a política setorial a partir do Segundo Pós Guerra, quando se iniciou o processo de institucionalização da C&T no País. Identificou-se duas vertentes distintas de políticas de C&T, a primeira delas nacional desenvolvimentista, que enfatizaria uma C&T endógena e autônoma e, a segunda, associada ao desenvolvimento

⁵ O termo “ciências da ciência” é utilizado para abranger as diferentes áreas científicas que empreendem o estudo da ciência e tecnologia.

dependente, dentro de uma perspectiva liberal desenvolvimentista, que privilegiaria a geração de mão de obra qualificada à indústria emergente, que se instalou no País as custas de capital externo e da facilidade de importação de tecnologias para o parque industrial brasileiro.

Com o propósito de apresentar as “condições de contorno” frente as quais a DPI desenvolve suas atividades, o capítulo três abrange a história da política espacial, mostrando como o setor foi fortemente influenciado pelos militares. Predominou a visão nacional desenvolvimentista e estratégica dos militares neste campo, cujos desenvolvimentos tecnológicos possuíam forte conotação armamentista, impulsionada pelo programa *Missão Espacial Completa Brasileira* (MECB). Com a crise dos anos 1990 e com a redemocratização do País, o programa espacial militar entrou em crise e o setor civil, representado pelo INPE, responsável pelo desenvolvimento de satélites, se fortaleceu, adquirindo maior autonomia em relação aos militares. O INPE se apoiou em muito nos desenvolvimentos de pesquisa e tecnologia cujas aplicações, com uso de imagens de satélite, se voltavam às áreas de meteorologia (previsões de tempo e clima), agronomia (monitoramento de culturas), planejamento urbano, segurança pública, assistência social, saúde pública e ambiental, realizando, por exemplo, o monitoramento do desmatamento da Floresta Amazônica. A partir deste momento, o INPE fortaleceu as pesquisas cujos resultados poderiam resultar em benefícios a setores econômicos, sociais e ambientais. Tal estratégia levou ao fortalecimento institucional do INPE e a consolidação de sua legitimação como instituição científica frente a diversos setores da sociedade e do governo federal.

Os capítulos dois e três ajudam, portanto, a compor os diferentes contextos nos quais a DPI esteve inserida, destacando os impactos positivos e negativos sofridos nos diferentes momentos das políticas setoriais. Para a DPI, há um divisor de águas entre os anos 1980 e 1990, momento histórico de mudanças na política econômica, quando o País ingressava em sua fase de redemocratização.

O estudo de caso levou em consideração também as especificidades do campo científico, enquanto sistema social com regras próprias, utilizando a abordagem de Bourdieu para descrever as relações atinentes ao campo científico, destacando a importância do acúmulo de capital científico por parte dos cientistas ao longo de suas carreiras. Mas também se preocupou em mostrar as diferentes relações com outros atores, dentro e fora do campo científico, com os quais foram estabelecidas parcerias estratégicas com o intuito de desenvolver conhecimento científico, transformados em produtos e serviços na área de geoprocessamento ou, como preferem alguns pesquisadores da DPI, Ciência da Geoinformação.

O estudo de caso revelava-se, de antemão, promissor, tendo em vista a observação da forte inserção dos interesses deste grupo científico e tecnológico, nos anos 1990, que reagia às políticas dominantes fortemente influenciadas pelo neoliberalismo econômico, que eram contrárias, portanto, àquelas de cunho nacionalista, que o grupo pode surgir e evoluir na década anterior. As lideranças da DPI lançaram-se então a uma cruzada, nos anos 1990, com o intuito de garantir as condições mínimas necessárias que permitissem sua sobrevivência enquanto grupo de forte perspectiva inovadora.

A escolha da DPI como estudo de caso se deu pelo fato deste pesquisador, como funcionário do INPE, perceber naquele setor um foco ativo cientificamente, como tantos outros da instituição, mas que adicionalmente revelava-se extremamente articulado politicamente. Uma de suas lideranças, Gilberto Câmara, ocupa atualmente o cargo de diretor da instituição, tendo antes passado por outros cargos de chefia.

A pesquisa de campo foi em grande medida facilitada por um dos entrevistados desta pesquisa, Antonio Miguel Vieira Monteiro, que além de repassar documentação interna do grupo, discutiu interessadamente sobre os diversos aspectos relacionados às atividades da DPI. A disposição dos outros líderes da DPI para as entrevistas se deu do mesmo modo e com mesma intensidade. Para surpresa deste autor, discutir e repensar a história da DPI, como parte da proposta do projeto de pesquisa, não foi algo que estivesse fora da rotina do grupo, tendo sido realizado com muita naturalidade por cada um dos entrevistados. Daí a “intrusão” deste pesquisador, mesmo sendo parte da mesma instituição embora de outra área, não ter sido encarada com estranhamento. Um grande esforço de estranhamento teve, sim, que ser feito por este autor, que procurou estabelecer um distanciamento crítico em relação ao objeto de estudo.

CAPÍTULO 1

O CAMPO DE ESTUDO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOCIOLÓGICA

1. Introdução

A concepção e a percepção sobre a ciência passaram por uma série de transformações nos últimos três séculos e meio, em parte devido à ascensão do capitalismo como modelo econômico predominante no mundo. No entanto, é consenso que nunca houve uma relação estreita entre a origem da ciência e do capitalismo, o que só veio a ocorrer a partir da Segunda Revolução Industrial, entre os séculos XIX e XX, quando estas duas esferas passaram a se imbricar de forma dependente, sem uma relação causal unidirecional. A ciência deixou de ser um elemento próprio da cultura, alargando suas relações a diversos domínios da vida social, principalmente naqueles associados aos processos econômicos.

Mas apesar do crescente domínio da cultura racionalista nos últimos séculos, somente há 60 anos, aproximadamente, o Estado assumiu uma posição mais efetiva em relação à ciência e a tecnologia (C&T), entendendo ser esta área de atuação também passível de planejamento e de implementação de ações políticas regulares. Tal mudança no papel do Estado é observada principalmente a partir do final da Segunda Guerra Mundial, quando a C&T consolidou-se como dimensão estratégica do ponto de vista da segurança e da economia para os estados nacionais. Com certeza, muito antes da Segunda Guerra, as atividades neste domínio já eram tratadas como de interesse por alguns países, como a Alemanha e o Japão. Mas somente a partir deste momento tais políticas passaram a ser discutidas de forma mais ampla e universal, chegando aos dias atuais como mais uma modalidade de políticas públicas.

Hoje, mais do que no passado, é consenso que o Estado, bem como outros atores, deve desempenhar ações bem definidas no âmbito da economia nacional no sentido de empreender grande esforço na promoção da inovação científica e tecnológica. A inovação é considerada, atualmente, um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento econômico de países industrializados. Com isso, vêm se ampliando, nas últimas décadas, estudos e análises sobre estratégias ligadas a políticas públicas que buscam contemplar não somente questões relacionadas à política de C&T de forma isolada, mas dela integrada a políticas industriais, de ensino e pesquisa, tecnológica, de comércio exterior, entre outras, procurando equacionar os entraves à inovação e ao desenvolvimento.

O binômio ciência e tecnologia, de onde em grande medida deriva a inovação, nem sempre foi associado de forma tão direta ao desenvolvimento econômico, sendo esta uma particularidade do mundo moderno. Outras formas de se conceber e perceber a C&T surgiram ao longo da história da civilização ocidental, muito embora a visão economicista tenha prevalecido nas últimas décadas. A própria história das Políticas de Ciência e Tecnologia

(PCT) no Brasil mostra que visões concorrentes se interpolaram, modificando-se de acordo com o contexto (MOTOYAMA, 2004; MOREL, 1979; VIGEVANI, 1995; FERNANDES, 1990, GUIMARÃES et al, 1985). De qualquer modo, o Estado ocupa um lugar central nos processos de definição e implementação de políticas de C&T, modificando-se apenas a sua relação com grupos de interesse.

No período dos governos militares, por exemplo, as relações entre o Estado e as instituições de pesquisa eram fundamentais na definição das políticas de C&T. Hoje, a relação que domina este cenário se modificou. Segundo Trigueiro (2001), as políticas são definidas a partir da relação de grupos de pesquisa com o Estado. As instituições possuem grande importância como agentes influenciadores neste processo, mas o papel das lideranças científicas passou a ganhar maior relevância (SOBRAL et al, 2008).

Portanto, a imagem da C&T como um subsistema da estrutura macroeconômica é apenas uma delas. E mesmo quando outras visões não tenham se constituído de forma dominante no debate atual, elas desempenham um papel importante na dinâmica das relações políticas que abarcam o campo da C&T⁶.

O Estado, através de seu corpo burocrático, é permeável a interesses externos, que se organizam com o intuito de influenciar as políticas públicas. Os assuntos em torno da ciência dentro do aparelho de Estado não são, portanto, restritos aos interesses e ações de um corpo burocrático. Pelo contrário, este estabelece relações com diferentes setores da sociedade e não somente com a comunidade científica ou parte dela (KNORR-CETINA, 1982). Cada um destes segmentos imprime sua própria demanda e conjunto de interesses, traduzindo percepções e valores específicos, que vislumbram uma visão específica sobre o uso e o papel da C&T na e para a sociedade. Apesar de que as PCTs nos países mais avançados sejam dominadas por posições econômicas, ligadas ao mundo empresarial, ainda assim sua formação combina, em muitos casos, diferentes interesses relacionados a setores de Estado (técnico-burocráticos), a militares, a grupos acadêmicos entre outros segmentos (ELZINGA & JAMISON, 1995) da sociedade. A história das PCTs no mundo industrializado no último século, apesar de revelar ciclos de modelos específicos de políticas públicas (sempre com uma visão econômica predominante), mostra também o envolvimento de diferentes atores e contextos econômicos e sociais específicos inerentes a cada país.

⁶ Neste aspecto, a obra de Renato Dagnino se destaca na área de Políticas de Ciência e Tecnologia, tendo em vista a crítica ao atual modelo e a busca por PCTs alternativas. Sobre este assunto, em especial, conferir artigos de sua autoria sobre Tecnologia Social.

No entanto, as políticas de C&T implementadas no Brasil, a partir do Segundo Pós Guerra, tiveram inspiração nas correntes de pensamento em voga nos países mais avançados⁷. Além daquelas linhas que dominam o debate da formulação de políticas, há uma ampla diversidade de pontos de vista e arcabouços teórico-analíticos com grande força argumentativa em relação a este domínio. Embora não sejam dominantes no debate acadêmico, muito menos nas políticas oficiais (*policy*), permanecem atuantes, buscando influenciar a agenda do setor (*politics*), seja na defesa de suas teses e argumentações, seja na formulação de críticas ao *status quo*.

Os processos de formulação de políticas públicas tendem a se desenvolver dentro de padrões de mecanismos abertos e encobertos, como assinalam Ham e Hill (1993). Os “conflitos abertos” pressupõem uma simetria de representatividade e de recursos entre os diferentes setores em disputa (DAHL, 1961). Os “conflitos encobertos” são aqueles que não vêm à tona por manobras de grupos dominantes (BACHRACH & BARATZ, 1962), enquanto os “conflitos latentes”, destacados por Lukes (1974), envolvem o exercício do poder para modelar as preferências das pessoas de modo a não existir conflitos abertos nem encobertos. Estas três dimensões do poder estariam operando simultaneamente nos processos que envolvem a formulação de políticas públicas, principalmente, em sistemas que tendem à manutenção do *status quo*.

Neste capítulo, a intenção é apresentar uma breve história da sociologia da ciência e do conhecimento científico, direcionando-a aos interesses da pesquisa ora em curso, que procura discutir o tema sob uma perspectiva crítica em relação àquelas teses que subsidiam e dão sustentação a políticas de C&T. No entanto, a preocupação em oferecer elementos normativos às políticas de C&T deverá continuar presente, mas sob uma base político-sociológica. Essa abordagem é diferente, portanto, daquelas dominantes que não contemplam relações de poder e jogos de interesse *ex ante*, durante e *ex post* os processos de produção do conhecimento científico e tecnológico.

Na primeira seção, é apresentada a sociologia da ciência de Robert Merton, que a partir dos anos 1940 institui as bases da ciência da ciência, cujo campo de análise se limita ao estudo das instituições, não reconhecendo o campo epistêmico e cognitivo como objeto de análise da sociologia. As críticas à teoria mertoniana concentraram-se, de um lado, na

⁷ A OECD (Organização para o Desenvolvimento Econômico e Cooperação) assumiu o papel formulador de metodologias para coleta de dados e uso de estatísticas sobre pesquisa e desenvolvimento nos países europeus e nos Estados Unidos. O Manual Frascati, já em sua sexta edição, entre outros documentos que se originaram a partir dele, também produzidos pela OECD, são referenciados na adoção de Políticas de C&T não somente em países avançados, mas também nos países em desenvolvimento.

orientação normativa e funcionalista e, de outro, por manter fora do foco de análise os conteúdos da ciência e os aspectos relacionados à rotina de trabalho do cientista (KNORR-CETINA, 1991). Mas a despeito de tal fato, a sociologia mertoniana exerceu forte influência sobre a cultura científica, na constituição do *ethos* científico (termo cunhado por Merton), orientando as práticas científicas.

A sociologia mertoniana passou a ser referência em análises de processos de institucionalização da ciência, que tomaram impulso principalmente a partir do Segundo pós-Guerra, quando emerge o debate sobre políticas de Estado para a C&T. A perspectiva mertoniana teve grande penetração junto a setores acadêmicos com atuação técnico-política nos Estados Unidos, fornecendo as bases argumentativas que inseriu o mundo da ciência num patamar estratégico de políticas governamentais nos países desenvolvidos. O Relatório Bush (1945)⁸ articulou tais prerrogativas, em defesa da independência e autonomia científica na definição das políticas de C&T, bem como, dos critérios de distribuição de recursos em seu domínio (STOKES, 1997).

O segundo tópico trata da ruptura do “paradigma” mertoniano propiciado pelo pensamento de Kuhn, que surge em meio a um contexto de críticas formuladas por movimentos sociais nos Estados Unidos e Europa quanto as implicações da C&T. Estas críticas dirigidas ao Estado, ressaltavam as consequências dos avanços científicos e tecnológicos à sociedade, com impactos negativos de ordem econômica, social e ambiental. A possibilidade de se ampliar a discussão e a interferência externa na produção científico-tecnológica permitiu o direcionamento e a condução de tais atividades não somente a partir do enfoque endógeno, sem a interferência externa. Esta nova perspectiva, apoiada agora no pensamento kuhniano, fez com que surgissem novos estudos sob a insígnia do movimento *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS), englobando diferentes correntes, algumas delas antagônicas. No entanto estas possuíam em comum o pressuposto de que a ciência seria um domínio construído socialmente e que as análises sociológicas deveriam englobar não somente as questões institucionais da ciência, mas também o modo como ela se constituía a partir de seus processos internos.

Após a análise do pensamento kuhniano, o tópico seguinte trata especificamente de duas correntes que se destacaram a partir da década de 1980, que se situam em posições antagônicas quanto a abordagem e enfoque, denotando implicações significativas do ponto de

⁸ No final de 1944, o presidente Franklin Roosevelt pediu a Vannevar Bush, seu diretor do *Office of Scientific Research and Development* (OSDR), criado durante a Segunda Guerra, que tentasse prever o papel da ciência em tempo de paz. O Relatório, que ficou conhecido como *Science, the Edless Frontier*, estabeleceu a visão de que os Estados Unidos poderiam manter seu investimento em pesquisa científica quando a guerra tivesse acabado.

vista da política. A primeira delas, aqui tratada como enfoque na CT&I, refere-se a um conjunto de autores que investiga o tema sob a ótica econômica e administrativa, deixando de lado aspectos relacionados às relações de poder e jogos de interesses no interior do campo científico, tratando do mesmo modo o domínio das políticas públicas científicas. A segunda corrente em foco é a do construtivismo social, incluindo a obra de Latour. Privilegia-se não somente os aspectos sociais da produção do conhecimento, mas um universo mais complexo relacionado a este processo, no qual se inserem fatos (conhecimento ou aquilo que está na esfera do *humano*) e artefatos (matérias de todos os tipos – técnicas, produtos tecnológicos, textos etc - o *não humano*).

O construtivismo social, proposto por Pinch e Bijker (1984), aplicado aos estudos da ciência e tecnologia, insere-se dentro da sociologia do conhecimento científico e tecnológico e a partir de uma base metodológica comum aos partidários da Sociologia da Tecnologia e do Programa Empírico do Relativismo, ao qual se inclui a Teoria Ator-Rede, de Bruno Latour. O tratamento metodológico, de acordo com estes autores, permite estabelecer um programa de estudos empíricos, situado no *locus* da produção (e negociação), voltado a compreensão do funcionamento da caixa-preta do conhecimento científico e tecnológico.

No entanto, a falta de uma compreensão sociológica mais precisa sobre o campo social no qual os atores científicos atuam, bem como de noções que permitam caracterizar os atributos destes agentes, resulta num entendimento limitado destes processos. Bourdieu (2004) alerta para este problema no pensamento de Latour e oferece uma solução mais acabada através das acepções de campo social e capital científico. As bases das sociologias em questão (de Bourdieu e Latour) são antagônicas. Bourdieu desenvolve um modelo estruturalista, não exatamente baseado no marxismo e nem tampouco na idéia de rede (da Teoria Ator-Rede) proposta por Latour. A estrutura social em Bourdieu retira do indivíduo a força transformadora quase sem limites que este possui no construtivismo social, mas não nega sua capacidade transformadora. Mas as possibilidades do agente social, neste caso do cientista, de realizar transformações estão atreladas a posição que ocupa no campo social da ciência, bem como do seu capital científico (algo definido a partir do reconhecimento de sua atuação científica) que vai se modificando ao longo de sua carreira.

Tal aspecto, como tantos outros ressaltados pela história da sociologia da ciência, será fundamental no conjunto desta pesquisa. Mas no momento em que a pesquisa parte para o plano empírico, parece inevitável a perda de coerência e de purismo teórico. Até mesmo porque a realidade é objeto de influencia dos movimentos teóricos, e vice-versa. Não há como escapar das abordagens aparentemente antagônicas. No entanto, é preciso ter em mente que os

processos do conhecimento envolvem aspectos dinâmicos através dos quais teorização e prática da ciência se intercambiam, em meio a alianças e disputas de visões. Um modifica o outro, mas sempre haverá uma tendência mais forte que deverá se sobrepor a outras, ganhando status diferenciado, conferindo-lhe legitimidade e força para influenciar políticas públicas e institucionais na definição de modelos de produção de conhecimento.

2. Da sociologia da ciência mertoniana a kuhniana

A ciência estabeleceu suas bases institucionais na Europa no século XIX. Deixou de ser uma atividade amadora e se constituiu como uma atividade profissional, cujos cientistas, termo que começou a ser utilizado na época⁹, passaram a desenvolver atividades em laboratórios. Logicamente que este processo ocorreu de forma diferenciada em cada país.

A profissionalização da ciência teve como consequência a realização de treinamentos de forma sistemática, criação e proliferação de comunicações confiáveis, maior controle de qualidade das produções científicas, ampliação dos recursos técnicos, pesquisas científicas mais eficientes, entre outras implicações. O aspecto mais significativo, no entanto, foi o advento do cientista profissional dotado de um papel social específico, responsável pelo desenvolvimento e modificação do conhecimento existente. Para dar suporte a esta atividade, a ciência institucionalizada se consolidou, avançou e proliferou-se ao longo do tempo. Outro aspecto importante neste processo foi a universalização de uma cultura baseada no racionalismo, que passou a fazer parte das sociedades capitalistas ocidentais.

Tal realidade levou o sociólogo Robert Merton a observar neste domínio um sistema social diferenciado, dotado de valores, regras e normas muito distintos de outros sistemas sociais, levando-o a formular as bases da sociologia da ciência. Merton é influenciado por autores positivistas, pelos funcionalistas de sua época, mas também por Max Weber. Ele parte da premissa de que as respostas às questões científicas são dadas pela própria Natureza, sendo a humanidade apenas a sua mediadora. O programa de estudos com base nas acepções mertoniana não dá atenção, portanto, ao conteúdo das respostas científicas. É possível haver uma influência social na direção da pesquisa científica, como já observava Weber (1979) na definição da objetividade do conhecimento. Mas para Merton (1985) as respostas se tornam interessantes ao sociólogo apenas se forem inteiramente respostas dos homens e não da Natureza, isto é, se não forem propriamente parte do conhecimento científico. Nessa

⁹ William Whewell parece ter sido o primeiro a utilizar o termo, em 1833, durante uma reunião na *British Association for the Advancement of Science*, descrevendo os “homens da ciência” que ali estavam.

perspectiva, interessa a sociologia da ciência questões do tipo: como a ciência moderna emergiu e se institucionalizou? Como é mantida e controlada? Como se organiza a pesquisa científica? O que determina as mudanças na organização científica?

Merton dedica-se, portanto, aos estudos sobre as relações interativas entre os cientistas, focalizando a distribuição dos papéis sociais dos produtores do conhecimento, a natureza do sistema de recompensas (materiais e simbólicas), as formas de competitividade, os meios de divulgação do conhecimento e, sobretudo, o funcionamento do sistema de normas institucionais que o orientam em suas ações neste universo social. O foco da sociologia mertoniana está, portanto, na estrutura social e institucional da ciência, ou das comunidades científicas, sobre a qual valores, normas e regras garantem a continuidade desta instituição e ao mesmo tempo a distingue de outros sistemas sociais. Segundo Merton, o crescimento e expansão do conhecimento científico são explicados em decorrência da conformação de normas aceitas pela comunidade científica, baseadas em quatro imperativos institucionais, descritos da seguinte forma:

- a) **universalismo**: afirmações científicas devem ser submetidas a critérios impessoais de avaliação;
- b) **comunismo**: achados científicos devem ser publicados. Os resultados da ciência são produtos de uma colaboração social e são atribuídos à comunidade. O cientista, portanto, deve comunicar suas descobertas sem guardar segredo delas e reconhecer sua dependência da herança cultural.
- c) **desinteresse**: interesses pessoais devem ser excluídos do processo científico. Isto é, os cientistas devem, por prescrição institucional, buscar desinteressadamente o conhecimento, sem incorrer em fraudes e sem perseguir desonestamente seu benefício pessoal; e
- d) **ceticismo organizado**: a crítica é permitida e encorajada, o que consiste na suspensão de juízo até que se disponha de todos os dados relevantes e da revisão de todas as crenças estabelecidas. Esta norma pressupõe que os cientistas nunca devem aceitar resultados da pesquisa como verdadeiros, devendo adotar uma postura crítica a estes trabalhos. Do mesmo modo que sua produção deve passar pelo escrutínio de outros pesquisadores, o cientista também deve tornar pública sua crítica ao trabalho dos outros.

Estes imperativos, compartilhados pela comunidade científica, formam o que Merton denominou de *ethos* da ciência, um código padrão de conduta, que funcionariam como prescritivos morais. Uma vez aplicados deveriam garantir a legitimidade da produção científica. A partir dessa estrutura normativa, Merton estabelece as bases institucionais para a organização e o desenvolvimento da ciência enquanto sistema social particular.

Não é de interesse, aqui, aprofundar e elaborar um estudo crítico sobre as bases desta teoria, que se configuram mais como preceitos normativos (um guia para a conduta do cientista) do que propriamente um ferramental analítico (para ajudar a compreender os seus processos internos). Cabe ressaltar a premissa mertoniana, que estabelece forte relação com a filosofia da ciência da época (até meados do século passado), conhecida como *visão recebida*. Dela integram Moritz Schlick, Rudolf Carnap, Norman Robert Campbell, Karl Popper, Hans Reichenbach, entre tantos outros filósofos da Ciência do Círculo de Viena, que como Merton, compartilhavam da idéia de separação do mundo social da ciência cognitiva, esta última baseada nos construtos lógicos que se desenvolvem linearmente no interior da ciência. Para esta tradição filosófica, os rumos de uma disciplina científica são determinados a partir de construções lógicas internas, próprias do mundo das disciplinas, das culturas epistemológicas. Portanto, Merton entende que não há interferência do contexto social nos desdobramentos internos da ciência. A pouca permeabilidade das atividades científicas ao seu contexto social limitou o campo de estudos da sociologia mertoniana a aspectos institucionais, que estariam pairando sobre a produção científica, sem penetrá-la e influenciá-la.

Tal perspectiva, no entanto, começou a mudar principalmente a partir do conceito de paradigma, formulado por Thomas Khun¹⁰, através do qual fundem-se as dimensões sociais e estritamente científicas do mundo da ciência, até então separadas pela tradição filosófica e mertoniana. Deve-se, no entanto, dar crédito a Karl Mannheim, que em início de carreira, bastante influenciado pelo marxismo, defendia tal pressuposto na obra *Ideologia e Utopia*, lançada em 1929. Mannheim afirmava, já nesta época, quando os positivistas do Círculo de Viena exerciam forte influência no campo da filosofia da ciência, que o desenvolvimento do conhecimento era também influenciado por elementos de natureza não teórica, associados à vida social, que condicionam as vontades dos indivíduos em suas práticas diárias.

Khun resgatou, portanto, a premissa de que a produção científica é percebida como que influenciada também pelo contexto social, o que representaria uma guinada de orientação nas ciências que tratam da ciência. Com a contribuição de Kuhn foram introduzidos no campo

¹⁰ As bases do pensamento de Kuhn foram publicadas na obra *A Estrutura das revoluções científicas*, 3ª ed., São Paulo, Perspectiva, 1989.

da sociologia novos elementos e pressupostos, a partir dos quais novos autores e trabalhos que passaram a se inscrever na vertente da sociologia do conhecimento científico. Mais tarde é adicionado o termo “tecnológico” a esta denominação, tendo em vista a proposta metodológica de não distinguir os pressupostos de análise entre processos de produção científica e tecnológica.

O elemento novo nas idéias de Kuhn reside no fato dele ter indicado o modo como ocorrem as mudanças de paradigma no interior de uma disciplina, alegando que estas decorrem menos de uma evolução linear dos aspectos cognitivos e lógicos, como uma cadeia cumulativa de conhecimento, e mais por fatores externos ao mundo da ciência, associados aos contextos sociais nos quais os cientistas estão inseridos. Kuhn salientou que a transição entre teorias se dá através de "revoluções". Entre estes períodos de transição têm-se uma "ciência normal". Durante os períodos de ciência normal, uma comunidade científica trabalha dentro de um "paradigma", que fornece uma visão de mundo e um conjunto de problemas ("charadas") a ser resolvido. Uma revolução começa quando uma teoria entra em "crise", devido ao surgimento de um grande conjunto de "anomalias"¹¹ ou problemas não resolvidos. O aparecimento de um novo paradigma que resolva as anomalias leva a uma rejeição completa do paradigma anterior. Muitas vezes, membros da comunidade educados dentro do paradigma anterior nunca aceitam por completo a nova teoria, mas com o passar do tempo e com a morte destes membros, o paradigma anterior deixa de ter seus defensores. A seqüência proposta por Kuhn deste movimento de quebra de paradigma pode ser esquematizada da seguinte forma:

ciência pré-paradigmática → ciência normal → anomalia → crise → enfraquecimento do paradigma → ciência revolucionária → novo paradigma.
--

O termo "paradigma", central na concepção de Kuhn, foi criticado por apresentar múltiplas definições ao longo da obra “Estrutura das Revoluções Científicas”¹², o que levou o autor a rever o conceito, adotando duas acepções principais: uma mais ampla e outra restrita¹³.

¹¹ A acepção de anomalia é extraída de Durkheim, e está relacionada a ocorrência de resultados inesperados produzidos a partir da ciência normal, que não podem ser explicados pelo paradigma, podendo desafiar suas bases de sustentação e ainda debilitar a confiança no mesmo.

¹² Margaret Masterman (1979) identifica 21 definições para paradigma, reunidos em três sentidos básicos: a) uma dimensão substantiva, que inclui as formulações teóricas e seus aspectos implícitos; b) uma dimensão sociológica que identifica um paradigma com uma determinada comunidade científica; e c) uma dimensão que implica realizações científicas que proporcionam modelos e exemplos de problemas e soluções à comunidade científica.

¹³ Esta revisão foi publicada no postscript da segunda edição de “Estrutura das Revoluções Científicas”, publicada em 1970.

O sentido estrito está relacionado a "soluções de problemas exemplares", ou seja, problemas associados ao próprio paradigma (KUHN, 1989). Já o conceito em um sentido mais amplo é definido como de natureza "sociológica", o que corresponde ao seu emprego para designar "toda a constelação de crenças, valores, técnicas etc, partilhada pelos membros de uma comunidade determinada", ou seja, o conjunto global de incumbências — tanto sociais quanto cognitivas — de um grupo de pesquisa. Nessa acepção, o conceito adquire um sentido institucional, diretamente referido à noção de uma comunidade que pratica a ciência organizada em certos moldes, uma sociologia tipicamente mertoniana.

O uso alargado que o conceito de paradigma assumiu na teoria kuhniana levou o autor então a propor um outro conceito, de "matriz disciplinar", tendo em vista a necessidade de diferenciar o sentido amplo do sentido preciso de paradigma. Esse novo conceito englobaria quatro elementos: generalizações simbólicas (formalizações e leis), exemplares (o sentido restrito do próprio paradigma), crenças compartilhadas (metafísica do paradigma que confere validade ao modelo) e valores dos cientistas (utilidade da pesquisa etc). Este último elemento, para Kuhn, confere o sentido de pertencimento dos cientistas a uma comunidade global e específica, cujos membros se sentem interligados por um modo coletivo de praticar a ciência (KROPF e LIMA, 1999). Esta prática por sua vez implica no cumprimento de normas, que por sua vez estão co-relacionadas a uma ciência normal, definida por Kuhn como atividade de pesquisa fundada numa sólida rede de compromissos e adesões a um paradigma, compartilhado por uma determinada comunidade de praticantes da ciência.

A concepção de norma (e consequentemente de valor) em Kuhn possui uma particularidade que deflagrou toda uma mudança inovadora no modo como a filosofia e a sociologia do conhecimento passaram a considerar a relação entre contexto social e produção científica.

(...) o sentido de uma norma ou valor está radicado no seu contexto de uso, a partir das funções que desempenha nas atividades práticas dos indivíduos. Embora Kuhn afirme que é a autoridade do grupo que garante o reconhecimento do que deve ser legitimamente aceito como norma ou valor, tem-se que a própria prática concreta da ciência normal é o que fornece os contextos a partir dos quais os significados das normas e valores são construídos, com base nessa autoridade. Tal perspectiva difere da idéia, presente em Merton, de um sistema de valores explícito e previamente estabelecido a funcionar enquanto um referencial norteador da conduta dos cientistas (KROPF e LIMA, 1999).

Apesar dessa diferença, um aspecto comum que unifica as maneiras pelas quais Merton e Kuhn desenvolvem o tema dos valores é a importância central que ambos atribuem em suas teorias à noção de comunidade científica. Kuhn afirma que a aplicação dos conceitos

científicos é o resultado do acordo estabelecido, na prática, por uma comunidade específica de cientistas. As atenções, do ponto de vista analítico, deve estar nas pessoas que aplicam os conceitos e não nas coisas às quais estes se aplicam. Portanto, as explicações para a pesquisa científica deveriam discutir a prática concreta daqueles que realizam a pesquisa. A relevância concedida às comunidades científicas possui, portanto, uma implicação metodológica, pois o foco das análises sociológicas deve se centrar nas comunidades científicas e nos locais onde a ciência é produzida, o *locus* no qual os cientistas discutem, negociam e produzem ciência.

Concebida como unidade analítica para o estudo social da ciência, a comunidade científica, para Kuhn, é o grupo dos indivíduos reunidos por elementos comuns em sua educação e aprendizado e caracterizado pela relativa plenitude de sua comunicação profissional e relativa unanimidade de seu julgamento profissional. Portanto, as comunidades científicas devem ser empiricamente identificadas não pela adesão a certos temas da pesquisa, mas, sobretudo, pelo exame de padrões de educação e comunicação através dos quais se constrói e se sustenta um sistema de convenções norteador de uma determinada maneira comum de perceber e praticar ciência.

É apontando para uma investigação sobre o que uma dada comunidade convencionou como legítimo que Kuhn encaminha a questão dos valores como guia para a conduta e o comportamento dos cientistas. As razões que levam os cientistas a aderir a um novo paradigma funcionam como valores e não como regras objetivas de escolha. Tais valores podem ser aplicados a situações concretas de diversas maneiras pelos indivíduos, mas sempre a partir do sistema aceito pela comunidade. Portanto, o ponto de partida para a investigação de tais mudanças é irredutivelmente sociológico.

Um grupo de indivíduos adestrados numa determinada tradição comum partilha de um conjunto de valores, e é a partir destes que as escolhas são feitas. Embora os cientistas tenham sido formados de acordo com o sistema de normas e valores próprios ao grupo e a sua conduta seja dirigida por tais imperativos, eles podem aplicar esses valores de forma diferenciada. É necessário, então, compreender como um conjunto determinado de valores compartilhados interage, em circunstâncias e contextos distintos, com as experiências particulares dos indivíduos no interior da comunidade. As variações possíveis nas formas dessa interação explicariam por que determinados indivíduos optam pela manutenção das normas ao passo que outros escolhem a mudança. Kuhn sustenta de maneira mais sistemática que muitas vezes o que condiciona a maneira particular de um cientista aplicar em sua ação os valores aceitos pelo grupo são fatores sociais relacionados à posição que ele ocupa na estrutura da comunidade.

Sobre este assunto, em obra mais recente, Kuhn (2006) lembra que a filosofia da ciência tradicional reconhecia aspectos da produção do conhecimento, como divergências entre pesquisadores, a partir de resultados diferentes de observações do mesmo fenômeno. No entanto, estes filósofos estariam mais empenhados na busca de metodologias científicas consistentes e “supunham que elas fossem poderosas o suficiente para resistir aos efeitos de infrações ocasionais” (KUHN, 2006, p. 137). O problema levantado por Kuhn, sobre o que propiciaria as mudanças de paradigma, até então sem uma resposta satisfatória ainda estaria por vir, como ele mesmo afirma:

Dada essa divergência inicial entre as conclusões a que chegavam os indivíduos, tornou-se urgente determinar o processo pelo qual diferenças de crença eram harmonizadas no percurso até um consenso final no interior do grupo. Ou seja, qual seria o processo por que o resultado de experimentos é universalmente designado como fato, assim como qual seria o processo por que as novas crenças dominantes – novas leis e teorias científicas – acabam sendo baseadas em tal resultado? Essas são as questões centrais para o trabalho da geração que se seguiu à minha, e as principais contribuições a seu esclarecimento não vieram da filosofia, mas de uma nova espécie de estudos históricos e, mais especialmente, sociológicos que a obra de minha geração ajudou a suscitar. Esses estudos trataram de maneira pormenorizada ao extremo, do processo corrente em uma comunidade ou grupo científico do qual emerge, finalmente, um consenso dominante, um processo a que essa literatura com frequência se refere como “negociação”. (KUHN, 2006, p. 137-138)

Na tentativa de solucionar sociologicamente os problemas que surgem de sua concepção sobre as condições da mudança científica, o trabalho de Kuhn tornou-se uma plataforma, a partir da qual, surgiram novos estudos sobre os processos de produção do conhecimento. Esta nova perspectiva resultou numa reviravolta ao tratamento dado à ciência não somente no domínio da sociologia, mas também no da filosofia da ciência.

Novas formulações começaram a surgir e boa parte delas iniciando pela crítica aos limites impostos pela sociologia mertoniana, propondo uma nova sociologia cuja extensão do domínio analítico iria atingir o ambiente da produção do conhecimento. Nesse sentido, a teoria kuhniana apresenta-se como precursora dos esforços para empreender estudos que tomaram os conteúdos das idéias científicas dentro de seus locais de produção como objeto de investigação sociológica. A abordagem proposta por Kuhn introduziu ainda a perspectiva que trata os aspectos sociais da ciência como indissociáveis de seus aspectos cognitivos.

Para Kuhn, todo grupo científico tem uma dupla existência: social e cognitiva. Trata-se de uma tese que está contida na dupla significação do conceito de paradigma, que se apresenta a um só tempo, como uma maneira convencional de ver o mundo e uma organização social dotada de regras, valores, formas de solidariedade e mecanismos próprios

de aprendizado. O caráter indissociável do social e do cognitivo reside na idéia de que, se o grupo não poderia definir-se fora das concepções de mundo partilhadas por seus membros — e que estruturam o conhecimento que estes produzem —, por outro lado ele depende dos mecanismos institucionais de integração e transmissão dessa matriz cultural, os quais garantem a própria consistência e continuidade do grupo enquanto tal. Em suma, os argumentos, provas, problemas de pesquisa não podem ser separados do jogo social do qual fazem parte.

O momento da divulgação da obra de Kuhn coincide com o período de maior atividade dos movimentos sociais dos anos 1960 e das críticas aos efeitos negativos proporcionados pela ciência à sociedade. De um lado, havia uma percepção de que a ciência não poderia se desenvolver de um modo totalmente autônomo e independente, sem um direcionamento utilitário, sem se atrelar a demandas econômicas, em especial às necessidades impostas pela indústria e pelo mercado, de um modo geral. Por outro, diversos setores da sociedade se mostravam reticentes em relação às conseqüências e implicações éticas proporcionadas pelas inovações tecnológicas. O momento favoreceu, portanto, o movimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade que abrigou sob esta insígnia uma série de autores que adotavam em comum o pressuposto de que conhecimento científico é socialmente construído. A partir de tal mandamento começaram a erigir uma série de perspectivas e estudos bastante distintos e até mesmo antagônicos.

3 O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade: o florescimento de diversas correntes analíticas

A obra de Thomas Kuhn tornou-se um grande referencial para movimentos acadêmicos e políticos descontentes e críticos ao modo como a produção da C&T, associada à área de defesa e segurança, mas também ligada à indústria, repercutia na sociedade nos anos 1960. Estes movimentos, em várias frentes nos Estados Unidos e Europa (DAGNINO, 2006a), principalmente nos anos 1970 e 1980, foram acompanhados por outros que se desenvolviam em paralelo nos centros acadêmicos, favorecendo o surgimento e fortalecimento de correntes de pensamento no interior da sociologia do conhecimento científico, filosofia da ciência, história da ciência, entre outros campos do conhecimento. Estes tinham em comum a perspectiva das relações integradas e dinâmicas da ciência, tecnologia e sociedade, percebidas como elementos indissociáveis e mutuamente influenciáveis.

Nesta seção, o objetivo será discutir as formulações teóricas e análises que tratam a C&T da perspectiva da não neutralidade, percebidos estes como carregados de valor, um sentido oposto, portanto, aos pressupostos da sociologia de Merton e da filosofia da ciência tradicional. Um gráfico adaptado por Renato Dagnino (2006b), a partir de proposições de Feenberg ilustra as diferentes abordagens do campo da C&T. No texto de Dagnino, a abordagem sobre o tema é muito mais ampla. Nosso interesse aqui é destacar apenas parte do que este autor sistematizou quanto às diferentes correntes teóricas e analíticas do campo da CTS.

No esquema abaixo, as diferentes abordagens sobre a C&T se localizam em quatro quadrantes, cada um combinando duas características (atributos) diferentes, através da relação entre dois eixos (vertical e horizontal). Cada um dos dois eixos traduz, por sua vez, dois atributos opostos. No primeiro deles (vertical), localizam-se autores que adotam, de um lado, a noção de neutralidade da C&T (perspectiva mertoniana), e, de outro, a da não neutralidade, na qual a produção da C&T seria influenciada e guiada por valores sociais ou por uma ética externa a sua lógica epistêmica (ou cognitiva).

O outro vetor (horizontal) mostra, de um lado, autores que percebem a C&T como autônoma, dotada de mecanismos de evolução e desenvolvimento a partir de uma lógica interna, não dependente de forças externas (sociais, econômicas e políticas ou de qualquer outra natureza); e, no outro extremo, autores que percebem a C&T num sentido oposto, ou seja, controlada externamente. O eixo da vertical tem como referência a idéia da presença ou ausência de valores no processo de produção do conhecimento. O da horizontal trabalha a idéia do direcionamento da C&T, independente de ser neutra ou não.

Os elementos em eixos diferentes se combinam produzindo quatro diferentes visões sobre a C&T, como pode-se observar no gráfico abaixo: instrumentalismo (neutralidade e controle externo), determinismo tecnológico (neutralidade e autonomia), substantivismo (não neutralidade e autonomia) e Teoria Crítica, de onde deriva o Construtivismo Social (não neutralidade e controle externo).

Fonte: Dagnino (2006b)

Não é o caso de detalhar este esquema, o que obrigatoriamente levaria a uma análise mais aprofundada de diferentes autores e enfoques. Dagnino alerta para os problemas que envolvem a sistematização de diferentes correntes de pensamento. Se, por um lado, permite mapear o campo através da classificação de tipos diferentes de pensamentos, apontando similaridades e diferenças relevantes, por outro, tende a promover certos reducionismos e agrupamentos de autores que nem sempre obedecem a uma lógica coerente.

Dagnino destaca que o esquema não pretende segmentar as distintas correntes, já que entre os diferentes eixos (ou vetores) “mais do que uma bipolaridade ou separação estrita, um *continuum* (...) se estende entre aquelas duas abordagens [da neutralidade e da não neutralidade].” Desta forma, nuances de abordagem podem inclinar, por exemplo, um determinado autor localizado no quadrante do instrumentalismo para um quadrante mais próximo ao da neutralidade dos processos científicos, posição compartilhada por autores da Teoria Crítica e do Substantivismo.

O intuito de apresentar este gráfico foi de somente de estabelecer um marco de diferenciação do pensamento da Teoria Crítica em relação a outras abordagens neste campo de estudo, mas principalmente em relação àqueles que se inserem no campo do

Instrumentalismo. De uma forma geral, os autores inseridos nestes dois quadrantes fazem parte do movimento da CTS e compartilham da idéia de que “o contexto engendrado pelas relações sociais e econômicas e pelos imperativos de natureza política determina profundamente o ambiente em que é gerado o conhecimento científico e tecnológico” (DAGNINO, 2006b, p.15).

O Construtivismo Social, aplicado ao mundo científico com base na metodologia proposta pioneiramente por Pinch e Bijker, está filiado à perspectiva da Teoria Crítica, bem como os Estudos Relativistas e Etnográficos da C&T (Callon, Latour, Woogar, Law, entre outros). Estas abordagens fornecem as condições teórico-normativas que possibilitam o reprojeto da C&T no interior do sistema capitalista-democrático, contrapondo-se às condições tecnoburocráticas, elitistas e autoritárias que ainda dominam e se mostram presentes mesmo nos países cujos processos políticos tem como base a democracia. Estes autores têm em comum a preocupação de discutir modelos de produção científica, que tenha na sua base aberturas aos diferentes setores sociais, o que permitiria estabelecer um nível de integração maior entre o mundo da ciência, ou da tecnociência, com os diferentes universos sociais, propiciando um maior engajamento dos cientistas nos problemas da vida moderna, ao contrário daquela tradicional postura de enclausuramento, sob a alegação da necessidade de autonomia na condução da pesquisa científica.

Algumas correntes do construtivismo social se aproximam em muito de visões instrumentalistas, principalmente, quando a primeira privilegia e destaca as relações entre a ciência e as atividades econômicas. Portanto, antes de expor e explorar as principais características do construtivismo, será apresentada, em linhas gerais, a vertente que analisa a C&T sob a perspectiva econômica e administrativa, com destaque para a Teoria da Inovação (CT&I), que domina o debate atual sobre o tema, influenciando a formulação das políticas de C&T nos países avançados e em desenvolvimento. Autores desta abordagem, apesar de inseridos no movimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade, se aproximam por vezes do instrumentalismo mais puro como também, do determinismo tecnológico. Entre estes, há ainda quem se aproxime e se inspire no pensamento mertoniano, quando buscam, por exemplo, estabelecer ferramentas de análise quantitativa para avaliar e comparar políticas de C&T em diferentes países. Tais estudos podem levar a reducionismos por não se considerar os diferentes contextos sociais, históricos e econômicos destes países.

4. A tendência com foco na CT&I

Os partidários da CT&I estariam posicionados, no gráfico, entre o quadrante do instrumentalismo e do determinismo tecnológico, pois em geral aceitam a idéia da neutralidade da C&T. Esta posição dúbia se deve à oscilação que perfazem entre estes dois campos dependendo dos autores e do tema em análise. Segundo Dagnino, autores desta corrente possuem uma visão determinista *soft*, já que reconhecem a possibilidade de os avanços tecnológicos modificarem os rumos da sociedade ao mesmo tempo em que vislumbram o exercício do controle externo sobre a produção da C&T. Eles reagem à concepção de que as atividades de C&T avançam de forma contínua, linear e, inexorável, seguindo um caminho próprio, distanciando-se, portanto, neste aspecto, da perspectiva mertoniana. A C&T, nesta acepção, seria não somente influenciada por processos internos, mas também passível de ser influenciada por diretrizes políticas, que poderiam determinar a trajetória da inovação.

Entre as tendências que se inserem nesta linha inclui-se aquela que surge a partir do debate revisional sobre o papel da inovação dentro das teorias econômicas do desenvolvimento. Destaca-se, neste sentido, a Teoria do Progresso Técnico, conhecida também por Economia da Tecnologia ou Teoria da Inovação. Esta vertente percebe a C&T como um objeto restrito à área econômica e administrativa e se constitui, após os anos 1980, como tese hegemônica na formulação e implementação de políticas públicas de C&T nos países avançados e em desenvolvimento. Há uma série de autores que, sob tal perspectiva, vem nas últimas décadas elaborando análises e receituários em torno, principalmente, das instituições e da cultura organizacional das empresas, com o objetivo de se potencializar a inovação tecnológica. Estes autores têm recebido grande atenção por parte dos formuladores das PCTs.

A Teoria da Inovação deriva das formulações de Schumpeter, que propôs já na década de 1930 uma perspectiva diferente sobre a inovação em relação à teoria econômica neoclássica, que não problematizava o surgimento e o desenvolvimento das inovações. Schumpeter (1932) destaca o papel do empresário inovador como agente econômico dotado de qualidades “supranormais”, animado por um desejo de realização que iria além da maximização do lucro. Esta concepção está presente nas primeiras obras de Schumpeter, em sua fase jovem, mas permanece na fase madura, sob nova abordagem, na qual destaca o papel dos oligopólios, no domínio e controle dos mercados.

Schumpeter (1961) destaca, nesta fase posterior, a importância das grandes empresas no capitalismo avançado e, com isso, consolida a teoria baseada no papel central da inovação como elemento indissociável, objetivo, das forças de produção dos oligopólios, fator considerado fundamental ao incremento da produtividade e elemento indutor do desenvolvimento. Os pontos ressaltados por Schumpeter (1961) são:

- a) estrutura de mercado concentrada (oligopolizada);
- b) atividades técnico-científicas “endogenizadas” pelas grandes firmas como elementos fundamentais de concorrência e sobrevivência;
- c) forte relação entre a concentração da estrutura de mercado e a descoberta e ou incorporação de inovações técnicas ao processo produtivo; e
- d) relações entre ciência, tecnologia, investimentos em inovações e mercado cada vez mais estreitas.

Entre os partidários de tal aceção estão os autores neoschumpeterianos (da Teoria da Inovação, considerados evolucionistas), que a partir dos anos 1970 compartilham da crítica à explicação racional da mudança tecnológica proposta pela teoria neoclássica, baseada no conceito de maximização. Os neoclássicos possuem uma visão de desenvolvimento como um movimento espontâneo e linear, sem grandes rupturas e revoluções tecnológicas, o que não é de se estranhar, afinal as tecnologias passam a ocupar um papel proeminente para a economia somente na segunda metade do século passado. Os neoschumpeterianos, acompanhando tais mudanças, propõem a idéia de um processo cumulativo quase acidental, de tentativa e erro, do tipo darwinista, conduzindo este processo de mudanças tecnológicas.

As inovações, nesta perspectiva, são dependentes da busca intencional como apontam Nelson e Winter (1982). Contínuas mudanças no ambiente alteram o modo como se verifica o processo inovativo, idéia que aparece na teoria evolucionista. Por trás de tal aceção, reside a idéia da necessidade de políticas públicas para se desenvolver inovações e que somente com ações deste gênero seria possível alcançar tais objetivos. Neste aspecto, estes trabalhos do início dos anos 1970, se diferenciam daqueles schumpeterianos, que consideravam os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (pública e privada) de forma linear e espontânea sem a necessidade de intervenção de políticas públicas ou administrativas.

Autores da Teoria Evolucionária e da Inovação (Winter, Nelson, Freeman, Gibbons, entre outros) passam então a incluir a inovação em seus modelos de desenvolvimento econômico como fatores endógenos (que podem ser controlados internamente do ponto de vista econômico), não mais como exógeno, quase casual, como assinalado pela tradição econômica neoclássica. Na esteira destas prerrogativas emerge uma série de estudos e teses

com forte conotação normativa, que buscam o aperfeiçoamento de mecanismos inovativos: Sistemas Nacionais de Inovação (NELSON, 1993), concepção que permite a integração, coordenação e planejamento racional das ações institucionais de C&T pelo Estado, com o intuito de conduzi-las de forma econômica, organizada e direcionada; Hélice Tripla (ETZKOWITZ e LEYDESDORFF, 1998), que produziria maior interatividade e sinergia na relação governo, empresa e universidade; Modo 1 x Modo 2 (GIBBONS et al, 1994), que expressa a mudança na cultura política das instituições de pesquisa, passando de um modo hierarquizado (entre tantos outros aspectos) a outro operado em forma de rede, entre outras modalidades de arranjos e sistemáticas que figuram entre as principais referências atualmente em voga, base das atuais políticas de C&T no mundo desenvolvido e em desenvolvimento.

Pela perspectiva da CT&I, busca-se aprimorar as engrenagens do modelo econômico, em especial os dispositivos que condicionariam a inovação, com o intuito de aperfeiçoar a produção econômica, tornando-a mais eficiente. A noção de intervenção na C&T é de mero ordenamento das condições no entorno da produção. Os valores institucionais do mundo da ciência (aqueles descritos por Merton como próprios da boa ciência) devem permanecer assépticos ao mundo externo e o rigoroso cumprimento de tais pressupostos garantiria a qualidade de seus resultados. Portanto, por tal perspectiva não há no interior da produção da CT&I a possibilidade de interferências de interesses, nem de influências sociais nos mecanismos de produção de C&T, a não ser aqueles que orientam externamente o seu rumo, através de políticas. No entanto, Dagnino (2006b) argumenta que essa falsa impressão da C&T imune as interferências externas, ocorre pelo fato desta visão abrigar implicitamente valores compromissados, sobretudo, com a ética da eficiência do modelo econômico capitalista. Em nenhum momento este modelo é visto como mais uma possibilidade econômica, o que leva a crer que ou se institui uma política de C&T boa ou ruim, de acordo com tal critério, não havendo alternativa à sociedade moderna.

A Teoria Crítica ao aprofundar as relações existentes entre o social e a produção do conhecimento, da tecnociência, ofereceu condições para avançar na crítica às formas tecnocráticas de produção de ciência e tecnologia. Ao mesmo tempo, tal base teórica permitiu vislumbrar possibilidades de modelos que contemplam as complexidades do mundo contemporâneo, no qual a ciência passa a ocupar um papel cada vez mais relevante, descrevendo mecanismos e relações cada vez mais comuns e mais aprofundada entre estas duas esferas (conhecimento e sociedade) e que os esquemas da CT&I não têm dado conta.

Com o intuito de solucionar tal problema, alguns autores filiados a CT&I que aceitam certa neutralidade na evolução da ciência, acreditam que um controle externo compensatório,

através da adoção de políticas *ex ante* e *ex post*, poderia dar significado a utilização da produção da C&T. Dagnino exemplifica esta posição da seguinte forma: uma vez produzida a C&T “através das atividades realizadas em organizações públicas (universidades, institutos de pesquisa) e privadas (empresas, centros de P&D), [pode-se] exercer um controle social baseado em princípios éticos de tipo moral, social, ambiental, étnico, de gênero, que assegurasse que sua utilização se desse de modo com eles coerente”.

No entanto, esta perspectiva permite também supor, no limite, que independentemente do contexto e dos interesses econômicos, sociais, políticos, e dos vieses e valores relativos a questões de natureza ambiental, étnica, de gênero, que envolvem a produção da C&T, esta poderia ser “controlada” e usada com o objetivo de favorecer outros interesses, reforçar a prevalência de outros contextos e potencializar outros vieses e valores. Ou seja, o problema permaneceria sem solução.

Dagnino alega que ao adotar essa posição, a tendência CT&I parece adentrar num terreno contraditório e obscuro. Pois torna difícil equacionar o fato de aceitar a C&T como não neutra, capaz de implementar valores não desejáveis, e ao mesmo tempo supor que poderia haver mecanismos de controle social (baseados em princípios éticos) *ex-post* suficientemente efetivos e poderosos para garantir sua utilização no sentido de alcançar objetivos que contemplem outros valores e interesses. As correntes da Teoria Crítica oferecem a solução a este problema, do ponto de vista teórico, mostrando que os valores sociais, preferências e interesses não somente influenciam as escolhas inerentes à produção científica e tecnológica, como também carregam tais valores nos produtos advindos das atividades de C&T. Valores incorporados *ex ante* aos fatos (científicos) e artefatos (tecnológicos) assumem, portanto, formas concretas *ex post*.

5. A Teoria Crítica: a abordagem construtivista

Os autores desta corrente de pensamento têm como pressuposto comum o fato de que a C&T não é neutra e nem autônoma. Os principais pontos salientados pela nova tendência da CTS, de forma geral, são:

- a) Inclusão do **conteúdo técnico** da ciência dentro do escopo da análise sociológica. A sociologia funcionalista [mertoniana] não se preocupava com o conteúdo da ciência, que seria determinado exclusivamente pela realidade estudada (tese esta que era compartilhada pela visão recebida da filosofia da ciência). (...) A nova sociologia rompe a distinção entre o social e o científico.
- b) Valorização de uma metodologia **internalista**, que se concentra nas práticas internas da ciência. Isso leva a estudos "microscópicos" da prática científica, uma ênfase na descrição antes da explicação, e à análise de como o conteúdo da ciência é "construído". Esse internalismo, porém, não elimina a preocupação com os aspectos "externalistas" (influência do social).
- c) **Virada lingüística**: uma valorização do estudo das "ações lingüísticas" na ciência. Isso inclui uma abordagem semiótica das "inscrições literárias" em um laboratório, uma análise das negociações de significados em conversas científicas, estratégias de persuasão, ou uma análise exclusiva do discurso (ignorando ações e crenças). (PESSOA JR., 1993, p.7)

Por esta nova perspectiva da sociologia do conhecimento científico (e tecnológico), a C&T não estaria propriamente sob um controle externo, tal como na concepção adotada pelos Instrumentalistas, mas sob um constante “reprojetamento”, num processo através do qual valores e produtos de ciência e tecnologia não são percebidos de forma separada, mas imbricados como realizações e materializações únicas, indissociáveis. Por tal aceção as dicotomias do tipo natureza x cultura; interno x externo (ao mundo da C&T), desaparecem. E tal como a natureza, percebida como algo intermediado pela percepção carregada de valor, o social também deve ser compreendido da mesma forma. Portanto, natureza e sociedade recebem um tratamento simétrico, ambos intermediados por observações não neutras, que antecedem as formulações e concepções.

Esta nova forma de se conceber a produção do conhecimento levou a um relativismo extremo do que seria considerado verdadeiro pela ciência. Tal aspecto, se por um lado inovou o modo da ciência ser percebida, por outro, quando levado às últimas consequências revela um lado extremamente fragilizado do próprio conhecimento científico.

Lacey (1972) procura resguardar a objetividade científica e ao mesmo tempo as novas bases sob as quais a ciência estaria sendo compreendida. Se, por um lado, afirma a impossibilidade da neutralidade da ciência, argumenta, por outro, a possibilidade de garantir imparcialidade na produção da C&T. Para ele, imparcialidade significa que “uma teoria é corretamente aceita quando os únicos valores que entram na sua apreciação são os cognitivos (adequação empírica, poder explicativo, consistência etc.)” (LACEY, 1972, p. 52). Contudo, o autor não admite a neutralidade do conhecimento científico, já que é falsa a afirmação de que as teorias científicas não teriam qualquer tipo de compromisso com interesses de determinados grupos, empenhados em defender prioridades e direcionar recursos para o financiamento de pesquisas e projetos em diversas áreas. A ciência, apesar de seu caráter

imparcial, o que lhe confere validade do saber produzido, não é neutra, pois os valores sociais “intervêm na determinação teórica e prática do tipo de ciência que (socialmente) se quer” (idem, p 52).

Para Pinch & Bijker (1984), no entanto, o tratamento dado ao conhecimento científico como socialmente construído implica que não há nada especificamente epistemológico sobre a natureza do conhecimento científico. Tal abordagem leva à proposição da efetiva quebra da caixa preta da C&T, na qual se incluem não somente aspectos epistêmicos, mas também aspectos e fatores sociais que interferem igualmente na produção da C&T. Estes autores, considerados os fundadores do construtivismo social aplicado à C&T, dão início ao esforço de integração em direção a uma mesma base metodológica para os estudos do campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade¹⁴. Para isso, eles vão fazer uma revisão crítica em relação às análises que implícita ou explicitamente consideram ciência e tecnologia como elementos distintos quanto a sua natureza ontológica, desprovidos de uma noção contextual, abordados a partir de uma lógica de conteúdo.

A ciência e tecnologia e suas relações a partir de mundos distintos e separados, sob a observação de modelos analíticos rígidos, não representariam a dinâmica interdependente destas duas esferas tal como se apresentam no mundo contemporâneo. Pinch & Bijker enfatizam a relação simbiótica entre cientistas e tecnólogos que capturam a cultura um do outro em suas produções (BARNES, 1982). A moderna tecnologia envolve cientistas que “fazem” e tecnologistas que funcionam como cientistas, derrubando a velha imagem de que ciência básica gera todo conhecimento que tecnologistas aplicam (LAYTON [1977], apud PINCH & BIJKER, 1984)¹⁵.

Esta nova perspectiva em torno da C&T levou autores como Latour e Woogar (1997), Knorr-Cetina (1981) e Callon (1980), entre outros, a um vigoroso programa de pesquisa empírica, dedicado ao entendimento do processo de construção do conhecimento científico, escolhendo uma variedade de locais e contextos estratégicos para as suas análises. Latour e

¹⁴ Tal proposta é desenvolvida no artigo *The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other*, marco das bases do construtivismo social da produção da C&T. Latour, na obra *Ciência em Ação* fará um esforço no mesmo sentido. Neste livro, ele revisa estudos empíricos situados dentro do campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade com vistas a formulação de uma plataforma metodológica comum que permitisse esboçar um modelo analítico, através do qual seus partidários pudessem dialogar.

¹⁵ Sobre este assunto, Trigueiro (2009) com base em Heidegger (2006) e nas formulações de Ihde (1979) para uma sociologia da tecnologia, critica a prevalência da ciência sobre a tecnologia na tradição da Filosofia da Ciência e defende a anterioridade ontológica da tecnologia (prática) sobre a ciência (conceito).

Woogar se concentraram em estudos em torno dos contextos associados à produção científica em laboratórios¹⁶, Callon dedicou-se às controvérsias tecnológicas¹⁷.

Neste sentido, Pinch & Bijker argumentam que os estudos do Programa Empírico do Relativismo (EPOR – *Empirical Program of Relativism*), inseridos na Sociologia do Conhecimento Científico (criada em contraposição a Sociologia da Ciência, de enfoque mertoniano), no qual se inserem Latour e Woogar, trouxeram grandes contribuições à perspectiva do construtivismo social aplicado aos estudos do conhecimento científico, em especial nas ciências duras.

A proposta de Pinch & Bijker de integração de correntes distintas do campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade baseia-se na identificação de três níveis de objetivos explicativos tanto no EPOR como na corrente construtivista da *Sociologia da Tecnologia* (SCOT), a qual se filiam. Num primeiro estágio, os estudos do EPOR mostram que achados científicos são abertos a mais de uma interpretação, apresentando a “flexibilidade interpretativa” nas descobertas científicas. Os estudiosos associados ao SCOT descrevem o processo de desenvolvimento de artefatos tecnológicos como que alternados de variações e seleções, constituindo-se como um modelo multidirecional. A mesma idéia do modelo multidirecional estaria presente na concepção de flexibilidade interpretativa.

O segundo estágio está relacionado à descrição de mecanismos sociais que limitam a flexibilidade interpretativa e que, portanto, permitem “resolver” ou conduzir as controvérsias científicas. Embora esta flexibilidade interpretativa possa ser recuperada em certas circunstâncias do ponto de vista da análise, é mais provável que desapareça rapidamente do ambiente científico, assim que emerge um consenso científico em torno do estabelecimento de uma “verdade”. Nos termos do SCOT, este processo é descrito como uma fase de estabilização das controvérsias científicas.

Entrevistas conduzidas com cientistas engajados nas controvérsias revelam, normalmente, fortes e diferentes opiniões sobre achados científicos. Collins (1981) enfatizou a importância dos “grupos de controvérsia” na ciência pelo uso do termo “*core set*” (grupo central), que seriam cientistas envolvidos mais intimamente com os tópicos controversos da pesquisa.

O terceiro estágio, por sua vez, estabeleceria uma relação entre os “mecanismos de fechamento” e um fundo sócio-cultural mais amplo, que para Pinch & Bijker, não teriam sido,

¹⁶ O estudo etnográfico foi desenvolvido no Laboratório de Neuroendocrinologia do Instituto Salk, em San Diego, na Califórnia, Estados Unidos.

¹⁷ Michel Callon desenvolveu um estudo pioneiro sobre controvérsia tecnológica ao analisar o desenvolvimento do veículo elétrico na França (1960-1975).

até então, explorados adequadamente pelos estudos do EPOR. Tal possibilidade, afirmam, poderia ser desenvolvida a partir de uma investigação mais detalhada a partir da noção de *core set*, apresentada pelos estudos do SCOT, tal como procuram demonstrar com a descrição e análise dos desdobramentos sócio-técnicos que levaram à conformação de um *design* padrão e definitivo da bicicleta no final do século XIX¹⁸.

O método do SCOT, de descrever artefatos tecnológicos com foco nos significados dados a eles pelos grupos sociais relevantes, parece indicar um caminho promissor de investigação. A situação e as condições políticas e sócio-culturais de um grupo social, do mesmo modo com que molda suas próprias normas e valores, também influenciam o significado dado a modelos de um artefato em conflito. Pelo fato de o SCOT demonstrar como diferentes significados podem constituir diferentes linhas de desenvolvimento, Pinch & Bijker argumentam que seus modelos descritivos ajustam a relação entre o mais amplo fundo sócio-cultural ao real conteúdo da tecnologia.

6. A Teoria Ator-Rede e a etnografia da ciência

O movimento das redes de interesses sociais seria, no entanto, insuficiente para explicar as práticas cotidianas da pesquisa. Autores como Latour (1979) e Callon (1989) defendem que o entendimento dos processos sociais de produção da ciência deve comportar a compreensão das práticas realizadas nos laboratórios. Busca-se rastrear as conexões entre o social e a produção da C&T, mas para isso é preciso salientar a simetria entre o social e a posição dos artefatos, das teorias e dos experimentos na produção da ciência e da tecnologia.

Neste sentido, Latour destaca o enfoque antropológico na análise das ciências e das técnicas, no sentido de se obter o efeito do estranhamento que se recomenda às pesquisas de outras civilizações. O pesquisador deve se posicionar como “o outro”. A partir da etnometodologia as ciências e as técnicas são investigadas no seu modo de construção, na rede de sua prática. É preciso acompanhar concretamente o modo como as redes se constroem, se produzem e se reproduzem. Segundo Teixeira (2001), a etnometodologia em Latour forneceu os instrumentos e as formas de evidenciar os problemas referentes à produção

¹⁸ De acordo com os autores, dois modelos de bicicletas em disputa se sobressaíram entre tantos outros, cujas características correspondiam a dois grupos de interesse diferentes: um de homens esportistas, interessados em obter maior velocidade e o outro, no qual mulheres se inseriram como grupo relevante, cujo interesse estava focado na maior segurança, além da adequação aos trajes femininos da época. Este último modelo acabou predominando, mas a conformação das características de concepção da bicicleta foram se definindo não exatamente num processo linear, nem sob uma perspectiva de mercado e nem técnica. Houve desdobramentos aleatórios, através dos quais diferentes fatores se sobressaíram, mas ao final deste processo predominaram os interesses deste último grupo (necessidades de segurança).

científica, permitindo ainda entender como são desenvolvidas as táticas de enfrentamento de problemas e a sua articulação com as atividades e práticas do dia-a-dia. A partir desta prática metodológica foi possível detectar as relações existentes com grupos sociais externos ao laboratório, cuja dinâmica e relevância forneceu a idéia de “laboratório extenso” de Callon (1989) ou o “*core set*” (o grupo relevante estendido de Collins), e os processos nele desenvolvidos. A atenção voltou-se então para o modo como esses processos eram produzidos e atualizados.

Apesar de a etnometodologia destacar o laboratório como o *locus* por excelência para as observações, os processos de produção de científica jamais se esgotam a este local. As análises devem ainda fornecer pistas e ferramentas conceituais que permitam alcançar e dar conta dos processos sociedade afora. Por outro lado, as análises não se esgotam quando a “caixa-preta” da ciência e tecnologia é fechada, isto é, quando um problema científico ou tecnológico está aparentemente resolvido. Isso porque os usos, as definições e redefinições no interior das performances dos processos sócio-técnicos não se encerram nunca, estão sempre em transformação.

Latour (2000) procura evocar regras que sejam capazes de subsidiar o estudo da ciência em ação, estabelecendo uma metodologia comum aos pesquisadores da C&T que atuam sob esta mesma percepção. Tais regras devem dar conta da intensa movimentação entre os laboratórios, dos seus especialistas em seu interior e dos não-especialistas externos a ele, que se situam no seu entorno. Latour busca estabelecer um método que seja capaz de explicar como os conhecimentos produzidos nos laboratórios alteram as experiências dos não-especialistas em seus próprios mundos sociais. E, em contrapartida, como esses mundos sociais alteram o fazer nos laboratórios. A discussão do exercício de produção dessas cadeias conduz à noção de translação¹⁹ e ao tratamento dos laboratórios como centros de translação. Essa noção expressa a simetria entre os micro-processos que ocorrem no cotidiano das equipes científicas e as negociações que envolvem um universo dilatado de elementos e questões, reunindo outros especialistas e não-especialistas. Expressa assim a permeabilidade entre o lugar onde se realizam as práticas da produção científica e tecnológica (o laboratório) e o seu entorno, materializando a possibilidade de se produzir análises simétricas e sócio-técnicas.

Neste sentido, a produção contínua de conexões não implica, necessariamente, que a tradução abarque processos lineares. Ela antes envolve rupturas, alianças e conflitos. A

¹⁹ Teixeira (2001) preferiu traduzir o termo “translation” como “tradução” ao invés de “translação”, mas aqui será mantida a tradução corriqueira, como encontrada em textos em português.

translação, portanto, jamais é completamente descontextualizada, designando, a cada estudo, certa gama de processos e deixando de lado tantos outros. As translações não são formadas desde o princípio por elementos, categorias e lógicas pré-existentes de diferentes mundos sociais, já que Latour não acredita na existência de realidades pré-existentes, determinantes, esperando que sejam mobilizadas. As conexões entre os atores envolvidos - parlamentares, legisladores, grupos sociais e cientistas – ocorrem, ou não, sempre de modo distinto. São sempre possíveis, mas nunca absolutamente prováveis. Logo, as translações podem ser formadas por elementos diversos ou não. Cabe a cada estudo, a tarefa de procurar e identificar esses elementos, seus elos, as aproximações, as ligações transversais e as rupturas próprias a cada local. Portanto, se existe uma estrutura social que modela tais performances, ela é constituída caso a caso, ela nunca existe previamente.

Essa noção está relacionada com a teoria ator-rede, se é que é possível falar em teoria, já que “método” seria o termo mais adequado, segundo o próprio Latour. A percepção sócio-técnica presente na Teoria Ator-Rede considera que os seres humanos formam redes sociais, através das quais interagem entre si, mas também com uma infinidade de elementos materiais, sem haver previamente uma relação hierárquica entre estes. Assim como os seres humanos têm suas preferências – preferem interagir de certa forma e não de outra – os materiais ou artefatos que compõem as redes heterogêneas do social também têm suas preferências. Segundo Law (1992), máquinas, arquiteturas, roupas, textos – todos contribuem para o ordenamento do social. E se esses materiais desaparecessem, também desapareceria o que se chama “ordem social”. A Teoria Ator-Rede diz, então, que a ordem é um *efeito gerado por meios heterogêneos*. Ela não aceita o reducionismo de se estabelecer previamente a determinação de humanos sobre não humanos e vice-versa. Afirma ainda que não há razão para assumir, *a priori*, que objetos ou pessoas determinam o caráter da mudança ou da estabilidade social, em geral. Na realidade, em casos particulares, admite-se que relações sociais podem moldar máquinas, ou relações entre máquinas, seus correspondentes sociais (LAW, 1992).

A noção de rede refere-se a fluxos, circulações, alianças, movimentos em vez de remeter a uma entidade fixa ou instituições. Uma rede de atores não é redutível a um ator sozinho; ela é composta de séries heterogêneas de elementos, animados e inanimados conectados, agenciados. Por um lado, a rede de atores deve ser diferenciada dos tradicionais atores da sociologia, que possuem atributos, categoria que exclui qualquer componente não-humano. Latour utiliza a noção de ator - algumas vezes fala em actantes - no sentido semiótico. Um ator ou actante se define como qualquer pessoa, instituição ou coisa que tenha

agência, isto é, produz efeitos no mundo e sobre ele. Na acepção de Latour, um actante é caracterizado pela heterogeneidade de sua composição, ele é antes, uma dupla articulação entre humanos e não-humanos e sua construção se faz em rede.

Por outro lado, a rede também não pode ser confundida com um tipo de vínculo que liga de modo previsível elementos estáveis e perfeitamente definidos, porque as entidades das quais ela é composta, sejam elas naturais, sejam sociais, podem a qualquer momento redefinir sua identidade e suas mútuas relações, trazendo novos elementos à rede. Essa definição implica uma ontologia de geometria variável das redes cujas consequências para os estudos em ciências devem ser seguidas a fim de não se deixar escapar as contribuições em relação aos estudos sociais em ciências quanto em relação aos estudos epistemológicos.

A rede, como um rizoma, é marcada pela transformação. O acento recai na ação, no trabalho de fabricação e transformação presente nas redes. Isso significa afirmar que interessa ao pesquisador seguir o trabalho de fabricação dos fatos, dos sujeitos, dos objetos. Na noção de rede, o que importa para Latour não é só a idéia de vínculo, de aliança, mas o que estes vínculos produzem, que efeitos decorrem de tais alianças. Para Latour, um ator é, portanto, tudo o que tem agência. Ele se define pelos efeitos de suas ações. Isso significa dizer que um ator não se define pelo que ele faz, mas pelos efeitos do que ele faz. Além disso, o ator não se confunde com o indivíduo, ele é heterogêneo, díspar, híbrido.

Ao mesmo tempo em que a idéia de redes e de ator-rede parece ser algo intangível, fluído do ponto de vista prático, por haver pouco a antecipar sobre atributos vinculados a estes elementos, por outro, Latour prescreve como um ator-rede tende a agir dentro de relações de produção de C&T. A rede sócio-técnica é constituída por cinco anéis que se entrelaçam. Abramovay (2008) destaca que as atividades dos cientistas nesta rede, de acordo com Latour, consistem basicamente em:

- a) **mobilizar o mundo** por meio de um conjunto de instrumentos materiais, sejam eles ratos de laboratório, reatores nucleares, bases de dados estatísticos, arquivos históricos, seqüências genômicas ou campos de experimentação agrônômica;
- b) **construir a autonomia**, ou seja, buscar um conjunto de colegas e de instituições que vão constituir a audiência especializada dos cientistas. “Nós, cientistas, não temos clientes, só temos colegas, nossos caros colegas” (LATOUR, 1995). A credibilidade de um resultado científico supõe colegas que possam julgá-lo: “Um especialista isolado é uma contradição nos termos” (LATOUR, 2001);
- c) **formar alianças e buscar aliados**: industriais, políticos, membros da burocracia governamental, que passam a tomar parte nas próprias polêmicas científicas (como os *Organismos Geneticamente Modificados* (OGMs), células-tronco, energia nuclear, ondas eletromagnéticas emitidas pelos aparelhos celulares, contribuição dos biocombustíveis para a redução do aquecimento global, níveis de desmatamento da Amazônia etc).

- d) responder por relações importantes com a opinião pública, com a **representação social** não formalizada e que se traduz pela imprensa, por associações de interesse tópico e localizado. Da mesma forma que as dimensões anteriormente citadas, esta exige dos cientistas um conjunto de competências específicas. Opiniões exteriores ao âmbito da atividade científica não são irrelevantes. Os cientistas reconhecem, hoje mais do que nunca, a importância da capacidade de negociar para que possam legitimar frente a opinião pública e autoridades, a continuidade de suas pesquisas;
- e) elaborar conceitos, categorias, teorias, hipóteses e métodos para demonstrar suas idéias. Ao fazerem isto, constituem os **laços e os nós** que permitem a mobilização do mundo, a construção da audiência junto a colegas, as alianças para a obtenção dos mais variados tipos de apoio e a legitimidade da pesquisa frente à demanda da opinião pública. (p. 6-7)

Segundo Latour, estas atividades relacionadas ao cientista e que colocariam “as ciências em democracia” não seriam propriamente instruções normativas, mas reflexo da maneira como a atividade científica hoje, de fato, se organiza. O cientista seria uma espécie de gestor de rede e caso ele e sua equipe desprezarem qualquer das cinco dimensões acima, o resultado seria o abandono ou isolamento, sendo relegados à periferia da rede. O esforço do cientista, por outro lado, é fazer com que os diversos anéis desta rede passem por ele, o que exige uma atuação – científica – em cada um destes campos. Sob tal perspectiva, a exposição ao debate público não é uma consequência, uma opção ou um acréscimo cívico às atividades do laboratório, mas parte do que a ciência é.

A abordagem Ator-Rede permite encontrar uma série de possibilidades, e não somente a econômica, quanto à lógica de interferência e influência no modo de se produzir conhecimento. Permite ainda descrever uma série de relações, possíveis de identificar somente na análise micro-sociológica. Tal perspectiva é incompatível com modelos ou elementos estruturais pré-concebidos através dos quais a realidade deve ser submetida e enquadrada. Somente a partir de estudos de caso é possível concluir quais seriam os agentes e elementos determinantes nos mecanismos de produção do conhecimento, bem como a lógica que rege estes processos.

Deriva deste aspecto, no entanto, uma das principais críticas a esta vertente do construtivismo, que alega a não existência de relações de poder e influência previamente constituídas. Segundo Dagnino, um dos elementos desta insuficiência da Teoria Ator-Rede está no fato de as “pesquisas conduzidas no âmbito do construtivismo estar focadas em casos particulares de desenvolvimento tecnológico, sem referir-se ao contexto social maior no qual (...) estão inseridos e [que] desempenham um papel politicamente significativo”(p. 72, 2006b).

A perspectiva micro-social na obra de Latour, sem dúvida, permitiu a abertura da caixa-preta dos processos de ciência e tecnologia, até então considerados seqüências lógicas cognitivas não influenciadas pelo contexto a seu redor. Se por um lado tal perspectiva avançou ao destrinchar as tramas inerentes aos processos de produção de C&T, por outro perdeu a dimensão média e macro destes processos, omitindo relações e condições sociais e políticas historicamente constituídas. Mesmo considerando as conexões mais estendidas que se observam entre o pesquisador envolvido com seus afazeres no laboratório com aqueles não especialistas que se situam no entorno de tais produções, a lógica das conexões entre as dimensões macro e micro estão ausentes no pensamento construtivista de linhagem relativista, como a obra de Latour. Por mais que as redes sócio-técnicas se constituam de forma diferenciada, a partir de uma dinâmica particular, não é possível afirmar que não haja, subjacentes a estes processos, substratos econômicos, sócio-culturais e políticos, historicamente constituídos interferindo na dinâmica de tais processos, sob a forma, do ponto de vista analítico, de variáveis independentes.

7. Um campo científico estruturado: a perspectiva de Bourdieu

Pierre Bourdieu (2004), a partir de uma concepção mais tradicional da sociologia, de uma acepção estruturalista, na qual utiliza a noção de “campo social”, “capital científico” e “habitus”, tecerá fortes críticas ao construtivismo social de Latour, em especial à dimensão deste ator que pode adquirir uma força quase sobre humana na interação com o mundo que o cerca. Ainda assim, Bourdieu preocupa-se com os mecanismos que impulsionam o indivíduo para a ação, tendo em vista a sua perspectiva construtivista. Mas a ação individual do investigador estará em grande medida condicionada pela estrutura do campo no qual atua.

O campo científico disciplinar é o lugar das lógicas práticas do investigador, que tem, por sua vez, como mola propulsora o *habitus* científico, entendido como “teorias realizadas, incorporadas,” a ciência constituída e consolidada que orienta e organiza as práticas do pesquisador. Tal idéia se contrapõe a percepção consciente da teoria e dos métodos a serem aplicados sobre o objeto de pesquisa. As práticas científicas estariam, então, vinculadas e guiadas pela percepção do *sentido do jogo* científico, que é adquirido com o tempo pelo investigador, pela sua familiarização e experiência com as regras e regularidades disciplinares e cognitivas. O *sentido do jogo* configura-se como uma noção fenomenológica, não plenamente racionalizada, que em geral direciona a percepção e as práticas do pesquisador à ação, para além do uso de métodos e técnicas formais, mas com base nestes. Deduz-se que é

este sentido enunciado por Bourdieu que predispõe as intuições do pesquisador e seus *insights* em suas práticas inventivas.

As normas e princípio, que determinam (...) o comportamento do cientista, só existem enquanto tal – ou seja, enquanto instâncias eficientes, capazes de orientar a prática dos cientistas no sentido da conformidade às exigências de cientificidade – porque são entendidas por cientistas familiarizados com elas, o que os torna capazes de as perceber e apreciar, e ao mesmo tempo dispostos e aptos a cumpri-las. Em suma, as normas só os condicionam porque eles se propõem a cumpri-las por um acto de conhecimento e reconhecimento *prático* que lhes confere eficácia ou, por outras palavras, porque estão dispostos (ao fim de um trabalho de socialização específica) de tal maneira que são sensíveis as diretrizes que elas encerram e estão preparados para lhes responder de forma sensata. (BOURDIEU, 2004a, p. 62)

Em síntese, *habitus*, para Bordieu, é o princípio geral da teoria da ação, subentendendo-se que o indivíduo geralmente, ou não necessariamente, tenha consciência plena do caráter diferenciador que o induz a desenvolver práticas científicas específicas; *habitus* é entendido, portanto, “como princípio específico, diferenciado e diferenciador, de orientação das ações de uma categoria particular de agente [no interior de uma disciplina], ligado a condições particulares de formação.” (BOURDIEU, 2004a, p. 64)

Tais ações se desenvolvem por sua vez em um campo social específico e estruturado e, por isso mesmo, informadas e condicionadas pela estrutura do campo. Bourdieu define genericamente *campo* como “o universo no qual estão inseridos os agentes e as instituições que produzem, reproduzem ou difundem a arte, a literatura ou a ciência. Este universo é um mundo social como os outros, mas que obedece a leis sociais mais ou menos específicas” (2004, p. 20).

A idéia de campo social, como espaço estruturado no qual forças sociais atuam e interagem delimitando as possibilidades da ação do sujeito, é central em Bourdieu. As possibilidades de ação e oportunidades do ator científico estarão condicionadas à posição que ocupa no campo social frente ao conjunto da força relativa de outros atores. Esta força relativa do ator, individual ou coletivo, é percebida, ou atestada, mediante o jogo de forças composto pelo capital científico individual de cada investigador. Este capital é constituído, por sua vez, e em grande parte, pela trajetória de formação que se consolida através do reconhecimento de sua capacidade científica atribuída pelos pares. Tal modelo teórico, como já enfatizado anteriormente, descreve a ação social condicionada e limitada pelo meio social no qual o indivíduo atua, distinguindo-se da percepção de Latour.

Segue-se que, contrariamente ao que leva a crer num construtivismo idealista, os agentes fazem os fatos científicos e até mesmo fazem, em parte, o campo científico, mas a partir de uma posição nesse campo – posição essa que não fizeram – e que contribui para definir suas possibilidades e suas impossibilidades. (...) É preciso, primeiramente, lembrar que nada é mais difícil e até mesmo é impossível de “manipular” do que um campo. É preciso dizer, por outro lado, que, por muito versado que possa ser [os construtivistas] na “gestão de rede” (...), as oportunidades que um agente singular tem de submeter as forças sobre o campo aos seus desejos são proporcionais à sua força no campo, isto é, ao seu capital de crédito científico ou, mais precisamente, à sua posição na estrutura da distribuição do capital. Isso é verdadeiro, salvo nos casos inteiramente excepcionais, nos quais, por uma descoberta revolucionária, capaz de questionar os próprios fundamentos da ordem científica estabelecida, um cientista redefine os próprios princípios da distribuição do capital, as próprias regras do jogo. (BOURDIEU, 2004, p. 25)

A noção de campo produz uma série de rupturas (BOURDIEU, 2001) epistemológicas. Além de questionar a idéia de ciência desenvolvida sem ser “contaminada” pelo meio social, totalmente autônoma, exclusivamente pela sua lógica interna cognitiva, também se contrapõe a idéia de “comunidade científica” ao mostrar que os cientistas não constituem um grupo uniforme e homogêneo. Pelo contrário, o campo científico seria repleto de lutas internas, já que, semelhante ao mundo econômico, se estabelece por relações de força, concentração de capital (simbólico e material), relações sociais de dominação, que por sua vez implicam na apropriação e controle dos meios de produção e de reprodução. A noção de campo não adere à visão idealista unilateral de uma comunidade científica solidária, nem a de um espaço de lutas de todos contra todos. Existem elementos que unem e outros que separam os investigadores no interior do campo científico.

Esta natureza dinâmica e dual do campo científico está relacionada, em parte, à constituição de duas formas específicas de poder científico, que estariam, por sua vez, correlacionadas a duas espécies distintas de capital científico.

(...) de um lado, um poder que se pode chamar temporal (ou político), poder institucional e institucionalizado que está ligado à ocupação de posições importantes nas instituições científicas, direção de laboratórios ou departamentos, pertencimento a comissões, comitês de avaliação etc, e ao poder sobre os meios de reprodução (contratos, créditos, postos etc) e de reprodução (poder de nomear e de fazer as carreiras) que ela assegura. De outro, um poder específico, “prestígio” pessoal que é mais ou menos independente do precedente, segundo os campos e as instituições, e que repousa quase exclusivamente sobre o reconhecimento, pouco ou mal objetivado e institucionalizado, do conjunto de pares ou da fração mais consagrada dentre eles. (BOURDIEU, 2004, p. 35)

Segundo Bourdieu, a acumulação destes dois tipos de capital (temporal/institucional e científico puro) ocorre de forma distinta. No primeiro caso, o capital dito “institucional” se adquire por estratégias políticas que exigem tempo e participação em comitês, comissões,

reuniões, cerimônias etc. Já o capital científico “puro” se obtém e se amplia, principalmente, “pelas contribuições reconhecidas ao progresso da ciência, as invenções ou as descobertas” (2004, p.36), ou seja, está associado ao reconhecimento das contribuições científicas pelos pares no interior das disciplinas. A constituição destes diferentes tipos de capitais e sua inter-relação pode levar a diferentes situações do campo científico. Uma destas variantes seria a maior ou menor autonomia do campo em relação a outros campos ou forças externas. A perda de autonomia do campo, por exemplo, estaria relacionada à maior cisão entre os poderes científicos puros e institucionais.

Esta dualidade ou ambivalência do campo científico mostra de um lado que este espaço social jamais estará livre das ações externas e por outro que os “conflitos intelectuais são também, sempre, de algum aspecto, conflitos de poder. Toda estratégia de um erudito comporta, ao mesmo tempo, uma dimensão política (específica, temporal) e uma dimensão científica, e a explicação deve sempre levar em conta, simultaneamente, estes dois aspectos.” (BOURDIEU, 2004, p. 41). Portanto, a estrutura das relações do campo científico é definida pela estrutura da distribuição destas duas espécies de capital (temporal e científico).

Bourdieu afirma que a interferência de agentes externos no campo científico, especificamente na produção do conhecimento, não suscita um efeito direto, mas de forma refratada. A perda de autonomia estaria relacionada ao enfraquecimento do capital científico coletivo de um determinado campo científico. Neste sentido, líderes científicos – aqueles que se destacam pelo fato de se encontrarem em posições privilegiadas no campo científico – desempenham um papel fundamental na atividade científica, em geral, atuando sob a perspectiva política e científica na construção da tecnociência. São eles, por exemplo, que desenvolvem a capacidade de atrair estudantes e outros investigadores, grupos de pesquisa ou mesmo instituições para um tema específico de pesquisa (SOBRAL, 2008).

Mas aonde Bourdieu observa falta de força do campo científico, pela interpenetração de interesses estranhos ao mundo da ciência, num certo sentido Latour vislumbra conexões interessadas, que estariam compondo ao lado daqueles mecanismos típicos do campo científico, os condicionantes da construção da tecnociência. Do mesmo modo que o universo da ciência mostra-se mais permeável a jogos de interesses, prevendo o intercâmbio com outros campos sociais (econômico, principalmente), o mundo da ciência (instituições, pesquisadores ou grupos científicos) também estabelece conexões e pontes com o mundo exterior, procurando interferir, traduzir e transpor sua lógica a outros campos da sociedade quando, por exemplo, procura influenciar políticas ambientais.

Bourdieu destaca o papel dos agentes científicos de uma forma distinta a de Latour, observando e fornecendo maior importância às relações de poder que se constituem no interior do campo científico. Latour, por sua vez, sem atribuir previamente força a este campo social e sem identificar fontes de poder político dos agentes, privilegia as relações sócio-técnicas que vão surgindo no ato da construção da ciência. Este autor não diferencia e nem atribui diferentes pesos às relações que aí se constituem, pois não identifica estruturas anteriores a elas.

No entanto, os elementos histórico-institucionais, econômicos, culturais e políticos traduzem insígnias e imprimem características muito específicas, não desprezíveis, ao processo de construção da ciência e tecnologia. Tais elementos incorporados a ação de líderes científicos encerram ainda importantes vínculos com a formulação das Políticas de Ciência e Tecnologia, relações estas que busca-se destacar nesta pesquisa. Tais atores têm participação na elaboração de editais de pesquisa, influenciando a definição dos temas de pesquisa bem como a distribuição de recursos para as mesmas e o modo como será desenvolvida. A abordagem de Bourdieu traduz com maior pertinência as relações de poder que se constituem no interior do campo científico, com grande potencial de aplicação em estudos de caso brasileiros. Pesquisadores e a comunidade científica do País ocupam, cada vez mais, papel central nas negociações que envolvem interesses não somente dentro do próprio campo, como também em temas que assumem uma dimensão extra campo científico, como mudanças climáticas, transgênicos, células-tronco, políticas ambientais etc.

Cabe ainda destacar um último aspecto presente na lógica da condução da produção da C&T. Segundo Bourdieu (2003), entre os usos sociais da ciência, há alguns que consistem em colocar a ciência a serviço do seu progresso e outros ao atendimento de demandas sociais e econômicas. No entanto essas duas dimensões não são necessariamente excludentes. O problema é que as mesmas se apresentam como portadora de racionalidades mais eficientes que a da outra, procurando convencer públicos interessados no debate e com isso angariar apoio e adesão às suas idéias, para enfim obter respaldo à intenção de se tornar visão dominante de PCT. Percebe-se cada vez mais nas práticas políticas neste campo, de um lado, o uso estratégico de retóricas que destacam o caráter utilitário da ciência, procurando assegurar legitimidade social à ênfase no desenvolvimento de determinadas linhas técnico-científicas e, de outro, a retórica da pesquisa autônoma e descompromissada como única forma da ciência inovar e apresentar resultados.

8. Considerações Finais

Neste capítulo foi feita uma revisão sobre alguns dos principais marcos da sociologia da ciência, adotando como ponto de partida algumas idéias em comum dos filósofos do Circulo de Vienna, dos anos 1920 e 1930 do século passado, e da teoria mertoniana, de natureza funcionalista, que funda as primeiras noções sociológicas aplicadas à ciência. O foco da sociologia mertoniana está na estrutura social e institucional da ciência, ou das comunidades científicas, sobre a qual valores, normas e regras garantem a continuidade desta instituição e ao mesmo tempo a distingue de outros sistemas sociais. Apesar de alguns pressupostos mertonianos terem sido abandonados, deve-se ressaltar a importância de sua base teórica nos estudos institucionais da ciência. Os imperativos da ciência (mais tarde acrescentados outros tipos) como destacados por Merton permanece como grande referência à prática científica, não podendo ser descartados, nem desprezados como elementos culturais constitutivos de tais práticas. Por outro lado, vimos que a construção do conhecimento, não deve se limitar somente a este aspecto.

Neste sentido, o pensamento Kuhniano, através da noção de paradigma (ciência normal) e quebra de paradigma, processos que inclui a influência de elementos sociais e cognitivos no desenvolvimento da ciência, mostra que esta prática caminha num processo não linear e cumulativo. Tal interpretação abriu caminho para as perspectivas que buscaram o avanço dos estudos sociais da ciência para além dos seus aspectos institucionais ou meramente cognitivos, tomando como objeto os conteúdos do próprio conhecimento científico. A partir do pressuposto de que conhecimento científico é construído a partir de elementos cognitivos e sociais, surgiram novos estudos abrigados no movimento da *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS).

Ainda assim, a influência da sociologia mertoniana permaneceria presente em estudos de tal tendência, principalmente naqueles de perspectiva econômica que destaca o papel da CT&I no desenvolvimento econômico, com o intuito de criar subsídios a políticas públicas de C&T, corrente de estudo dominante nos países avançados e que vem se sobressaindo no Brasil. Exemplo dessa influência é a adoção de práticas da ciencimetria, área de pesquisa que procura aperfeiçoar métodos quantitativos para medir a produção científica em diferentes níveis, permitindo ainda comparações de políticas públicas de diferentes países.

Estes analistas defendem a necessidade de intervenção e direcionamento da produção da inovação por meio de ações administrativas e de políticas públicas, particularmente, a partir de ações que alteram as condições no entorno da produção. No entanto, os valores

institucionais do mundo da ciência (aqueles descritos por Merton como próprio da boa ciência) deveriam permanecer assépticos ao mundo externo. O rigoroso cumprimento de tais pressupostos garantiria a qualidade de seus resultados. Portanto, não há no interior das formulações da CT&I abertura a jogos de interesses, relações de poder e influências sociais na formulação e produção das C&T. Isso ocorre em grande medida, pelo fato desta tendência abrigar implicitamente valores compromissados, sobretudo, com a ética da eficiência do modelo econômico capitalista (FEENBERG, 2002; DAGNINO, 2006b). Por se deterem a preocupações de natureza normativa assumiram um rumo totalmente diferente daqueles estudos posicionados em geral nas ciências humanas.

A partir deste ponto, foi descrito com maior detalhamento, como o construtivismo social desenvolveu inicialmente sua perspectiva analítica aplicada à ciência. Pinch e Bijker, pioneiros nesta abordagem, fizeram um esforço para adotar uma plataforma metodológica comum aos estudos da ciência e tecnologia. Neste mesmo sentido, Latour, aprofundou as questões de natureza metodológica sugerindo uma micro-sociologia da ciência, com base na etnografia de laboratórios de pesquisa. Estabeleceu, então, a Teoria Ator-Rede, que permite analisar os processos de construção da ciência através das conexões entre os atores em rede, adotando como *locus* privilegiado de observação o laboratório, local onde as práticas científicas se constituem. Do ponto de vista analítico, o movimento da CTS não só mostrou a viabilidade de se praticar uma ciência da ciência, a partir de um olhar de dentro, permitindo a abertura da caixa-preta da ciência, mas também consolidou a perspectiva de que a produção da ciência é constituída socialmente, tanto no que diz respeito aos contextos na qual está inserida, quanto nas referências cognitivas particulares, inerentes a cada disciplina científica.

No entanto, o pensamento latouriano, uma das vertentes do construtivismo social, sob perspectiva relativista, não fornece condições de vislumbrar uma ciência institucionalizada como força modeladora do conhecimento. Também não permite vislumbrar elementos políticos, culturais e econômicos constituídos historicamente, como condicionantes estruturais, por não acreditar em tal força modeladora *ex ante*, concedendo apenas tal status na observação analítica.

Esta linha do Construtivismo deixa de lado o fato de que aspectos culturais, intelectuais ou econômicos recorrentes possam influenciar as relações e interações entre grupos sociais no processo de construção de fatos (científicos) e artefatos (tecnológicos). Ou seja, o Construtivismo ignora as relações de poder previamente instituídas. Ao não atentar para as implicações sociais desse processo e para a forma como ela molda a consciência e a vida das pessoas, o Construtivismo apenas contempla o *status quo* e suas injustiças sem se

pronunciar sobre os possíveis modelos sociais e tecnológicos submersos a tais realidades em estudo (WINNER, 1993).

Neste aspecto, o teoria do campo científico, defendido por Bourdieu, que inclui a noção de *habitus* e capital científico, parece satisfazer de modo mais adequado os mecanismos através dos quais operam os mecanismos relacionados à produção do conhecimento. Neste sentido, torna-se fundamental considerar o papel assumido por instituições científicas, o modo como se desenrolam os jogos de interesse no interior deste universo social, além de oferecer uma perspectiva sobre o modo como as lideranças científicas surgem e exercem influência e domínio no campo em que atuam.

Na crítica ao excesso de autonomia concedida ao agente no modelo de redes sociais da ciência defendido por Latour, Bourdieu identifica a falta de neutralidade deste autor, e de uma noção que delimite as possibilidades e impossibilidades do ator em rede. Bourdieu pondera este “tudo pode”, que do ponto de vista normativo favorece a defesa de interesses do mundo científico em conexão com o mundo econômico.

A partir de atributos institucionais e individuais dos atores sociais, possíveis devido a idéia de campo social e capital científico, Bourdieu demonstra como o jogo de influências é exercido. Assinala que há parâmetros sociais bem definidos através dos quais oportunidades e possibilidades se abrem, bem como limitações e impossibilidades se impõem. Cenários como estes surgem como resultado do jogo de forças que se constitui nas interações dentro do campo social do qual instituições e atores da ciência participam e atuam.

A idéia de desenvolver uma análise de diferentes correntes científicas (sociológicas) da ciência neste capítulo não foi de dar conta da grande abrangência que o tema suscita, mas de fazer um pequeno recorte neste campo científico, para então manifestar as preferências metodológicas e de perspectivas analíticas. Apesar da grande aproximação com a sociologia de Bourdieu, que neste estudo, orienta a análise do estudo de caso, a intenção não fazer uma adesão unilateral a um único corpo teórico-analítico, como se fosse capaz de explicar e dar conta da grande complexidade que envolve o tema em questão. Mas um fato chama a atenção, a escassez de autores brasileiros nesta área específica de conhecimento, da sociologia do conhecimento científico e tecnológico. A preferência tem sido dada a perspectivas de base econômica de autores da Teoria da Inovação.

Além das categorias analíticas de Bourdieu, também procurou-se utilizar a idéia de translação da Teoria Ator-Rede de Latour, contando desta forma com as diferentes características de tais correntes procurando enriquecer, de modo coerente, a investigação que se apresenta no capítulo quatro. O objetivo a partir de agora será apresentar a história da C&T

e da política espacial, descrevendo os diferentes contextos em que as práticas científicas e tecnológicas nos últimos 60 anos estavam inseridas. A partir da apresentação dos contextos macro-econômicos e políticos, pretende-se criar as condições necessárias para investigar e aprofundar aspectos em escala micro-social, natureza política, que estão intimamente ligados, de um lado, à conformação e definição das políticas públicas e suas implicações e, de outro, ao modo como a produção do conhecimento científico e tecnológico se efetiva. A perspectiva meramente econômica falha, do ponto de vista analítico, por não lidar com a análise das possibilidades inerentes à dimensão social, consideradas fundamentais no desenrolar dos processos aqui em foco.

Há diferenças inconciliáveis entre o pensamento latouriano e de Bourdieu, que se configuram a partir dos pressupostos sociológicos de cada um em relação a prática da ciência. A preferência pelo uso de categorias propostas por Bourdieu nesta pesquisa se deve ao reconhecimento de similaridades pertinentes à lógica dos processos observados de antemão naqueles que deverão ser investigados a partir da proposta de pesquisa deste autor. Isso não quer dizer que os mecanismos descritos por Latour não possam estar presentes também na lógica deste campo de investigação, como a noção de translação como aqui apontado.

No entanto, o mundo contemporâneo da ciência parece ter ampliado as suas conexões com o mundo externo, intensificando suas relações com outros níveis e campos sociais. Neste sentido, a noção de “tradução” ou “translação” oferece um instrumental analítico adicional, e que estaria ausente no corpo teórico de Bourdieu, mais preocupado em caracterizar e definir o campo científico como um sub-sistema social específico.

CAPÍTULO 2
A INSTITUCIONALIZAÇÃO E OS ATORES DA C&T NO BRASIL

1. Introdução

O ponto de partida adotado para esta revisão da história da Ciência e Tecnologia (C&T) no Brasil, proposta neste capítulo, é o Segundo Pós-Guerra (1939-1945), momento no qual tomou impulso no país o processo de institucionalização desta área (MOREL, 1979). Antes disso, houveram várias iniciativas pontuais relacionadas ao desenvolvimento da C&T no país, mas nenhuma que fosse capaz de criar mecanismos que permitissem consolidá-la institucionalmente. Segundo Schwartzman (2002), “o setor de Ciência e Tecnologia conta com órgãos e políticas governamentais ininterruptas desde pelo menos os meados do século (...) Pode-se falar de inadequação das políticas e de fortes oscilações de orçamento, mas não de sua ausência.” (p. 366)

O propósito deste capítulo não é propriamente descrever os eventos que institucionalizaram a C&T, nem mesmo elaborar uma historiografia da C&T no Brasil, ou de parte dela, trabalho que já vem sendo feito por diversos historiadores. O objetivo aqui é antes identificar processos históricos que suscitaram um sentido muito específico e especial à C&T no terreno da ciência política. Com isso, alguns recortes desta história foram feitos, neste capítulo, com o intuito de destacar eventos que podem ter fornecido significados sobre as forças sociais e políticas atuantes na esfera da C&T. Busca-se entender o modo como determinados atores se articularam e reproduziram este subsistema, ou campo social, nos termos sociológicos de Bourdieu, ao longo do tempo de uma forma muito específica e sociologicamente bem definida. A perspectiva é primordialmente política, mas não despreza a importância de outros aspectos e fatores na influência da condução desta história.

É a partir então do Segundo pós Guerra que uma série de fatores associados - muitos deles atrelados ao terreno da política e da cultura política, e não diretamente ao plano econômico -, deu força à idéia de que sem investir nesta área, o país não teria como alcançar a modernidade tão almejada pela sociedade. Compartilhavam deste ideário de progresso, que deveria estar associado a um desenvolvimento de C&T autóctone, pesquisadores, professores universitários, elites intelectuais, políticos, militares, entre outros segmentos e extratos sociais que se envolviam direta ou indiretamente na consolidação deste processo de institucionalização da ciência. Segundo Schwartzman (2002), “esta maneira de entender a ciência como a portadora do progresso, da racionalidade e do futuro faz parte do contexto social e político em que a ciência se desenvolveu no mundo moderno desde o Renascimento, de um processo muito mais amplo de racionalização e desenvolvimento das economias

capitalistas, e tem sido retomada, nos últimos anos, pelas novas teorias do Capital Humano e da Sociedade do Conhecimento, que seria a característica central da economia globalizada de nossos dias.” (p. 365)

Deve-se ter em mente que, no pós-1945, o desenvolvimento de uma ciência e tecnologia própria não era consensual, como hoje parece ser. Havia presente na sociedade (como ainda há) aqueles que defendiam a modernização a partir da utilização de tecnologias importadas e *know how* proveniente do exterior. Caberia ao país apenas a formação e capacitação da mão de obra especializada para operar e lidar com este conhecimento. O desenvolvimento e os avanços da C&T nacional após mais de meio século tornaram difícil a ascensão de tal linha de pensamento. Mas, por outro lado, as mudanças neoliberais no âmbito internacional em curso desde os anos 1990 tornaram também impraticáveis políticas protecionistas de fortes vínculos com programas de C&T.

Um dos objetivos deste capítulo é mostrar como se desenvolve e se articula a dicotomia *liberalismo x nacional desenvolvimentismo* na história das políticas de C&T até os anos 1990. A partir daí, com a adoção de medidas político-econômicas neoliberais (principalmente privatizações e abertura de mercado), observa-se todo um esforço em torno do desafio de desenvolver e tornar setores da economia competitivos a partir do domínio de uma C&T própria, ou ainda, a despeito da falta de uma C&T própria.

Busca-se descrever e explorar os diversos e possíveis aspectos políticos e ideológicos que tanto marcaram a constituição de boa parte da história da ciência e tecnologia no país. A industrialização nacional, com início nos anos de 1940 e 1950, deu-se sem a necessidade de grandes esforços no campo da C&T. Esta perspectiva mudaria aos poucos, com os avanços nos processos industriais das décadas seguintes.

O elemento econômico, sem dúvida nenhuma, é estruturante, mas nem todas as etapas históricas, assim como os condicionantes e mecanismos que movimentaram e movimentam esta história, são explicados e justificados a partir de uma única perspectiva. Senão como explicar, nos idos dos anos de 1950, uma série de iniciativas de C&T, cujas demandas estariam alicerçadas mais a uma percepção de atores da burocracia estatal, que se autonomizou no aparelho de Estado, do que a possíveis demandas de uma burguesia nacional industrial? Se a indústria nacional desta época, e mesmo a mais recente, demandavam pouca iniciativa de inovação, seja por ser cara, seja porque esta indústria utilizava tecnologias rudimentares, então porque esta C&T teria traços primeiro-mundistas em determinados setores e momentos da história brasileira?

Outro aspecto que chama a atenção é a composição dos atores desta história. Trata-se de um campo no qual as disputas políticas estão limitadas a conflitos de interesses de segmentos muito específicos, aos quais não se incluem forças sociais populares, revelando-se ser esta uma história de disputa entre elites, fazendo com que a política da C&T ganhasse contornos fortemente elitizantes. Mesmo quando no bojo do pensamento de determinados grupos no poder estivesse presente a preocupação com problemas de ordem social, ainda assim as políticas foram elaboradas e implementadas, via de regra, sem a participação dos setores sociais impactados por tais políticas. Esta característica, deve-se dizer, é marcante ao longo de toda a história da C&T do país.

A história da C&T estabelece ainda uma estreita relação com a evolução do ensino universitário e da pós-graduação, áreas que se conectam diretamente com a produção da C&T, constituindo-se como de grande estímulo à pesquisa e à inovação. Daí, portanto, a necessidade de se mencionar dados e eventos históricos atrelados a estas áreas, consideradas relevantes do ponto de vista da C&T.

As subdivisões deste capítulo foram delimitadas de acordo com as diferentes fases das políticas de C&T. Mas como estas possuem grande correspondência com momentos específicos da política e/ou do momento econômico do país, então, será apresentada seguindo as referências assentadas nestes diferentes domínios da história da vida nacional. Ainda assim, a tendência foi estabelecer uma correspondência maior com os processos políticos.

A *primeira parte* trata do início do processo de institucionalização da ciência, procurando indicar os condicionantes que levaram à criação das entidades de fomento à pesquisa que deram sustentação às políticas de C&T implementadas a partir de então. Ainda neste subitem será abordado o período em que houve um surto de industrialização associado à Segunda Guerra, com entrada de capital externo, que iria modificar as demandas à área de C&T. Trata-se de um dos primeiros conflitos explicitados no interior do governo federal, com repercussão no meio científico, quanto ao modo com que a distribuição de recursos neste setor deveria ocorrer.

A *segunda parte* deste capítulo abrange o período dos governos militares. As mudanças em relação à C&T não seriam prontamente percebidas nos primeiros governos, embora o tema aparecesse nos discursos presidenciais como um item estratégico ao desenvolvimento do país. Tal percepção se revestia de uma perspectiva geopolítica, apoiada num pensamento econômico desenvolvimentista em defesa da soberania nacional. Este pensamento, já presente nos anos 1940 e na criação do CNPq, é retomado com a ascensão dos militares na política nacional, tornando-se mais forte. Havia também a preocupação com a

ampliação da capacidade militar do país, processo no qual o domínio de tecnologias próprias seria estratégico.

Apesar de o pensamento dos militares se situar muito próximo ao dos pesquisadores e cientistas, o autoritarismo e as intervenções dos governos militares no cotidiano das instituições de ensino superior e de pesquisa, com aposentadorias compulsórias, cassações, prisões e torturas, levaram a uma polarização extrema e um distanciamento irreconciliável entre estes dois segmentos sociais. Apesar de tais conflitos, os militares chegaram a contar com o apoio da principal entidade representativa dos cientistas, a SBPC. Esta relação foi, portanto, cíclica, com predomínio de fortes divergências.

A *terceira parte* se define, principalmente, pela reestruturação do sistema de C&T e busca de novas fontes de recursos para o setor. Nos 1980, ainda no regime militar, os recursos para a área começaram a escassear diante de sucessivas crises econômicas mundiais que afetaram a economia nacional. Uma série de mudanças e redefinições na estrutura do sistema de C&T se iniciariam nesta fase, mas os poucos recursos ao setor iriam basicamente atender à manutenção da infra-estrutura que havia sido ampliada nos anos anteriores.

Um dos eventos de maior importância desta fase foi a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia em 1985. Estimulou-se ainda o surgimento de novas agências, ligadas aos governos estaduais, dedicadas ao fomento da pesquisa e desenvolvimento. Uma forma de ampliar as fontes de recurso e ao mesmo tempo aperfeiçoar os mecanismos de formulação e implementação de prioridades, tendo em vista as disparidades regionais do país.

A *última parte* aborda o momento em que a economia nacional se estabilizou, com a inflação sob controle e as políticas econômicas aos poucos ajustadas às diretrizes neoliberais. Buscou-se, a partir de então, definir também a política de C&T, que deveria estar em sintonia com este novo modelo econômico. Neste sentido, a *inovação* ganhou prioridade nos planos governamentais, assim como a necessidade de se azeitar as relações entre universidade, indústria e governo, considerando o setor produtivo como o lócus por excelência da inovação. Este período compreende os dois mandatos do governo Fernando Henrique, e também os dois do governo Luis Inácio Lula da Silva.

2. As bases sociais e políticas da institucionalização da C&T no Segundo Pós-Guerra (1948-1964)

A década de 1940 é marcada por mudanças econômicas e políticas no plano das relações internacionais tendo em vista o desfecho da Segunda Guerra Mundial, trazendo

reflexos à política nacional de desenvolvimento. Uma destas conseqüências teria sido a percepção do papel estratégico da C&T para o Estado na construção do poderio militar, além da estreita conexão que teria com o desenvolvimento econômico. É somente neste contexto e com a adesão de importantes setores da sociedade brasileira (elites agrárias, militares, cientistas, professores universitários, setores da classe média, entre outros segmentos sociais) que ganhou força a necessidade de institucionalização da ciência no país, fazendo com o governo brasileiro, neste período, criasse uma estrutura mínima que permitiria colocar em prática tal plano. Este período, meados do século passado, é considerado como o grande marco da institucionalização da C&T no país (MOREL, 1979, SCHWARTZMAN, 2002), quando são criados o *Conselho Nacional de Pesquisa* (CNPq) e a *Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior* (CAPES), ambos em 1951, entre outras instituições de pesquisa²⁰. Apesar das instabilidades que iriam ocorrer daquele momento em diante, que afetaram o fluxo de recursos à pesquisa, o campo institucional da ciência no país a partir de então jamais retrocedeu. Passou por diversas crises, mas as bases para a construção de políticas no setor, massa crítica e todo um aparato burocrático estavam lançadas.

As atividades de ciência que tiveram origem em períodos anteriores ao dos anos 1950 caracterizavam-se por serem iniciativas pontuais do governo federal, que não tiveram a capacidade de criar uma base institucional que amparasse a C&T de forma permanente no âmbito nacional. Nestas ocasiões, a ciência forneceu soluções a problemas específicos relacionados à sustentabilidade econômica do país. Foi o caso do desenvolvimento, no início do século XX, da vacina contra a febre amarela, doença que abateu a cidade do Rio de Janeiro, por onde escoava boa parte da produção agrícola brasileira para exportação, e o uso da ciência no combate a pragas que atingiram plantações de café.

O modelo econômico de exportação de produtos agrícolas e matérias-primas e importação de manufaturas, herdado do período Brasil colônia, entrou em colapso a partir de década de 1930. O modelo de substituição de importação foi aos poucos entrando em seu lugar, mas não sem produzir retrocessos que apontavam para as estruturas arcaicas. Segundo Octavio Ianni (1975):

²⁰ É também criado o Centro Técnico da Aeronáutica (CTA), em 1948, o Centro Brasileiro de Pesquisa Física (CBPF), em 1949 e, alguns anos depois, em 1954, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

[o modelo de substituição de importação] (...)flutua em várias direções e exige a recomposição das relações de produção e dos padrões de dominação. Na forma em que foi posto em prática, isto é, com base na ruptura parcial com as estruturas arcaicas internas e externas, trouxe consigo os elementos da sua própria negação. A sucessão de crises políticas, neste período [1930-1962], indica o conflito crescente entre o nacionalismo desenvolvimentista e independente e a preservação de vínculos e compromissos com a sociedade tradicional e o sistema político-econômico internacional. (p. 11)

Essa contradição que se apresentava de uma forma mais contundente nos períodos de crise política era também observada no tratamento dado à área de Ciência e Tecnologia. Mesmo sob o modelo de substituição de importações na década de 1940, o desenvolvimento econômico, então em curso no país, não demandava tecnologia produzida no país. Era corrente o pensamento de que seria mais fácil importar produtos prontos, com tecnologia incorporada. Quando houvesse necessidade de mão de obra especializada, a solução seria trazer pessoal especializado de outros países. A estrutura econômica do país mantinha-se no mesmo curso do período colonial, configurando-se como um grande exportador de produtos agrícolas e de matéria-prima e importador de produtos industrializados.

O físico José Leite Lopes, em artigo na revista *Ciência e Cultura*, editada pela SBPC, em 1958, reagia à falta de estímulo do governo à C&T da seguinte forma:

(...) essa incompreensão é o resultado da mentalidade que reinava há cerca de 30 anos, segundo a qual o Brasil deveria ser exclusivamente produtor e exportador de matérias-primas e importador de produtos manufaturados. Os resíduos dessa mentalidade ainda estão espalhados sob as mais variadas formas, procurando impedir o nosso processo histórico de libertação.(...) O programa técnico-científico brasileiro deve buscar a cooperação com outros países, mas tem que repousar em bases humanas nacionais, adaptadas às nossas realidades e com o objetivo do mais rápido desenvolvimento do país – desenvolvimento não a qualquer preço, mas visando ao bem-estar e à cultura do nosso povo e a independência de nossa nação. (p. 237)

Mas havia também as oscilações em defesa de uma C&T nacional. Uma sinalização favorável a criação de uma instituição de fomento a pesquisa foi manifestada no governo Getúlio Vargas (1930-1934) (MOTOYAMA, 2004), quando se aventou a necessidade de impulsionar a ciência, como forma de viabilizar o progresso do país. O governo Getúlio Vargas (1934-1937), em 1936, chegou a cogitar a criação do Conselho Nacional de Pesquisas, reivindicada em 1931, pela *Academia Brasileira de Ciências* (ABC). A proposta previa uma entidade de âmbito nacional que se incumbiria de gerir assuntos relacionados à C&T, mas com forte conexão com o desenvolvimento agrícola. No entanto, nenhuma medida neste sentido foi colocada em prática no período.

A despeito da falta de apoio do governo federal, a institucionalização da C&T teve um importante passo com a criação da *Universidade de São Paulo* (USP), em 1934, pelo governo paulista. No mesmo período, começou a funcionar a *Universidade do Distrito Federal* (UDF), iniciativa promovida pelo município do Rio de Janeiro, mas que não se sustentou por muito tempo, tendo que encerrar suas atividades em 1939.

No início dos anos 1940, portanto, apesar das iniciativas frustradas, já havia uma razoável massa crítica organizada em defesa da C&T, que promoveu, por exemplo, durante a Constituinte paulista de 1947, a criação da *Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP)²¹. Neste mesmo contexto, que ilustrava o grau de articulação política e estado de ânimo de pesquisadores e lideranças científicas, surgiu a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em 1948, em resposta à decisão do governador paulista, Ademar de Barros, de reduzir as atividades de pesquisa do Instituto Butantã, transformando-o em fábrica de vacinas e soros antiofídicos. A partir de então, a SBPC assumiria as reivindicações dos pesquisadores e cientistas na promoção da ciência.

A SBPC nasceu, portanto, como uma entidade politicamente forte e atuante. Assumiu a defesa das reivindicações dos cientistas da época, entre as quais a melhoria das condições para o desenvolvimento da pesquisa, o que significava não somente a melhoria da infraestrutura científica, mas também a garantia da estabilidade do emprego de pesquisador, com regime de dedicação integral e melhores salários.

Os cientistas da época, alguns reconhecidos internacionalmente, buscavam uma mudança de status à C&T dentro do aparelho de Estado. De uma atividade ainda com características amadoras, almejavam, a exemplo de países mais avançados, condições que a tornasse profissional. Tal reivindicação passou a ser incorporada e defendida pela SBPC, seja através da revista *Ciência e Cultura*, como também nos manifestos divulgados durante os eventos anuais promovidos pela entidade (FERNANDES, 1990).

A *Academia Brasileira de Ciência* (ABC), mais antiga que a SBPC, também manifestava opinião favorável à criação de um órgão governamental para organizar o campo da C&T, como já mencionado antes. No entanto, segundo Fernandes (1990), a ABC mantinha regularmente uma posição próxima às políticas governamentais, além de se constituir como uma entidade elitista. Criada em 1916 por pesquisadores do Distrito Federal, havia uma série

²¹ Apesar de criada na constituição paulista, com recursos previstos de 0,5% do orçamento do Estado, um grande avanço para os padrões da época, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) foi formalmente criada em 1960 (Lei Orgânica 5.918, de 18 de outubro de 1960) e começou a funcionar efetivamente em 1962 (Decreto 40.132, de 23 de maio de 1962).

de restrições para tornar-se membro da *Academia Brasileira de Ciência* (ABC)²². A afiliação era admitida apenas de pesquisadores renomados. Com a SBPC, se deu o contrário, mostrando-se uma organização mais aberta, menos exigente quanto ao regime de afiliação, e também mais crítica às posições governamentais.

O surgimento da SBPC demonstrou, portanto, um sinal de amadurecimento da atividade de pesquisa, que se percebia sub-representada politicamente. Mas além dos cientistas e professores universitários, que já estavam mobilizados nesta época, mais um segmento social surgiu como importante ator político neste processo: os militares. Ampliou-se, desta forma, o coro que pedia um aparato governamental que organizasse a infra-estrutura de ciência e tecnologia no país, bem como o modo pelo qual os recursos deveriam ser investidos e aplicados.

Os militares, como corporação e extrato social, já haviam conquistado, desde pelo menos a Guerra do Paraguai, legitimidade frente à sociedade e importante espaço na política nacional. A doutrina de segurança nacional, propagada nos cursos da *Escola Superior de Guerra* (ESG), constituía a principal base do pensamento militar, influenciando as ações da corporação e o modo pelo qual interferiam e influenciavam a política do país até chegar o golpe de 1964, quando assumem de vez o poder político do país.

Pela doutrina de segurança nacional, a C&T desenvolvida tanto na esfera civil como dentro do aparato institucional militar era considerada indispensável ao desenvolvimento da capacidade militar e econômica do país (CAVAGNARI, 1996). Esta característica do pensamento militar influenciou fortemente o curso da história da C&T do país em, pelo menos, dois momentos: o primeiro deles na criação do *Conselho Nacional de Pesquisa* (CNPq), considerado o primeiro passo para a institucionalização da ciência do país, e, depois, durante o regime militar, quando passou a integrar o planejamento econômico do país, criando inclusive programas tecnológicos militares no interior das três forças singulares. Tais programas, mesmo tendo sido redefinidos e remodelados, resistem ao tempo.

Na segunda metade dos anos 1940, portanto, os atores sociais defensores do fortalecimento e institucionalização da C&T já eram em maior número e peso do ponto de vista político. Os poucos, mas notórios, professores e pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa do país manifestavam a necessidade de maiores recursos e fluxo contínuo para a pesquisa; estabilidade e melhor remuneração para a carreira de pesquisador (FERNANDES, 1990), de forma a garantir a dedicação integral às suas atividades. Segundo

²² O primeiro nome da entidade foi Sociedade Brasileira da Ciência, passando a se chamar Academia Brasileira de Ciência em 1922.

Motoyama (2004), até então, o governo federal jamais teria dado apoio e respaldo às reivindicações deste setor, mesmo com o forte estímulo dado à industrialização no período do Estado Novo.

No entanto, o prestígio em alta da corporação militar devido ao seu envolvimento na Segunda Guerra seria fundamental para que os pleitos de uma melhor infra-estrutura neste campo fossem finalmente atendidos. Não havia, no entanto, um movimento único organizado em prol da C&T. Todos os extratos sociais até aqui mencionados eram favoráveis à institucionalização da ciência, mesmo que por interesses diferentes, e reivindicavam maiores investimentos na infra-estrutura de pesquisa científica e tecnológica²³.

O pensamento militar, advindo de uma rígida formação, não se limitava a contemplar interesses estritamente militares, mas implicava na formação de um pensamento econômico mais abrangente. Uma das principais referências para os militares, neste aspecto, foi a política adotada pelos Estados Unidos na condução do desenvolvimento de seu poderio bélico, com forte estímulo à ciência e tecnologia, apresentando também resultados no campo econômico²⁴. Durante a guerra e mesmo no pós-Segunda Guerra, este país mobilizou grande soma de recursos e pessoal altamente especializado - entre estes pesquisadores renomados em seus campos de conhecimento – no que veio a se chamar o período da *Big Science*. Apesar de a União Soviética, na época, também adotar uma política semelhante, foi a norte-americana que serviu de referência às políticas de C&T para boa parte dos países ocidentais capitalistas²⁵.

Chama a atenção o fato de que não foi por uma demanda da indústria emergente no Brasil que houve uma mobilização no campo político para instituir uma infra-estrutura institucional neste setor. Também não foi por este viés que a ciência se desenvolveu nos países europeus. Mas àquela altura, na metade do século passado, com a segunda revolução industrial em curso, os esforços de C&T nos países mais avançados já produziam resultados

²³ Das três forças singulares, a Aeronáutica é a que mais demanda recursos tecnológicos. Foi criada no final dos anos 1930 e na sequência, em meados dos anos 1940, foi instituído o Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), que abrigaria cinco institutos de pesquisa e desenvolvimento. Entre estes, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), de onde até hoje forma-se parte de uma elite de especialistas que seguem carreiras de engenheiros, executivos de grandes empresas, professores universitários e pesquisadores. Deste centro tecnológico originou-se a Embraer e o programa espacial brasileiro, além de dezenas de indústrias que se desenvolveram no seu entorno.

²⁴ Esta abordagem é conhecida como paradigma do *Spin off*, que descreve o uso de tecnologias desenvolvidas nas áreas espacial e militar, nos Estados Unidos, para uma série de aplicações de uso civil. Sobre o assunto, cfe. ALIC, J.; BRANSCOMB, L.; BROOKS, H.; CARTER, A.; EPSTEIN, G. *The Changing Role Of Technology In Military And Economic Power*. In: **Beyond Spinoff. Military and Commercial Technologies in a Changing World**. Boston: Harvard Business School Press, abril, 1992.

²⁵ O Relatório Bush, produzido para dar sequência à política de C&T no pós-Guerra, tornou-se referência internacional. A partir dos anos 1960, a OCDE assumiu o papel de articulador de análises e estudos que passariam a subsidiar as PCTs dos países mais avançados, produzindo relatórios, manuais e análises.

que eram aproveitados nas mais diversas atividades econômicas e isto serviria de referência a países como o Brasil, que iniciavam seu processo de industrialização.

A indústria no Brasil, presente desde o período imperial, era extremamente rudimentar, como a de tecidos e produtos alimentícios, e estava voltada ao abastecimento do mercado interno. Sua produção destinava-se principalmente àquelas regiões isoladas, sem ligação com a malha ferroviária, onde não enfrentava a concorrência de produtos importados que chegavam com preços mais competitivos ao país (SINGER, 1984). Também nos setores de grandes inversões de capital - na lavoura e na extração de minérios - não havia estímulo à ciência e a tecnologia. Daí a pouca inserção das iniciativas científicas no universo econômico brasileiro até os anos 1950.

Aquelas iniciativas de uso de tecnologias inovadoras observadas e registradas pela historiografia, anteriores a este período, estavam mais atreladas a uma reprodução mecânica e cultural, sob a influência dos países mais desenvolvidos, do que propriamente vinculada a uma demanda inexorável das forças produtivas do país²⁶. É também dentro deste contexto que surge a USP, onde boa parte das atividades de pesquisa teve início com o ingresso de uma série de pesquisadores estrangeiros²⁷.

O país, no início de seu processo de industrialização, não demandava, portanto, uma política de C&T que estivesse concatenada com as atividades econômicas. Pode-se afirmar que os anseios por um patamar educacional e científico mais elevado se davam pela via cultural e ideológica. Isto é, acreditava-se que o processo de desenvolvimento científico e tecnológico que se mostrava em curso nos países mais avançados, deveria ser perseguido pelo país. Não se observava, necessariamente, uma conexão direta entre estas duas esferas de atividade, muito embora se soubesse que o desenvolvimento da ciência refletiria a riqueza de uma nação.

Sem dúvida nenhuma, a ascensão política dos militares no cenário brasileiro, em meados dos anos 1940, foi decisiva à consolidação das iniciativas em direção à institucionalização da C&T no país. Um dos últimos atos na presidência do país de Eurico Gaspar Dutra (1946-1951), que era militar, foi a criação do CNPq, pela Lei nº 1.310, de 15 de janeiro de 1951, e da CAPES, instituída pelo Decreto nº 29.741, de 11 de julho de 1951. As duas instituições tornaram-se os principais braços de apoio às políticas de C&T nos governos

²⁶ Segundo Kuhl e Ferraz (2000), “no mesmo ano de 1879, que assistiu à primeira demonstração pública da lâmpada elétrica de Edison, era inaugurada no Rio de Janeiro a iluminação elétrica da estação central da Estrada de Ferro D. Pedro II”.

²⁷ Alguns institutos de pesquisa e universidades, além da USP, contrataram cientistas estrangeiros para dar início às suas atividades, alguns deles em início de carreira, mas que aos poucos se sobressaíram em suas áreas de pesquisa.

subsequentes, chegando aos dias atuais mantendo suas respectivas importâncias na sustentação das políticas deste setor.

O *Conselho Nacional de Pesquisa* (CNPq) teria a seu cargo a coordenação da construção da infra-estrutura científica e tecnológica que o país ainda não dispunha, incluindo condições apropriadas para a realização da pesquisa, ou seja, teria sob sua responsabilidade a orientação das políticas de C&T até então inexistente no país. À *Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior* (CAPES) caberia a elevação do nível do ensino superior no Brasil, formando pessoal para atender as transformações que ocorriam com a ampliação do sistema produtivo.

Para a presidência do CNPq, foi indicado o Almirante Álvaro Alberto da Motta e Silva, que representara o país nos fóruns internacionais do Segundo Pós-Guerra sobre o uso de materiais físséis na produção de energia nuclear para fins pacíficos. Álvaro Alberto adotou a defesa das reservas brasileiras em troca da transferência de tecnologias relacionadas à energia nuclear, posição que ficou conhecida como *política de compensação*. Como extensão de tal política externa e para respaldá-la internamente, cogitou-se a criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear que seria responsável pelo desenvolvimento da pesquisa neste setor específico. No entanto, a opção foi por uma entidade que iria administrar todos os aspectos relacionados à ampliação da capacidade científica e tecnológica brasileira, no caso, o CNPq.

Uma vez à frente do CNPq, o almirante Álvaro Alberto privilegiou o desenvolvimento da pesquisa nuclear²⁸. A política com base no princípio das “compensações específicas”, que preconizava o domínio nacional do conhecimento sobre a energia nuclear, tinha profunda sintonia com o pensamento nacional desenvolvimentista. Tal política, embora levada adiante por apenas quatro anos, entre 1951 e 1954, tornou possível a institucionalização da C&T no país de modo irreversível, resistindo à primeira crise que se avizinhava, com a exoneração do almirante Álvaro Alberto do CNPq, em 1954, e com a mudança de direção da política de C&T, que afetaria o orçamento da entidade nos anos seguintes.

A saída do presidente do CNPq coincidiu com a mudança no curso da política econômica do governo brasileiro, com Café Filho (1954-1955) na presidência, e também em relação a questão nuclear. A era do nacional desenvolvimentismo ficaria para trás com a chegada ao poder de Juscelino Kubitschek (1956-1961). Neste governo promoveu-se a

²⁸ A dotação orçamentária nos primeiros anos do CNPq era em grande parte destinada à pesquisa na área de física, ficando em segundo lugar, e também com uma boa fatia, o campo da biologia, na qual a ciência brasileira já contava com uma tradição desde o início do século. Segundo Morel (1979), no ano de 1951, 65,6% dos recursos eram destinados às ciências físicas e 34,4% restantes às ciências biologia.

industrialização de bens duráveis, em especial a indústria automobilística, com entrada de capital externo, processo que gerou uma forte demanda de pessoal técnico e especialista em diversas áreas da engenharia. Em relação a questão nuclear, a nova orientação definiu pela liberação das reservas de materiais físséis para exportação de forma incondicional, derrubando a *política de compensação*. Como a política de C&T, com forte ênfase na física nuclear, estava atrelada à posição brasileira frente aos países detentores da tecnologia nuclear, as mudanças iriam atingir então as pesquisas neste campo.

Com um ano de atraso, a SBPC lamentaria a saída de Álvaro Alberto e o abandono de suas diretrizes e a perda de força política do CNPq. Nos anos seguintes, esta entidade iria questionar a alta dotação orçamentária da COSUPI e a falta de critério e de discussão com a comunidade científica sobre a aplicação dos recursos na área.

Enquanto o CNPq enfrentava dificuldades orçamentárias, a *Comissão Supervisora do Plano dos Institutos* (COSUPI), ligada ao *Ministério da Cultura e Educação* (MEC), entidade criada há menos tempo que o CNPq, passaria a concentrar e administrar um volume crescente de recursos para o mesmo setor, demonstrando respaldo político em suas ações e na distribuição de verbas. Em 1960, os cientistas, na reunião anual da SBPC, produziram um manifesto contra a COSUPI, reivindicando maiores recursos ao CNPq e alegando falta de critério nos gastos daquela entidade. A COSUPI aplicava preferencialmente os recursos na ampliação do ensino técnico e em áreas específicas nas quais havia uma forte demanda da indústria nascente no país. A direção da COSUPI, por sua vez, criticava o CNPq pela política de ênfase à ciência básica, deixando em segundo plano os desenvolvimentos tecnológicos.

A discussão travada no período tentou criar uma polarização entre adeptos favoráveis à ciência básica contra aqueles que privilegiavam a tecnologia. Tal dicotomia (negada por muitos cientistas) escamoteava em grande medida um conflito de ordem ideológica, no qual se distinguiram duas diferentes perspectivas econômicas e políticas. De um lado, a perspectiva nacional desenvolvimentista, sob a qual o CNPq se constituiu, e, de outro, a diretriz do desenvolvimento liberal e dependente, na qual o esforço de uma C&T nacional seria irrelevante.

A orientação conduzida pela COSUPI não durou muito tempo. O governo de João Goulart (1961-1964) atenderia, mesmo que parcialmente, às reivindicações da SBPC, voltando a centralizar no CNPq a responsabilidade de coordenar a política científica e tecnológica do país. No entanto, o CNPq perderia autonomia e força política ao ser transferido da Presidência da República para Secretaria de Planejamento. Com o advento dos governos militares, a C&T passou por um longo período de reveses. O CNPq continuou no comando

das políticas do setor, mas se a participação dos pesquisadores e professores universitários nas decisões da entidade já era limitada, nos governos militares, estes ficariam totalmente excluídos. Além disso, muitos foram perseguidos e torturados pelo regime militar, impedidos de exercer suas atividades de pesquisa no país, aposentados compulsoriamente ou ainda tendo os seus direitos políticos cassados.

3. A contradição do regime militar: apoio e repressão à C&T

Em meados da década de 1950, a implementação de uma nova fase de industrialização no governo Juscelino Kubitschek, com uso de capital externo e entrada de multinacionais, foram criadas as condições que iriam suspender o modelo nacional desenvolvimentista que estava em curso com o governo Getúlio Vargas. Segundo Octavio Ianni (1975), a transição do modelo econômico de substituição de importações, que representava o nacional desenvolvimentismo, para o que chama de política de associação com capitais estrangeiros ocorreu tendo em vista os seguintes processos:

Primeiro, a deteriorização das relações de intercâmbio (...) ao mesmo tempo que surge a necessidade de evoluir para uma industrialização de alto nível técnico e organizatório, para competir com os outros centros de produção, em plano internacional. Segundo, a necessidade de exportar (ao mesmo tempo: produtos agrícolas, extrativos e manufaturados), inerente a essa transição, exige a eliminação das defesas que permitiram a criação e o funcionamento do setor industrial criado com a política de substituição de importações. Terceiro – e em consequência – a necessidade de alto nível técnico impõe a associação crescente com as empresas multinacionais, que controlam a produção (centros de pesquisa, laboratório etc.) e uso da tecnologia indispensável aos empreendimentos de âmbito internacional. (p. 10)

A ditadura militar confirmou a preferência e adesão à política econômica associativa de desenvolvimento dependente, mas as contradições entre os dois modelos não se encerraram. O modelo de substituição de importação iria persistir em alguns setores, bem como a visão correspondente do desenvolvimento autônomo da C&T. Se por um lado os governos militares ofereciam apoio às iniciativas neste campo de atividade, por outro reprimiam setores acadêmicos contrários ao regime político. A contradição em grande parte estaria centrada na doutrina militar, disseminada pela Escola Superior de Guerra, a base do pensamento da corporação. Esta se assentava em dois pilares: segurança interna, que implicava o combate às ameaças do comunismo e o desenvolvimento econômico autônomo. Tratava-se do binômio “Segurança e Desenvolvimento”, cuja expressão apareceu inúmeras vezes nos documentos e discursos oficiais dos governos militares.

O posicionamento crítico contundente no seio da universidade contra o regime militar foi o suficiente para que manifestações provenientes do meio acadêmico fossem rotuladas de comunistas e com isso combatidas com prisões, perseguições e cassações políticas, respaldadas pelos atos institucionais do regime militar. As universidades e algumas instituições de pesquisa eram consideradas pelos militares como locais que reuniam boa parte dos opositores e inimigos ao regime. A cooptação de acadêmicos foi utilizada então para levar adiante os interesses dos militares no interior das universidades.

Apesar do abismo entre cientistas e governo nas prerrogativas da prática política, havia, ao mesmo tempo, entre eles, uma sintonia de pensamento quanto ao papel da ciência e tecnologia no desenvolvimento do país. Neste ponto, militares, acadêmicos e pesquisadores eram contrários à política empregada pela COSUPI.

No início do governo militar, o liberalismo mais radical que vinha influenciando a política científica e tecnológica neste setor desde o governo JK, recuou. No primeiro governo da era militar, na presidência de Castello Branco (1964-1967), a COSUPI, que seguia as diretrizes do desenvolvimentismo dependente, foi absorvida pelo CNPq, cuja existência estava atrelada à linha nacional desenvolvimentista. O valor estratégico e a perspectiva de produção endógena e autônoma da pesquisa científica foram recuperados, mas a liberdade política de que dispunham os setores científicos naquela primeira fase do CNPq não seria a mesma. Em seu lugar, havia decisões autoritárias e centralizadas. Embora o CNPq não fosse exatamente uma instituição democrática em seus processos decisórios, contava com maior participação dos pesquisadores em suas decisões²⁹.

Duas intervenções no âmbito da C&T em especial foram marcantes e ao mesmo tempo representativas do modo pelo qual os militares iriam administrar os temas ligados ao ensino superior e à C&T: a invasão e intervenção na *Universidade de Brasília* (UnB), já no primeiro governo militar, e a abertura de inquéritos policiais que levariam a expurgos, em 1970, de cientistas renomados do Instituto Oswaldo Cruz. A UnB simbolizava a modernização do ensino universitário, em moldes mais democráticos e com ênfase nos problemas nacionais e, o Instituto Oswaldo Cruz, a excelência da pesquisa científica, reconhecida internacionalmente. Seria um duro golpe sobre as duas instituições, mas principalmente o que representavam para a comunidade científica e acadêmica brasileira.

²⁹ Fernandes (1990) relata que havia divergências no interior da comunidade de pesquisa, no modo como o CNPq distribuía os recursos, privilegiando a física nuclear e às ciências biológicas, que praticamente dividiam o orçamento da instituição. Mas a SBPC, de uma forma geral, apoiou a institucionalização do CNPq, bem como o seu modo de operar.

A UnB foi implementada no governo João Goulart com o intuito de criar um modelo de universidade moderna, semelhante às universidades dos países mais avançados, no início dos anos 1960, priorizando o desenvolvimento das pesquisas. Seu modelo rompeu com o padrão da organização do ensino superior até então vigente no país, no qual era baseado na cátedra, um sistema que favorecia a centralização das decisões e a elitização do ensino universitário. Quando os militares intervieram na universidade, os professores reagiram. Com a autorização do reitor nomeado pelo governo autoritário, a polícia invadiu o campus, tornando inevitável o confronto entre policiais e professores. Após este episódio, alguns docentes foram demitidos, e em resposta quase 90% do corpo docente da universidade pediu demissão.

No Instituto Oswaldo Cruz, pesquisadores foram afastados de cargos de chefia. Os cientistas que contestaram a administração de Rocha Lagoa, então diretor do instituto de pesquisa, tiveram recursos e financiamentos de suas pesquisas cortados, além de terem sido acusados de conspirar em seus laboratórios. Foram abertos inquéritos para apurar focos de comunismo dentro de Manguinhos. Porém, não havia provas para o indiciamento dos cientistas acusados. A perseguição a esses pesquisadores, num total de dez, ficou ainda mais acirrada quando Rocha Lagoa se tornou ministro da Saúde. Pelo Ato Institucional nº 5 dez cientistas de Manguinhos foram cassados e pelo Ato Institucional nº 10, eles foram também impedidos de exercer atividades de pesquisa e ensino em qualquer instituição que tivesse financiamento do governo brasileiro. O episódio foi batizado de Massacre de Manguinhos.

Se por um lado o governo Castello Branco reprimia as manifestações nas universidades, por outro fazia discursos favoráveis ao desenvolvimento de uma C&T nacional autônoma. Mas as idéias políticas sobre o papel da C&T não saíram do discurso presidencial. O governo iria se dedicar ao combate à alta inflacionária. Os compromissos com a dívida contraída para implementar a industrialização apressada do país no governo Juscelino Kubitschek limitariam a disponibilidade de recursos.

A SBPC, como a organização mais mobilizada em torno dos interesses da pesquisa, em 1965, mantinha uma postura crítica a falta de uma política para a C&T, chamando a atenção para o problema do êxodo de pesquisadores para instituições do primeiro mundo. Segundo Fernandes (1990), o pesquisador brasileiro era seduzido pelas condições salariais e pela ampla infra-estrutura que encontrava nos países mais desenvolvidos para exercer suas atividades.

O quadro político e econômico em 1968 não mudaria muito, apesar da inclusão da C&T no *Planejamento Estratégico de Desenvolvimento* (PED) do governo Costa e Silva

(1967-1969) e das promessas de melhorias no setor. A SBPC considerava prioritário para a ciência: o estabelecimento de condições favoráveis para impedir o êxodo e estimular o regresso dos cientistas emigrados; o apoio à pesquisa científica; e a reforma universitária (FERNANDES, p. 145). O apoio à pesquisa científica significava não somente oferecer melhores condições salariais e de infra-estrutura, mas também contar com liberdade e autonomia para produzir ciência.

Em 1969, a SBPC criticava as punições aplicadas aos pesquisadores que contestavam o regime. As medidas punitivas variavam desde a concessão de aposentadorias compulsórias, tirando de atividade pesquisadores no auge de suas carreiras - alguns inclusive com trabalhos reconhecidos internacionalmente -, a perseguições, prisões. Para a SBPC, tais medidas eram um contra-senso, pois o Estado investia grandes somas de recursos para que um pesquisador atingisse o topo de sua carreira. No momento em que estaria no auge de sua produção científica, era retirado da universidade. A SBPC apontava publicamente que tais medidas punitivas representavam um retrocesso e que o progresso do país estava fortemente atrelado às melhores condições de ensino universitário, bem como à valorização e ao apoio da pesquisa científica e tecnológica produzida no país, por pesquisadores brasileiros.

A partir do governo Costa e Silva, a C&T recebeu sinalizações favoráveis de que teria uma atenção especial, como prenunciaria o *Programa Estratégico de Desenvolvimento* (PED), válido para o período de 1968 a 1970. O PED elegeu a C&T como a oitava área estratégica do ponto de vista econômico, fundamental para a aceleração do desenvolvimento. A nona área estratégica seria a educação, complementando as necessidades correlacionadas a promoção da C&T. Foi indicada a necessidade de se ampliar a formação de recursos humanos de nível superior em quantidade e qualidade, o que seria imprescindível ao crescimento econômico do país.

Tanto a C&T como a área do ensino superior passariam então a fazer parte do planejamento de Estado. O PED considerava vital a participação e capacitação das instituições nacionais que desenvolviam Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no levantamento e aperfeiçoamento do conhecimento sobre os recursos naturais e minerais do país, no desenvolvimento de tecnologia própria, com o intuito de solucionar os problemas nacionais, além de inserir a C&T brasileira num patamar mais alto da ciência internacional. Segundo Guimarães (1994),

(...) a política científica e tecnológica [deste período] enfatiza, ao lado da necessidade de se acelerar o ritmo de incorporação de tecnologia, a importância de empreender esforço próprio de pesquisa com vistas a capacitar o país para a adaptação e criação de tecnologia própria e, conseqüentemente, a reduzir sua dependência em relação a fontes externas de *know-how* e alcançar maior autonomia tecnológica. Na formulação original do Programa Estratégico de Desenvolvimento, essa ênfase aparecia associada a uma visão particular da estratégia de industrialização via substituição de importações e contemplava induzir uma última etapa desse processo: a substituição de tecnologia constitui o desdobramento da substituição de importação de produtos industriais. (p. 2)

O governo Costa e Silva procurou então concretizar os objetivos acima de várias formas. Em 1967, foi criada a Operação Retorno que trouxe de volta ao país cerca de 200 pesquisadores que estavam trabalhando no exterior. Foi implementado um programa de incentivo a estes pesquisadores, atraindo-os com maiores salários e melhores condições de pesquisa, entre outras facilidades.

No mesmo ano, instituiu-se a *Financiadora de Estudos e Projetos* (Finep), para gerir o Fundo de Financiamento de Estudos e Projetos, criado em 1965, para amparar projetos de pré-investimento ou estudos de viabilidade de programas de desenvolvimento econômico. A Finep teria um papel fundamental nos anos seguintes para o financiamento da pesquisa voltada à inovação tecnológica e industrial, investindo na investigação científica e tecnológica, na criação de cursos de pós-graduação e estimulando a capacitação tecnológica de empresas nacionais públicas e privadas. Dois anos depois, em 1969, seria criado ainda o *Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (FNDCT) para apoiar programas de C&T considerados prioritários para o desenvolvimento do país. O FNDCT, administrado também pela Finep, tornaria-se o principal fundo de financiamento da C&T nos anos seguintes.

Na área educacional, a despeito do clima de protestos contra a influência dos Estados Unidos no Acordo MEC-USAID, através do qual foram definidas mudanças no setor, implementou-se, em 1968, a reforma universitária seguindo o modelo da UnB, considerado referência para o meio acadêmico da época. A aprovação, no entanto, foi feita com restrições, incluindo medidas de maior controle sobre o meio acadêmico, autorizando o governo a afastar e demitir professores universitários. Na mesma época, foi criado o *Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação* (FNDE), com o intuito de assegurar os recursos para financiar a expansão do sistema educacional. Na sequência, alguns meses depois, em 1969, foi aprovado um decreto que regularizaria o regime de tempo integral e de dedicação exclusiva do pesquisador e professor universitário, valorizando estas duas profissões.

Mesmo sem participar de tais decisões, a SBPC manifestou apoio por considerá-las favoráveis à C&T, mas ainda assim manteve certo distanciamento e desconfiança em relação ao governo. Se por um lado pesquisadores eram estimulados a retornar do exterior com propostas de melhores salários e condições de trabalho, outros tantos eram cassados e perseguidos nas universidades e instituições de pesquisa. Ainda assim, segundo Fernandes (1990), que faz uma análise da legitimação dada pela comunidade científica ao poder militar sob a perspectiva gramsciniana, foi neste período que a comunidade científica, principalmente aquela organizada em torno da SBPC, estava mais *orgânica*. Ou seja, a SBPC estaria neste período desempenhando de forma mais “intensa” (ou orgânica) a função organizativa da hegemonia social e do domínio estatal. A SBPC não seria o único ator social a desempenhar tal função intelectual, mas seu apoio e legitimidade ao governo militar seriam fundamentais à legitimação do governo militar.³⁰ Ainda segundo Fernandes (1990),

(...) embora a reação [da comunidade científica] geralmente às ações do governo tenha acontecido antes das aposentadorias compulsórias de 1969, ou dos expurgos realizados em Manguinhos, em 1970, ela se deu depois da crise na Universidade de Brasília. Pode-se dizer, em resumo, que, sem abandonar seu papel de crítica e vigilância, a SBPC estava, de certa forma, fascinada pelo orçamento governamental e por suas promessas, e que a associação estava mais orgânica do que nunca com as políticas governamentais. (p. 166)

A comunidade científica foi agraciada com melhores recursos e salários, mas do ponto de vista do planejamento econômico governamental, os investimentos em C&T não surtiram os efeitos desejados, muito embora se soubesse que o estímulo ao setor apresentaria resultados somente no médio e longo prazos, como de fato ocorreu. Os governos militares subsequentes iriam aproveitar melhor a base institucional e de infra-estrutura criada pelo governo Costa e Silva.

Boa parte dos investimentos governamentais foi direcionada à pesquisa aplicada e aos desenvolvimentos tecnológicos, ficando a pesquisa básica em segundo plano. O projeto político implícito nessa política de ciência e tecnologia formulada por um segmento particular da burocracia estatal mobilizou uma parcela do empresariado nacional ligado ao sistema produtivo, contando ainda com o apoio de uma pequena fração da comunidade acadêmica.

O governo Emilio G. Médici (1969-1974), considerado o mais repressivo de todos os governos militares, recuou nos investimentos à C&T, mas ainda assim manteve níveis consideráveis de recursos para o setor. O *I Plano Nacional de Desenvolvimento* (I PND), formulado para orientar as metas de seu governo, para o período 1972-1974, manteve as

³⁰ Para uma leitura mais aprofundada dos conceitos de Gramsci aqui mencionados, confira GRAMSCI, A. **Os intelectuais e a organização da cultura**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

diretrizes para o campo da C&T, com ênfase nos desenvolvimentos tecnológicos, procurando estimular e capacitar a indústria nacional. Com o propósito de administrar melhor o setor científico e tecnológico, o governo criou o *I Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (I PBDCT) para o biênio 1973-74, atrelado ao PND. Como áreas prioritárias foram eleitas a energia nuclear, a pesquisa espacial, oceanografia, indústrias intensivas em tecnologia, agronomia e tecnologia de infra-estrutura (SALLES, 2002).

No entanto, os planos de financiamento da C&T nacional entraram em choque com as diretrizes da política econômica implementada pelo Ministério da Fazenda, que apoiava o crescimento da economia com base no tradicional modelo de exportação de matérias-primas e importação de produtos industrializados de alto teor tecnológico. A grande expansão econômica do país, período conhecido como “milagre econômico”, chegou a atingir um crescimento de 11% do PIB nacional, impulsionada pela grande oferta de crédito no mercado internacional a juros baixo. No entanto, o ritmo de crescimento econômico receberia o seu primeiro impacto em 1973, quando o preço do barril do petróleo sofreu forte alta, retraindo as economias dos países mais desenvolvidos e, conseqüentemente, a dos países do Terceiro Mundo.

As diretrizes da política econômica do país sustentavam o modelo de substituição de importações, que permitiria, pelo menos num primeiro momento, a coexistência de duas possibilidades de políticas de C&T: uma de vertente mais liberal, na qual priorizava a inversão de tecnologias e *know how* externos e a outra que defendia o desenvolvimento de uma C&T própria, autóctone. A primeira tinha a preferência de tecnocratas do Ministério da Fazenda, que no governo Médici, estava sob o comando do economista Delfim Neto. A segunda linha era defendida pelo Ministério do Planejamento, ao qual o CNPq estava vinculado, e por militares do Conselho de Segurança Nacional.

As duas perspectivas conviveram juntas até a primeira crise do petróleo, quando então passou a prevalecer a perspectiva liberal, fazendo com que os investimentos em C&T nacional recuassem. As iniciativas que deram impulso à C&T, neste período, foram aquelas focadas nos desenvolvimentos tecnológicos - relegando a ciência pura a um segundo plano -, independente da origem da informação tecnológica, como observa Guimarães (1995):

Cabe registrar (...) que essa política [nacional desenvolvimentista da C&T], de maneira geral, não convergia com a política econômica e, em particular, com a política industrial implementada na maior parte do período - voltada sim para a promoção do processo de substituição de importações e de crescimento industrial do país, mas indiferente quanto à origem da tecnologia que viabilizava esse processo. Na verdade, apenas nos anos 1974/79, essa ausência de convergência é atenuada uma vez que, no contexto da nova etapa de substituição acelerada de importações promovida pelo II PND, a política industrial também passa a enfatizar a redução da dependência externa e a busca de autonomia. (p.2-3)

O período de 1974-79 mencionado acima, refere-se ao governo do presidente Ernesto Geisel, que sucedeu ao de Médici, quando seriam retomadas as diretrizes econômicas de Costa e Silva, devolvendo efetivamente, e não somente no papel, à C&T nacional o seu papel estratégico no crescimento econômico do país. Será ao longo deste governo, que a C&T nacional recebeu maior apoio e estímulo na história do país, muito embora, este apoio tenha sido dado no mesmo modelo político então em curso nos governos militares, ou seja, com decisões centralizadas e autoritárias, privilegiando os desenvolvimentos tecnológicos aplicados aos problemas brasileiros. Portanto, os pesquisadores e suas entidades representativas não teriam participação, nem espaço garantido nos processos de tomada de decisão nos assuntos relacionados à C&T.

Nesta fase, o presidente Geisel daria maior respaldo à C&T ao trazer o Ministério do Planejamento, para a Presidência da República, transformando-a em Secretaria de Planejamento, uma forma de assegurar *status* político à pasta com a qual estavam vinculadas instituições como o BNDE, a Finep, o CNPq, o Ipea e o IBGE. O II PND, com implementação para o período de 1975 a 1979, reconhecia que o desenvolvimento da C&T nacional não seria imprescindível ao modelo de política econômica em curso, mas ao mesmo tempo era visto como estratégico para a diminuição da dependência externa. Segundo Motoyama (2004), “a capacitação autóctone de geração de conhecimento tecnológico competitivo e da utilização consciente da C&T para a resolução de problemas típicos da realidade tornar-se-ia mais importante do que a entrada de tecnologia alienígena”(p. 334).

Neste sentido o II PND estabeleceu uma série de estratégias que seria adotada em setores específicos da economia, com os quais a promoção da C&T deveria colaborar com a substituição de importações, principalmente no setor de bens de capital, eletrônica e insumos básicos, como aço, metais não-ferrosos, materiais petroquímicos e farmacêuticos, fertilizantes, inseticidas e pesticidas, polpa e papel, cimento e enxofre. A infra-estrutura de serviços tecnológicos também deveria receber melhorias com o intuito de oferecer sustentação às atividades da indústria nacional exportadora.

Foi elaborado um vasto programa de C&T com o objetivo de oferecer apoio e sustentação às atividades agropecuárias. A Embrapa, criada em 1973 no governo Médici, tomou impulso no governo Geisel, sendo criadas diversas unidades de pesquisa deste órgão em todo o país. Curioso observar o modo pelo qual os militares implementaram as iniciativas neste campo de pesquisa, preferindo partir do zero, com a criação de uma instituição nova, moldada sob seus critérios, excluindo então grupos de pesquisa que já desfrutavam de tradição e reconhecimento, como era o caso do *Instituto Agrônomo de Campinas* (IAC).

No início do ano de 1975, o presidente Geisel assinou decreto criando o *Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (SNDCT), até hoje existente, com o intuito de aperfeiçoar a coordenação das ações dentro da estrutura governamental, evitando contradições e duplicidade de iniciativas de C&T entre os ministérios. Com isso, foram criadas secretarias de C&T nos ministérios que contavam com instituições de ciência e tecnologia.

Neste ano de 1975, também foi criado o Plano Nacional de Pós-Graduação com o objetivo de formar 16,8 mil mestres e 1,4 mil doutores, triplicando, portanto, o número de mestres e doutores então existentes. As prioridades do II PBDCT, lançado em março de 1976, um ano após o lançamento do II PND, eram a tecnologia industrial e, em segundo lugar, o desenvolvimento científico e a formação de recursos humanos.

Embora a implementação do II PBDCT não tenha alcançado os valores inicialmente previstos, ainda assim os gastos com C&T do governo Geisel superaram em muito os dispêndios de seus antecessores e também de seus sucessores. Nos cinco anos do governo Geisel (1975-1979), foram aplicados US\$ 855,3 milhões, com média anual de US\$ 171 milhões, quase o dobro da média do governo Figueiredo, que o sucedeu, investiu US\$ 98,2 milhões por ano, e da média anual do governo Sarney, de US\$ 94,82 milhões. A média anual do governo Geisel ainda foi cerca de cinco vezes superior a do governo Collor, de US\$ 34,6 milhões. Com relação a seu antecessor, Geisel investiu três vezes mais que o governo Médici, que destinou US\$ 62 milhões anuais, em média, à C&T (MOTOYAMA, 2004).

Este foi também o período de grandes programas e projetos, tais como o nuclear, com uso de tecnologia alemã, o das indústrias de armamentos, investimento no setor hidrelétrico, cujas obras impulsionaram o ramo da construção civil, incentivo ao desenvolvimento da indústria nacional de informática, que cresceu fortemente nos governos seguintes, entre outros setores. O apoio à C&T no governo Geisel propiciou a criação de novos institutos de pesquisa nas áreas consideradas estratégicas, expandiu a pesquisa nas universidades, além de ter fomentado o desenvolvimento de tecnologias na indústria nacional. No entanto, a política de

Geisel foi de curta duração. A progressão dos incentivos à C&T nacional foi contida em grande medida pela segunda crise do petróleo, ocorrida em 1979, que restringiu os gastos governamentais de uma forma geral.

Deve-se salientar, no entanto, que o governo Geisel procurou estabelecer de fato uma ruptura de paradigma na política econômica brasileira, muito embora não o suficiente para substituir o modelo anterior. A política econômica vigente desde o governo Costa e Silva, tendo no seu comando o ministro da Fazenda Delfim Neto (1967-1973), era defensora de um crescimento econômico acelerado sem se importar, pelo menos num primeiro momento, com a melhoria da distribuição de renda e com o fortalecimento do mercado interno. As fontes do crescimento econômico sob a diretriz de Delfim Neto estavam assentadas nas indústrias mais dinâmicas de capital intensivo, ou seja, as multinacionais. As políticas de C&T até então em curso possuíam mais um conjunto de boas intenções do que propriamente ações efetivas que fortalecessem a indústria nacional e ao mesmo tempo levassem a diminuição da dependência externa. Segundo Guimarães (1985),

(...) apesar da maior convergência entre esta política [econômica de Geisel] e a política industrial, as contradições internas da política econômica se deslocavam para um novo plano. Ao invés das contradições observadas durante o período Delfim Neto (1967-1973) entre a orientação da política de ciência e tecnologia, de um lado, e a da política industrial e da política econômica mais geral, de outro, caberia identificar agora divergências entre a política industrial e a política de ciência e tecnologia [que estariam em maior sintonia], de um lado, e a política econômica global, de outro. (p. 59)

A segunda crise do petróleo, cujos efeitos foram sentidos mais no governo João Baptista Figueiredo (1979-1985), fez com que se perdesse o foco da política econômica implementada pelo presidente Geisel, não aprofundando a questão suscitada acima por Guimarães. O presidente Figueiredo não deu continuidade à política de estímulo às iniciativas de C&T praticadas no governo Geisel. A perspectiva nacional desenvolvimentista da política econômica brasileira recuou mais uma vez como ocorrera com Kubitschek em meados dos anos 1950. Os investimentos mantiveram-se relativamente altos se comparados a outros governos militares e mesmo aos governos civis que o sucederam, embora o orçamento pode ter sido super dimensionado nas contas do Estado. Na contabilidade do orçamento da C&T deste governo foram inseridos empréstimos contraídos para atender, em tese, projetos das estatais, mas que na realidade foram desviados para outras demandas, como sugere Motoyama (2004, p. 378-379). A crise do petróleo em 1979 diminuiu a oferta de capitais no mercado externo, elevando-se as taxas de juro. O país recorreu ao FMI, que como contrapartida exigiu medidas recessivas, que levaram ao aumento dos índices de inflação do país.

O ministro Delfim Neto, agora na pasta da Secretaria do Planejamento, retomando a força política que detinha no governo Médici, reassumiu as diretrizes da política econômica do país, mantendo orientações político-econômicas muito semelhantes às aquelas de períodos anteriores, quando estava no comando do Ministério da Fazenda, entre 1967 e 1973 (GUIMARÃES, 1985).

Com falta de recursos e apoio político, o CNPq concentrou suas ações na melhoria e eficácia administrativa das instituições de pesquisa a ela vinculadas, delegando maior autonomia ao gerenciamento de suas atividades e, ao mesmo tempo, autorizando parcerias entre as instituições de pesquisa e entre estas e empresas. A criação de diversos laboratórios associados às instituições de pesquisa foi uma das formas encontradas para promover a interatividade entre estas instituições. Desta forma, as parcerias deveriam ampliar e potencializar a capacidade de uso da infra-estrutura técnico-científica instalada no país, com o intuito de promover o desenvolvimento da pesquisa, tornando o sistema de C&T mais eficiente.

Também se estimulou, neste período, a expansão dos *Sistemas Estaduais de Ciência e Tecnologia* (SECT), lançados em 1980, oferecendo apoio à criação de novas agências de fomento estaduais, para que fosse então ampliado o leque institucional de apoio à C&T, descentralizando e regionalizando as ações na área. Depois de dois anos, a iniciativa resultaria na instituição de 23 novas agências estaduais. Outra área de atuação que recebeu atenção especial foi a concessão de bolsas no país e no exterior, cujo número, em cinco anos, quase dobrou, elevando-se de 6.652 para 9.650 no país e de 555 para quase mil no exterior.

As ações então em curso no governo Figueiredo, tendo em vista as restrições orçamentárias, iriam, de um lado, dar continuidade aos projetos e programas fomentados no governo anterior, principalmente aqueles de natureza militar, mesmo que de forma precária; e por outro, concentrar na melhoria das relações interinstitucionais de pesquisa, com abertura de novos flancos de apoio à C&T. As iniciativas nesta perspectiva incluíam maior autonomia administrativa às instituições de pesquisa vinculadas ao CNPq e melhoria do arranjo institucional de forma a oferecer maior dinâmica ao sistema como um todo.

A busca de linhas de crédito alternativas foi perseguida pelo CNPq no governo Figueiredo. Neste sentido, foi desenvolvido o *Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (PADCT), criado a partir de gestões do CNPq, CAPES e *Secretaria de Tecnologia Industrial*, esta última ligada ao *Ministério da Indústria e Comércio*, junto ao *Banco Mundial* (BIRD). As seguintes áreas de pesquisa foram consideradas prioritárias: biotecnologia, instrumentação, química e engenharia química, planejamento e gestão em

ciência e tecnologia, manutenção, provimentos de insumos essenciais, tecnologia industrial básica, educação para ciência e informação em C&T. O PADCT deu origem a uma série de iniciativas com financiamento do Banco Mundial, que previa a contrapartida brasileira, e que teriam ainda mais duas fases, tornando-se uma das principais fontes de recursos para a C&T no país.

A iniciativa se por um lado representou uma alternativa à falta de recursos, por outro, provocou temores por parte dos pesquisadores tendo em vista a possibilidade de perda de autonomia política, já que o processo que decidia as prioridades de investimento e a gestão dos recursos para o setor passava por consultores do BIRD. Mas, aos poucos, o PADCT passou a ser aceito pela comunidade científica. Isso porque o PADCT implementou um sistema de consulta a pesquisadores na decisão de áreas prioritárias de investimento, além de preconizar a expansão do sistema de seleção e avaliação de projetos por pares e consultores *ad hoc* e internacionais, como já era feito pelo CNPq, mas em menor escala. Além disso, o PADCT fez uso de editais para iniciar processos de seleção de projetos, tornando, em tese, este processo de escolha mais transparente. Esse sistema de gestão e de financiamento da C&T tornaria-se modelo e seria aperfeiçoado nas fases seguintes.

Nesta primeira fase do PADCT, de 1985 a 1991, o propósito foi ampliar e consolidar a base científico-tecnológica nacional, privilegiando as universidades, centros de pesquisa e empresas. Aliado a isso, o programa buscou fortalecer a relação entre o meio acadêmico e o setor produtivo e o SNDCT como um todo. Para que se obtivesse empréstimo externo, o governo brasileiro deveria inicialmente arcar com a primeira parcela. Cerca de 2500 projetos de pesquisa básica e aplicada foram submetidos, sendo aprovados somente 360 deles (CNPq, 1985, p. 56, *apud* MOTOYAMA, 2004). Nesta primeira fase, o PADCT contou com empréstimo externo de US\$ 72 milhões, com a contrapartida do governo brasileiro da ordem de US\$ 107 milhões.

Os programas de interesse militar, apesar da diminuição de recursos, foram continuados. Entre estes estariam o espacial, o do submarino nuclear, de eletrônica e blindados (CAVAGNARI, 1996), além do programa de informática³¹, entre outros de infraestrutura, relacionados à produção de energia (energia nuclear e álcool), hidrelétricas e telecomunicações.

³¹ Sobre este assunto, confira VIGEVANI, Tullo. **O contencioso Brasil X Estados Unidos da informática: uma análise sobre formulação da política exterior**. São Paulo: Alfa-Omega/EdUSP, 1995.

4. A C&T na Nova República: crise econômica, redemocratização e a nova política setorial.

Assim que José Sarney assumiu a presidência da República, em 1985, enfrentou um quadro recessivo de alta inflacionária, problema com o qual teria que lidar até o fim de seu mandato. Foram elaborados e lançados diversos planos e pacotes econômicos, mas sem obter os resultados esperados. Diante de tal crise, a C&T apesar de sem recursos, conquistara reconhecimento e prestígio político nos planos de governo, o que lhe faltara décadas anteriores. A maior expressão deste reconhecimento foi a criação do *Ministério da Ciência e Tecnologia* (MCT), pelo Decreto n. 91.146, de 15 de março de 1985, modificado depois pelo Decreto 91.582, de 29 de agosto de 1985, e que consolidou a visão de que o país não poderia prescindir de uma política de C&T.

Renato Archer, um dos principais idealizadores da pasta foi também o primeiro a ocupá-la. Archer era militar da marinha reformado e um dos líderes políticos, em 1958, do movimento em defesa da pesquisa nuclear e das reservas de minerais radioativos, levadas a cabo pelo então presidente do CNPq, Almirante Álvaro Alberto. O ministro possuía um forte viés nacional desenvolvimentista, mas enfrentaria dificuldades com os militares que dominavam o comando de determinadas áreas de política de C&T, principalmente aquelas consideradas estratégicas e que, por isso, não queriam abrir mão.

Archer contava com o economista da Unicamp, Luciano Coutinho, como secretário executivo, e o diplomata Celso Amorim, como assessor de relações internacionais, um dos articuladores da parceria com os chineses na área de tecnologias espaciais, que previa o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto³².

O MCT foi criado, portanto, com força política, tendo em vista a ascensão na política nacional do MDB, partido de oposição ao regime militar, ao qual Archer era filiado. Para a sua pasta foram transferidos: o CNPq, a *Financiadora de Estudos e Projetos* (Finep), a *Secretaria Especial de Informática* (SEI), entre outros órgãos de pesquisa, como o *Instituto Nacional de Tecnologia* (INT), o *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE) e o

³² Em outubro de 1999, foi colocado em órbita o primeiro satélite da série CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite* ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres). Desde então, outros dois satélites foram colocados em órbita, e outros dois estão sendo desenvolvidos. Com este programa, o Brasil tornou-se o maior distribuidor de imagens de sensoriamento remoto do mundo, tendo fornecido mais de meio milhão de imagens a partir de 2004, quando passaram a ser distribuídas gratuitamente. As imagens do CBERS têm gerado produtos que fornecem subsídios a políticas públicas nas áreas ambiental (como o monitoramento do desmatamento da Amazônia), hidrológica, agrícola, entre outras. A participação brasileira orçamentária, nos desenvolvimentos e na operação dos satélites em órbita, foi de 30% na primeira fase. Para a próxima etapa será de 50%. Trata-se de um dos mais importantes acordos de cooperação tecnológica com a China e no âmbito do eixo das relações internacionais Sul-Sul.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Alguns anos após ter conquistado *status* de ministério, a principal entidade política do setor ainda passaria por um período de instabilidades e incertezas. Dois anos depois de sua criação, em 1987, o órgão passou a ser denominado Ministério de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia. Em seguida, Secretaria Especial de Ciência e Tecnologia, e ao final de dois anos, em 1989, ainda no governo Sarney, voltou a ser *Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)*.

Com dois anos no cargo, Renato Archer foi exonerado. Um dos motivos teria sido o desgaste político com os militares que, mesmo com o fim da ditadura, continuavam exercendo forte influência no governo Sarney³³. Na área da C&T, os conflitos estariam na disputa pelo comando dos programas tecnológicos que estavam sob a responsabilidade do *Estado Maior das Forças Armadas (EMFA)*, como por exemplo, o programa espacial, coordenado pela *Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE)*, cuja presidência era sempre de um militar do EMFA. Archer era também um grande defensor do Programa de Informática, através do qual se instituiu a reserva de mercado para o desenvolvimento da indústria nacional. A política protecionista foi implementada em 1977 e se consolidou com a Lei de Informática de 1984, que estabeleceu o *Conselho Nacional de Informática e Automação (Conim)*, cujas atividades iniciaram-se no primeiro ano do governo Sarney, em 1985. Pelo Conim foram submetidas todas as mudanças necessárias para o cumprimento da Lei da Informática, incluindo a preparação do *Plano Nacional de Informática e Automação (Planim)*.

Apesar de uma série de problemas internos e externos, foi notório o crescimento da indústria nacional de computadores e periféricos no período³⁴, promovido em decorrência do Planim, sancionado em 17 abril de 1986. A política de informática enfrentou fortes pressões externas, principalmente dos Estados Unidos que entraram com processo no Gatt (*General Agreement on Tariffs and Trade*), iniciando, pouco depois, uma série de retaliações comerciais às importações brasileiras.

³³ Segundo Oliveira (1994), o governo Sarney, tipicamente de transição (entre o regime militar e o democrático), contou em grande medida com o apoio das Forças Armadas, o que se por um lado forneceu sustentação política a seu governo, por outro, limitou-o em suas ações. À esta ambivalência Rizzo chamou de tutela militar, que manteria parte do aparelho de Estado nas mãos dos militares, sem que estes estivessem no comando do país. Tal situação, que caracterizou o processo transitório, só foi possível frente a um acordo selado entre lideranças militares e da Aliança Democrática, que reunia políticos de centro do MDB e ARENA, os dois partidos da época.

³⁴ Segundo Motoyama (2004), “(...) em 1977, existiam no país apenas cinco empresas nacionais e quatro estrangeiras no setor trabalhando no mercado interno de duzentos milhões de dólares. Naquele ano de 1985, o mercado interno havia crescido para três bilhões de dólares, com cerca de trezentas empresas nacionais e 27 estrangeiras em atividade, isto é, em oito anos, as companhias nacionais cresceram 30%, e as estrangeiras, 15%.”(p. 402) Sobre o mesmo assunto ver Vigevani (1995)

A política de informática também enfrentava críticas internas, provenientes de setores liberais do país. O ex-ministro da fazenda de Castello Branco, Roberto Campos, então senador pelo Mato Grosso, era um dos principais críticos à reserva de mercado. Uma série de fatores levaria a política de informática a entrar em colapso. Entre estes, estavam: a perda de apoio político interno à reserva de mercado, problemas burocráticos que dificultavam o uso dos incentivos fiscais pela indústria nacional para o desenvolvimento de P&D, essencial a um setor dinâmico como este, e, conseqüentemente, a não geração de preços e produtos competitivos (acobertados pela reserva de mercado), o que alimentava a crítica, principalmente, dos usuários. Como conseqüência deste desgaste, o governo cedeu a uma liberalização parcial da reserva de mercado, com a aprovação da Lei de Software, em 18 de dezembro de 1987. Em 1992, com o recrudescimento da pressão interna e externa, a política de informática, já no governo Collor de Melo, foi totalmente extinta, sobrevivendo apenas algumas indústrias, a maioria delas desenvolvedoras de software que atendiam principalmente o mercado interno.

A crise econômica na qual o país iria mergulhar, a partir deste governo, revelaria as contradições latentes em que a política de C&T do país se encontrava. De um lado, era notória a evolução das pesquisas científicas e dos desenvolvimentos tecnológicos nas últimas décadas. A ciência brasileira, embora de resultados modestos se comparados a países mais desenvolvidos, havia se expandido e conquistado o reconhecimento científico internacional em alguns campos da ciência. Este esforço foi engendrado principalmente pela comunidade científica alocada predominantemente em universidades, institutos de pesquisa civis e militares.

Ainda no governo Sarney, mesmo com a crise econômica que afetava duramente o país, os recursos à C&T nacional eram mantidos em patamares não muito distantes dos governos anteriores. Mas a partir do governo Fernando Collor de Mello (1990-1992), o orçamento da C&T sofreria um duro golpe. Sem uma articulação mais profunda com o setor produtivo, não havia demanda suficiente, do ponto de vista político, que permitisse considerar a necessidade de investimentos em P&D. Além disso, o modelo econômico então predominante, apesar dos esforços do governo Geisel para implementar uma C&T afinada com as demandas econômicas, privilegiava e favorecia a inserção de tecnologia externa no parque industrial brasileiro (GUIMARÃES, 1985; VIGEVANI, 1995). As multinacionais davam preferência às tecnologias de suas matrizes, desenvolvidas no exterior, e as empresas nacionais e usuários preferiam produtos importados, mais competitivos que os nacionais em termos de preço e qualidade.

Como consequência do quadro recessivo que se aprofundaria ao longo da década de 1980 no Brasil, o modelo científico-tecnológico adotado na era militar passaria a enfrentar dificuldades, impossibilitando sua continuidade. Guimarães e Vianna (1994) assinalam que:

A partir dos anos 80, com o esgotamento do processo de substituição de importações, desacelera-se a procura por um desenvolvimento endógeno que poderia permitir maior autonomia e redução da dependência externa, seja mediante esforço próprio de pesquisa ou pela incorporação de novas tecnologias. A crise econômica e fiscal do país, associada à ausência de um projeto nacional, implicou em redução substantiva dos recursos e incentivos à definição de alguma política coerente de C & T. (p. 119)

Sem uma política nos moldes da era dos militares, a C&T nacional iria se manter fora das prioridades econômicas dos governos seguintes, a despeito da maturidade e do reconhecimento internacional que alcançara. Quando a crise econômica se instalou no país, os investimentos em C&T começaram a declinar. Por outro lado, com a redemocratização em curso, os interesses dos extratos sociais (pesquisadores e professores acadêmicos) e entidades (instituições de pesquisa e agências de fomento) cujas atividades estavam relacionadas à C&T, passariam a ganhar maior peso nas decisões no interior dos governos seguintes, embora não o suficiente para reverter o quadro de falta de recursos.

Mas a ascensão de tais atores permitiu a elevação do orçamento do CNPq para as bolsas e auxílios à pesquisa, durante o governo Sarney. Crodovaldo Pavan, presidente do CNPq entre 1986 e 1989, relata que, neste período, contou com o apoio de parlamentares, tendo criado uma base no Congresso Nacional em defesa da C&T, conseguindo ampliar assim o orçamento da agência (MOTOYAMA, 2002). Este apoio permitiu o aumento do número de bolsas concedidas no período, bem como o reajuste do valor unitário das mesmas. No entanto, o processo democrático permitiu apenas a recomposição de algumas perdas de recursos, mas não a retomada do orçamento aos níveis de governos anteriores. Com o fim do modelo político econômico então em curso (de substituição de importações), restava à C&T manter-se num compasso de espera até que o país solucionasse os problemas econômicos emergenciais, para então definir o modelo de desenvolvimento a ser adotado. Somente a partir disso, o papel da C&T poderia ser repensado e reformulado, o que viria a acontecer com maior detalhamento no segundo mandato do governo Fernando Henrique Cardoso (1999-2002).

O período de maior perda de recursos chegou ao seu ápice no mandato do presidente Fernando Collor de Mello (1990-1992), afetando duramente a estabilidade das atividades científicas, bem como a manutenção de grupos de pesquisa. As mudanças em curso na orientação da política econômica internacional começaram a fazer efeito no país. As

principais diretrizes do neoliberalismo, defendidas pelo presidente norte-americano Ronald Regan e pela primeira-ministra britânica Margareth Thatcher, foram incorporadas ao discurso e à ação do presidente Collor de Mello.

O presidente voltou-se contra a manutenção de programas científicos e tecnológicos de cunho nacionalista da era militar, como o nuclear, paralisando as obras das usinas de Angra I e II, e interrompendo o projeto do submarino nuclear da Marinha, o projeto Aramar. Collor de Mello procurou acenar para um alinhamento com a política externa dos Estados Unidos em questões relacionadas à energia nuclear e ao controle de armas de destruição em massa³⁵.

O impacto da política do presidente Fernando Collor de Mello seria sentido em todas as áreas de C&T, cujos dispêndios foram, em média, de US\$ 34 milhões ao ano, um quinto do orçamento médio anual do presidente Geisel. Uma das instituições afetadas pelas políticas neoliberais deste período e que teve continuidade no governo Fernando Henrique Cardoso, foi o *Centro de Pesquisa e Desenvolvimento* (CPqD) da Telebrás. Apesar de uma série de desenvolvimentos inovadores e competitivos em relação às das maiores empresas multinacionais do setor de comunicação, o seu programa de pesquisa foi totalmente desmantelado em favor de uma política econômica privatizante.

A política de C&T esboçada no início do governo Collor pretendia incitar as empresas a investir em pesquisas. O objetivo era ampliar os investimentos e dispêndios globais em C&T das empresas de 8% a 20%, em cinco anos. O discurso oficial dos anos 1990, relacionado à questão tecnológica, abandona a via dos grandes projetos setoriais (aeronáutica, espacial, comunicação eletrônica, usina nuclear), e suscita a necessidade de um esforço que estimulasse a capacidade de inovação das empresas, meio pelo qual deveriam tornar-se mais competitivas no mercado internacional.

Uma das principais fontes de recurso do setor seria o PDACT, que chegava à sua segunda fase no início do governo Collor, em 1991, estendendo-se até 1997, já no governo Fernando Henrique (1995-1998). O programa em linhas gerais deu continuidade à primeira fase, incorporando apenas mais duas áreas temáticas: novos materiais e ciências ambientais, com investimentos de US\$ 470 milhões. A prioridade do programa estava focada nas inovações tecnológicas em produtos e processos (BRASIL, 1998), que também passaram a ganhar centralidade nos *Planos Plurianuais* (PPAs), documentos que passaram a ser

³⁵ Em uma performance midiática na Serra do Cachimbo, no Pará, em setembro de 1990, o presidente Collor jogou uma pá de terra em um dos poços feitos no local, feito para o programa de desenvolvimento da bomba atômica, simulando assim o enterro simbólico deste programa.

obrigatórios a partir da Constituição Federal de 1998, e utilizado para o planejamento de todas as atividades do governo federal.

Segundo Theis e Dagnino (2008), os PPAs³⁶ revelariam a nova orientação que a C&T passaria a receber, na qual a inovação ocuparia lugar central para a economia do país. Estava decretado o fim da fase desenvolvimentista, de substituição de importações, modelo no qual o desenvolvimento de C&T autóctone seria estratégico ao crescimento da indústria nacional e à sua competitividade no mercado externo. As orientações das novas políticas de C&T, vinculadas à política econômica e industrial seriam aperfeiçoadas no PPA da C&T do período de 1996-1999. Antes disso, como já dito, não havia definições em termos de uma política orientada para o setor da C&T. Os governos de Itamar Franco (1992-1994), que sucedeu ao de Collor após o seu impeachment, e o subsequente, de Fernando Henrique Cardoso, teriam poucas condições de investimento na C&T, priorizando o restabelecimento da economia.

O PADCT, além de uma importante fonte de recursos, ajudou também a universalizar uma nova forma de planejar e distribuir os recursos entre os diferentes setores da C&T, no interior do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia. Este modelo fornecia os procedimentos e mecanismos que em tese tornariam mais racional a aplicação de recursos na formação de recursos humanos especializados em nível de pós-graduação, na implantação e expansão de grupos de P&D, bem como na implementação e consolidação de infra-estrutura adequada de P&D às universidades. Mesmo que inicialmente tais objetivos não tenham sido cumpridos a risca (TEIXEIRA E RAPPEL, 1990), tais procedimentos passariam a ser considerados padrão para todas as instituições do Sistema de C&T.

O programa estabeleceu meios operacionais para induzir a pesquisa em áreas previamente consideradas prioritárias, fazendo uso da publicação de editais públicos. Invertia-se com isso, a lógica do sistema de oferta de balcão, pelo qual os recursos eram colocados à disposição para o financiamento de projetos selecionados sem o estabelecimento de critérios muito claros. No sistema do PADCT, as prioridades da política científica e tecnológica eram definidas previamente e o julgamento das propostas de projetos era feito com base na avaliação por pares (pelos próprios cientistas), por comitês assessores e consultores *ad hoc* (compostos por cientistas da área e também, por uma pequena parcela de empresários). O PADCT implementou procedimentos que estabeleciam vínculos com a nova política

³⁶ O Plano Plurianual (PPA) inclui três anos do mandato do presidente vigente e um ano do mandato seguinte. Um PPA da C&T é também preparado para o mesmo período, a exemplo do planejamento feito para a área de C&T no período dos governos militares: os PBDCTs que faziam parte dos PNDs.

econômica então em curso, procurando fomentar a inovação, fator considerado imprescindível à geração de riqueza e desenvolvimento do país.

O *Plano Plurianual de Ciência e Tecnologia do Governo Federal: PPA 1996-1999* (BRASIL, 1996) contemplava a necessidade da inserção da economia brasileira na economia capitalista globalizada, priorizando a competitividade (item 6.1), que deveria ser perseguida a partir de uma readequação das atividades de C&T no processo de desenvolvimento socioeconômico. A orientação da política científica e tecnológica deveria então se voltar para a difusão e introdução de inovações tecnológicas nas cadeias produtivas (p. 17).

A previsão deste II PPA da C&T era de crescimento dos recursos para o setor, o que realmente ocorreu a despeito da crise internacional dos mercados financeiros dos anos 1998-1999, que abalou a economia nacional. A meta era ultrapassar 1% do PIB nacional, o que hoje parece ter ocorrido, muito embora a base de cálculo dos dispêndios em C&T no país tenha sido modificada neste período³⁷. Além do III PADCT (BRASIL, 1998), que consolidaria a base de recursos necessários para a implantação da agenda vigente de C&T, foram criados no ano 2000 os fundos setoriais destinados a áreas consideradas estratégicas pelo governo (PACHECO, 2007; VALLE et al., 2002). A vantagem destes fundos seria a geração de parte dos recursos a partir dos próprios setores da C&T, uma forma de estimular a geração de receitas próprias a partir da comercialização de serviços e produtos; uma forma de garantir também a continuidade da aplicação de recursos neste setor, sem a necessidade de defender politicamente os mesmos dentro do aparelho de Estado. A inserção da lógica econômica nos mecanismos de financiamento da coisa pública, antes governados mais pela política, seria uma das marcas das mudanças implementadas pelo governo Fernando Henrique no que se refere ao funcionamento do aparelho de Estado.

Com a perspectiva de crescimento da oferta de recursos e valorização da pesquisa aplicada, o *Plano Plurianual 2000-2003* do MCT (BRASIL, 2000) foi formulado para, sem tirar a preocupação com a *pesquisa científica e tecnológica*, ampliar os esforços mais fortemente orientados à inovação. O novo cenário político-econômico, que previa a superação das instabilidades macroeconômicas, apontava para a alocação crescente de recursos e ampliação da infra-estrutura de C&T. Tais fatores deveriam cimentar o desenvolvimento científico e tecnológico nesta nova etapa.

³⁷ A metodologia de indicadores foi reformulada a partir de 2000, com base nos manuais da OCDE. Com esta mudança, o MCT não recomenda a comparação de dados anteriores com os obtidos a partir deste ano. Sobre o assunto confira o site sobre indicadores do Ministério da Ciência e Tecnologia (www.mct.gov.br).

O setor produtivo, sempre citado nos planos anteriores, como o segmento que deveria ampliar a sua participação nos gastos com P&D, ganharia centralidade. Sob a coordenação do ministro Ronaldo Mota Sardenberg, da Ciência e Tecnologia, foi organizada a Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em 2001, para a qual foi elaborado o Livro Verde, que prenunciava a necessidade de o país se inserir na sociedade da informação. Neste contexto, a indústria teria um papel fundamental, para que então pudesse alcançar condições que inserisse a economia do país de forma competitiva no mercado internacional. Iniciativas já vinham sendo tomadas com o intuito de produzir o marco regulatório no campo da C&T. O objetivo seria criar as bases que dariam condições para que indústrias e entidades de C&T (universidades e institutos de pesquisa) pudessem desenvolver inovações, como também viabilizá-las comercialmente.

No início do primeiro governo Luis Inácio Lula da Silva (2003-2006) foi lançado o *Plano Plurianual do MCT: 2004-2007* (BRASIL, 2003) e apesar da ênfase ao setor produtivo privado, como ocorreu no governo anterior, o documento trouxe como novidade a necessidade da PCT contribuir diretamente para a inclusão social e o desenvolvimento sustentável. Assim, ao lado de prioridades conferidas à pesquisa de ponta (biotecnologia, nanotecnologia etc.), a quarta versão do PPA da C&T contempla questões como C&T para inclusão social, difusão e popularização da ciência. Em 2002, em campanha presidencial, o então candidato Luís Inácio Lula da Silva em carta de intenção à SBPC declarou:

(...) a ciência e a tecnologia (C&T) no nosso governo serão usadas para elevar os níveis de educação e saúde do povo, democratizar o acesso à informação e ao conhecimento, expandir postos de trabalho, promover um desenvolvimento que respeite o meio ambiente e melhore a qualidade de vida dos brasileiros. O nosso programa de C&T estará, portanto, intimamente articulado com o nosso projeto de nação e visa contribuir efetivamente para o desenvolvimento social e econômico do país. (Diretório do PT, 2002, p. 02).

As diretrizes para a área de C&T do governo federal iriam criar, portanto, uma dupla perspectiva: uma focada na inovação, influenciada pelas políticas em curso nos países mais desenvolvidos, e que já vinha dominando a visão da política oficial do governo, e uma outra que enfatizava a inclusão social. Embora as questões sociais tenham entrado na agenda do MCT, Dagnino e Theis (2008), argumentam que não houve alteração substancial das relações de força antes vigentes mantendo-se, portanto, os níveis de recursos aos atores hegemônicos tradicionais. Os recursos aos programas desta nova linha seriam então muito inferiores aos daqueles da política do MCT da velha agenda.

A economia do país entrou numa fase de expansão, com o aumento das exportações de *commodities*. Os recursos destinados à C&T foram ampliados, mantendo a mesma linha de subvenções (incentivos financeiros e fiscais), entre outros mecanismos, adotados nos governo anterior, com o objetivo de apoiar e estimular a inovação. A Lei da Inovação, em discussão deste o governo Fernando Henrique, foi aprovada em 2005, no primeiro mandato do governo Lula. Também no mesmo ano, foi aprovada a Lei do Bem, garantindo uma série de benefícios fiscais às empresas com o interesse de inovar. Os esforços de inovação e desenvolvimento de P&D principalmente na iniciativa privada e nas empresas públicas passariam a contar com o forte apoio e incentivo do governo. De acordo com o relatório sobre os PPAs do MCT (BRASIL, 2003),

(...) o governo se norteou pela determinação de transformar ciência, tecnologia e inovação - C,T&I em alavancas do desenvolvimento nacional, de forma soberana e sustentável, com os seguintes objetivos gerais: consolidar, aperfeiçoar e modernizar o Sistema Nacional de C,T&I, expandindo a base científica e tecnológica nacional; criar um ambiente favorável à inovação no país, estimulando o setor empresarial a investir em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação; integrar todas as regiões ao esforço nacional de capacitação para C,T&I; desenvolver uma base ampla de apoio e envolvimento da sociedade na Política Nacional de C,T&I; e transformar C,T&I em elemento estratégico da política de desenvolvimento econômico do Brasil. (p. C-80)

Apesar da criação da *Secretaria Nacional de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social* (SECIS), a PCT deste governo não rompeu com a política anterior, decidindo mantê-la, complementando-a somente com uma nova abordagem, focada na área social. De acordo com o relatório sobre as ações do MCT (CGU, 2006), a *Estratégia Nacional de C,T&I* de 2006, bem como dos anos anteriores e os subseqüentes dentro dos dois mandatos do governo Lula, seria composta de um plano horizontal e três eixos verticais.

O plano horizontal se orientou para a estruturação de um efetivo sistema nacional de C,T&I, expresso no eixo Expansão, Consolidação e Integração do Sistema Nacional de C,T&I. Os eixos verticais teriam como base: (1) a promoção da inovação a partir das diretrizes da PITCE (Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior), expressa no eixo Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior; (2) viabilizar programas estratégicos para a garantia da soberania do país, cujas ações estão concentradas no eixo Objetivos Estratégicos Nacionais (que inclui as ações do programa espacial e do nuclear); e (3) a promoção da inclusão e do desenvolvimento social, via ações geradoras de capacidade e renda no eixo Ciência, Tecnologia e Inovação para a Inclusão e o Desenvolvimento Social. (BRASIL, 2003, p. C-80)

Neste ano de 2006, como no ano anterior e obedecendo a uma política científica e tecnológica elaborada no governo Fernando Henrique, os recursos seriam destinados em maior peso ao setor industrial. O eixo horizontal *Expansão, Consolidação e Integração do*

Sistema Nacional de C,T&I - envolvendo ações de apoio à infra-estrutura física de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de instituições e a formação e capacitação de recursos humanos -, recebeu R\$ 372,2 milhões. No eixo *Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior*, o que recebeu maior volume de recursos, os Fundos Setoriais (no interior do *Fundo Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia* – FNDCT, gerido pela Finep) alocaram R\$ 423,3 milhões para programas e projetos de parceria entre instituições científico-tecnológicas e empresas, e R\$ 209 milhões para subvenção direta de atividades de P&D em empresas nacionais. As áreas estratégicas consideradas neste eixo são: software, microeletrônica, fármacos e medicamentos, bens de capitais. Também consideradas áreas consideradas prioritárias, de futuro, estão a biotecnologia e nanotecnologia. Além destas, também receberam atenção especial a área de energias renováveis, com os programas CT&I para a economia do hidrogênio e energia de biomassa.

Já para o eixo *Objetivos Estratégicos Nacionais* foram alocados R\$ 202,6 milhões, o terceiro maior volume de recursos, focados no desenvolvimento de tecnologias críticas para o Programa Nacional de Atividades Espaciais, para o Programa Nuclear Brasileiro e para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, entre outros. Coube ao eixo *C,T&I para a Inclusão e o Desenvolvimento Social* um total de R\$ 43 milhões, para o apoio a ações de difusão e popularização da ciência, ao desenvolvimento de conteúdos educacionais e à Rede de Tecnologias Sociais - RTS.

O objetivo de ampliar a participação das empresas na geração da inovação, postulado no primeiro governo FHC, com programas de financiamento e políticas de incentivo ao longo da última década, parece ter surtido efeito, como demonstram os dados do MCT (Tabela 1). Além disso, houve na última década um aumento real de recursos aplicados à C&T. Em 2000, 1,30% do PIB era aplicado na área e em 2007, os dispêndios chegaram a 1,46%. Além do aumento proporcional em relação ao PIB, o próprio índice do PIB teve um aumento entre 2004 e 2008, com oscilações de 3 a 6% ao ano.

As prioridades da PCT então em vigor foram definidas em grande medida com base nos anais da 2ª *Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação*, realizada em 2001, que estava sob a coordenação do governo anterior. A distribuição de recursos nos dois mandatos do governo Lula demonstra a continuidade da política científica e tecnológica. As políticas de C&T com foco no desenvolvimento social, na perspectiva da inclusão social, apesar de ser inserida como um dos quatro eixos da *Estratégia Nacional de C,T&I* recebeu pouca atenção do MCT, com o menor volume de recursos. Mesmo aqueles programas que tiveram início nos governos militares, mantidos no eixo *Objetivos Estratégicos Nacionais*,

permanecem recebendo atenção especial no governo Lula. Apesar do fator estruturante da política econômica, percebe-se que as instituições políticas (constituídas sob a força de processos históricos) exercem influência preponderante sobre os mecanismos de formulação de políticas setoriais. Apesar de o governo Lula demonstrar intenção de mudar o curso da PCT, as diretrizes desenvolvidas no governo anterior se mantiveram, implementando-se adicionalmente, e sem prioridade em termos de recursos, programas e projetos associados ao desenvolvimento e a inclusão social.

Tabela 1 - Brasil: Investimentos nacionais em ciência e tecnologia (C&T) 2000-2007

Ano	PIB em milhões de R\$ correntes	Investimentos em C&T							% em relação ao total		% em relação ao PIB		
		em milhões de R\$ correntes											
		Públicos			Empresariais			Total	Públicos	Empresariais	Públicos	Empresariais	Total
		Federais(2)	Estaduais(3)	Total	Estatais(4)	Privados(5)	Total						
2000	1.179.482,0	5.795,4	2.854,3	8.649,7	1.183,2	5.455,6	6.638,8	15.288,5	56,58	43,42	0,73	0,56	1,30
2001	1.302.136,0	6.266,0	3.287,1	9.553,1	1.650,8	6.058,7	7.709,6	17.262,6	55,34	44,66	0,73	0,59	1,33
2002	1.477.822,0	6.522,1	3.473,3	9.995,4	2.593,1	6.688,7	9.281,8	19.277,2	51,85	48,15	0,68	0,63	1,30
2003	1.699.948,0	7.392,5	3.705,7	11.098,2	2.960,3	7.335,3	10.295,6	21.393,9	51,88	48,12	0,65	0,61	1,26
2004	1.941.498,0	8.688,2	3.900,5	12.588,6	3.510,2	7.941,3	11.451,6	24.040,2	52,36	47,64	0,65	0,59	1,24
2005	2.147.239,0	9.570,1	4.027,3	13.597,4	3.463,0	10.216,6	13.679,6	27.277,1	49,85	50,15	0,63	0,64	1,27
2006	2.369.797,0	11.476,6	4.282,1	15.758,6	3.076,0	11.548,6	14.624,6	30.383,2	51,87	48,13	0,66	0,62	1,28
2007	2.558.821,3	14.002,5	5.687,4	19.689,9	4.501,9	13.196,3	17.698,2	37.388,1	52,66	47,34	0,77	0,69	1,46

Fonte(s): **Elaboração:** Coordenação-Geral de Indicadores - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência e Tecnologia.

Nota(s):

1) ciência e tecnologia (C&T) = pesquisa e desenvolvimento (P&D) + atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC);

2) foram utilizados os valores de empenhos liquidados; não estão computadas as despesas com juros e amortização de dívidas (interna e externa), cumprimento de sentenças judiciais e despesas previdenciárias com inativos e pensionistas; estão computados os recursos do tesouro e de outras fontes dos orçamentos fiscal e de seguridade social; inclui estimativas dos dispêndios das instituições federais com cursos de pós-graduação reconhecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, do Ministério da Educação - MEC como aproximação dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento das instituições federais de ensino superior; 3) foram utilizados os valores empenhados, excluindo-se, quando o balanço permite, as despesas com juros e amortização de dívidas, cumprimento de sentenças judiciais e despesas previdenciárias com inativos e pensionistas; estão computados os recursos do tesouro e de outras fontes dos orçamentos fiscal e de seguridade social; inclui estimativas dos dispêndios das instituições estaduais com cursos de pós-graduação reconhecidos pela Capes/MEC como aproximação dos dispêndios em pesquisa e desenvolvimento das instituições estaduais de ensino superior;

4) computados os valores de pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas estatais federais não abrangidas nos levantamentos da Pintec e de atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC) das empresas estatais federais levantadas;

5) valores das indústrias extrativas e de transformação: em 2000, 2003 e 2005 tomam por base os valores apurados pela Pintec com "Atividades internas de P&D" e "Aquisição externa de P&D"; em 2001, 2002 e 2004, os valores estão estimados pela média do crescimento absoluto entre 2000 e 2003; em 2006 e 2007 foram calculados de acordo com o percentual médio de crescimento entre 2000 e 2005; valores do setor de serviços: de 2000 a 2004 e de 2006 a 2007, foram estimados tomando-se o equivalente a 18% do total em P&D apurado pela PINTEC que corresponde a participação do setor serviços no total do dispêndio em P&D apurado pela PINTEC para o ano de 2005; dos dispêndios empresariais privados (Pintec), em 2005, foram subtraídos os valores dos institutos de P&D já incluídos nos levantamentos dos dispêndios públicos (Embrapa, Fiocruz, etc.);

Atualizada em: 03/04/2009

5. Considerações finais

Este capítulo teve como intuito apresentar um histórico do processo de institucionalização das políticas de C&T no país a partir dos anos 1950, quando são criados o CNPq e a CAPES, principais agências de fomento à pesquisa e à formação de recursos humanos em nível de graduação e pós-graduação. A decisão do governo de criar tais instituições ocorreu após um longo período de reivindicação por maior estabilidade às carreiras científicas e de uma entidade de âmbito federal que organizasse e desse apoio ao setor. Um conjunto de fatores propiciou no Segundo pós-Guerra a institucionalização da C&T.

Entre estes fatores estavam: (1) fortalecimento político da comunidade de pesquisa, com a união de cientistas e professores universitários em torno da SBPC, criada em 1948, na defesa de medidas que garantissem estabilidade à atividade de pesquisa; (2) o engajamento dos militares na defesa da institucionalização da C&T, com interesse particular no desenvolvimento da área nuclear, considerada estratégica à soberania nacional e a projeção do país no âmbito das relações internacionais; (3) a consolidação na sociedade brasileira da idéia de que o desenvolvimento da C&T no país seria imprescindível ao progresso e a soberania nacional; (4) apoio decisivo do presidente Dutra, também militar, que criou, como um de seus últimos atos no cargo, o CNPq e a CAPES, instituições de fomento a pesquisa; e (5) a decisão do governo Vargas, que ao voltar ao poder, em 1951, deu continuidade à política econômica nacional-desenvolvimentista do Estado Novo, a qual deveria, nesta nova etapa, contar com o desenvolvimento de uma C&T nacional, consolidando, portanto, o primeiro passo dado pelo presidente Dutra.

Dos anos de 1950 até o final dos 1980, percebe-se que a dualidade do pensamento econômico - de um lado, o modelo nacional desenvolvimentista e, de outro, o liberal - é acompanhada por políticas científicas e tecnológicas correspondentes. A primeira demandava uma C&T autóctone, genuína, vinculada ao modelo de desenvolvimento baseado na substituição de importações, e a segunda enfatizava a formação de pessoal especializado para atender a demanda do processo de industrialização com uso de tecnologias importadas.

As instabilidades no campo da política de C&T ocorreram em decorrência destes diferentes modelos de política econômica e de desenvolvimento adotados após os anos 1950. Deste modo, as PCTs que enfatizariam a produção de C&T nacional teriam apoio de governos de vertente nacional desenvolvimentistas, como foi o de Getúlio Vargas, no período do Estado

Novo (1937-1945) e também no mandato incompleto de 1951-1954, e de alguns militares, como Costa e Silva (1967-1969) e Ernesto Geisel (1974-1979). Por outro lado, a C&T nacional perdeu importância em governos como nos de Juscelino Kubitschek (1956-1961) e de Emilio Garrastazu Médici (1969-1974), que dariam maior ênfase à formação de mão de obra especializada para atender às demandas de empresas multinacionais, oferecendo ainda facilidades à importação de tecnologias, em contraposição à falta de incentivos à produção de C&T nacional.

Os enclaves entre estas duas perspectivas nem sempre ocorreram de uma forma simples e direta. Chegaram a apresentar nuances e singularidades, como por exemplo, a coexistência das duas perspectivas na sua forma mais antagônica e radical no interior de um mesmo governo, na presidência de Ernesto Geisel (1975-1979) (GUIMARÃES, 1985; VIGEVANI, 1995). Tal realidade demonstra, inclusive, que um mesmo governo não representa um bloco monolítico de idéias em seu interior, podendo, pelo contrário, abrigar profundas contradições envolvendo o complexo sistema político e de poder, formal e informal, através do qual travam-se disputas internas constantes por recursos materiais e simbólicos.

A literatura sobre o tema analisa os modelos de PCT de uma outra forma, caracterizando fases e identificando diferentes modelos de acordo com etapas históricas mais ou menos definidas. Ruivo (1994), por exemplo, de uma forma muito abrangente, esquematiza estas diferentes etapas nos países mais desenvolvidos. No pós-Segunda Guerra, de acordo com a autora, teria dominado o modelo *science push*, ou “modelo linear por oferta”. Por este modelo, a ciência deveria ser produzida livremente, sem interferência externa de outros setores da sociedade ou do governo. Os critérios da objetividade científica dariam conta de traçar o caminho que deveria percorrer. Respeitando-se tal processo, naturalmente, a sociedade seria beneficiada ao aproveitar, automaticamente, os resultados gerados por estas pesquisas. A ciência, nesta acepção mertoniana, é entendida como algo neutro, destituída de valor.

O segundo modelo, característico dos anos 1960, seria o *demand pull*, que surgiu da crítica ao primeiro, tanto pelo movimento “ciência, tecnologia e sociedade”, que apontava para os riscos da falta de controle sobre a ciência, que demonstrava ser capaz de produzir grandes males à humanidade, como também por aqueles mais preocupados em colocar a ciência a serviço da produção econômica. Pelo *demand pull*, a produção científica e tecnológica deveria atender diretamente às demandas econômicas e sociais. A transferência dos benefícios proporcionados pela C&T não estaria ocorrendo de forma automática e direta.

Seriam necessários mecanismos que garantissem a influência de determinadas demandas à produção da C&T.

Sob tal perspectiva, pode-se afirmar que as características da primeira fase da PCT brasileira se enquadrariam no modelo da *science push*, que era o mesmo da fase da *Big Science* dos Estados Unidos. Os críticos ao modelo de PCT implementado pelo CNPq, nos anos 1950, argumentavam que a ciência básica, em especial a física e a biologia, era privilegiada na distribuição de recursos, em detrimento das ciências aplicadas (FERNANDES, 1990) e dos desenvolvimentos tecnológicos. Com este discurso e em defesa de investimentos na área de ciências aplicadas, a COSUPI, como entidade governamental, passou a liderar os dispêndios de recursos entre 1955 e início dos anos 1960 na área de C&T, ultrapassando os gastos do CNPq (FERNANDES, 1990). O enfoque dado à PCT a partir de então seria na formação de recursos humanos de áreas técnicas e nos diversos ramos da engenharia, para atender a demanda da indústria emergente no país. Apesar de o CNPq ter recuperado o comando da PCT no início dos anos 1960, o enfoque aos desenvolvimentos tecnológicos jamais recuou.³⁸.

Até os anos 1980, os cientistas tiveram participação limitada na formulação das políticas científicas e tecnológicas do país. As tomadas de decisão no âmbito do governo federal eram assumidas por grupos tecnocratas, alguns deles destacados do mundo da ciência, incorporando os interesses de grupos políticos dominantes no aparelho de Estado. As PCTs por vezes coincidiam com os interesses de boa parcela dos cientistas, com a adoção, por exemplo, de uma política nacional desenvolvimentista nos governos Costa e Silva e Ernesto Geisel. A posição da SBPC, principal entidade representativa dos cientistas, oscilava da crítica ao apoio comedido às PCTs governamentais. No final dos anos 1970, com o aumento da afiliação de pesquisadores das áreas de ciências humanas e, ao mesmo tempo, com o recrudescimento da repressão militar, a SBPC mudou de posicionamento não somente em relação a PCT, mas também ao governo, tornando-se uma das principais entidades brasileiras de contestação ao regime militar (FERNANDES, 1990).

Nos anos 1990, as mudanças na orientação da política econômica nacional avançaram em direção ao neoliberalismo. Diante de tal mudança, lastreada com as transformações em

³⁸ A polarização entre ciência básica e ciência aplicada é histórica e, ainda hoje, é recorrente. Costuma acirrar, principalmente, quando a PCT procura privilegiar os desenvolvimentos tecnológicos e as ciências aplicadas em detrimento da ciência básica. Autores ligados à linha de pensamento “ciência, tecnologia e sociedade” e também associado ao “Pensamento Latino Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” utilizam o termo “tecnociência”, desviando-se de tal celeuma. Em termos analíticos, estes não enxergam, principalmente no mundo contemporâneo, uma fronteira delimitada entre ciência básica e ciência aplicada, pelo contrário, acreditam que ambas possuem um pouco da outra nas suas práticas rotineiras. Sobre este assunto confira Barnes, 1982.

curso em todo o mundo, e com a crise econômica que engessava o desenvolvimento do país, o paradigma dual das políticas de C&T perderia força. Por quase duas décadas, as de 1980 e 90, a PCT ficou marcando passo. Enquanto não se definia uma nova PCT, idéias em curso nos países mais avançados começavam a ser aventadas no país e implementadas isoladamente, prenunciando algumas mudanças que viriam mais tarde. Neste sentido, o modelo de gestão da política de C&T e os arranjos institucionais estimulados no interior do PADCT, programa de pesquisa, com financiamento do BIRD e contrapartida brasileira, com início nos anos 1980 estendendo-se pelos anos 1990, seriam vistos como referência e modelo na definição de uma nova PCT.

A redefinição da PCT, como aconteceria na passagem do século XX para o atual, deveria estabelecer sintonia com as novas diretrizes neoliberais da política econômica, adaptadas às características do mundo globalizado. As PCTs dos países desenvolvidos, em processo de reformulação, serviriam de referência às reformas introduzidas nos governos Fernando Henrique Cardoso, principalmente a partir do segundo mandato (1999-2002).

Além das mudanças associadas à economia, a redemocratização do país fez com que grupos ligados a universidades e institutos de pesquisa ocupassem maior espaço na arena político do setor. Cientista e pesquisadores passaram a participar mais das tomadas de decisão da C&T, ocupando cargos políticos e vagas em conselhos e comitês assessores e de formulação e avaliação das políticas setoriais. Com o sistema de avaliação por pares, típico da área científica, que ganhou força com o PADCT, lideranças científicas teriam maior participação na elaboração das políticas para o setor.

Deve-se observar, no entanto, que a participação dos pesquisadores na vida política da C&T é influenciada pela cultura científica, obedecendo a critérios meritocráticos e em grande medida elitistas, contrários aos preceitos democráticos. Isto é, as lideranças científicas se constituem a partir de critérios consagrados pelo *ethos científico* (MERTON, 1992), que considera a trajetória da formação do pesquisador, indicadores de publicação em revistas internacionais reconhecidas, citações em artigos de outros cientistas, entre outros itens. Outra possibilidade de se ampliar o capital científico, como destaca Bourdieu (2004), seria a ascensão de lideranças científicas através de cargos administrativos.

O modelo de PCT construído nesta nova fase, seria o “modelo complexo” (um aperfeiçoamento do “modelo linear por demanda) que daria maior ênfase aos aspectos econômicos. As escolhas das políticas devem ter relação com as oportunidades estratégicas (no sentido econômico); a produção da ciência básica deve se ater às necessidades de longo prazo; mas ao mesmo tempo deve se voltar ao aumento da demanda societal, designada

culturalmente. Segundo Dickson (1984), este último modelo parece ter sido fruto de uma reconciliação entre os setores militares, acadêmicos e econômicos, que buscaram influenciar as políticas de C&T a partir de seus próprios interesses, valores e percepções sobre o seu papel para a sociedade.

Nesta fase neoliberal, a inovação tecnológica ganhou centralidade para a economia, mobilizando o esforço governamental de diversos setores do aparelho de Estado na formulação e adoção de leis de incentivo, aparatos e arranjos institucionais, criação, aplicação e fomento de subvenções a serviço de sua promoção. A indústria, neste novo modelo, é considerada o *locus* por excelência no qual os processos de inovação deveriam operar e se constituir. Seria o centro de gravidade da produção da C&T, no entorno do qual estaria operando a lógica do sistema das instituições de C&T do país, com o objetivo de gerar a inovação.

Ao longo do primeiro mandato do governo Luís Inácio Lula (2003-2006), como vem demonstrando ocorrer também no segundo, a política de C&T de seu antecessor vem se mantendo. Foi adicionado secundariamente a esta agenda, que privilegia a inovação, incentivos diferenciados com o intuito de promover a inclusão e o desenvolvimento social. Tal política vem se constituindo como um apêndice àquela hegemônica, sem interferir em seu funcionamento.

De acordo com dados governamentais, as reformulações na política de C&T elevaram o índice de participação da indústria na geração da *inovação*, muito embora este conceito, reformulado recentemente, tenha ampliado o espectro de ações e atividades referentes a esta área. Com isso, ampliou-se, conseqüentemente, a contabilidade dos gastos de C&T. O novo conceito de inovação passou a englobar, por exemplo, a modernização de plantas industriais, incluindo os investimentos em máquinas e equipamentos de linha de produção nos cálculos de gastos com inovação.

Mas apesar de a indústria ganhar centralidade na nova política de C&T, ela conta com uma baixa representatividade no aparato institucional de tomadas de decisão. Este novo modelo de PCT é formulado basicamente a partir da mobilização de cientistas e acadêmicos, que vêm assumindo altos cargos políticos. Não se observa uma demanda significativa por parte de representantes do setor produtivo, que em tese deveriam ser os maiores interessados no incremento do orçamento para a inovação na indústria.

Até os anos 1980, a vinculação entre a universidade e o setor produtivo ocorria com o apoio do estado (DAGNINO e THOMAS, 2001). A história das políticas de ciência e tecnologia no país, principalmente a partir dos anos 1980, mostra a ascensão dos

pesquisadores e cientistas como atores políticos e não propriamente segmentos ligados ao setor produtivo. Mesmo quando as políticas científicas e tecnológicas elegem hoje a indústria como principal agente na engrenagem da economia, devendo esta buscar a inovação, são os grupos de cientistas em aliança com uma tecnocracia instalada no aparelho de estado, burocratas da C&T, que estão definindo os rumos da área neste setor (DAGNINO, 2006). O ambiente da formulação das políticas, bem como da avaliação das mesmas, passou a englobar um espectro maior de setores da sociedade, mas os cientistas e pesquisadores são hoje os principais atores, influenciando decididamente a política setorial. O campo político da C&T é, portanto, ainda muito fechado e restrito a determinados grupos de interesse.

Os militares, por sua vez, tendo ocupado posição central nas políticas de C&T durante o regime autoritário, continuaram tendo suas demandas atendidas, com espaço garantido na agenda da C&T. O volume de recursos a seus programas de P&D, no segundo mandato do governo Lula, é a terceira maior parcela.

Observa-se que a política de C&T do governo tem forte relação com a estrutura econômica do país, mas também com os atores envolvidos historicamente nos esforços de construção de seu aparato institucional. Mas por sua natureza fechada, pouco acessível a outros segmentos da sociedade, a C&T no país ainda é um setor bastante elitizado, até mesmo porque o ensino universitário e mais ainda o de pós-graduação é acessível até hoje a apenas uma pequena parcela da população. É possível, no entanto, que o próprio desenvolvimento da sociedade, tanto do ponto de vista econômico como político, favoreçam a mudança na composição dos atores envolvidos na formulação da agenda da C&T, obrigando a alargar o espectro representativo da sociedade nos fóruns de decisões sobre as PCTs.

A política do governo Lula procurou adicionar os setores excluídos da sociedade, a partir de uma política de incentivo a ações que promovessem a inclusão social. No entanto, tal perspectiva, do ponto de vista prático, vem sendo ainda muito incipiente e limitada, não promovendo a inclusão dos interesses de setores da sociedade mais desfavorecidos na agenda da PCT.

CAPÍTULO 3

PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: DO DOMÍNIO MILITAR À NOVA REPÚBLICA

1. Introdução

O início das atividades de pesquisa e desenvolvimento na área espacial no Brasil está vinculado à percepção estratégico militar da necessidade de domínio de tecnologias com forte significado geopolítico, capazes de fortalecer a noção de país autônomo e soberano. Neste sentido, tanto a origem das atividades de pesquisa na área nuclear como aquelas voltadas para o espaço obedeceram a um significado estratégico militar. Os diferentes processos de institucionalização da pesquisa e desenvolvimento nestas duas áreas tiveram em comum o forte envolvimento das áreas de ensino e pesquisa das Forças Armadas. Por outro lado, os desdobramentos históricos destas duas áreas do conhecimento contaram com a forte participação de instituições civis de pesquisa.

O desenvolvimento de tecnologias de mísseis e foguetes, estratégico no pensamento militar nos anos de 1940, era considerado uma extensão natural das atividades de P&D militar. No entanto, o processo de institucionalização das atividades espaciais não foi deflagrado no interior das Forças Armadas. Este processo teve início no âmbito civil, nos idos dos anos de 1960, apesar das experiências de desenvolvimento de foguetes no interior das três forças singulares.

Em 1965, quando as atividades de pesquisa espacial no âmbito civil já estavam em curso, os militares da Aeronáutica criaram um núcleo de pesquisa e desenvolvimento de foguetes. Nos anos de 1970, no período do milagre brasileiro, no auge do regime militar, as Forças Armadas assumiram a liderança política na condução do programa espacial brasileiro. Mas o desenvolvimento da P&D espacial em instituições civil e militar simultaneamente foi uma característica bastante peculiar da história do programa brasileiro. Este aspecto gerou desdobramentos específicos frente aos diferentes contextos políticos e econômicos que o programa enfrentou.

A ênfase neste capítulo é dada aos desenvolvimentos tecnológicos. As atividades de pesquisa básica e mesmo as aplicadas da área espacial, por sua vez, estiveram muito mais associadas e influenciadas pelas políticas de C&T do que propriamente ao do programa tecnológico, cujos recursos eram alocados de acordo com critérios próprios, vinculados a um cronograma específico. Logicamente que a expectativa no longo prazo era de que o programa tecnológico em estágio avançado deveria levar naturalmente ao desenvolvimento de artefatos espaciais que suprissem a pesquisa com dados de interesse científico.

Outro aspecto, considerado relevante, foi o fato de que as instituições de pesquisa espacial estiveram sob orientação de um pensamento militar nacional-desenvolvimentista por pelo menos três décadas, entre os anos de 1960 e 1980. Mesmo na primeira fase das atividades espaciais, quando não havia uma coordenação única e centralizada do setor, o diretor do INPE buscava direcionar as pesquisas para a solução dos problemas nacionais e para o desenvolvimento do país e com forte espírito realizador. A mesma perspectiva, embora calcada em preocupações de segurança nacional, esteve presente na formulação do principal programa tecnológico espacial, nos anos de 1970, quando os militares assumiram definitivamente a coordenação das atividades do setor.

A história descrita neste capítulo, assim como no anterior, não tem como intenção fazer uma historiografia detalhada do setor espacial, embora em certos momentos isto pareça ocorrer. O objetivo principal é capturar, através do relato dos fatos, o pensamento predominante que delineou os contornos destas atividades de pesquisa no país. Daí a necessidade de um recuo histórico relativamente acentuado, procurando mostrar o quão extensa é a origem do pensamento que norteou o desenvolvimento desta área no Brasil.

A primeira parte do capítulo apresenta, portanto, os antecedentes das atividades espaciais, centralizando as atenções, primeiro, no processo de institucionalização da Aeronáutica. Em seguida, descreve-se o processo de criação da primeira instituição de pesquisa espacial, no âmbito civil, e logo em seguida o envolvimento dos militares nos desenvolvimentos de foguetes. A formulação de um programa tecnológico viria dez anos depois, nos anos de 1970, quando já se consolidava certa experiência no setor, tendo como base as cooperações com países mais avançados. Nesta fase, o setor passou por uma profunda reformulação, definindo-se os papéis de cada instituição e instituindo-se a coordenação e liderança militar sobre as atividades espaciais. É também neste período que o programa espacial brasileiro completo foi formulado em três segmentos: de infra-estrutura de lançamento de foguetes, de desenvolvimento de um *Veículo Lançador de Satélites* (VLS) e de satélites.

O programa, denominado MECB – Missão Espacial Completa Brasileira -, evoluiu num ritmo relativamente normal ao longo dos anos de 1980, embora já se prenunciassem mudanças importantes que iriam impactar o curso de suas atividades. Problemas de ordem econômica e vinculados a políticas de segurança internacional, sob a liderança dos países mais desenvolvidos, criando embargos tecnológicos, afetaram o desenvolvimento do foguete.

A transição dos anos de 1980 para os 90 foi de grande transformação política e econômica no contexto internacional, com fortes reflexos no programa espacial. Além disso, o

processo de redemocratização do país, com a perda de influência dos militares no aparelho de Estado, faria com que o programa espacial passasse por um momento crítico, sem recursos, até que suas diretrizes fossem redimensionadas.

A última parte deste capítulo descreve a retomada do programa espacial a partir de uma nova perspectiva, não mais com ênfase na questão da segurança, mas voltado à criação de uma capacidade auto-sustentável, baseada de um lado pelo potencial de gerar benefícios a sociedade e, de outro, pela criação de mecanismos que permitissem o financiamento de parte de suas atividades. Tal processo se desenrolou principalmente a partir do segundo mandato do governo Fernando Henrique Cardoso (1999-2002). As diretrizes da política do governo Lula, em seus dois mandatos, pouco difere de seu antecessor, mas a recuperação gradual do orçamento do programa espacial trouxe novo alento ao setor. Os projetos da área militar, em especial o VLS, que passou por um período crítico com o acidente na base de Alcântara, em 2003, matando 21 técnicos e engenheiros, receberam uma injeção de ânimo. A recuperação do projeto VLS foi baseado num contrato de consultoria tecnológica com a Federação Russa, que envolveu ainda a capacitação de pessoal em novas áreas tecnológicas e transferência de tecnologias.

2. Origem e institucionalização da política nacional de atividades espaciais

A história das atividades espaciais no Brasil está intimamente ligada ao modo particular pelo qual o pensamento militar brasileiro se constituiu historicamente, bem como ao papel que este extrato social exerceu a partir da década de 1930 na vida e no destino do país. A percepção geopolítica dos militares em muito se fundamentou na perspectiva realista³⁹, que compreende a configuração das relações internacionais em grande parte pelo poderio militar das nações. Neste sentido, os militares consideravam estratégico o desenvolvimento da pesquisa e da tecnologia em determinados campos do conhecimento, tornando-se essencial para garantir a independência e a autonomia em relação aos países mais desenvolvidos. As tecnologias da área nuclear e espacial ganharam, portanto, esta conotação a partir do final do segundo pós-guerra. Na visão dos militares, o domínio de uma série de conhecimentos e processos relacionados a estas áreas passaria a ser fundamental para que o país buscasse a sua plena soberania.

³⁹ Sobre este assunto, cfe. Morgenthau, Hans. **A Política entre as nações: a luta pela guerra e pela paz**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília/Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003

Do ponto de vista objetivo, o processo de institucionalização das atividades espaciais derivou de atividades militares de ensino e pesquisa no interior das três forças armadas. Somente na década de 1970, a Aeronáutica assumiu o papel de liderança tecnológica nesta área, quase quarenta anos após a sua criação como força singular. Foi, portanto, principalmente no interior da história da Aeronáutica que as atividades espaciais emergiram, processo não muito diferente daqueles observados nos países mais desenvolvidos ou daqueles que até hoje tem atuação nesta área tecnológica e do conhecimento. No entanto, o processo de institucionalização, do ponto de vista formal, teve sua origem a partir de iniciativas no âmbito civil, mas com participação de militares.

É importante ressaltar que o pensamento militar brasileiro entendia que para as atividades em que se envolvia (aeronáutica e espacial) não deveria deter exclusividade. Seria fundamental que setores civis da sociedade se capacitassem para também exercer e realizar determinadas atividades nestas áreas. Esta perspectiva, embora não fosse unanimidade entre os militares da Aeronáutica, foi mantida na primeira reforma institucional deste setor quando se discutiu o tema, no início dos anos de 1970 (ESCADA, 2005). A partir desta fase de reorganização institucional do setor, o papel das entidades civis no programa jamais foi questionado, consolidando-se a partir de então.

O campo aeronáutico, antes mesmo da criação do Ministério da Aeronáutica, já era idealizado para ser de domínio militar e civil, dada a dualidade das aplicações tecnológicas. Tal perspectiva já estava presente, por exemplo, no pensamento do aviador Santos-Dumont, que defendia a necessidade de iniciativas que fomentassem o preparo do país no setor aeronáutico.

Eu, que tenho algo de sonhador, nunca imaginei o que tive ocasião de observar, quando visitei uma enorme fábrica nos EUA. Vi milhares de hábeis mecânicos ocupados na construção de aeroplanos, produzindo diariamente de 12 a 18. Quando o Congresso Americano acaba de ordenar a construção de 22.000 dessas máquinas, nós, aqui, não encaramos ainda esse problema com a atenção que merece. A principal dificuldade para a navegação aérea está no progresso dos motores. Já o aço tem sido melhorado. Outra dificuldade que se apresenta à navegação aérea é a de localizar-se o aeroplano. É tempo, talvez, de se instalar uma escola de verdade em um campo adequado. Margeando a linha da Central do Brasil, especialmente nas imediações de Mogi das Cruzes, avistam-se campos que me parecem bons. Os alunos precisam dormir junto à Escola, ainda que para isso seja necessário fazer instalações adequadas. Penso que, sob todos os pontos de vista, é preferível trazer professores da Europa e dos EUA, em vez de para lá enviar alunos. Meu mais intenso desejo é ver verdadeiras Escolas de Aviação no Brasil. Ver o aeroplano, hoje poderosa arma de guerra, amanhã meio ótimo de transporte, percorrendo as nossas imensas regiões, povoando nosso céu, para onde, primeiro, levantou os olhos o Pe. Bartolomeu Lourenço de Gusmão. (SANTOS-DUMONT, 1986)

O que o visionário Santos-Dumont vislumbrou (ele descreve o que seria o Instituto Tecnológico Aeronáutico) foi aos poucos se consolidando para as autoridades governamentais como necessidade premente no campo da aviação civil e para as Forças Armadas antes mesmo da criação do Ministério da Aeronáutica, durante a Segunda Guerra Mundial. Após a Primeira Guerra, o Exército e a Marinha iniciaram atividades aéreas de suporte. Até então, o avião era visto como uma arma e um meio de auxílio ao combate terrestre. Mas já antes de terminar a Primeira Guerra, o País dispunha de um pequeno núcleo de aviadores militares, formados na Escola de Aviação Naval, que treinava pilotos para as duas forças singulares (SANTOS, 1989).

Em 1919, foi criada a Escola de Aviação Militar do Exército, cujo ensino ficou sob a responsabilidade da Missão Militar Francesa, que prestava assessoria aos militares brasileiros. A campanha pela criação do “Ministério do Ar” tornou-se forte no Brasil entre os anos de 1934 e 1935. Mas foi somente durante a Segunda Guerra que a idéia de criação do Ministério veio à tona, concretizando-se no dia 20 de janeiro de 1941.

O fato de o País ter participado da Segunda Guerra fez com que as atividades da aviação civil, até então subordinadas ao Ministério da Viação, ficassem vinculadas ao novo ministério⁴⁰. As circunstâncias favoreceram o rápido fortalecimento institucional do Ministério da Aeronáutica, que tinha em mente a idéia de exercer sua liderança institucional sobre as atividades da aviação civil, da indústria de construção aeronáutica e de transporte aéreo. Estas atividades de caráter civil deveriam servir de reserva à aviação militar.⁴¹ Por outro lado, já se reconhecia a necessidade de criação de instituições de ensino para a formação de pessoal especializado em técnicas de aviação e de equipamentos, pois era prevista a criação de órgãos de coordenação de atividades operacionais e também o surgimento de uma indústria nacional. Tornou-se patente, portanto, a necessidade de executar um programa de desenvolvimento científico e tecnológico que pudesse atender não somente as atividades militares, mas também as civis.

A Subdiretoria de Material do Ministério da Aeronáutica, mais tarde denominada Subdiretoria de Técnica Aeronáutica, sob o comando do Ten-Cel.-Av (Eng) Casimiro Montenegro Filho, ficou encarregada de levar adiante tal iniciativa. O objetivo era criar um centro técnico, no qual funcionaria uma escola de engenharia aeronáutica dotada de infra-

⁴⁰ Um histórico sobre este processo de criação do Ministério da Aeronáutica, bem como o enfoque à perspectiva modernizante na criação do CTA e do ITA, pode ser conferido em: BOTELHO, Antonio José Junqueira. Da utopia tecnológica aos desafios da Política Científica e Tecnológica: o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1947-1967). **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. São Paulo, v.14, n. 39, p 139-154, fev. 1999.

⁴¹ CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL (CTA). **O Centro Técnico de Aeronáutica**: informações gerais. São José dos Campos: Serviço de Publicações do Centro Técnico de Aeronáutica, 1953.

estrutura sofisticada que incluísse laboratórios e oficinas especializadas. Esses laboratórios serviriam à pesquisa e ao ensino universitário, mas também a exames, testes, vistorias, entre outras atividades técnicas de interesse da *Força Aérea Brasileira* (FAB). Com isso, poderiam ser atendidas as necessidades dos diferentes setores da atividade aeronáutica, mas em especial a pesquisa básica e científica.

Em 1945, o Ten-Cel-Av Montenegro conheceu o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), um dos maiores centros de referência em tecnologia do mundo, e também o professor Richard H. Smith, chefe do Departamento de Aeronáutica deste instituto. A visita fazia parte de um programa que tinha como objetivo conhecer instituições de pesquisa que pudessem ajudar a desenhar o modelo de uma instituição científica e tecnológica do Ministério da Aeronáutica. Em agosto de 1945, foi definido que o MIT seria a organização modelo para o futuro centro técnico do Ministério da Aeronáutica. O professor do MIT passou a participar ativamente deste processo, passando a auxiliar no esboço dos principais fundamentos que dariam forma ao CTA. As idéias do professor norte-americano afinavam-se aos anseios que dominavam o Ministério da Aeronáutica. Ainda como chefe do Departamento de Aeronáutica do *Massachusetts Institute of Technology*, disse em uma conferência no dia 26 de setembro de 1945, no Auditório do Ministério da Educação, no Rio de Janeiro, sob o tema “Brasil, Futura Potência Aérea”:

Uma nova potência aérea como o Brasil tem, todavia, a vulnerabilidade de ser levada a comprar grandes quantidades de material de guerra, oferecido por vendedores estrangeiros a preços verdadeiramente atrativos, com o argumento de que sua obsolescência seria inteiramente compensada por seu baixo custo. Fora disso, porém, creio que este país seguirá melhor política não adquirindo material aeronáutico de guerra, senão para as suas necessidades imediatas, mesmo que este lhe seja oferecido de graça.

A política do Brasil em aceitar tal espécie de material, com o fundamento de ser barato ou de graça, é enganosa, por diversas razões: (a) ficaria de posse de grande quantidade de material antiquado, caro de ser mantido e dispendioso de ser operado; (b) estaria sempre na dependência de um país estrangeiro; e (c) tal situação acarretaria o retardo do desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira, impedindo, talvez, mesmo a sua independência, não podendo enfrentar a concorrência de países mais fortes.

Acredito, em resumo, que tal política importará em nada mais do que trocar o futuro da aviação do Brasil, como produtor independente de aviões e operador de linhas aéreas internacionais, por um lote obsoleto de aviões de guerra. Este seria, na minha opinião, um péssimo negócio para o Brasil, razão porque espero que este país possa evitá-lo.⁴²

O plano de criação de um centro universitário e de pesquisa para a Aeronáutica foi aprovado pelo presidente da República, em novembro de 1945. No dia 29 de janeiro de 1946,

⁴² CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL (CTA). **O Centro Técnico de Aeronáutica**: informações gerais. São José dos Campos: Serviço de Publicações do Centro Técnico de Aeronáutica, 1953.

o ministro da Aeronáutica, Armando Trompowski, nomeou a Comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica (COCTA)⁴³, que ficaria subordinada à Subdiretoria de Técnica Aeronáutica, cujo diretor era o então Cel-Av Casimiro Montenegro Filho. A escolha do local foi feita pelo Cel-Av Montenegro e pelo professor Smith, que sobrevoaram a região do Vale do Paraíba. São José dos Campos reunia as condições estratégicas e necessárias para as instalações e atividades do futuro CTA.

Em 1953, a COCTA foi extinta após finalizar a sua missão e o CTA começou a funcionar no dia primeiro de janeiro de 1954. O decreto nº 34.701 considerou formado o CTA, instituição científica e técnica de pesquisa e de ensino superior, e com as seguintes atribuições:

- a) Ministrar o ensino de grau universitário correspondente às atividades de interesse para a aviação nacional e, em particular, para a Força Aérea Brasileira;
- b) promover, estimular, conduzir e executar a investigação e a aplicação científica e técnica, visando o progresso da aviação brasileira;
- c) cooperar com a indústria do país, para orientá-la em seu aparelhamento e aperfeiçoamento, visando atender às necessidades da Aeronáutica; e
- d) colaborar com as organizações científicas, técnicas e de ensino do país e de outras nações, para o progresso da ciência e da técnica.⁴⁴

Nas iniciativas de criação do Centro Técnico de Aeronáutica tinha-se a percepção e a certeza da importância da necessidade de cérebros científicos em busca de independência na obtenção de equipamentos e de meios aéreos. Não se tinha ainda em mente, os desenvolvimentos na área espacial. No Ministério da Aeronáutica, o pensamento corrente defendia a independência tecnológica na área militar como uma das principais condições para que o Brasil fosse uma nação autônoma (Medeiros et al, 1992). A busca por esta autonomia tecnológica contou com a cooperação militar dos Estados Unidos, ao qual o País era aliado desde a Segunda Guerra, tendo reafirmado esta aliança no pós-guerra com base no TIAR – Tratado Interamericano de Assistência Recíproca.

⁴³ BRASIL. **Decreto nº 26.508, de 25 de março de 1949**. Cria a comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica, Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=137272>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

⁴⁴ BRASIL. **Decreto nº 34.701, de 26 de novembro de 1953**. Considera organizado o Centro Técnico de Aeronáutica. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=82878>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

3. Os institutos de pesquisa do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA)

O plano de criação do Centro Técnico previa a construção de dois institutos científicos que deveriam ter atividades coordenadas, mas tecnicamente autônomas (SMITH, 1945). O primeiro deles, o *Instituto Tecnológico Aeronáutico* (ITA), dedicou-se ao ensino técnico superior, e o outro, o *Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento* (IPD), voltou-se a pesquisa e a cooperação com a indústria de construção aeronáutica, a aviação militar e a aviação comercial.

A primeira turma de engenharia aeronáutica formou-se em 1942, na *Escola Técnica do Exército* (ETE), no Rio de Janeiro, que veio a se chamar posteriormente *Escola Militar do Exército* (IME). Quando o Centro Técnico da Aeronáutica foi instalado, este curso foi transferido para o *Instituto Tecnológico de Aeronáutica* (ITA), em São José dos Campos.

O plano elaborado pelo professor Smith (1945) para os cursos de engenharia do ITA continha as seguintes proposições:

- a) prover os meios para criar e desenvolver uma Universidade de Engenharia, o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), didaticamente autônoma, sob disposições emanadas de sua congregação de professores, de conformidade com o que viesse a constar em seu Regimento Interno;
- b) estabelecer um regime de ensino de alto nível teórico/prático, segundo os mais avançados métodos educacionais dos países desenvolvidos, adotando-se o regime de dedicação plena, tanto por parte dos professores como dos alunos;
- c) formar uma vida comunitária no campus universitário, de grande comunicação entre alunos e professores, com um sistema de auto-gestão - pelos alunos - das atividades culturais, esportivas e sociais de seu próprio interesse;
- d) fixar o regime de concessão de bolsas de estudo para os alunos, de maneira a permitir a dedicação ao estudo, em tempo integral, resultando, daí, melhor desempenho de trabalho em empresas estatais ou particulares de transporte aéreo ou para a futura indústria aeronáutica; e
- e) conduzir pesquisas e/ou projetos de natureza científica ou tecnológica (teórica ou experimental), a fim de atingir um estado avançado de conhecimento tecnológico.

No início das atividades de ensino do Instituto, estava previsto que a maioria dos professores seria de norte-americanos altamente credenciados, contratados por um período de quatro anos, renováveis por mais três, caso fosse necessário. Findo o período experimental, todo o pessoal norte-americano seria, gradualmente, substituído por brasileiros e, se possível, pelos próprios alunos formados pelo Instituto. Ao mesmo tempo em que a COCTA envolvia-se em atividades de construção e aquisição de equipamento, efetuava-se também a seleção dos

professores e técnicos brasileiros para o Instituto, muitos deles provenientes da Escola Técnica do Exército.

O primeiro reitor do ITA, o professor Richard Smith, exerceu o cargo até dezembro de 1951. O primeiro curso a funcionar no ITA foi o de Engenharia de Aeronáutica. Em seguida, foram implementados o de Aerovias (atual Engenharia de Infra-Estrutura) e em seguida o de Eletrônica. Atualmente, o ITA conta com mais dois cursos: de Engenharia Mecânica e Engenharia da Computação.

Como a formação de mão-de-obra especializada já estava em curso com o funcionamento do ITA, o segundo passo para consolidar os avanços no campo aeronáutico do País seria a instalação de uma infra-estrutura técnico-científica que daria suporte ao futuro parque industrial que naturalmente iria se instalar no entorno das atividades aeronáuticas de pesquisa e desenvolvimento do CTA. A formação de outros institutos deveria, portanto, atender a expansão das atividades do CTA nos campos da pesquisa e do desenvolvimento, além de organizar e coordenar a cooperação do desenvolvimento técnico-industrial do País. Entre as preocupações e missões atribuídas a estas instituições incluía-se o controle da qualidade dos produtos, de acordo com as exigências e requisitos de eficiência e segurança aeronáutica.

O *Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento* (IPD) foi criado então, no final de 1953, pelo Ministério da Aeronáutica, sob a missão de ativar a futura indústria aeronáutica no País encarregando-se da promoção e coordenação das atividades de pesquisas tecnológicas e desenvolvimento aeronáutico. Em termos práticos, o IPD teria como objetivo estudar os problemas técnicos, econômicos e operacionais relacionados à aeronáutica; cooperar com a indústria e buscar soluções adequadas às atividades da aviação nacional.

Durante os anos de 1950, surgiram alguns projetos no IPD que, apesar de inovadores e arrojados, não chegaram a entrar em processo de produção, limitando-se ao campo experimental. No entanto, estas experiências possibilitaram maior aprendizado de engenheiros formados pelo ITA que passaram a atuar no Instituto em conjunto com os grupos estrangeiros, autores destes projetos.

Em 1958, o IPD chegou a esboçar uma iniciativa que tinha como intuito a organização das atividades espaciais. Uma proposta de autoria do Brigadeiro (eng) Oswaldo Balloussier foi enviada ao Ministério da Aeronáutica com o objetivo de criar uma comissão especial para a área, mas com enfoque no desenvolvimento de mísseis. A iniciativa não foi além da elaboração de um relatório sobre o assunto.

O grande marco da história tecnológica do IPD viria alguns anos mais tarde, em 1966, quando o Instituto teria dado um dos passos mais importantes de sua história. Foi neste ano que iniciou-se o desenvolvimento do projeto do avião Bandeirante. Alguns anos mais tarde, em 1969, esta iniciativa resultaria na criação da Embraer, empresa estatal que começou a produzir o Bandeirantes, dando início também ao desenvolvimento de outros projetos de aviões civis e militares.

Até o início dos anos 60, portanto, o IPD concentrava suas atividades na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologias aeronáutica, de eletrônica, materiais e de sistemas e equipamentos especiais. A sua inserção na área espacial viria então quando uma série de atividades de pesquisa no âmbito civil já estava em curso. Com a criação do *Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais* (GOCNAE), em 1961, os militares do CTA começaram a desenvolver pequenos foguetes de sondagens meteorológicas para a Força Aérea.

4. O surgimento do INPE como instituição civil da área espacial

Quando as atividades espaciais no mundo começaram a tomar vulto no final dos anos de 1950, com a corrida espacial disputada pelas duas grandes potências da época, era de se esperar que os militares brasileiros da Aeronáutica assumissem naturalmente estas atividades, como extensão do envolvimento na pesquisa e no desenvolvimento aeronáutico que estavam sob a sua órbita de ação. Mas não foi exatamente desta forma que os rumos neste campo ocorreram.

O interesse pelos foguetes surgiu na *Escola Técnica do Exército* (ETE), atual *Instituto Militar de Engenharia* (IME). Em 1949, a ETE recebeu o professor francês Edmund Brun para ministrar a disciplina de Autopropulsão. Como projeto de final de curso, seus alunos desenvolveram um foguete, que foi testado no mesmo ano no campo de provas da Marambaia, da Marinha, no Estado do Rio de Janeiro. O lançamento foi realizado com sucesso. As iniciativas pelo Exército não pararam por aí. No dia 19 de fevereiro de 1957, foi lançado pela ETE um foguete de dois estágios que atingiu a altura de 30 quilômetros. No ano seguinte foi elaborado um projeto mais ambicioso que, devido à altitude prevista de 120 quilômetros, permitiria utilizar uma carga útil de 30 quilos para estudos científicos da alta atmosfera. Este projeto, chamado Sonda 1, batizado de Gato Félix, não decolou, mas era mais ambicioso que o primeiro foguete desenvolvido e lançado anos mais tarde, em 1965, pela

Aeronáutica, com carga útil de 4 quilos e alcance de 64 quilômetros de altitude (CASTRO, 2004).

A Marinha também projetou foguetes, mas somente o Exército chegou a desenvolver iniciativas com potencial para a pesquisa científica através da ETE. A partir dos anos de 1960 e 1970, o desenvolvimento de foguetes pela Marinha e pelo Exército ou possuíam uma configuração limitada a cargas úteis de 5 quilos ou eram voltados a aplicações militares. A Marinha, no início dos anos de 1960, desenvolveu os foguetes SOMMA (*Sondagem Meteorológica da Marinha*), e o Exército, através da ETE, passou a desenvolver foguetes e mísseis. Um destes projetos, repassado para a indústria, ficou conhecido como sistema Astros. A Avibrás, empresa aeroespacial sediada em São José dos Campos, exportou diversas unidades deste sistema a países do Oriente Médio⁴⁵.

Apesar de as iniciativas brasileiras voltadas ao desenvolvimento de foguetes datarem do final da década de 1940, até o início dos anos 60 estas eram atividades isoladas, sem o amparo de uma política específica, que previsse programas dotados de orçamento e continuidade. As iniciativas que ganharam um caráter institucional, garantindo desenvolvimentos contínuos, mesmo enfrentando dificuldades, concretizaram-se após estas experiências do Exército e da Marinha. Foi na Aeronáutica, nos anos de 1960, que tais desenvolvimentos passaram a contar com orçamentos regulares, ganhando estrutura de programa.

Mas apesar destas experiências na área militar, as atividades espaciais começaram a ganhar um contorno institucional a partir de iniciativas promovidas por pesquisadores civis. Em dezembro de 1960, durante a Reunião Interamericana de Pesquisas Espaciais, realizada pela *Associação Argentina Interplanetária* (AAI), e dentro de um simpósio organizado pela *Comissão Nacional de Pesquisas Espaciais* (CNIE), da Argentina, foi criado o Comitê Interamericano de Pesquisas Espaciais. Para integrar este comitê, foi indicado o presidente honorário da *Sociedade Interplanetária Brasileira* (SIB), o professor Luiz de Gonzaga Bevilacqua. Entre as principais atribuições deste comitê, estava o estímulo à criação de entidades governamentais dedicadas à pesquisa espacial (OLIVEIRA, 1991).

No dia 20 de fevereiro de 1961, o professor Bevilacqua entregou ao presidente da República, Jânio Quadros, de quem era amigo pessoal, uma carta assinada por ele e pelo engenheiro Thomas Bun, presidente da SIB, que sugeria a criação de uma instituição dedicada

⁴⁵ Avibrás Indústria Aeroespacial. **Revista Techno**. Uberlândia, n. 22, p.150-165, 2002.

à pesquisa espacial. O presidente Jânio Quadros, entusiasmado com as conquistas espaciais⁴⁶, nomeou em 17 de maio de 1961, uma comissão formada pelo almirante Octacílio Cunha, então presidente do CNPq, pelo coronel Aldo Vieira da Rosa, diretor do IPD/CTA, e pelos presidentes da SIB, Luiz Gonzaga Bevilacqua e Thomas Bun, que iriam conceber o órgão responsável pela coordenação das pesquisas espaciais no país. Apesar de a iniciativa ter sido destes pesquisadores, os militares da Aeronáutica foram envolvidos nas ações que viriam a seguir para instituir o campo da pesquisa espacial no país.

O coronel Vieira da Rosa solicitou a um ex-aluno do ITA, Fernando de Mendonça, a descrição dos detalhes de como seria esta instituição. Mendonça estava na Universidade de Stanford, na Califórnia, para o seu doutorado e atuava também em um dos projetos da recém-criada agência espacial norte-americana (NASA). Apesar do envolvimento dos militares nesta comissão, o Ministério da Aeronáutica não quis encampar a instituição que estava sendo então idealizada. Segundo o Brigadeiro Ájax⁴⁷, o campo da Aeronomia, uma das principais áreas de pesquisa desta nova instituição, não era do interesse do Ministério da Aeronáutica. Segundo Mendonça⁴⁸, o Cel.-Av. (Eng.) Casimiro Montenegro Filho, diretor do CTA na época, argumentara que o Estado Maior da Aeronáutica e o ITA não queriam a nova instituição na Aeronáutica, pois representava gastos adicionais, motivo pelo qual o CTA teria dificuldades para mantê-la. Ele teria sugerido o CNPq para abrigar a nova instituição.

No dia 15 de junho, a comissão encaminhou parecer sugerindo a criação do GOCNAE⁴⁹ subordinado ao CNPq. Além de coordenar as atividades do setor, o GOCNAE teria como atribuição a formação de pessoal especializado e o desenvolvimento de atividades nas áreas de Rádio-Astronomia, Astronomia, Rastreo Ótico de Satélites e Comunicações por meio de Satélites (OLIVEIRA, 1991).

No dia 3 de agosto do mesmo ano, o presidente Jânio Quadros assinou o decreto de criação do GOCNAE, cuja primeira diretoria foi constituída pelo coronel Aldo Vieira da Rosa (Aeronáutica) como presidente e tendo como membros do Grupo Executivo: o coronel Alnyr Maurício (Exército), almirante João Botelho Machado (Marinha) e coronel Sérgio Sobral de Oliveira (Aeronáutica). Os membros do Conselho eram: Luiz de Gonzaga Bevilacqua

⁴⁶ O presidente Jânio Quadros recebeu e condecorou o cosmonauta Iuri Gagarin em julho de 1961, alguns meses após ter sido o primeiro homem a ir ao espaço, num vôo orbital em torno da Terra.

⁴⁷ MELO, brigadeiro Ajax Barros de, ex-diretor da Agência Espacial Brasileira. Entrevista concedida para esta pesquisa de mestrado. São José dos Campos, dez. 2003.

⁴⁸ MENDONÇA, Fernando de, ex-diretor da CNAE e INPE. Entrevista concedida para pesquisa de mestrado. São José dos Campos, 15 abr. 2004.

⁴⁹ BRASIL. **Decreto n. 51.133, de 3 de agosto de 1961.** Cria o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Estudos Espaciais e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=217942>>. Acesso em: 4 abr.2005.

(presidente honorário da SIB), Thomas Pedro Bun (presidente da SIB) e Lincoln Eduardo de Souza Bittencourt, todos civis e representantes da SIB. O GOCNAE se constituiu de forma contraditória: era uma entidade civil, gerenciada por militares da Aeronáutica. Entre as atribuições previstas para o GOCNAE, incluíam-se:

- a) estudar e propor a Política Espacial Brasileira e a legislação correspondente em colaboração com o Ministério das Relações Exteriores;
- b) elaborar o plano de criação da Comissão Nacional de Atividades Espaciais e os projetos de leis, estatutos e regulamentos necessários à instituição;
- c) coordenar; estimular e apoiar os trabalhos e estudos relacionados com as atividades espaciais;
- d) executar projetos de pesquisas espaciais;
- e) exercer outras atividades relacionadas com as atribuições previstas, incluindo o desenvolvimento de intercâmbio técnico-científico e a cooperação internacional, a promoção da formação⁵⁰ de especialistas e a coordenação entre as atividades espaciais e a indústria brasileira.

O GOCNAE possuía, portanto, atribuições de agência coordenadora de política setorial e, ao mesmo tempo, características de uma instituição executora de pesquisa. Deveria ter uma existência curta e transitória, dada a responsabilidade de organizar o setor, definindo o perfil da entidade responsável pela coordenação da política espacial, bem como o da instituição executora da pesquisa neste campo do conhecimento. O que deveria ser transitório tornou-se definitivo e abrangendo uma série de atividades.

As primeiras instalações do GOCNAE foram as salas do Centro de Preparação de Oficiais da Reserva da Aeronáutica (CPOR), no CTA. Mais tarde, o Ministério da Aeronáutica cedeu parte do terreno do CTA para que esta entidade se instalasse.

Fernando de Mendonça, que participou ativamente da elaboração do Plano de Pesquisa para o GOCNAE, ao retornar dos Estados Unidos, assumiu a direção científica da entidade, que passou a ser designada informalmente de *Comissão Nacional de Atividades Espaciais* (CNAE)⁵¹. Na ausência do Cel. Av. Aldo Vieira da Rosa, que se transferiu para os Estados Unidos, Mendonça assumiu interinamente a direção da instituição até 1964, quando o pesquisador e diretor do Instituto de Astronomia e Geofísica da USP, Abrahão de Moraes, tomou posse do cargo.

⁵⁰ BRASIL. **Decreto n. 51.133, de 3 de agosto de 1961**. Cria o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Estudos Espaciais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=217942>>. Acesso em: 4 abr.2005.

⁵¹ Apesar de passar a ser conhecida como CNAE – Comissão Nacional de Atividades Espaciais – esta nunca existiu formalmente. Existia oficialmente o GOCNAE, que deveria implantar a CNAE, o que efetivamente ocorreu, mas não do ponto de vista formal. Quando o GOCNAE foi extinto, em 1971, deu origem à COBAE e também ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), que passou a abrigar oficialmente as atividades de pesquisa espacial na área civil.

Os primeiros anos da CNAE foram dedicados à Ciência Espacial, que englobaria principalmente a Astronomia (espaço exterior) e a Aeronomia (estudos relacionados às camadas superiores da atmosfera). Para o desenvolvimento de pesquisas nestas áreas era imprescindível a coleta de dados, em grande parte, obtidos durante o voo de cargas úteis (com uso de diferentes sensores) lançadas a bordo de foguetes. A CNAE apresentou, então, ao Ministério da Aeronáutica um plano de construção e implantação de uma base de lançamento no nordeste do País. No entanto, este projeto foi executado em 1965 pelo *Grupo Executivo e de Trabalhos e Estudos de Projetos Especiais* (GETEPE), criado para implantar o *Centro de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno* (CLFBI), nas proximidades de Natal, e para desenvolver foguetes.

Neste mesmo ano, a CNAE firmou convênio com o CLFBI para lançar foguetes. No ano seguinte, um grupo de oficiais do GETEPE e de pesquisadores da CNAE passou por treinamento na NASA, nos Estados Unidos, para atividades de apoio meteorológico nos lançamentos de foguete e também para acompanhar a construção de cargas úteis para estudos de Ciência Espacial. O CLFBI foi inaugurado em 1965 com o lançamento de um foguete da NASA, o Nike-Apache.

O CLFBI foi considerado um dos centros de lançamento mais ativos do mundo neste período. As campanhas eram de natureza científica e em parceria com instituições de pesquisa estrangeira. Os lançamentos da CNAE eram realizados através do projeto SAFO – Sondagem Aeronômica com Foguetes, que só foi possível com a contribuição da NASA. A maior aproximação com a agência espacial norte-americana é fruto da estreita relação do Brasil com os Estados Unidos desde a Segunda Guerra Mundial. No campo das relações externas, o País mantinha uma aliança no campo da segurança e defesa, que se iniciou durante a Segunda Guerra Mundial e que se manteve no Pós-Guerra. O *Tratado Interamericano de Assistência Recíproca* (TIAR), de 1947, teria sido um dos principais documentos multilaterais neste campo e que permitiu a assinatura de um acordo militar bilateral de assistência militar, em 1952⁵². De 1965 até o ano de 1970, ou seja, num período de cinco anos, foram lançados desta base de lançamento quase 230 foguetes, entre estrangeiros e os nacionais Sonda I e II, que começaram a ser desenvolvidos pelo GETEPE (MOTTA, 2003).

Surgiram então os foguetes SONDA, desenvolvidos pelo GETEPE e fabricados pela Avibrás. No início da década de 1970, o grupo do GETEPE foi incorporado ao corpo técnico do IPD, que passou a se chamar *Instituto de Atividades Espaciais* (IAE). Os primeiros anos de

⁵² O TIAR denunciado posteriormente, em 1977, pelo governo Geisel, cuja política externa se diferenciava em relação à dos governos militares anteriores.

atividades da CNAE concentraram-se na construção de suas instalações, na formação de pesquisadores altamente capacitados, na expansão das atividades de pesquisa e na elaboração de projetos que, segundo Fernando de Mendonça, procuravam gerar benefícios ao setor econômico e social do País. Esta seria uma forma de legitimar e ao mesmo tempo garantir visibilidade e recursos aos projetos da CNAE.

A falta de recursos humanos especializados na pesquisa espacial, que faria uso de dados de satélites, era um problema a ser enfrentado. Havia a necessidade de formar pesquisadores de primeira linha. Nas palavras do ex-diretor da CNAE, “não existe ciência de terceiro mundo, ela só pode ser de primeiro mundo”. Com isso, a CNAE procurou não somente formar pesquisadores em programas de pós-graduação no exterior, como também trazer pesquisadores do exterior para atuar e fazer parte do corpo docente dos cursos de pós-graduação da CNAE, criados em 1968, a partir do projeto Porvir⁵³.

O programa de pesquisa da CNAE estava intimamente ligado a lançamentos de foguetes da Barreira do Inferno. Mas, aos poucos, a CNAE ampliou o uso de dados de satélites meteorológicos, de comunicação e de sensoriamento remoto, levando as atividades espaciais a um maior alcance, com aplicações que poderiam atender diferentes campos do conhecimento e interesses direto da sociedade. Foram criados os projetos *Meteorologia por Satélite* (MESA), voltado à recepção de imagens de satélites meteorológicos, *Sensoriamento Remoto* (SERE), que utilizava satélites de sensoriamento remoto para o levantamento de recursos naturais e o *Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares* (SACI), que utilizava um satélite geoestacionário de comunicações, dos Estados Unidos, com o objetivo de ampliar o sistema educacional do País. Estes projetos, originados na segunda metade da década de 1960, seriam no começo da década de 1970 os mais importantes projetos conduzidos pela CNAE. Também nessa época, foi montado o grupo de Análise de Sistemas, que trouxe para o Brasil as técnicas de abordagem de problemas com aspectos multi e interdisciplinares.

Com o advento de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, as atividades da CNAE no campo da pesquisa aplicada começaram a expandir. Entre as áreas beneficiadas pelos dados de sensoriamento remoto destacavam-se a Hidrologia, a Oceanografia, a Geologia, a Agricultura, entre outras áreas do conhecimento. A Cartografia, como exemplifica Mendonça, apresentava uma grande defasagem e poderia se beneficiar de estudos que

⁵³ O projeto Porvir foi criado pela CNAE em 1966. Tinha como objetivo formar, no mais curto espaço de tempo, um grupo de cientistas, mestres e doutores em Ciências, capazes de chefiar projetos, dirigir laboratórios e orientar pesquisadores.

envolvessem o sensoriamento remoto. Um país de dimensões continentais como o Brasil ainda não contava com uma cartografia precisa. As imagens produzidas a partir de vôos orbitais poderiam trazer avanços significativos a este setor.

Na meteorologia, a perspectiva era de que os dados de satélites pudessem incrementar e melhorar as previsões de tempo, trazendo benefícios significativos a diversas atividades econômicas, como também à área social, com previsões mais precisas e fornecidas com maior antecedência. No campo científico, as pesquisas de Ciências Espaciais e Atmosféricas continuaram a evoluir com a participação freqüente em campanhas de lançamento de foguetes a partir do CLBI. Os resultados destas pesquisas, muitas desenvolvidas em parceria com a NASA entre outras agências estrangeiras, eram apresentados em simpósios internacionais, alguns realizados na própria CNAE, empenhada em inserir seus pesquisadores entre os mais atuantes do mundo.

Em outra área de aplicação, a CNAE começou a elaborar, em 1968, um projeto educacional piloto com uso de satélites de comunicação da NASA. O objetivo era promover o ensino através de aulas teleducativas transmitidas via satélite. Para este projeto, chamado *Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares* (SACI), foi criada uma equipe multidisciplinar, dedicada a questões técnicas e pedagógicas e envolvendo equipes de tevê e atores. O projeto atendeu nos primeiros anos da década de 1970 cerca de 500 escolas do Rio Grande do Norte, num total de 20 mil alunos, além de treinar dois mil professores. A idéia era buscar uma solução para disseminar conteúdos pedagógicos do ensino básico a todo o território brasileiro, com uso da tecnologia espacial. O projeto chegou a ser realizado durante dois anos, entre 1973 e 1975, sendo repassado à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, de onde se pretendia irradiar o modelo a outras regiões do país. No entanto, o projeto ao ser transferido para o MEC não evoluiu.

Enquanto a CNAE avançava em suas atividades de pesquisa básica e aplicada, obtendo reconhecimento internacional, os militares avançaram na área tecnológica com o desenvolvimento do Sonda I e do Sonda II, além de estender sua capacitação no lançamento de foguetes, através de campanhas em parceria com países mais avançados neste setor.

5. Política Nacional de Atividades Espaciais: militares assumem o comando

As divergências de objetivos no modo de atuar e gerenciar projetos e atividades entre a CNAE e o GETEPE, depois INPE e IAE, levaram a uma situação de permanente conflito institucional. Esse clima prejudicava as atividades no nível técnico, quando equipes de ambas

as instituições tinham que atuar em conjunto. De acordo com Fernando de Mendonça, os militares do CTA passaram a pleitear naquela época a absorção das atividades desta instituição⁵⁴. Diante desta situação, o diretor da CNAE procurava manter, na medida do possível, uma rede de apoio, construída ao longo de anos dentro do mais alto escalão dos governos militares⁵⁵, incluindo a própria esfera militar.

Em 1968, a necessidade de uma diretriz para a *Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais* (PNDAE) fez com que esta situação começasse a mudar. Tal proposta⁵⁶, que desencadeou uma reorganização institucional profunda no setor, ficou a cargo da Secretaria-Geral do *Conselho de Segurança Nacional* (CSN). A PNDAE deveria estar de acordo com as perspectivas traçadas pelo *Plano de Desenvolvimento Estratégico* (PED), que cobria o período de 1968 a 1970. Durante a elaboração deste documento estiveram à frente da Secretaria Geral do CSN o general Jayme Portella de Mello e, a partir de 1970, o general João Baptista Figueiredo.

Ficou patente, ao longo do processo de análise da reestruturação do setor, as diferenças e conflitos de interesses entre a CNAE e o GETEPE (ESCADA, 2005). O Ministério da Aeronáutica chegou a sugerir a incorporação das atividades da CNAE ao CTA, que foi recusada pelo CSN tendo em vista o reconhecimento internacional da pesquisa da CNAE, como também a importância estratégica da manutenção de uma instituição civil de pesquisa nesta área, que teria menores restrições para desenvolver acordos de cooperação com instituições similares em países mais avançados.

A proposta definiu a finalidade, a doutrina, os objetivos de curto e longo prazo, e a política de consecução da PNDAE, que incluía a atribuição de cada uma das instituições integrantes do setor espacial. O PNDAE redefiniu ainda o papel de suas principais instituições executoras, criando a figura da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais, a COBAE, que

⁵⁴ Além da afirmação de Fernando de Mendonça, a intenção da Aeronáutica de encampar a CNAE aparece em: BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, CONSELHO DE SEGURANÇA NACIONAL. **Exposição de Motivo nº 017/69**. Brasília, 17 out. 1969. O documento, assinado pelo General Jayme Portella, que trata da criação da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, foi enviado aos ministros militares para receber parecer.

⁵⁵ Fernando de Mendonça explica que esta rede de apoio dentro do governo foi construída para que pudesse levar adiante os projetos da CNAE. O CNPq, órgão ao qual a CNAE estava subordinada, concedia liberdade para transitar entre os mais altos escalões do governo em busca de recursos, como fez com Roberto Campos, ministro do Planejamento do governo Castelo Branco, entre outros ministros da área econômica. MENDONÇA, Fernando de, ex-diretor da CNAE e do INPE. Entrevista concedida para pesquisa de mestrado. São José dos Campos, 15 abr. 2004.

⁵⁶ BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CONSELHO DE SEGURANÇA NACIONAL. **Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – PNDAE** (Sugestões dos Membros do CSN ao Projeto de Modificações da PNDAE). [S.l.], [1970].

substituiria a CNAE, cuja atribuição jamais conseguira efetivamente assumir: a de comandar as atividades espaciais.

A COBAE seria presidida pelo chefe militar do EMFA, cujo cargo passava por rodízio a cada dois anos entre as forças singulares. As decisões no âmbito das atividades espaciais passariam pelo crivo do conselho da nova entidade, constituído por representantes de diversos ministérios. A COBAE assumiu então, em 1971, a organização das atividades da área⁵⁷. De acordo com Costa Filho (2000), “na exposição de motivos nº 098/70, encaminhada ao presidente da República pelo então secretário geral de Segurança Nacional, ressaltava-se a necessidade de corrigir os rumos das atividades espaciais”. O documento abrangia quatro pontos fundamentais:

- a) A definição de uma política de governo no setor das atividades espaciais, visando principalmente a:
 - estabelecer providências de orientação, coordenação e controle, necessárias à implementação da programação espacial de interesse do desenvolvimento e da segurança nacional;
 - precisar a participação de órgãos públicos, bem como de entidades privadas, no cumprimento desses programas;
- b) Estabelecimento dos princípios fundamentais, que devem caracterizar a Doutrina Nacional relativa ao assunto;
- c) Enumeração dos objetivos a atingir; e
- d) Finalmente, fixação da Política de Consecução, contendo a posição do Governo Brasileiro, as responsabilidades, competências e atribuições dos diferentes Ministérios ou Órgãos de execução.⁵⁸

Um aspecto importante deste documento é a definição do caráter da COBAE como entidade de assessoramento do presidente da República, devendo a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais ser subordinada ao *Conselho de Segurança Nacional* (CSN), que detinha grande poder político naquele momento histórico. O CNS contava com poderes superdimensionados e um papel estratégico na estrutura de poder e na vida política dos governos militares.

O novo arranjo institucional, com a COBAE⁵⁹ no comando do setor, a partir de 1971, revelava o status diferenciado das atividades espaciais. Esta posição privilegiada, embora

⁵⁷ BRASIL. **Decreto nº 68.099, de 20 de janeiro de 1971.** Cria a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) e dá outras providências. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=181978>. Acesso em: 4 abr. 2005.

⁵⁸ BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 098/70.** Brasília, 10 dez. 1970 ; apud COSTA FILHO, Edmilson Jesus. **A Política Científica e Tecnológica no setor Aeroespacial Brasileiro: da institucionalização das atividades aos fins da gestão militar** – uma análise do período 1961-1993. 2000. 218 f.. Dissertação de mestrado em Política Científica e Tecnológica, Departamento de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas. p. 92.

somente concretizada no governo Médici, vinha sendo planejada e estudada desde o governo Costa e Silva, com a formulação do primeiro esboço da diretriz geral da *Política Nacional de Atividades Espaciais* (PNDAE).

A elaboração da PNDAE foi balizada pela perspectiva do *Programa Estratégico de Desenvolvimento* (PED), de 1967, que continha a filosofia dos projetos desenvolvimentistas. Pela primeira vez, a Ciência e Tecnologia era considerada estratégica dentro do planejamento de governo para o desenvolvimento econômico e social do País (GUIMARÃES, 1993). No início dos anos de 1970, quando a economia brasileira começava a se recuperar e entrar num período de ascensão, ganhou força o ideal “Brasil, Potência Emergente” ou “Brasil Potência” (CAVAGNARI, 1996), bastante difundido no meio militar e que propunha a necessidade de o país ampliar sua capacidade tecnológica militar, equiparando-se aos países desenvolvidos.

Após o PED, foram elaborados os *Planos Nacionais de Desenvolvimento* (PNDs), para três períodos subseqüentes. Os PNDs foram complementados pelos *Programas Brasileiros de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia* (PBDCTs), que incluíam o setor espacial. Se antes as atividades do setor eram desenvolvidas em um contexto muito específico e limitado, os PNDs ampliam as perspectivas no entorno das atividades espaciais, articulando-as com outros setores da sociedade e da economia do País.

A COBAE passaria a contar com plenos poderes para orientar e coordenar os órgãos executores das atividades espaciais, mesmo estando estes subordinados a diferentes ministérios: o *Instituto de Pesquisas Espaciais*⁶⁰ ao CNPq, e este, por sua vez, ao *Ministério do Planejamento*; e o *Instituto de Atividades Espaciais* (IAE), que resultou da junção do GETEPE com o IPD, mantinha seu vínculo com o *Centro Técnico de Aeronáutica* (CTA). Este, por sua vez, era ligado ao *Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento* (DEPED), do *Estado Maior da Aeronáutica*.

Nas mudanças implementadas, as relações de subordinação e de vínculo institucional se mantiveram, mas a COBAE estaria agora pairando sobre as instituições. Até então, estes órgãos vinham atuando de forma relativamente independente e autônoma, às vezes em atividades de cooperação, mas sem uma perspectiva de convergência e complementaridade entre suas ações em projetos.

⁵⁹ BRASIL. **Decreto nº 68.099, de 20 de janeiro de 1971.** Cria a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) e dá outras providências. Disponível em:

<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=181978>. Acesso em: 4 abr. 2005.

⁶⁰ BRASIL. **Decreto nº 68.532, de 22 de abril de 1971.** Extingue o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE) e cria o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=182394>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

A COBAE, logo no início de seus trabalhos, teve de atuar e dirimir problemas de duplicidade de atividades. Havia ações semelhantes dentro das Forças Armadas, entre as forças singulares. A Aeronáutica não era a única detentora deste tipo de atividades. O Exército também atuava nesta área, com menor infra-estrutura, e a COBAE buscou estreitar as relações entre as duas forças singulares no sentido de não ocorrer sobreposição de atividades e dispêndio de recursos desnecessários.

De acordo com o artigo 2º que regulamentava a COBAE⁶¹, competia a esta Comissão:

- a) Submeter ao Presidente da República propostas de diretrizes para a consecução e atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais;
- b) Emitir pareceres e sugestões, relativos ao assunto de atividades espaciais, a serem submetidos à apreciação do Conselho de Segurança Nacional, ou quando determinados pelo Presidente da República;
- c) Sugerir a destinação de recursos financeiros, para incrementar o desenvolvimento das atividades espaciais, por meio de dotações orçamentárias ou de outras fontes, internas ou externas;
- d) Apreciar e submeter à consideração do Presidente da República o planejamento e os programas plurianuais e anuais de atividades espaciais, propondo prioridades para os projetos que os integram;
- e) Coordenar, em ligação com o Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, os programas setoriais, civis e militares;
- f) Realizar a coordenação superior dos programas de cooperação externa;
- g) Acompanhar a execução da programação estabelecida;
- h) Elaborar projetos de atualização da legislação em vigor, relativa aos assuntos das atividades espaciais, de modo a ajustá-la ao estabelecido nas Diretrizes Gerais para a “Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais”.⁶²

A COBAE seria formada por representantes de 11 ministérios, indicados pelos titulares de seus órgãos, devendo ser “autoridades de alta categoria funcional e elevada capacidade técnico-profissional”⁶³. Estes representantes deveriam ainda ser nomeados pelo presidente da República⁶⁴. Os diretores das instituições de pesquisa dedicadas às atividades espaciais poderiam ser convocados pelo presidente da COBAE para participar das reuniões do

⁶¹ BRASIL. **Decreto nº 70.328, de 24 de março de 1972.** Aprova o Regulamento da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=184082>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

⁶² BRASIL. **Decreto nº 70.328, de 24 de março de 1972.** Aprova o Regulamento da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=184082>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

⁶³ Ibidem.

⁶⁴ De acordo com o artigo 3º, do Decreto nº 70.328, a COBAE seria constituída dos seguintes membros, sob a presidência do Chefe do Estado-Maior das Forças Armadas: Representante do Ministério da Marinha; Representante do Ministério do Exército; Representante do Ministério das Relações Exteriores; Representante do Ministério da Fazenda; Representante do Ministério da Educação e Cultura; Representante do Ministério da Aeronáutica; Representante do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral; Representante do Ministério das Comunicações; Representante do Estado-Maior das Forças Armadas; Representante da Secretaria Geral do Conselho de Segurança Nacional; Representante do Conselho Nacional de Pesquisas.

Conselho na qualidade de assessores. Na realidade, a participação dos diretores do INPE e do IAE nas reuniões da COBAE passou a ser uma constante apenas no final dos anos de 1970. Tal participação ocorria na qualidade de assessores do representante do CNPq, no caso do INPE, e do Ministério da Aeronáutica, no caso do IAE. Antes disso, a presença dos diretores dos órgãos executores nas reuniões era muito raro.

6. A definição das atribuições das entidades civis e militares de pesquisa

Nesta nova etapa das atividades espaciais, a CNAE, agora sob o nome de *Instituto de Pesquisas Espaciais* (INPE), se consolidou definitivamente como uma instituição executora de pesquisa. Toda a infra-estrutura e pessoal da CNAE passaram a fazer parte da nova instituição. Fernando de Mendonça manteve-se no posto de diretor do órgão. Mas mesmo sob a coordenação política da COBAE, o diretor do INPE em nada mudou o modo de conduzir a política de pesquisa da instituição, em grande medida apoiando-se em grandes programas internacionais que funcionavam como meio de alavancagem da pesquisa básica e aplicada desenvolvida pela instituição⁶⁵.

A cooperação internacional trouxe neste aspecto uma série de contribuições estimulando a criação de projetos e programas que foram aos poucos tornando-se grandes áreas de pesquisa no Instituto. Foram os casos das *Ciências Espaciais e Atmosféricas*, *Meteorologia* e do *Sensoriamento Remoto*. A exceção foi o projeto SACI – *Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares* -, foi transferido para o *Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos* (INEP), do MEC, que enfrentou resistências para continuar sob a responsabilidade do INPE, pois tratava-se de um projeto que, apesar de utilizar satélites, boa parte de sua execução estava na área educacional.

Na área de Meteorologia, através do projeto MESA – Meteorologia por Satélite - ampliou-se o uso de satélites meteorológicos, cuja distribuição de dados era realizada com base em convênios com outros órgãos meteorológicos regionais. O INPE implantou uma rede de receptores de imagens de satélite em parceria com o Ministério da Agricultura, entre outras instituições de ensino e de pesquisa. Na área de Sensoriamento Remoto, as experiências adquiridas a partir do projeto SERE levaram o INPE a pleitear uma estação de rastreo, recepção e processamento de dados do satélite ERTS-1, da NASA, que liberou o acesso aos

⁶⁵ MENDONÇA, Fernando de, ex-diretor da CNAE e do INPE. Entrevista concedida para esta pesquisa de mestrado. São José dos Campos, 15 abr. 2004.

dados deste satélite para o Brasil. Em maio de 1973, a estação do INPE, em Cuiabá, começou a receber e gravar os dados deste satélite, mais tarde chamado de Landsat.

Enquanto o INPE procurava acompanhar a produção da pesquisa básica e aplicada espacial dos países mais avançados, o IAE empenhava-se em adquirir novos conhecimentos tecnológicos para o desenvolvimento de foguetes e preparo para lançamentos. Este esforço implicava no envio de pessoal civil e militar para o exterior com o objetivo de treiná-los em áreas tecnológicas estratégicas. Os treinamentos foram obtidos a partir do estabelecimento de acordos de cooperação com países mais avançados.

Segundo Boscov, o ambiente entre as instituições de pesquisa de países mais avançados com as instituições brasileiras ainda gozava de certa permissividade, situação totalmente diferente após a entrada em vigor do MTCR (*Regime de Controle de Tecnologias de Mísseis*), em 1987. Havia restrição ao acesso a instalações estrangeiras, mas este controle não era tão rigoroso como passou a ser a partir dos anos de 1980. Esta situação favoreceu o avanço de determinadas áreas, como de infra-estrutura, equipamentos de ensaios, produção de propelentes sólidos e estudos de engenharia. Apesar da cooperação internacional, a filosofia era manter integralmente as iniciativas e o gerenciamento dos programas nas entidades nacionais.

A cooperação internacional nesta área tecnológica foi mais amplamente desenvolvida com instituições francesas. No dia 11 de dezembro de 1973 foi assinado o acordo COBAE/CNES (*Centre National d'Activités Spatiales*). Com a Alemanha também havia um acordo de cooperação, assinado no dia 9 de junho de 1969, que previa a formação de pessoal no *Instituto Alemão de Pesquisa e Ensaio de Navegação Aérea e Especial* (DFVLR), atual *Agência Espacial da Alemanha* (DLR), além de desenvolvimentos relacionados a cargas úteis.

As reformulações no arranjo e na hierarquia das instituições de atividades espaciais brasileiras estavam atreladas, ainda, a um contexto de estruturação dos programas tecnológicos das três forças. A criação da COBAE, ligada ao Estado Maior das Forças Armadas, teria portanto não somente o papel de coordenar as atividades espaciais, mas teria ainda a atribuição de levar adiante um programa mais amplo de estruturação tecnológica militar, no qual o setor espacial seria apenas um dos segmentos em questão. Segundo Cavagnari (1996), “após a Segunda Guerra Mundial, militares brasileiros tomariam consciência do caráter determinante da ciência e tecnologia na composição da capacidade estratégica do país, embora só na década de 1970 tenha começado a esboçar uma preocupação maior no âmbito do Estado”. Era imprescindível aos anseios militares, que tecnologias fossem desenvolvidas com autonomia para cada força singular: “na força naval, o submarino de

propulsão nuclear; na força terrestre, os blindados e os meios de guerra eletrônica; na força aérea, o vetor de dupla finalidade (veículo lançador de satélites e míssil balístico)” (CAVAGNARI, 1996).

O orçamento para as atividades espaciais passou a ser elaborado em concordância com o Programa Nacional de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia. Com atribuição de coordenar e articular o desembolso de recursos de C&T, a FINEP assumiu a partir de 1971 a Secretaria Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT. O Fundo foi criado em 31 de julho de 1969 e era destinado a financiar a expansão e consolidação do sistema de C&T do País. Na década de 1970, a FINEP promoveu intensa mobilização na comunidade científica e no setor empresarial, financiando a implantação de novos grupos de pesquisa, criação de programas temáticos, expansão da infra-estrutura de C&T e consolidação institucional da pós-graduação.

Ao longo dos anos 70, o FNDCT, gerenciado pela FINEP e provido de amplos recursos para o setor de C&T, teve um papel importante para o setor espacial. De acordo com a ata da 36ª reunião da COBAE, de 27 de fevereiro de 1975, o representante da *Secretaria de Planejamento* (SEPLAN)⁶⁶, José Pelúcio Ferreira, e diretor da FINEP afirmava que “o orçamento original [para o setor espacial] era da ordem de Cr\$ 883 milhões [que corresponderia a US\$ 360.761.104,61⁶⁷] no triênio 1975/1977 e continha duas parcelas, uma financiada pelos próprios órgãos executores e a outra seria referente a objeto de estudo”, referindo-se a parte da FINEP. De acordo com a ata de reunião da COBAE, de outubro de 1974, as prioridades de investimento eram as seguintes:

(...) na área de foguetes e mísseis, o desenvolvimento de propelentes e formação e aperfeiçoamento de pessoal; em segundo plano, a construção de veículos e, em terceiro lugar, os estudos de desenvolvimento de sistemas de teledireção; ficou também decidido que seria de extrema importância dispor de um laboratório central de processos de combustão. Esse laboratório não existe e teria de ser construído durante esse período, para servir indiferentemente a todos os organismos que têm desenvolvimento na área de foguetes e mísseis, sendo que o seu controle e administração, por unanimidade, deveria caber ao INPE.

⁶⁶ Em 1974, o Planejamento deixou de ser Ministério e passou a ser uma Secretaria: a SEPLAN. Com status de Ministério e ligada à Presidência da República, a SEPLAN se tornaria, pelo comando de seus ministros no período, o centro das decisões econômicas do País. BRASIL. **Lei 6.036, de 1º de maio de 1974**. Dispõe sobre a criação, na Presidência da República, do Conselho de Desenvolvimento Econômico e da Secretaria de Planejamento, sobre o desdobramento do Ministério do Trabalho e Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=98076>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

⁶⁷ Valor em cruzeiros foi convertido para dólar pela cotação do Banco Central do dia 10/11/2004.

O laboratório de combustão, instalado alguns anos depois no INPE de Cachoeira Paulista, deveria atender não somente à Aeronáutica, que detinha a maior parte dos desenvolvimentos tecnológicos na área de foguetes e mísseis, mas também às outras duas forças singulares, o Exército e a Marinha, além de outras instituições de pesquisa que viessem a se interessar por esta área.

Para o diretor da FINEP, José Pelúcio Ferreira, de acordo com a lógica da evolução orçamentária para os programas de C&T, a expectativa para os anos posteriores a 1977 era de que os recursos para o setor espacial deveriam aumentar significativamente, revelando o privilégio orçamentário ao setor, muito embora não se saiba se tal aporte de recursos tenha realmente se concretizado. Na reunião da COBAE, de outubro de 1974, o diretor da FINEP afirmava que:

(...) se fosse aceita essa programação [orçamentária], estaríamos realizando um engajamento orçamentário do Brasil em despesas muito maiores nos próximos exercícios além de 1977, porque há certos setores, como o de foguetes, onde as despesas crescem quase exponencialmente. Em termos de recursos no triênio, seriam Cr\$ 600 milhões [ou US\$ 248,1 milhões], para os quais haveria disponibilidade e os orçamentos dos órgãos envolvidos nas pesquisas contribuiriam com Cr\$ 234 milhões [ou US\$ 96,7 milhões]⁶⁸, o que é pouco se compararmos com outros setores do II PBDCT, onde o financiamento estranho aos órgãos é razoavelmente inferior.

7. A cooperação espacial com os franceses e a definição de um grande programa tecnológico espacial

Ao longo da década de 1960, a CNAE, o GETEPE e a NASA desenvolveram uma série de atividades em conjunto, atuando, principalmente, em campanhas de lançamento de foguetes para fins científicos na área de Meteorologia e de Ciências Espaciais e Atmosféricas. A cooperação incluía ainda o empréstimo de equipamentos da NASA que ficaram alocados até o início dos anos de 1970 no CLBI e o treinamento de grupos do CTA e da CNAE nos Estados Unidos na área de lançamento.

Havia um grande interesse por parte de grupos de pesquisa estrangeiros em estudos sobre a alta atmosfera no Hemisfério Sul do planeta. O Brasil reunia condições e características favoráveis para desenvolver parcerias, devido à grande extensão territorial abrangendo regiões do Equador e do Trópico de Capricórnio, ainda desconhecidas cientificamente no que se referia aos fenômenos da alta atmosfera. Os acordos em torno de projetos não incluíam a transferência de tecnologia, até mesmo porque não havia essa possibilidade nos períodos

⁶⁸ Os valores que aparecem em Cruzeiro no texto, referente a fevereiro de 1975, foi convertido para reais e depois para dólar, pela cotação de 16/11/2004, de acordo com o Banco Central.

previstos de lançamento⁶⁹. No entanto, implicava repasse de dados obtidos durante as campanhas e que seriam úteis aos pesquisadores brasileiros da CNAE.

Na década de 1970, o Brasil desenvolveu um relacionamento mais estreito com a França. Esta aproximação, que se iniciou no governo Médici, evoluiu no governo Geisel, cuja política externa se diferenciava daquelas adotadas pelos governos militares anteriores baseadas no alinhamento com as posições dos Estados Unidos. As novas diretrizes de política externa, que ficou conhecida como “pragmatismo responsável”⁷⁰, permitiram ao governo brasileiro fortalecer e ampliar o relacionamento com os franceses na área espacial.

Brasil e França firmaram um acordo em 16 de janeiro de 1967 bastante amplo, mas que permitiu a assinatura de memorandos e protocolos que levaram aos primeiros contatos entre pesquisadores destes dois países na área de veículos espaciais. Em 11 de dezembro de 1973, foi assinado novo memorando, que seria renovável automaticamente a cada ano, para cooperações nas áreas de veículos lançadores, satélites e campos de lançamento. A partir deste memorando, um grupo do CTA fez uma série de incursões a empresas e institutos de pesquisa franceses que resultou no planejamento de um programa de foguete de dois estágios, que seria a base tecnológica para um veículo lançador de satélites de órbita baixa⁷¹.

As reuniões com estas entidades [empresas e institutos de pesquisa franceses], tendo sempre o CNES como interlocutor, permitiram consolidar as bases de todo o relacionamento com a França durante mais de uma década, com grande benefício para o programa espacial brasileiro, (...), principalmente no que concerne aos trabalhos conjuntos realizados em 1978 e 1979, na preparação do programa de desenvolvimento conjunto do lançador BR2^{72, 73}.

No início dos anos de 1970, a Agência Espacial Européia, sob a coordenação e execução da França, vinha preparando a base de Kourou, na Guiana Francesa, para lançamento de foguetes de grande porte, para colocar satélites geoestacionários⁷⁴ em órbita da Terra. Os franceses buscaram então no Brasil o apoio técnico necessário para o rastreamento e controle dos foguetes e satélites lançados desta base, tendo em vista a posição estratégica do país para acompanhar os sinais dos foguetes momentos após o lançamento. Em novembro de

⁶⁹ MELO, brigadeiro Ajax Barros de, ex-diretor da Agência Espacial Brasileira. Entrevista concedida para esta pesquisa de mestrado. São José dos Campos, dez. 2003

⁷⁰ Cf: CERVO, Amado Luiz; BUENO, Clodoaldo. **História da política exterior do Brasil**. São Paulo: Ática, 1992.

⁷¹ BOSCOV, Jayme. **Veículos Lançadores**. Brasília. 233 p. Trabalho não publicado. p. 145-146.

⁷² O BR2 foi um projeto de lançador apresentado pelos franceses após intensas negociações com os brasileiros, antes de o Brasil optar pela MECB.

⁷³ BOSCOV, Jayme. **Veículos Lançadores**. Brasília. 233 p. Trabalho não publicado. p. 146.

⁷⁴ Os satélites geoestacionários são colocados em uma órbita em torno de 36 a 37 mil quilômetros da Terra, posição que permite acompanhar o movimento da Terra, cobrindo sempre uma mesma faixa da superfície do planeta. Geralmente são satélites de telecomunicação e meteorológicos, de grande porte.

1974, técnicos da *Organização Européia de Pesquisas Espaciais* (ESRO) e do CNES haviam visitado Natal, Fernando de Noronha, Fortaleza e Belém, para identificar o local ideal para a instalação de uma estação de rastreio.⁷⁵ A escolha foi Natal, que já contava com o *Centro de Lançamento da Barreira do Inferno* (CLBI).

O interesse dos franceses⁷⁶ em utilizar o CLBI para as operações de controle e rastreio dos foguetes lançados de Kourou trouxe uma grande oportunidade para o programa brasileiro de desenvolvimento de foguetes. A COBAE conseguiu, durante as negociações, uma série de vantagens, como equipar o Centro de Lançamento de Natal com uma moderna estação de rastreio e controle, instalada pelos franceses. Também conseguiu treinar pessoal da Aeronáutica na base de lançamento de Kourou⁷⁷ e também na França, no Centro Espacial de Toulouse, durante o ano de 1976.⁷⁸ Os brasileiros tiveram acesso a áreas de tecnologia, informação e treinamento associadas ao Projeto Ariane. Através deste e de outros acordos, foi possível obter diversas vagas para estágios de aperfeiçoamento e cursos acadêmicos em técnicas espaciais ao longo de duas décadas, mesmo no período de restrições tecnológicas após 1987.

A cooperação com os franceses, no Projeto Ariane, a partir de um acordo celebrado em 1976, permitiu um maior estreitamento no relacionamento entre as equipes técnicas dos dois países. Como consequência, os franceses elaboraram uma proposta para desenvolver, em parceria com o Brasil, um veículo lançador, que já vinha sendo planejado pela COBAE.

No início da década de 70, o programa de foguetes nacionais já havia alcançado o estágio do desenvolvimento de um veículo de três estágios, o SONDA III. O objetivo era chegar a um artefato de quatro estágios, que seria o Veículo Lançador de Satélites, VLS. Para atingir tal objetivo, seria necessário cumprir as diferentes etapas de desenvolvimento e testes destes artefatos, adquirindo e ampliando a experiência e o conhecimento que envolviam estas tecnologias, etapas imprescindíveis para se alcançar outras mais avançadas.

Naquela época, o grande desafio era o desenvolvimento do propelente sólido, vertente tecnológica da preferência dos militares. Nesta área, os trabalhos eram articulados com a Avibrás e com a Petrobras, através do *Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo*

⁷⁵ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivo nº 002/COBAE**. Brasília, 31 mar. 1975. Documento assinado pelo então presidente da COBAE, general Antonio Jorge Corrêa.

⁷⁶ O projeto Ariane, da Agência Espacial Européia, tinha a coordenação e execução do CNES (*Centre National d'Activités Spatiales*), a agência espacial francesa.

⁷⁷ O treinamento foi realizado no Centro Espacial Guianense (CSG) durante quatro semanas, entre os dias 07 de setembro e 04 de outubro de 1975. Cf. BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 005/COBAE**. Brasília, 2 set. 1975.

⁷⁸ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 006/COBAE**. Brasília, 31 dez. 1975.

Américo M. de Mello (CENPES), no desenvolvimento de propelentes “composite”. O Exército também desenvolvia um foguete, o X-40, com participação da Avibrás. A experiência tecnológica até aquele momento ensejava objetivos mais altos, projetos mais audaciosos, que exigiriam maior volume de recursos.

Em meados dos anos de 1970, o Brasil já vivia o período da conturbação econômica devido à crise do petróleo, que provocava a redução no ritmo de crescimento do PIB brasileiro, que chegou a atingir 13% ao ano no início da década. Havia a necessidade de priorizar determinadas áreas de desenvolvimento tecnológico e evitar duplicação de esforços. A evolução do programa tecnológico, com os foguetes da série SONDA, além de outros programas similares em outras forças singulares, consolidou a necessidade de desenvolver um lançador de satélites.

Este lançador deveria ser de uso duplo, ou seja, deveria contemplar os interesses civis, de natureza científica e tecnológica, e militar, cujos objetivos estariam voltados à capacitação ao desenvolvimento de mísseis de longo alcance. Um foguete lançador de satélites, a combustível sólido, apresentava características que se identificavam com este duplo uso. As Forças Armadas acreditavam que para vencer as etapas de desenvolvimento para se chegar a uma arma militar, o míssil, seria imprescindível revestir o programa espacial de aplicações civis. A tecnologia de veículos lançadores de satélite é a mesma que se aplica no desenvolvimento de mísseis. Desta forma, seria possível também estimular publicamente o desenvolvimento de foguetes, enfatizando suas aplicações no campo civil, para pesquisas científicas.

Ao final dos anos de 1970, o objetivo de contar com veículos lançadores de maior porte começaria a se concretizar. Em agosto de 1977, foi organizado o I Seminário de Atividades Espaciais, que resultou na aprovação de um programa tecnológico de grande porte que contemplasse as áreas de lançadores, satélites e lançamento. Ao final do Seminário definiram-se as novas responsabilidades das diferentes instituições espaciais, acrescentando atividades para além daquelas previstas no II Plano Básico de Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia do período de 1975 a 1977.

As recomendações extraídas do Seminário, e presentes na Exposição de Motivos nº 397/COBAE, de 24 de outubro de 1977, em termos de recursos e atividades, faziam referência a dois períodos distintos: ao de 1978-1979 e de 1980 a 1985. A primeira fase deveria preparar a segunda para as atividades da Missão Espacial Completa, que previa o dispêndio de grande volume de recursos. A Missão deveria estar pronta em meados da década de 80, quando se

imaginava que já estaria encerrado o ciclo completo do desenvolvimento de lançadores, satélites e infra-estrutura para lançamentos.

O Seminário não definiu em detalhes a Missão Espacial Completa, o que deveria ser feito nos anos seguintes, mas a diretriz tecnológica apontava a processos de desenvolvimento de veículos que aproveitariam o conhecimento e a experiência obtidos com a série Sonda. Estavam operacionais, na época, os Sonda II e III. O Sonda IV, com dois estágios, seria o primeiro com pilotagem em três eixos, uma tecnologia mais avançada e que seria a base do lançador de satélites. O desenvolvimento do Sonda IV traduziria ainda a necessidade de os militares obterem a tecnologia apropriada para o desenvolvimento de mísseis de médio e longo alcance. Na Exposição de Motivos, de outubro de 1977, ao presidente da República, o presidente da COBAE, Moacyr Barcellos Potyguara, argumentava que “(...) além de aplicações como lançador de satélites, o projeto Sonda IV, complementado, poderá também constituir a base do desenvolvimento de um míssil, de interesse militar.”⁷⁹

Os satélites deveriam ter massa de 220 a 240 quilos, de pequeno porte, para órbitas baixas, em torno de 500 a 700 quilômetros de altitude. Deveriam ser dedicados a missões científicas, em áreas que o Brasil já atuava sob a responsabilidade do INPE, como Meteorologia, Sensoriamento Remoto e Ciências Espaciais e Atmosféricas. Os primeiros satélites seriam meteorológicos. Para o longo prazo, almejava-se os satélites de comunicação geoestacionários, com órbitas entre 36 e 37 mil quilômetros de altitude, também considerados estratégicos do ponto de vista militar. Os objetivos traçados para a infra-estrutura de lançamentos eram voltados à expansão do CLBI, em Natal (RN), mas já se imaginava, naquela época, a necessidade de um novo campo de lançamento, como foi mais tarde construído em Alcântara, no Maranhão..

As idéias fundamentais que davam base à *Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais* (PNDAE) e, conseqüentemente, à evolução das atividades do setor na direção de uma Missão Espacial Completa, tinham como horizonte a redução da dependência tecnológica do País e a necessidade premente de “reforçar as exigências básicas da Defesa Nacional.” Havia uma preocupação com o desenvolvimento de atividades tecnológicas, de pesquisa básica e aplicada, mas sempre esteve presente o interesse militar. A Exposição de Motivo nº 397 afirma: “O Programa de Foguetes deve capacitar o País, de modo que, num prazo estabelecido, cargas úteis de interesse para as áreas da Ciência Espacial e da Atmosfera

⁷⁹ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 397/COBAE**. Brasília, 24 out. 1977. p. 5.

e das Aplicações Espaciais sejam lançadas, considerando, ainda, o aproveitamento militar correspondente.”⁸⁰

O mesmo documento revelava ainda que, durante o período de 1971 a 1977, os recursos destinados às atividades espaciais representavam 6,4% do *Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (FNDCT), administrado pela FINEP. A estimativa era de que para a Missão Espacial Completa seria necessário o desembolso de 7% para o período de 78-79 e de 10% dos fundos do FNDCT para o período de 1980-1985, desde que os recursos tivessem acréscimos de 5%, em termos reais, ao ano. Esta estimativa tinha como premissa o comprometimento de 30%, em média, dos orçamentos das instituições executoras das atividades espaciais, na *Missão Espacial Completa* (MEC)⁸¹. O programa deveria dispor de um orçamento que poderia variar de Cr\$ 3,31 bilhões a Cr\$ 4,64 bilhões, o equivalente a US\$ 715,65 milhões e US\$ 1 bilhão, respectivamente⁸².

8. O dilema da Missão Espacial Completa: com ou sem os franceses?

Além do desenvolvimento de atividades específicas que se direcionavam para o desenvolvimento da MEC, a Exposição de Motivos revelava a grande preocupação com a capacitação de recursos humanos em diversas áreas e níveis e também com o envolvimento da indústria nacional e das universidades. Tais quesitos eram considerados vitais ao sucesso da Missão.

O presidente da República, logo após o I Seminário de Atividades Espaciais, demonstrou boa receptividade à idéia de um projeto espacial completo, mas teria ficado preocupado com a questão orçamentária, como relatara o presidente da COBAE Moacyr Barcellos Potyguara. A proposta francesa, apresentada no início de 1977, foi posteriormente reelaborada até chegar a uma versão final no início de 1979, passando a se chamar BR-2. Boa parte da exaustiva e longa negociação com os franceses, transcorrida ao longo deste período, tratou, principalmente, da definição do tipo de combustível, se sólido ou líquido, da transferência de tecnologias, do desenvolvimento de satélites, das atividades de lançamento e da participação da indústria nacional, que necessitava adquirir competência e capacidade.

⁸⁰ Ibidem, p. 2.

⁸¹ Antes de receber o nome de Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), o grande programa espacial tecnológico em discussão no final dos anos 70, era conhecido como Missão Espacial Completa, mudando de nome somente quando se optou pelo programa inteiramente nacional.

⁸² O valor em cruzeiros foi corrigido para reais, através do índice IGP/DI. As datas de referência foram janeiro/1977 e setembro/2004. Posteriormente, foi feita a conversão em dólares dos Estados Unidos, pela cotação do dia 28/10/2004.

Embora os franceses propusessem o combustível líquido, vertente tecnológica que começava a se consolidar na época, os brasileiros relutavam, tendo em vista os propósitos militares em relação ao programa. Os franceses condicionavam a transferência de tecnologias ao uso do propelente líquido.

Em reuniões entre os dias 5 e 9 de fevereiro, de 1979, em São José dos Campos e Brasília, técnicos e especialistas brasileiros e franceses apresentaram a proposta final. O parecer técnico, elaborado pelo IAE e INPE⁸³, afirmava que embora a proposta final para um lançador com somente o primeiro estágio a líquido - contra a proposta inicial de todos os estágios a propelente líquido -, não ter atendido plenamente à necessidade brasileira, vislumbrava ganhos importantes. Os resultados positivos seriam o aumento da qualidade e a diminuição dos riscos num aceleração da Missão Espacial Completa. Durante discussão em reunião da COBAE, de 22 de fevereiro de 1979, destacou-se o seguinte resultado após as negociações:

(...) numa convergência de interesses, [houve] concessões mútuas quanto ao uso de propelente, (...) para obter do governo francês a permissão política da transferência de tecnologia do controle da combustão do lançador líquido de grande alcance, ampliando e diversificando as perspectivas brasileiras, e do lado francês, o propósito de vender equipamento, material e técnica, [além de] manter em atividade estrutura industrial passível de desativação ao término do Projeto Ariane.⁸⁴

Esta foi a última reunião da COBAE sob o governo do presidente Geisel. As decisões e o destino da Missão Espacial Completa seriam determinadas no governo João Batista Figueiredo. Em documento encaminhado ao presidente Figueiredo, em 20 de março de 1979⁸⁵, o general José Maria de Andrada Serpa apresentou o histórico das negociações Brasil-França e em que base estavam sendo desenvolvidas, solicitando um estudo mais aprofundado, que seria realizado nos próximos quatro meses. A exposição de motivos ressaltava que a proposta francesa apresentada pelo CNES previa a transferência efetiva de todas as tecnologias de satélite e de lançador, incluindo aquelas consideradas críticas, como as de controle de estágios a propelente sólido, de grande interesse estratégico⁸⁶.

⁸³ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. Parecer INPE/IAE de 13 fev 1979: Cooperação Espacial Franco-Brasileira - Missão Espacial Completa. [São José dos Campos], fev. 1979. 4. f. BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 79ª Sessão Ordinária da COBAE**. Brasília, 22 fev. 1979.

⁸⁴ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 79ª Sessão Ordinária**. Brasília, 22 fev. 1979.

⁸⁵ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 001/COBAE**. Brasília, 20 mar. 1979.

⁸⁶ Ibidem.

No dia 4 de abril, o presidente da República autorizou o detalhamento deste estudo preliminar, não perdendo de vista a possibilidade de o programa espacial ser totalmente desenvolvido no país e com todos os estágios a propelente sólido. Para analisar a proposta francesa foi formado um grupo de trabalho, integrado por especialistas brasileiros e franceses que aprofundariam todos os aspectos envolvidos na parceria. Um documento final forneceria às autoridades brasileiras os elementos técnicos, industriais e financeiros para a tomada de decisão final. As reuniões foram realizadas no Brasil e na França, envolvendo 27 especialistas brasileiros de instituição

Além do lançador de três estágios, o primeiro a combustível líquido e os demais a sólido, o programa previa o desenvolvimento de três satélites – dois de coleta de dados e um de sensoriamento remoto -, cuja tecnologia de estabilização em três eixos, inovadora para os padrões da época, seria totalmente transferida pelos franceses. Esta tecnologia era de interesse para o País, pois poderia ser utilizada em satélites de maior porte que estavam nos planos futuros do programa espacial brasileiro.

Os franceses ao não abrirem mão do primeiro estágio a combustível líquido, sob a argumentação de que havia necessidade de o programa se caracterizar como civil, tinham em mente também interesses comerciais relacionados ao uso do propelente líquido. Como o Brasil não dominava esta tecnologia, permaneceria dependente dos franceses ainda por um bom tempo. A perspectiva era de que 50% de todo o programa, incluindo lançador, satélite e lançamento, fosse desenvolvido no País, com partes na indústria e outras nas próprias instituições de pesquisa. A perspectiva era de que, com o passar dos anos, a nacionalização do programa atingisse 70 ou 80%. Nesse ínterim, o programa brasileiro deveria contar com o fornecimento de uma série de itens que viria da França.

O então diretor do IAE, brigadeiro Hugo de Oliveira Piva, era um defensor contumaz do programa espacial em parceria com os franceses. Ele afirmava que o custo elevado do programa poderia ser solucionado em parte com a redução de gastos com a participação da indústria nacional. Argumentava ainda que o programa contava na época com um financiamento externo, cujo empréstimo poderia ser pago ao longo de 17 anos, em pagamentos da ordem de US\$ 100 milhões ao ano. “(...) Tais gastos seriam razoáveis, dada a importância do programa espacial para o Brasil. A França gastava na época aproximadamente 1,8 bilhão de francos por ano, ou seja, de três a quatro vezes mais que o valor previsto para

este programa em parceria com os franceses.”⁸⁷ A estimativa era de que os gastos com o programa representaria 10% do orçamento de toda a área de C&T do País.

Para analisar a proposta da Missão Espacial Completa fornecida pelos franceses, estudos e pareceres foram elaborados entre os meses de março e julho de 1979. Após a revisão dos trabalhos, foi elaborado entre os dias 16 e 30 de julho um Dossiê de Estudos Preliminares, que compreendeu onze documentos. Logo após este processo de avaliação da cooperação, os membros da COBAE expuseram suas opiniões sobre o dilema de cooperar ou não com os franceses. As discussões em torno deste assunto dominaram as sessões 86^a e a 87^a da COBAE, realizadas nos dias 12 de setembro e 4 de outubro, respectivamente. Estes encontros antecederam o II Seminário de Atividades Espaciais, que seria realizado em novembro, quando se decidiria finalmente os rumos do programa espacial brasileiro. Na reunião de setembro, o representante do CNPq, Maurício Matos Peixoto, resumia as duas propostas da seguinte forma:

(...) temos um grande desafio a resolver; saber se vamos fazer esse satélite sozinhos – basicamente, se o fizermos sozinhos, poderemos lançar um satélite de 100 a 120 Kg; um satélite muito modesto - ou se vamos fazer um satélite com a cooperação substancial francesa. Com a cooperação francesa, o nosso satélite pesaria 220 a 240 kg; já será um outro estágio de satélites, com outras capacitações. Basicamente, essa é a essência do problema; (...) Há uma grande diferença entre os dois programas; é que o programa francês nos custaria em cruzeiros de hoje, 21 bilhões [o que corresponderia a US\$ 1,7 bilhão⁸⁸], dos quais 55% em dólares, e o nosso programa, o satélite brasileiro, custaria 6 bilhões [ou US\$ 482,5 milhões⁸⁹] dos quais apenas 10% provavelmente importando de várias localizações⁹⁰

Nesta reunião da COBAE, o representante do CNPq disse ainda que a França foi o país que demonstrou maior interesse em cooperar com o Brasil em tecnologias que nenhum outro país tem interesse de comercializar. Revelou ainda que haveria em breve uma reunião na França entre os ministros da Fazenda francês e brasileiro, na qual se discutiria a possibilidade de o governo francês oferecer facilidades na forma de crédito ou empréstimo a esse programa espacial.

Na 87^a reunião da COBAE, realizada dia 4 de outubro de 1979, o representante do Exército se posicionava claramente a favor do desenvolvimento nacional da MEC, enquanto o

⁸⁷ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 85ª Sessão Ordinária**. Brasília, 15 ago. 1979.

⁸⁸ Os valores foram corrigidos pelo índice IGP/DI e depois convertidos em dólares pela cotação do dia 29/10/2004. O valor mencionado pelo representante do CNPq na COBAE já é superior ao estimado no início daquele ano, entre US\$ 700 milhões e US\$ 1 bi.

⁸⁹ Correção de valores e conversão de moeda seguiram mesmos critérios anteriormente utilizados.

⁹⁰ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 86ª Sessão Ordinária**. São José dos Campos, 12 set. 1979.

presidente da COBAE expunha que a capacitação dos profissionais da área teria que contar de alguma forma com o aprendizado a partir do conhecimento disponível nos países mais avançados.

O representante do Ministério do Exército [general Argus], exemplificando a história do programa nuclear e espacial indiano, defendeu a necessidade de se desenvolver tecnologia com esforço próprio, inicialmente com preparação maciça de pessoal. “Eles aprenderam, desde o primeiro dia, que ninguém transfere tecnologia. É preciso preparar homens com competência suficiente para arrancar tecnologia. A estratégia, continuou o general, foi inundar os centros de pesquisas, na área nuclear das universidades, de pessoal técnico. Trabalharam dentro da filosofia de que o projeto era deles. Em sua opinião este era o único caminho a seguir para criar tecnologia em qualquer setor e em qualquer país. Nesta discussão, o presidente da COBAE, o General Samuel Augusto Alves Correa, acrescentou que no trato com problemas de pesquisa e desenvolvimento, percebia-se três diferentes soluções, embora pudessem haver soluções mistas: 1. uma seria a apresentada pelo representante do Exército na COBAE, de enviar cérebros para fora, retornando mais tarde com novos conhecimentos; 2. outra seria trazer cérebros de fora e colocar em contato com cérebros nacionais; 3. outra solução seria aprender aqui dentro, executando. O presidente da COBAE salientou que havia uma corrente muito forte que admitia que somente fazendo é que se aprende, acreditando que dificilmente os cérebros que vão para fora do país, ou aqueles que vêm para o país, transmitem ou obtêm esses conhecimentos no grau desejado.”⁹¹

O representante do Ministério do Exército reiterou que nenhuma dessas maneiras de abordar por si só resolveriam o problema. Seriam meios complementares. Disse ainda que o primeiro passo quando se pretende adquirir competência numa área seria o investimento no aprendizado de pessoal. “Não se traz pessoal de alto nível para trabalhar em um ambiente onde não tenha nem com quem dialogar. Ou é simplesmente professor e dará aula, ou então é um pesquisador de importância que não tem, porque vai se fossilizar”.⁹² O general concluiu que era preciso primeiramente capacitar o pessoal para criar uma estrutura. Para uma segunda etapa, poderia atrair gente de fora para trabalhar. E reforçou: “indiscutivelmente, só se aprende quando se começa a fazer; para se ganhar etapas.”⁹³

Ele acreditava ser pertinente, quando se pretende fazer algo por conta própria, utilizar o recurso de comprar uma receita pronta somente para desenvolver algo que fosse parte de algo maior. Esta seria a solução, por exemplo, para resolver algo tecnologicamente complicado, deixando para um momento oportuno, mais adiante, a solução definitiva daquele problema.

⁹¹ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 87ª Sessão Ordinária**. Brasília, 4 out. 1979.

⁹² Ibidem.

⁹³ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 87ª Sessão Ordinária**. Brasília, 4 out. 1979.

(...) Até comprar a receita numa coisa específica é válido, quando se está indo mais longe do que aquela receita. A única coisa que não é admissível, e que é atentatória, é entrar num programa qualquer com a convicção de que se não comprarmos a receita, não poderemos fazer. Entrar num programa de uma envergadura dizendo: temos que comprar a fórmula pronta para podermos chegar ao fim, corresponde a uma abdicação da soberania. É uma filosofia corriqueira, principalmente nos homens ligados à indústria, cuja maneira de abordar os problemas é chegar o mais rapidamente ao fim para poder faturar, mas que recebe a mais violenta condenação dos homens que estão ligados à pesquisa, porque estes são aqueles que acreditam em si próprios, na sua capacidade de fazer e aceitar o desafio para fazer. (...) se nós não sofrermos a cada passo, quebrando a cabeça – não na direção errada, e por isso é que é preciso preparar os cérebros brasileiros – nós não adquiriremos nunca isso que se chama de soberania tecnológica, de capacidade de criar.⁹⁴

Embora os membros da COBAE, representantes dos ministérios militares e civis, se inclinavam para um desenvolvimento autônomo, o *Instituto de Atividades Espaciais* (IAE), do CTA, posicionava-se claramente a favor da cooperação. No entanto, o debate acalorado entre as diferentes posições ocorreu durante o II Seminário de Atividades Espaciais, realizado alguns meses depois, em novembro de 1979.

Um dos grupos formado para o evento, o GTA, responsável pelo parecer sobre o Veículo Lançador, era favorável ao projeto BR-2, em parceria com os franceses. “O GTA apontou – consideradas estritamente as razões tecnológicas – a conveniência de associação com a França para execução do veículo lançador (...), julgando como satisfatória a continuação da solução VLSS [Veículo Lançador de Satélites a Propelente Sólido] na ocorrência de fatores de natureza financeira ou política, que inviabilizassem a solução BR-2.”⁹⁵ Por outro lado, outro grupo, o GTB, que produziu o relatório sobre o satélite “Estudo de Viabilidade do Satélite Brasileiro – Documento Síntese”, apresentado pelo *Instituto de Pesquisas Espaciais* (INPE), produziu parecer contrário ao GTA. “O GTB concluiu, por unanimidade, favoravelmente à proposta de um programa nacional, independente de acordos bilaterais, para o desenvolvimento do satélite.”⁹⁶

Esse Seminário foi realizado entre os dias 20 e 23 de novembro. No segundo dia, as duas propostas - o programa totalmente nacional e o programa com os franceses - foram colocadas em votação. “Em sessão extraordinária, levada a efeito na manhã de 21 de

⁹⁴ Ibidem.

⁹⁵ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Relatório do Grupo de Trabalho Coordenador (GTC) sobre o II Seminário de Atividades Espaciais**. São José dos Campos, 20-23 nov. 1979. Relatório.

⁹⁶ Ibidem.

novembro, a COBAE deliberou pela realização da Missão Espacial Completa essencialmente brasileira”⁹⁷.

O pensamento nacional desenvolvimentista venceu por fim o embate colocado no II Seminário de Atividades Espaciais, que contou com a participação de 70 especialistas e autoridades. O Seminário foi organizado não somente para decidir os rumos da Missão Espacial Completa, que passaria a se chamar Missão Espacial Completa Brasileira, mas também para consolidar as propostas de atividades de desenvolvimento de C&T de cada um dos ministérios para o III PBDCT, que cobriria os anos de 1980 a 1985.

9. Crise política e econômica dos anos de 1980 não impede avanço da MECB

Os anos de 1980 representaram um período de transição econômica no mundo com forte reflexo na economia brasileira. Nos anos de 1970, a facilidade de crédito no mercado internacional favoreceu o crescimento da economia com investimentos obtidos a partir de fontes externas. Neste período, a perspectiva nacional desenvolvimentista chegou ao seu auge, procurando influenciar fortemente as diretrizes da política econômica nacional. Tal política considerava os desenvolvimentos e avanços no campo científico e tecnológico estratégicos e imprescindíveis ao fortalecimento da economia brasileira, meio pelo qual o país teria condições de alcançar um desenvolvimento equiparado ao dos países mais industrializados. Foi neste período que o setor espacial se organizou e lançou a MECB.

No entanto, os anos de 1980 iniciaram-se sob o impacto da segunda crise do petróleo, deflagrada em 1979 e que trouxe como consequência a elevação dos juros de empréstimos externos. Desde o final dos anos de 1960, as taxas de crescimento das economias dos países em desenvolvimento eram superiores às dos países desenvolvidos. O propulsor deste crescimento era a grande oferta de capitais no mercado financeiro, com juros baixos e que embalavam o crescimento econômico de países em desenvolvimento, como o Brasil (CRUZ, 2007). A primeira crise, em 1973, já teria elevado os juros de empréstimos. A segunda crise, por sua vez, ampliou as dificuldades de financiamento, fazendo com que Delfim Neto, então ministro do Planejamento do governo João Baptista Figueiredo, adotasse medidas econômicas recessivas para enfrentar tal situação.

⁹⁷ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Relatório do Grupo de Trabalho Coordenador (GTC) sobre o II Seminário de Atividades Espaciais**. São José dos Campos, 20-23 nov. 1979. Relatório.

Os impactos da instabilidade econômica mundial no início dos anos de 1980, em decorrência da segunda crise do petróleo, em 1979, trariam dificuldades orçamentárias ao programa espacial. Nos três primeiros anos após a aprovação da MECB, não havia recursos para a fase inicial dos desenvolvimentos tecnológicos previstos pelo programa. Apesar da crise, o IAE/CTA obteve em 1980, por intermédio do Conselho de Segurança Nacional, recursos para o Sonda IV e para a Usina de Propelente, atividades que estavam relacionadas à MECB, num valor de Cr\$ 1 bilhão⁹⁸. No entanto, os recursos foram colocados à disposição somente do programa espacial do lado dos militares, o segmento civil não contou com o mesmo privilégio.

Com as restrições de empréstimos externos e uma dívida cujos serviços vinham aumentando consideravelmente, o governo adotou medidas recessivas, como o aumento dos juros, restrição orçamentária, corte de subsídios, entre outras. Ao mesmo tempo fomentou o crescimento das exportações com base na desvalorização cambial. Tais medidas impulsionaram as exportações, levando a um crescimento econômico de 8,0% do PIB, em 1985. Apesar desta virada da economia, o país perdeu sua capacidade de financiamento devido às restrições externas aos países devedores. No entanto, ainda sob a força dos militares no poder, foi possível garantir recursos a MECB a partir de 1983, quando se investiu igualmente nos três segmentos do programa espacial – satélites, centro de lançamento e veículo lançador.

O período de 1983 a 1989 é considerado um dos mais promissores do programa espacial, com recursos voltados a todos os segmentos, aos desenvolvimentos tecnológicos (do lançador e do satélite), e à infra-estrutura necessária para a implementação das metas da MECB. Foi neste período que se construíram os principais laboratórios de teste, como o *Laboratório de Integração e Testes* (LIT), instalado no INPE. Neste laboratório, que já passou por uma ampliação nos anos de 1990, foram realizados testes de satélites, incluindo os da série CBERS, desenvolvido em parceria com os chineses. Dado o potencial e a grande capacidade do LIT para atender não somente o setor espacial, mas também diversos ramos da indústria, suas instalações e recursos passaram a ser utilizados para testes e qualificação de sistemas e produtos do setor automobilístico, de telecomunicação, entre tantos outros ramos da indústria.

Os problemas econômicos provocaram atrasos no início dos trabalhos da MECB, mas outros empecilhos viriam também por intermédio da mudança na política de segurança

⁹⁸ BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 95ª Sessão Ordinária**. Brasília, 2 out. 1980.

internacional, liderada pelos Estados Unidos, que passou a imprimir, no início dos anos de 1980, maior pressão sobre os países em desenvolvimento que possuíam programas nuclear e espacial em curso. As duas potências militares vinham adotando desde o início dos anos de 1970 uma política de contenção e de diminuição de seus arsenais de armas de destruição em massa, através dos planos Salt I e Salt II (*Strategic Arms Limitation Talks*). Além da condução desta política frente à União Soviética - a Política da *Détente* - os Estados Unidos se lançaram contra países que começavam a desenvolver programas de tecnologias sensíveis, estabelecendo restrições ao comércio e a transferência de tecnologias de armas de destruição em massa a países que desenvolviam programas nuclear e espacial.

No campo da política nacional, a transição do regime militar para o democrático iria impactar a MECB, mas os efeitos iriam ser percebidos somente a partir dos anos de 1990. O processo de distensão iria transcorrer de modo muito gradual. Durante o governo Sarney, os militares conseguiram manter domínio e a participação sobre diversos campos do aparelho do Estado, como o espacial. No entanto, o cenário que se desenhava para os anos de 1980 não seria nada animador para a recém criada MECB.

O PMDB (*Partido do Movimento Democrático Brasileiro*), que reunia boa parcela da oposição ao governo militar, teve grande ascensão nesta fase, liderando em 1984 o movimento em favor da emenda constitucional Dante de Oliveira, que propunha eleições diretas para presidente. Apesar de o movimento ter mobilizado uma grande massa de manifestantes, levando milhares de pessoas às ruas das maiores cidades do país, a emenda não foi aprovada pelo Congresso Nacional. Mesmo assim, o movimento deu força à candidatura de oposição à presidência da República, encabeçada por Tancredo Neves, do PMDB, em aliança com o PFL (*Partido da Frente Liberal*), formando a Aliança Democrática, que tinha José Sarney como candidato a vice.

Sarney, como se sabe, assumiu a presidência devido à morte de Tancredo Neves, que caiu enfermo antes mesmo de tomar posse. O enfraquecimento do PMDB no poder, fez com que Sarney buscasse apoio no setor militar, ainda bastante forte no aparelho de Estado, caracterizando seu governo como que tutelado pelos militares (OLIVEIRA, 1987). No entanto, no início do mandato, o PMDB ainda dispunha de força política para influenciar as decisões deste primeiro governo civil após o regime militar.

Alguns meses antes da posse de Sarney, organizou-se no Congresso Nacional, em novembro de 1984, um amplo debate intitulado “Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento”, do qual participaram várias autoridades políticas, intelectuais e empresários. Um dos objetivos deste evento era formular um diagnóstico da situação da C&T no país e propor mudanças que

pudessem ser implementadas pelo governo que tomaria posse no ano seguinte (MOTOYAMA, 2004). O setor espacial foi um destes setores em discussão durante o seminário.

A criação do *Ministério da Ciência e Tecnologia* (MCT) foi uma das sugestões propostas durante o evento e que ganhou força. José Sarney, logo no início de seu governo, implementou então o MCT. Órgãos ligados antes ao CNPq, como o INPE, passaram a ser vinculados a nova pasta ministerial. Renato Archer foi indicado para o MCT, como já mencionado no capítulo anterior, que por sua vez indicou o matemático Marco Antonio Raupp, filiado ao PMDB, para a direção do INPE. Neste contexto político, ao mesmo tempo em que as atividades espaciais ganhavam força dando seqüência ao cronograma da MECB, o fortalecimento do ator civil neste momento alterou o equilíbrio de forças que estava até então centralizado nos militares da COBAE. Embora a diretriz nacional desenvolvimentista fosse compartilhada pelos dois segmentos, a ala civil do programa, o INPE, com o apoio do Ministério de C&T, passou a se posicionar como liderança no entorno das questões espaciais, não aceitando mais a condição de submissão ao comando militar, como se configurava até então no arranjo das relações de poder no interior da COBAE. Surgiram então neste período várias situações de queda de braços, gerando choques e atritos entre estes dois segmentos, recriando uma situação muito parecida com aquela do passado, quando Fernando de Mendonça era o diretor do INPE.

Duas questões tornaram-se emblemáticas nas disputas travadas entre militares e civis neste período: a condução das negociações da cooperação com os chineses para o desenvolvimento de tecnologias espaciais e a proposta de lançamento do SCD-1, o primeiro previsto pela MECB, por um lançador estrangeiro. No primeiro caso, estava em andamento, desde 1982, negociações com o governo da República Popular da China (COSTA FILHO, 2006) para o desenvolvimento conjunto de um veículo lançador de foguetes e satélites de sensoriamento remoto. Na área de lançadores, os chineses não demonstraram interesse de cooperação, pois estavam bastante adiantados nesta área. Mas a experiência do INPE na área de recepção, tratamento e processamento de imagens de satélites de sensoriamento remoto, desde o início dos anos de 1970, chamava atenção dos chineses⁹⁹.

Renato Archer quando assumiu o MCT, assessorado por Celso Amorim, seu então assessor de relações internacionais, e sob o apoio de uma política externa brasileira orientada

⁹⁹ O INPE foi o terceiro país do mundo a contar com uma estação de recepção do satélite norte-americano ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*), de sensoriamento remoto, mais tarde renomeado como Landsat. Este satélite foi o primeiro do mundo de sensoriamento remoto para uso civil. O INPE, ao receber as imagens do ERTS, passou a desenvolver diversas aplicações com o uso das imagens deste satélite.

pelo “pragmatismo responsável”¹⁰⁰ do governo Geisel, procuraram levar adiante a cooperação com os chineses, firmando um acordo de cooperação para o desenvolvimento de dois satélites de sensoriamento remoto. Em 1988, firmou-se então a cooperação sino-brasileira para o desenvolvimento de dois satélites de sensoriamento remoto. O Brasil entraria com 30% de participação e a China com os outros 70%, num empreendimento orçado inicialmente em US\$ 150 milhões. O pleito dos militares brasileiros na área de lançadores ficou, portanto, de fora da cooperação com os chineses. Além disso, e talvez o que mais desagradou aos militares, teria sido o fato de o MCT ter assumido a liderança nas negociações com os chineses. Os militares viam nestas iniciativas uma ameaça à liderança militar na condução da política das atividades espaciais.

Outro episódio que expôs as diferenças entre os dois segmentos foi a proposta do INPE, sob o comando de Raupp, de lançar o primeiro satélite da MECB, o SCD-1, que estaria pronto para ser lançado no início dos anos de 1990, por um lançador estrangeiro, tendo em vista os atrasos no cronograma de desenvolvimento do VLS – Veículo Lançador de Satélites, sob a responsabilidade do IAE/CTA. As dificuldades tecnológicas, políticas e comerciais, devido a embargos, afetaram drasticamente o desenvolvimento do VLS. Já as questões tecnológicas e comerciais relacionadas ao desenvolvimento dos satélites da MECB eram de natureza muito mais simples, fazendo com que os cronogramas dos dois artefatos estabelecessem um grande descompasso.

A proposta foi rejeitada pela maioria dos membros da COBAE em reunião de dezembro de 1988¹⁰¹, sob a argumentação de que os objetivos iniciais da MECB não poderiam ser desvirtuados. O programa tecnológico deveria ser completo e brasileiro. Na mesma reunião, o presidente da COBAE, Almirante Valbert Lisieux Medeiros de Figueiredo, criticou duramente os dirigentes do INPE por terem concedido entrevista à imprensa e exposto publicamente suas posições e divergências com os militares. A reportagem foi publicada pelo jornal O Globo, de 5 de dezembro de 1988, sob o título “Liderança espacial

¹⁰⁰ Essa linha política preconizava a abertura das relações diplomáticas e maior estreitamento das relações comerciais com países do Oriente Médio, África e países do bloco socialista, rompendo o alinhamento com as posições dos Estados Unidos até então em vigor pelos governos militares. O pragmatismo responsável retomou a política externa do início dos anos 1960 dos governos de Jânio Quadros e João Goulart, sob a liderança do então chanceler San Thiago Dantas.

¹⁰¹ Durante reunião da COBAE, em 15 dezembro de 1988, a direção do INPE foi duramente criticada pelo então presidente da Comissão, Almirante Valbert Lisieux Medeiros de Figueiredo, por entrevista concedida ao jornal O Globo, publicada dia 5 de dezembro do mesmo ano, sob o título “Liderança espacial brasileira está ameaçada”. Nesta entrevista, dirigentes do INPE defendiam o lançamento do satélite SCD-1 por um lançador estrangeiro, idéia contrária, naquele momento, às diretrizes da MECB. Um mês depois, a direção do INPE foi substituída. Cf. BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 131ª Sessão Extraordinária**. Brasília, 15 dez. 1988.

brasileira está ameaçada”, na qual dirigentes do INPE defenderam o lançamento do SCD-1 por um veículo estrangeiro. Um mês depois, a direção do INPE foi substituída.

Alguns anos depois, em 1992, a COBAE, no governo Fernando Collor, com comando renovado, adotou postura totalmente oposta, passando a defender a mesma proposta do INPE anteriormente rejeitada, mas neste momento apresentada pelo seu então diretor Marcio Nogueira Barbosa, sucessor de Raupp, um funcionário da casa, filho de general. Após ter passado por análise pela COBAE, a proposta foi aprovada pelo presidente da República em reunião setorial¹⁰². Em fevereiro de 1993 foi então lançado o primeiro satélite brasileiro, o SCD-1 (*Satélite de Coleta de Dados*) por um lançador norte-americano, o Pegasus. O satélite em órbita teria como missão receber dados ambientais e meteorológicos de plataformas instaladas em diversas regiões do território brasileiro para então reenviá-los a um centro de processamento. A partir de então os dados poderiam ser utilizados por usuários.

Os conflitos políticos internos ao setor demonstravam que as divergências entre civis e militares se centravam, de um lado, na postura dos militares de não cederem espaço no comando do programa espacial e, de outro, a não submissão do setor civil em aceitar um papel secundário na condução da política espacial. Estes atritos ocorreram no mesmo período em que o Ministério da C&T, logo após a sua criação e num curto espaço de tempo, passou pelo comando de três ministros, sendo extinto para ser transformado em secretaria, e na sequência, em 1989, voltar a existir como Ministério. A nomeação e a exoneração de Archer para o Ministério da C&T, assim com a de Raupp no INPE, obedeceram à lógica de ascensão política do PMDB no início do governo Sarney e a perda do espaço político deste partido no mesmo governo. Ao mesmo tempo, os militares procuravam manter o domínio sobre esta esfera de poder, bem como em outras áreas do aparelho de Estado.

Apesar da crise econômica, dos conflitos de natureza política no comando da área espacial e da política de embargo comercial às tecnologias sensíveis, os anos de 1980 representaram um dos melhores períodos orçamentários da MECB (veja gráfico 1). Foi possível iniciar os programas tecnológicos de cada um dos segmentos da MECB, o do VLS, da nova base de lançamento, construída em Alcântara, no Maranhão, ambos sob a responsabilidade do IAE/CTA e do satélite, a cargo do INPE. Já no final da década, o satélite estaria em fase final de desenvolvimento.

¹⁰² BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata de Reunião Setorial com o presidente da República Fernando Collor de Mello**. Brasília, 16 set. 1992

Gráfico 1 – Evolução histórica dos recursos destinados ao desenvolvimento de satélites, lançadores e infra-estrutura associada

Fonte: Agência Espacial Brasileira (valores corrigidos para dezembro de 2003 pelo IPCA/IBGE)

10. Crise e redirecionamento da política espacial na passagem de século

A passagem dos anos de 1980 para os de 1990, no plano internacional foi de profunda conturbação, com a queda do muro de Berlim e com a dissolução da União Soviética e enfraquecimento dos ideais socialistas. Frente à debilidade do “socialismo real”, tomou força o pensamento neoliberal. Milton Friedman, um dos maiores expoentes desta corrente, foi conselheiro dos governos Richard Nixon, Gerald Ford e Ronaldo Reagan, que implementaram muitas de suas idéias nas diretrizes da política econômica dos Estados Unidos.

O pensamento neoliberal vinha se fortalecendo desde o período do agravamento da crise econômica norte-americana nos anos de 1970, quando se registrava perda sucessiva de produtividade em relação aos países europeus e Japão, além do decréscimo das taxas de lucro de sua indústria em relação a dos países em desenvolvimento. A visão neoliberal de um Estado menos intervencionista e do mercado mais atuante como regulador da economia foi aos poucos assumindo uma posição dominante na condução da política econômica do país.

Tal perspectiva passou a influir também as instituições financeiras internacionais, que gerenciavam a dívida dos países em desenvolvimento.

Nas renegociações das dívidas, o FMI passou a exigir como contrapartida dos países endividados, a aplicação de receituários liberais, como abertura de mercado, privatização de setores estratégicos e dinâmicos das economias nacionais, maior flexibilidade de seus mercados financeiros, adoção de superávit fiscal, entre outras medidas que levaram a uma situação de extrema fragilidade econômica destes países (FIORI, 1997). Às mais leves turbulências do mercado financeiro internacional, as economias destes países mostraram-se vulneráveis e suscetíveis, ingressando em períodos de crise e de forte recessão. Este foi o cenário que se repetiu nos países periféricos ao longo dos anos de 1990, incluindo o Brasil, cujo processo de desenvolvimento nas décadas anteriores havia sido bancado por financiamentos externos.

O presidente Collor, seguindo as diretrizes neoliberais na solução dos problemas econômicos do país, impôs um corte drástico nos gastos do governo, aplicando com isso um dos mais duros golpes orçamentários ao programa espacial (confira gráfico 1), muito embora não tenha impedido o lançamento do primeiro satélite brasileiro, o SCD-1, em 1993. Além disso, este governo promoveu um grande achatamento salarial aos servidores públicos federais, englobando os engenheiros e pesquisadores do programa da MECB, vinculados à carreira do funcionalismo público. O mesmo cenário se repetiu no governo Fernando Henrique, que seguiu em linhas gerais a mesma diretriz política econômica do governo Collor. A diferença foi que, ao estabilizar a inflação, o orçamento do programa espacial recebeu um pequeno incremento, mas ainda num patamar muito distante daquele dos anos de 1980. Tal situação iria impactar o programa espacial, principalmente o desenvolvimento do VLS, que mesmo assim teve dois protótipos lançados no período, em 1997 e 1999, sem, no entanto, alcançar seu objetivo.

Como se vê, as dificuldades de ordem econômica no início desta nova década iriam afetar drasticamente o rumo do programa espacial brasileiro. Por outro lado, a política de segurança internacional passou a influir mais duramente sobre o desenvolvimento do VLS. Estava em vigor, desde 1968, o *Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares* (TNP), assinado pelos países que detinham tal tecnologia – Estados Unidos, União Soviética, Reino Unido, França e China, e que passariam a adotar nos anos de 1970 restrições comerciais de itens que poderiam auxiliar o desenvolvimento de tais tecnologias em países não nucleares.

Em 1987, foi criado o *Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis* (MTCR) com o mesmo intuito das medidas em curso relacionadas à contenção de tecnologias nucleares e de

uso dual (pacífico e bélico). Neste sentido as tecnologias espaciais, também consideradas de uso dual, passaram a ser objeto de restrições comerciais pelos países do MTCR – Canadá, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e Estados Unidos. Antes da criação do MTCR, os Estados Unidos já vinha se empenhando para estabelecer restrições aos países que desenvolviam programas tecnológicos na área espacial, como o Brasil. As parcerias na área com países como França, Alemanha e mesmo com os Estados Unidos já vinham sendo reduzidas. Nos anos de 1980, já começam a se refletir os impactos de tais políticas sobre os desenvolvimentos do VLS.

A diplomacia brasileira procurava, até então, resistir às imposições dos países desenvolvidos, detentores das tecnologias de destruição em massa e signatários de tais políticas. O Itamaraty criticava o caráter discriminatório do TNP e MTCR, alegando que promoviam o congelamento das desigualdades tecnológicas e as assimetrias de condições entre países detentores e não detentores de tais tecnologias. Ao mesmo tempo em que o governo brasileiro denunciava as implicações de tais políticas, procurava demonstrar iniciativas que se direcionavam para o compromisso do uso pacífico destas tecnologias, ao celebrar, por exemplo, acordos regionais, como o Tratado de Tlateloco, em 1967, antecipando-se à criação do TNP, comprometendo-se a não utilizar o conhecimento da área nuclear para fins militares, criando a primeira “Zona Livre de Armas Nucleares”¹⁰³.

Outra iniciativa neste sentido, mas já nos anos de 1990, foi a transferência do comando do programa espacial que estava na esfera militar, da COBAE, para a área civil, com a criação da *Agência Espacial Brasileira* (AEB), em 1994. No entanto, tal processo foi conduzido e articulado pelos próprios militares da COBAE, que continuaram atuando no interior da AEB, além de se manterem responsáveis pelo desenvolvimento do veículo lançador (VLS). Nos países desenvolvidos, embora os programas estejam nas mãos de setores civis, os militares também desenvolvem atividades específicas nesta área tecnológica.

O programa espacial passou a enfrentar, portanto, um duro boicote internacional, que restringia não somente o acesso a tecnologias sensíveis de uso dual, como ao estabelecimento de qualquer cooperação na área. As negociações que levaram à adesão do Brasil ao MTCR e ao TNP, assinados no governo Fernando Henrique, em 1995 e 1997, respectivamente, foram iniciadas no governo Collor. A assinatura de adesão do Brasil ao TNP, foi interpretada pelo então presidente da seguinte forma:

¹⁰³ Ficou depois conhecido o programa nuclear paralelo brasileiro, para a produção da bomba nuclear, tendo sido revelado um campo de testes que já teria sido desativado na Serra do Cachimbo, no Pará, no início dos anos de 1990, quando o presidente Collor numa cena performática enterrou simbolicamente e tardiamente o programa da bomba.

(...) Ausentando-se do Tratado, o Brasil nada ganha. Entrando, nada perde, até porque já assumimos compromissos de não-proliferação na Constituição de 1988 e em outros acordos. Mas, ao ingressar no TNP, o Brasil pode ganhar muito, em termos de projeção internacional e participação em mecanismos de decisão. Estamos fortalecendo ainda mais as nossas credenciais e a nossa credibilidade.¹⁰⁴

De fato, a adesão ao TNP não modificou em nada o status do país em relação aos embargos tecnológicos. As restrições ao desenvolvimento do VLS permaneceram intactas, atingindo mais tarde, nos anos de 2000, o fornecimento de componentes para o satélite CBERS. Portanto, além das dificuldades orçamentárias impostas ao programa espacial, haveria ainda o problema do embargo tecnológico de itens que faziam parte do VLS.

No início dos anos de 1990, a falta de recursos para as atividades espaciais atingiriam também a cooperação com os chineses para o desenvolvimento do CBERS, colocando em risco tal parceria. Mas a cooperação com os chineses dispunha de pelo menos três componentes estratégicos. Do ponto de vista da política externa brasileira o programa CBERS estabelecia um compromisso e o estreitamento de relações entre dois países do eixo Sul-Sul numa área tecnológica de domínio dos países mais desenvolvidos. O segundo ponto considerava a troca de experiências e o aprendizado na construção e utilização de satélites de sensoriamento remoto entre dois países em desenvolvimento, com ganhos tecnológicos para ambas as partes. Um terceiro ponto importante, seria a configuração de um satélite de acordo com as necessidades dos dois países. Um dos principais usos das imagens deste satélite seria o suporte a políticas e ações ambientais de preservação da Amazônia.

Portanto, quando o programa espacial atingira um de seus momentos mais críticos, logo após o impeachment de Collor, com Itamar Franco (1992-1994) na presidência, o programa CBERS recebeu um tratamento diferenciado, que impediu a sua interrupção e cancelamento. De acordo com a ata da 140ª sessão da COBAE, realizada em agosto de 1993, o então ministro das Relações Exteriores, Fernando Henrique, empenhou-se no resgate da cooperação com os chineses que estava ameaçada por falta de recursos do lado brasileiro¹⁰⁵. Mais tarde, o ministro Fernando Henrique, desta vez na pasta da Fazenda do mesmo governo

¹⁰⁴ CARDOSO, Fernando Henrique. Discurso do presidente da República por ocasião da cerimônia de assinatura da Mensagem que envia o Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares ao exame do Congresso Nacional. Brasília, 20 jun. 1997.

¹⁰⁵ Tal afirmação foi exposta pelo então diretor do INPE na época, Marcio Barbosa, durante reunião da COBAE, em agosto de 1993. BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 140ª Sessão Ordinária**. São José dos Campos, 13 ago. 1993.

Itamar, teria colocado à disposição do programa CBERS recursos provenientes de privatizações.

Com Fernando Henrique na presidência da República, em 1995, o quadro de dificuldades orçamentárias do programa espacial se manteve. O ex-presidente da Agência Espacial Brasileira, Luiz Gylvan Meira Filho, relatou que Fernando Henrique teria aceito um programa de elevação paulatina do orçamento do setor até atingir o patamar de US\$ 200 milhões. No entanto, Meira Filho lembra que, em 1999, pouco foi feito para se contornar problemas de ordem técnico-burocrática que promoveram um corte drástico de 80% no orçamento do setor, devido à crise gerada pelo mercado financeiro mundial, quando outros setores do governo tiveram 27% de corte (ESCADA, 2005).

O governo Fernando Henrique deu tratamento diferenciado aos projetos no interior do programa espacial, entre aqueles formulados sob a perspectiva geopolítica militar, de outros, como o CBERS, que mantinham sintonia com as mudanças de perspectiva planejada para o setor. Os recursos destinados ao desenvolvimento da série CBERS em vinte anos superaram o dispêndio da MECB em US\$ 100 milhões (PEREIRA, 2008). Em 1998, foi lançado o segundo SCD (*Satélite de Coleta de Dados*). Um ano depois, em 1999, pelo programa CBERS, foi lançado o CBERS-1. Outros dois CBERS (2 e 2B) foram colocados em órbita em 2003 e 2007, ambos no governo Lula. Os lançamentos dos satélites CBERS-3 e 4, dando continuidade ao programa com os chineses, estão previstos para 2011 e 2014, respectivamente.

Já a participação brasileira na Estação Espacial Internacional, apesar de não ter uma relação direta com a perspectiva geopolítica militar, perdeu prioridade no governo Fernando Henrique, dada à falta de interesse industrial e das comunidades científicas e tecnológicas, encerrando-se definitivamente a participação brasileira no governo de Luis Inácio Lula da Silva. De um modo geral, programas tecnológicos com o objetivo de estimular a indústria espacial não tiveram êxito devido a falta de projetos em número suficiente para que houvesse ganho de escala.

Por outro lado, houve recursos para a compra de supercomputadores, bem como de suas versões mais atualizadas, no suporte às atividades de pesquisa e desenvolvimento do *Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos* (CPTEC), do INPE, inaugurado em 1994. Isto permitiu que a P&D do CPTEC se mantivesse próxima a dos maiores centros meteorológicos mundiais. A prioridade a este tipo de atividade está relacionada aos benefícios diretos proporcionados por previsões meteorológicas mais confiáveis e de melhor qualidade em relação às aquelas anteriormente desenvolvidas sem o auxílio de supercomputadores.

Outras atividades do INPE consideradas essenciais têm sido o levantamento do desmatamento da Amazônia, iniciado em 1989, o monitoramento de focos de queimadas, entre outras relacionadas à questão ambiental e econômicas. Recentemente, vem se investindo na pesquisa sobre mudanças climáticas, desastres naturais e seus possíveis impactos.

A tendência a priorizar atividades de pesquisa e desenvolvimento que tenham relação direta com os problemas nacionais está em muito relacionada ao avanço progressivo do processo democrático no país. Os anos de 1990 representaram a consolidação da presença civil no poder e a acomodação da dimensão do poder militar no aparelho de Estado. Foi neste período que se criou o Ministério da Defesa, ao qual ficaram subordinadas as três forças militares singulares. A perda de influência dos militares no governo Fernando Henrique se refletiu, portanto, com a diminuição de recursos destinados aos projetos da MECB, do Veículo Lançador de Satélites em especial. Segundo Pereira (2008), o conjunto das mudanças em curso no início dos anos 1990 afetou mais o setor militar (o IAE) do programa espacial do que o civil (INPE), que historicamente sempre atuou norteado sob duas diretrizes básicas: a busca da excelência científica e formulação de programas focados nos problemas nacionais.

Como o INPE, ao longo de sua trajetória, esteve orientado para as aplicações civis com vistas ao desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental, continuou recebendo recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico e prestação de serviços aos órgãos governamentais e à sociedade. O INPE captou recursos de diversas fontes, não ficando restrito ao orçamento do PNAE [Programa Nacional de Atividades Espaciais].

Desta forma, apesar dos revezes orçamentários do programa espacial, continuavam em ritmo relativamente normal as atividades de pesquisa básica e aplicada do INPE, inseridas nas seguintes áreas institucionais – Observação da Terra, Tecnologias Associadas (Computação e Matemática Aplicada, Plasma, Materiais e Sensores, Combustão e Propulsão), Ciências Espaciais e Atmosféricas, Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, além do próprio campo da Engenharia e Tecnologia Espacial, que engloba atividades ligadas à MECB, mas também outras desvinculadas deste programa. Além destas grandes áreas, o INPE conta com o Laboratório de Integração e Testes (LIT) e o Centro de Rastreamento e Controle de Satélites (CRC), que além de suas atividades destinadas à MECB, incorporaram outras relacionadas ao desenvolvimento e a operação dos satélites CBERS, entre outras de P&D espacial e prestação de serviços à indústria.

Os indicadores nacionais de C&T descrevem um aumento das publicações de artigos científicos brasileiros em revistas internacionais a partir do final dos anos de 1980. Em 1990, foram publicados cerca de 3.500 artigos de pesquisadores brasileiros em periódicos indexados

pelo *Institute for Scientific Information* (ISI), representando 0,68% da produção mundial. Num ritmo crescente, este número saltou para 30 mil, em 2008, ampliando a participação das publicações brasileiras para 2,63% do total mundial¹⁰⁶. Apesar de o quadro de pesquisadores do INPE ter se mantido estável neste período, um número crescente de artigos publicados por seus pesquisadores em revistas científicas internacionais vem sendo registrado, acompanhando a tendência nacional. O aumento crescente das publicações brasileiras no âmbito mundial parece, a primeira vista, ser contraditório com o quadro de escassez de recursos destinados à C&T nacional no mesmo período. No entanto, tal fato está mais relacionado à ampliação da capacidade científica conferida nas décadas anteriores, quando o governo Geisel criou uma série de instituições de pesquisa, além de ter ampliado os cursos de pós-graduação (MOTOYAMA, 2004).

O apelo da política de C&T na gestão de Fernando Henrique na presidência, principalmente a partir do seu segundo mandato, quando o diplomata Ronaldo Sardenberg assumiu a pasta da C&T, era estabelecer um forte vínculo da produção da C&T às necessidades econômicas, sociais e ambientais. A inovação científica e, sobretudo, tecnológica, assumiu uma posição de destaque no discurso oficial, considerada essencial à modernização do país, à geração de riqueza e ao desenvolvimento da nação (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 1996). Foi dentro deste contexto que se formulou a Lei da Inovação, aprovada pelo Congresso Nacional anos mais tarde, no governo Lula.

Já o modelo de captação de recursos implementado por Fernando Henrique, com os Fundos Setoriais, para o financiamento da P&D em segmentos específicos, tinha como premissa a necessidade de se ampliar a capacidade de gerar recursos próprios. Tais recursos seriam utilizados para o financiamento das atividades do próprio setor. Os Fundos Setoriais assegurariam, em tese, a alocação de recursos gerados pelas atividades de seu próprio setor (são 16 os fundos setoriais). Nesta linha, o governo, através da Agência Espacial Brasileira, procurou fomentar acordos com outros países para o lançamento de foguetes a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, dado seu potencial comercial, devido a sua localização geográfica. Uma empresa binacional em parceria com a Ucrânia, a *Alcântara Cyclone Space*, foi criada, em 2003, para comercializar os lançamentos a partir de Alcântara, entre estes o do foguete ucraniano Cyclone 4.

¹⁰⁶ O Ministério da Ciência e Tecnologia dispõe de uma série de dados em sua webpage (www.mct.gov.br) sobre indicadores de C&T. As informações específicas sobre artigos brasileiros publicados em periódicos internacionais estão disponíveis no site: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5710.html>.

Apesar das dificuldades orçamentárias relacionadas ao desenvolvimento do VLS, o IAE/CTA promoveu três vôos de qualificação deste lançador. Os dois primeiros ocorreram em 1997 e 1999, ambos resultaram em fracasso, embora tivesse sido possível testar e acompanhar o desempenho de alguns sub-sistemas até o momento das falhas ocorridas durante os respectivos vôos. Na terceira campanha, em 2003, já no governo Lula, o VLS não chegou a ser lançado, explodindo na plataforma durante os preparativos do lançamento, provocando a morte trágica de 21 engenheiros e técnicos do IAE/CTA. O evento levou a criação de uma CPI especial no Congresso Nacional para apurar as causas do acidente. Além dos motivos técnicos mais imediatos, este relatório, além de outro produzido internamente, no IAE/CTA, revelaram que as experiências mal sucedidas nos lançamentos dos protótipos do VLS estariam relacionadas à falta de recursos financeiros adequados, perda de pessoal qualificado e dificuldade de acesso às tecnologias sensíveis (PEREIRA, 2008).

No governo de Luis Inácio Lula da Silva houve pouca mudança em relação às diretrizes da política espacial, muito embora o setor tenha sido contemplado com maior volume de recursos devido à recuperação econômica e orçamentária com o crescimento das exportações brasileiras neste governo. Neste sentido, a P&D militar tem recebido maior atenção, como se observa na distribuição de recursos para as diferentes grandes áreas do orçamento de C&T. Em 2006, o eixo *Objetivos Estratégicos Nacionais*, um dos quatro eixos verticais da Estratégia Nacional de CT&I, recebeu o terceiro maior volume de recursos, pouco mais de R\$ 200 milhões, que inclui recursos para o programa espacial e nuclear e desenvolvimento sustentável da Amazônia (CGU, 2006). Apesar de o setor não receber privilégios, também não está sendo desfavorecido. A base institucional consolidada da C&T militar e os resultados de sua P&D obtidos ao longo das últimas décadas têm garantido os recursos no governo Lula.

Após o acidente de Alcântara, foi contratado o *Instituto Makeyev*, da Rússia, para fazer uma Revisão Crítica de Projeto e implementar a capacitação de recursos humanos (AEB, 2006). O *State Rocket Center/Instituto Makeyev* sugeriu uma série de modificações estabelecendo um novo cronograma de lançamento de qualificação do VLS (AEB, 2008). O teste do motor do primeiro estágio foi realizado em 2008. A perspectiva era de que o primeiro vôo de teste tecnológico do VLS-1 fosse realizado em 2010, mas atrasos na finalização do contrato de consultoria com a empresa russa, devido à demora na promulgação, pelo lado brasileiro, do Acordo de Salvaguardas Tecnológicas com a Rússia, deverá provocar atrasos para este lançamento.

Na área de foguetes de sondagem, utilizados para experimentos científicos e tecnológicos sub-orbitais, o IAE/CTA contou com a parceria da *Agência Espacial Alemã* (DLR), em 2001, para desenvolver um lançador, o VSB-30, para vôos sub-orbitais de cargas úteis científicas. A iniciativa trouxe a possibilidade de se ampliar o leque de atividades e as fontes de financiamento para o lançamento de cargas úteis técnico-científicas, fortalecendo a perspectiva comercial desta atividade, com o fornecimento de foguetes a outros países. Além dos vôos realizados dentro da cooperação com a Alemanha, outros três ocorreram em 2008, a partir do Centro Espacial de Esrange, na Suécia, como parte do Programa Europeu de Microgravidade, utilizando-se este propulsor brasileiro.

No terceiro segmento do programa espacial, o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) passou por uma série de modificações após o acidente com o VLS. A plataforma de lançamento foi reconstruída e a localização do sítio que servirá aos lançamentos do foguete ucraniano Cyclone-4, pela empresa *Alcântara Cyclone Space* foi definida.

Já na área de satélites e aplicações, apesar de uma série de avanços com os lançamentos dos CBERS-1, 2 e 2-B, as atividades do programa sofreram atrasos no cronograma do CBERS-3 e 4, devido a embargo tecnológico promovido pelos Estados Unidos. O programa CBERS, tendo completado 10 anos operacional, em 2009, já colocou a disposição de usuários cerca de 500 mil imagens. A política de distribuição gratuita das imagens do CBERS no Brasil e recentemente na América Latina, Caribe e África, fez com que o Brasil se transformasse num dos maiores distribuidores de imagens de satélite do mundo.

Além do programa CBERS, o INPE vem desenvolvendo outro satélite de sensoriamento remoto, o Amazônia-1. Para este e outros satélites que o INPE planeja colocar em órbita, foi adotado o conceito de *Plataforma Multimissão* (PMM), um conjunto de subsistemas que compõem a base de diferentes tipos de satélites, com aplicações e missões distintas. O lançamento deste satélite estava previsto para 2010, embora já tenha ocorrido atrasos no seu cronograma, devido a cancelamento de licitação para um de seus subsistemas. O satélite deverá ampliar cobertura de imagens da Amazônia, fornecendo dados complementares aos do CBERS, devendo auxiliar o monitoramento e a fiscalização ambiental (desmatamento) desta região.

11. Considerações finais

A trajetória do programa espacial brasileiro aqui descrita segue *pari passus* a lógica do percurso da história da política de Ciência e Tecnologia do país, descrita no capítulo anterior. A origem do programa espacial definido em três eixos, nos anos de 1970 - desenvolvimento de foguetes, satélites e base de lançamento -, está vinculado a um período de forte crescimento econômico do país, quando a C&T nacional, especialmente a ciência aplicada era beneficiada com fortes aportes de recursos. O setor espacial entrou no rol das áreas privilegiadas pelo governo militar, tendo em vista o fato de tais tecnologias serem de natureza estratégica para as Forças Armadas brasileiras, alicerçada ao pensamento Brasil Potência, que acreditava na inserção do país entre os mais desenvolvidos em poucas décadas (CAVAGNARI, 1996).

Na reforma institucional e política do setor, no início dos anos 70, o comando do setor passou para as mãos dos militares do EMFA. Mesmo assim, foi considerado prudente manter a instituição de pesquisa civil (o INPE) no interior do programa espacial como uma forma de dar sentido e legitimidade aos desenvolvimentos de tecnologias militares de uso dual. Ou seja, além daquelas aplicações de natureza militar, haveria inúmeras possibilidades de aplicações científicas e civis para as tecnologias militares, como as que hoje oferecem apoio e suporte a políticas ambientais. Mas na época o êxito do INPE nas suas áreas de pesquisa e na cooperação internacional foi o motivo mais forte para que se mantivesse na esfera civil. Era mais fácil para uma instituição de pesquisa civil obter e manter acordos de cooperação internacional do que para instituições militares. A cooperação internacional nesta área era, e ainda é, um dos principais meios de se obter transferência de conhecimento e de tecnologias.

Os debates no interior da COBAE, com especial destaque para as discussões a respeito do modo como o programa tecnológico deveria ser conduzido, se com ou sem os franceses, explicitam o pensamento nacional desenvolvimentista dos militares e as divergências no seu interior. Embora a posição contrária à versão do programa totalmente nacional, os adeptos da parceria com os franceses, não se configurava exatamente como uma perspectiva liberal, como aquela que permeia e se torna determinante na política de C&T em momentos históricos específicos. Configurava-se mais como uma pequena nuance divergente do pensamento nacional desenvolvimentista, cujo foco de preocupações estava associado a uma visão mais técnica e objetiva do programa tecnológico. Caso a decisão da COBAE fosse pela cooperação com os franceses, fica a dúvida se realmente o programa teria condições de ser concretizado, tendo em vista o empenho dos Estados Unidos em cercear a transferência de tecnologias

sensíveis principalmente a partir dos anos de 1980, quando o programa espacial brasileiro, a MECB, realmente teve início.

A partir dos anos de 1990, o programa espacial começaria a enfrentar uma série de dificuldades de ordem econômica, política e de segurança internacional (embargo tecnológico), tendo obrigatoriamente que redefinir os objetivos e conceitos da MECB. Dado o grau de evolução e institucionalização das atividades nos seus diferentes segmentos (foguetes, satélite e base de lançamento) ao final dos anos de 1980, o programa espacial sofreu apenas atrasos e descompassos em relação aos objetivos iniciais e em nenhum momento se cogitou a possibilidade de desmonte, como ocorreu na mesma época com o programa do lançador argentino, o Condor II ¹⁰⁷.

Nos dois mandatos do governo Fernando Henrique, mas principalmente no segundo, promoveu-se uma reavaliação do programa espacial, principalmente nas atividades na área militar. Havia a necessidade de as atividades neste setor se ajustarem a uma nova diretriz política, vinculada à noção neoliberal de política econômica, cujas demandas científicas e tecnológicas estavam mais alicerçadas a uma visão empresarial da C&T (DAGNINO, 2007), e menos no que se referia a questões de segurança.

Já a adaptação do setor civil (do INPE) a este novo momento político, transcorre de um modo mais tranqüilo, tendo em vista a necessidade de este segmento exercer efetivamente suas potencialidades científicas e tecnológicas sem as amarras do poder militar. O INPE historicamente sempre manteve em suas atividades a perspectiva do desenvolvimento de uma P&D focada na solução dos problemas nacionais. Desta forma, tiveram maior ascensão aqueles programas de pesquisa que evidenciavam uma associação mais evidente com os problemas ambientais, principalmente aqueles ligados à Amazônia, como também aqueles relacionados à melhoria das previsões de tempo e clima. Os programas de engenharia também se destacaram pelo viés ambiental, com a maior projeção e apoio ao programa CBERS, cujas aplicações se voltam fortemente aos problemas ambientais do país. No entanto, o avanço nesta área de engenharia espacial passou a enfrentar dificuldades similares ao que o IAE/CTA já vinha enfrentando há mais tempo no desenvolvimento do VLS: o embargo tecnológico de componentes para os satélites CBERS 3 e 4.

A política de liberação de software de geoprocessamento desenvolvido pelo INPE (SPRING) nos anos de 1990, e mais tarde dos dados de satélites (as imagens CBERS) aos usuários, sem custo nenhum, se por um lado ampliou a disseminação de tais tecnologias no

¹⁰⁷ Sobre este assunto cfe. BARCELONA, Eduardo, VILALONGA, Julio. - **Relaciones carnales** – la verdadera historia de la construcción y destrucción del misil CONDOR II. Buenos Aires: Planeta, 1992.

país, por outro, fortaleceu o grupo de pesquisa envolvido em tais tecnologias. Reflexo de tal política e da maior visibilidade desta área frente às novas diretrizes de PCT foi a indicação de um de seus pesquisadores, Gilberto Câmara, à direção do INPE.

A retomada do processo democrático, apesar de ter re-inserido o INPE dentro do programa espacial com maior força institucional, sem as amarras do poder militar, trouxe também re-equilíbrio nas relações entre setores jurídicos do Estado e instituições públicas, gerando problemas ao programa espacial até então inexistentes. O poder centralizador e superdimensionado do executivo do período militar fornecia a instituições, como o INPE, maior liberdade do ponto de vista jurídico para a contratação de serviços e pessoal. A Lei 8.666/93, que rege a contratação de serviços e produtos na área pública, teve sua concepção, já no período da redemocratização do país, voltada a obras civis. Ela não contempla a possibilidade de contratos com empresas que possam desenvolver atividades de inovação tecnológica, configurando-se como um grande empecilho à formação de um núcleo industrial dedicado ao setor espacial, já que boa parte de seus contratos seriam realizados com o setor público.

De acordo com o Relatório de Gestão da AEB de 2008, “há a necessidade de aprovação de legislação específica para flexibilizar as regras de compras e encomendas governamentais junto às empresas da cadeia produtiva espacial brasileira”. O documento defende ainda a redução da carga tributária dos produtos e serviços do setor espacial e criação de incentivos fiscais para empresas que produzam no país bens e serviços da área espacial. O relatório afirma ainda que o Estado deveria exercer maior poder de compra junto ao parque industrial do setor, a exemplo do que acontece nos países detentores de tecnologia espacial. “O papel do Estado é fundamental no direcionamento dos esforços de P&D espacial, no estabelecimento de políticas de compras governamentais e no desenvolvimento inicial de bens e produtos, onde os riscos e custos são elevados, para, posteriormente, serem transferidos à indústria.”

A redemocratização do país fortaleceu, portanto, o papel do INPE no interior do programa espacial, cujas atividades de pesquisa estavam em sintonia com o enfoque dado à Política de C&T dos governos civis especialmente de Fernando Henrique Cardoso, tendo continuidade no governo Lula. Ao mesmo tempo, neste novo período político, retirou-se a ênfase da segurança e da estratégia militar na política de C&T, muito embora os programas de P&D militar e espacial não tivessem sido abandonados. Passaram apenas por uma readequação à nova diretriz política do setor, que em muito se baseou na política econômica neoliberal, que considera o esforço de P&D a fonte principal da inovação, roda da

engrenagem do desenvolvimento econômico. Uma perspectiva crítica de tal política de C&T deverá ser desenvolvida nas considerações finais.

CAPITULO 4

CONSTRUÇÃO E USOS SOCIAIS DE UMA TECNOCIÊNCIA: O ESTUDO DE CASO SOBRE OS DESENVOLVIMENTOS DA DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS (DPI)

1. Introdução

Neste capítulo é apresentada uma breve história e análise sobre os desenvolvimentos da *Divisão de Processamentos de Imagens* (DPI), do INPE, adotados aqui como estudo de caso. Busca-se compreender processos associados a essa história, com base na perspectiva teórica de Pierre Bourdieu (2001), a partir do que chama de conhecimento praxiológico (que contempla processos relacionados à interiorização da exterioridade e a exteriorização da interioridade, percebendo neste último processo a possibilidade de certo grau de autonomia do sujeito objetivo e das relações inter-subjetivas), e também de conceitos, como translação, de Bruno Latour (2000). A partir de tal referencial teórico, buscou-se analisar o modo pelo qual este grupo de perfil tecnológico, formado por engenheiros, analistas de sistemas, matemáticos entre outros, atuou no desenvolvimento de pesquisas e tecnologias, tendo em vista os diferentes mecanismos políticos e econômicos, em níveis macro-estruturais, e outros atuantes num plano mais imediato do campo científico disciplinar, no âmbito micro-social.

A referência maior de análise será o modelo de Bourdieu, no qual o conceito de campo científico ocupa lugar central, entendido como uma estrutura social específica; de *habitus* científico, entendido como o conhecimento coletivo acumulado orientado pelo campo científico e que organiza as práticas científicas em estreita associação com o contexto social no qual estão inseridas; e a idéia de capital científico, associado à trajetória de formação e atuação do pesquisador que situa as disputas travadas no interior dos campos científicos, nos quais pesquisadores buscam o reconhecimento científico e posições privilegiadas em seu campo disciplinar. Apesar do histórico que se apresenta neste capítulo, que mostra um grupo de pesquisadores atuante em diferentes campos sociais (político, científico etc), aparentemente cientes da sua condição e movimentando-se no sentido de buscar uma situação cada vez mais privilegiada, Bourdieu nos lembra, quando critica o pensamento de Latour, que o indivíduo-investigador não age livremente sem se defrontar com os limites impostos pela estrutura do campo científico. Na acumulação de seu capital científico, por exemplo, passa por uma série de processos, por vezes ritualísticos, que devem atestar o seu *status* científico, o que somente é possível na interação com seus pares, concorrentes, os únicos capazes de atribuir qualidade ao conhecimento produzido e notoriedade ao seu autor. O processo de produção do conhecimento é, também neste sentido, socialmente construído, bem como o reconhecimento e a autoridade que um cientista passa a conferir e incorporar.

Latour, apesar de partir de pressupostos antagônicos ao de Bourdieu e daí traçando um caminho totalmente distinto¹⁰⁸, revela alguns aspectos que ganham cada vez mais presença nas relações do mundo da C&T com outros domínios da vida humana, como o campo político e econômico. Apesar das contribuições destes dois autores, em particular de Bourdieu, os dois desenvolvem uma perspectiva de ciência de países desenvolvidos, diferente da realidade encontrada num país como o Brasil, cujo desenvolvimento se faz à sombra dos países mais desenvolvidos, com reflexos na produção da ciência e tecnologia nacional. E uma destas características ou problema é a tendência a adoção de critérios utilizados nestes países para o que se considera uma boa prática científica e tecnológica. Daí a indagação constante sobre o porquê de o Brasil não conseguir ampliar os índices de inovação mesmo tendo se criado uma série de recursos para tal, como Lei da Inovação, linhas de financiamento, isenção fiscal etc. Talvez seja necessário conhecer e explorar melhor o campo científico nacional a partir de uma auto-reflexão, que aprofunde a visão ou as visões que esta ciência tem de si mesma.

No estudo de caso aqui analisado os desenvolvimentos de tecnologia se iniciam, num primeiro momento, dentro de uma determinada perspectiva de política de C&T – a nacional desenvolvimentista – havendo necessidade, a partir dos anos 1990, de se adequar a uma série de mudanças, como a retirada de condições inicialmente existentes, como políticas de financiamento e apoio de um modelo industrial que favorecia este setor do INPE. As mudanças impactaram o universo da C&T brasileira como um todo, mas neste caso específico, como a Política de C&T vinha passando por uma transição que culminaria na maior ênfase a uma política científica, de perfil acadêmico, favorecendo menos os desenvolvimentos tecnológicos, uma série de ajustes e adaptações ao nível micro-sociológico teve que ser feita para manter ao mínimo o *modus operandi* das práticas de desenvolvimento deste grupo. Buscou-se analisar as estratégias e os recursos que este grupo lançou mão com o intuito de levar à frente objetivos técnico-científicos cujos suportes eram softwares de tratamento e processamento de imagens e de sistemas de informações geográficas.

O interesse pelo estudo de caso teve como suposição a grande capacidade de articulação deste grupo na busca de apoio e parceiros em diferentes domínios, para além do campo científico e tecnológico, o que teria fornecido as condições para superar dificuldades ou pelo menos ajudar a conviver com elas. Um dos elementos que apontava nesta direção era

¹⁰⁸ Como já abordado no capítulo um, Latour tem como ponto de partida a realidade das relações inter-subjetivas, não considerando a estrutura como fator a considerar *ex ante* no desenvolvimento da tecnociência, como propõe Bourdieu.

o fato de que o grupo mantinha um papel forte e atuante na defesa de seus interesses científicos e tecnológicos, cujos artifícios políticos subjacentes não podem ser desprezados, como afirma Bourdieu, e que neste caso chegou a resultar em ações explícitas no campo da política legislativa. Outro aspecto que chamou a atenção foi o sentido dado pelo grupo às suas próprias produções de P&D, que demonstrava uma estreita correlação entre a sua percepção e visão de mundo.

Além da necessidade de se colocar em prática uma determinada visão de mundo, através do modo particular com o qual desenvolvia tecnologias, haveria ainda questões de natureza prática relacionadas às exigências impostas pelo campo científico, como a necessidade de acumular capital científico, reforçar atributos científicos individuais e do grupo e busca constante da legitimação da autoridade científica (individual e coletiva).

Outro dado extremamente importante, levado em conta na escolha do estudo de caso, foi o fato de que uma das lideranças do grupo da DPI, alguns anos mais tarde, chegou à direção do INPE, o que por si só indicava força política desta liderança, para além do capital científico acumulado ao longo de sua trajetória iniciada em uma das mais reconhecidas escolas de engenharia do país, o ITA, que antecipadamente lhe conferia atributos, juntamente com outros acumulados ao longo de sua carreira, que lhe deram condições de chegar ao posto em questão.

Na fase de entrevistas, quando se aprofundou o contato com os ex-chefes da DPI, no total cinco além do atual, percebeu-se que a reflexão e auto-crítica sobre escolhas e decisões assumidas ao longo da trajetória do grupo é algo constante entre eles. A disposição para o debate, igualmente encontrada em cada um dos entrevistados, tornou este trabalho de análise mais instigante e também, de certa forma, mais fácil. Embora o grupo tenha plena consciência e orgulho do que construíram, reconhecendo-se como um time diferenciado, tanto no interior do INPE como em relação a outros grupos similares em outras instituições, não raramente pôde se ouvir que uma ou outra escolha tecnológica ou decisão estratégica não teria sido a mais acertada.

O pensamento crítico de seus integrantes não se restringe às escolhas das estratégias no campo estrito da construção das tecnologias e de um conhecimento específico. Apresenta também uma dimensão mais abrangente, estabelecendo conexões com diferentes fontes de pensamento e áreas de conhecimento. Embora não seja a ênfase desta pesquisa, é preciso registrar que o discurso e o pensamento com os quais articulam e defendem o modo particular de fazer ciência é entrecortado por idéias e ideais cujas bases estão alicerçadas a uma ideologia de esquerda e/ou nacional-desenvolvimentista. Também se apóiam em análises

econômicas, com uso de modelos de inovação, de viés utilitarista, como, por exemplo, a exposição de resultados em termos de relação custo-benefício. O discurso construído nestes termos denota em parte o compartilhar de uma visão dominante, mas também uma forma de estabelecer conexão com formuladores de políticas, cujos valores e ética residem, em parte, na lógica da racionalidade e da eficiência, dirigidas à promoção do bem estar econômico e social.

Mesmo sob o risco de ser um caso atípico, a análise da história da DPI e de seus elementos constitutivos em nível micro, onde as forças estruturais do campo se revelam e se impõem, o estudo de caso pretende mostrar, sob a inspiração normativa de Bourdieu, que os discursos e mesmo as ações que às vezes mostram-se isentos de intenções apresentando-se como que essencialmente científicos e tecnológicos, são condicionados socialmente. Neste sentido, por vezes é necessário desmontar determinadas assertivas, postuladas como verdadeiras em certos debates, com o intuito de promover um diálogo que insira diferentes visões e perspectivas a um mesmo nível de transparência. O fato, no entanto, é que força da estrutura do campo social é de tal ordem que as desigualdades sociais definem as desigualdades das possibilidades também no campo científico. Esta desigualdade além de situar os conflitos no interior do campo científico, colocando, por exemplo, em lados opostos, ciência básica e ciência aplicada, ela também restringe a emergência, e até mesmo antes disso, a articulação de pensamentos dissonantes em relação a esta dualidade.

Embora seja quase consensual nas diferentes linhas de estudos da C&T de que a ciência não é neutra, como se difundia no passado, quando a ciência era vista como um constructo em direção a verdades, acima do bem e do mal, ainda assim o desenvolvimento de políticas de C&T ocorre como se a mesma ainda fosse dissociada do contexto social, autorizando grupos e comissões que ocupam cargos nos mais altos escalões de governo determinar formas muito particulares de C&T, sem antes oferecer aberturas a grupos minoritários e a pensamentos alternativos e marginais.

Este capítulo adota como linha mestra a descrição da história dos desenvolvimentos dos principais produtos tecnológicos da Divisão de Processamento de Imagens: SITIM, SITIM/SGI, SPRING e TerraLib/TerraView, considerados os principais suportes das práticas dos conhecimentos científico e tecnológico deste grupo. Embora tenham sido desenvolvidos outros produtos, estes softwares foram os carros-chefes, as plataformas e os meios pelos quais a produção do conhecimento da DPI se materializou e mais do isso, se expressou, ganhando mundo. Embora a história da DPI seja relativamente curta, ela se revelou extremamente complexa e rica do ponto de vista analítico.

O capítulo que segue procura descrever o grupo da DPI - no início, cerca de 30 pessoas, hoje perto de 50 – situando sua origem no interior da instituição, do INPE, e a sua evolução através dos desenvolvimentos tecnológicos, mas sempre levando em consideração os diferentes contextos em que esteve inserido. Desde os cenários macro-políticos, que se modificaram ao longo do tempo, até as relações no domínio científico-disciplinar. Antes de iniciar este histórico, é feita uma introdução sobre a Ciência da Geoinformação, uma das áreas disciplinares de atuação da DPI. Ao final do capítulo, procurou-se enfatizar e explorar alguns aspectos relacionados à constituição da história da DPI e de seus desenvolvimentos, dedicando especial atenção às estratégias utilizadas em diferentes domínios.

2. O tratamento de imagens e o geoprocessamento como base das práticas técnico-científicas da DPI

A *Divisão de Processamento de Imagens* (DPI), do INPE, construiu suas práticas de tecnociência a partir de duas áreas científicas e tecnológicas específicas: 1. Processamento e Tratamento de Imagens; e 2. Ciência da Geoinformação. As aplicações relacionadas à primeira área de conhecimento se voltam ao desenvolvimento de técnicas e tecnologias, com base no conhecimento de diferentes campos da matemática e ciência da computação, com o objetivo de extrair dados a partir de imagens (não somente de satélites). As atividades relacionadas ao Processamento e Tratamento de Imagens foram as primeiras deste setor do INPE, daí o nome Divisão de Processamento de Imagens, mas aos poucos a Ciência da Geoinformação foi ganhando maior projeção.

Ciência da Geoinformação ou Geoprocessamento, como inicialmente era chamada, é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. As ferramentas computacionais para o Geoprocessamento, chamadas de *Sistemas de Informação Geográfica* (SIG ou no inglês GIS – *Geographical Information Systems*), permitem análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados. Tornam possível automatizar a produção de documentos cartográficos, além de permitir análises sobre recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional, entre outros temas.

A partir dos anos 1980, a tecnologia de sistemas de informação geográfica disseminou-se rapidamente em todo o mundo, com a evolução da microinformática e com o advento da Internet, nos anos 1990. Neste período, foram estabelecidos centros de estudos sobre a ciência da geoinformação. Nos Estados Unidos, foram criados, em 1989, os centros de

pesquisa que formaram o *National Centre for Geographical Information and Analysis* (NCGIA), em Maine, que por sua vez marcou o estabelecimento do geoprocessamento como disciplina científica independente.

O aperfeiçoamento das técnicas de análise com base no geoprocessamento combinado com a evolução da informática permitiu ampliar as possibilidades de estudo nestas áreas a partir de recursos que foram aos poucos sendo incorporados aos SIGs. No início dos anos 1980, quando os estudos neste campo se iniciaram no INPE, as tecnologias da geoinformação eram novas no mundo.

O geoprocessamento foi introduzido no País a partir da iniciativa de disseminação desta ferramenta pelo professor Jorge Xavier da Silva, da UFRJ (CÂMARA, 1996). Ele convidou, em 1982, o pesquisador inglês Roger Tomlinson, para ministrar uma série de palestras em várias instituições do País sobre *Sistema de Informações Geográficas* (SIG). Tomlinson criou o primeiro SIG - o *Canadian Geographical Information System* -, sendo por isso considerado o pai desta ferramenta tecnológica. A palestra do pesquisador ministrada, neste ano, no INPE, despertou o interesse de um grupo de engenheiros que atuava na área de processamento e tratamento de imagens e que iria, mais tarde, formar a DPI (CÂMARA et al, 2001).

As bases da construção desta disciplina no Brasil ainda são consideradas incipientes, tendo recebido influência de diferentes ramos da ciência, mas em particular da Geografia. Um dos desafios que o grupo de engenheiros da DPI teve que enfrentar foi a transposição da fronteira disciplinar, obrigando-os a abrir diálogo não somente com a Geografia, mas também com outras disciplinas que poderiam utilizar o geoprocessamento como metodologia de análise, realizando, desta forma, um esforço de incorporação de conceitos de outras disciplinas no interior dos desenvolvimentos de suas tecnologias. Somente desta forma, foi possível percorrer um caminho que permitiria a incorporação das diferentes visões disciplinares no interior de seus desenvolvimentos¹⁰⁹.

Com a decisão de se desenvolver um SIG, o INPE, através da DPI, tornou-se um dos principais núcleos difusor e construtor desta área do conhecimento no País, introduzindo entre seus cursos de pós-graduação uma linha específica de geoprocessamento, ao lado daquelas

¹⁰⁹ Uma discussão sobre este assunto pode ser acompanhada no artigo CÂMARA, G., MONTERIO, A.M.V., MEDEIROS, J.S. **Representações Computacionais do Espaço: Um Diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação**. Workshop sobre Novas Tecnologias em Ciências Geográficas, UNESP-Rio Claro, 2000. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/epistemologia.pdf>> Acesso em: 30/11/2009. O assunto também é abordado em: CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M. **Conceitos Básicos da Ciência da Geoinformação**. In: _____. (org.) *Introdução à Ciência da Geoinformação*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 30/11/2009.

relacionadas ao tratamento e processamento de imagens. Com o tempo, o próprio grupo produziu uma vasta gama de material didático sobre o assunto. A criação de novos centros e laboratórios de geoprocessamento em universidades e instituições de pesquisa do País, com o apoio de uma política do Ministério da Ciência e Tecnologia, criado em 1985, deu impulso a disseminação do uso desta tecnologia nos anos 1980, com o INPE se constituindo como pólo de formação e capacitação através de seu curso de pós-graduação na área. Nos anos 1990, o INPE passou a promover maior número de cursos e treinamentos de curta duração para pesquisadores e estudantes universitários de outros países da América Latina, fora de seu programa de pós-graduação, promovendo ao mesmo tempo as tecnologias e os produtos desenvolvidos pela DPI.

Para a DPI, a perspectiva de se avançar nos desenvolvimentos da tecnologia de geoprocessamento estaria ligada preliminarmente a dois aspectos: “a competência de produzir inovação”, e incorporá-la em seus produtos, e “a capacidade para difundir as metodologias e o conhecimento associado ao uso desta tecnologia” (CÂMARA, 1996). Partia-se da crença de que havia um grande potencial para o uso das tecnologias de Sensoriamento Remoto e de Geoprocessamento no país, dada a grande carência de mapeamento básico e temático em diferentes escalas no Brasil e que precisariam de contínuo investimento em técnicas de extração de informação de imagens de satélite e de integração de dados. Na avaliação da DPI, haveria ainda uma lacuna nos procedimentos de gestão territorial e no processo de planejamento de políticas públicas. Os SIGs seriam de grande ajuda a estas atividades, tendo em vista que alguns setores da administração pública adotavam o planejamento a partir de uma base territorial.

Portanto, um esforço adicional ao desafio já previamente assumido de desenvolver tecnologia de ponta, seria disseminar os produtos da DPI atraindo os potenciais usuários desta tecnologia e ainda oferecer condições para formá-los e treiná-los no uso de SIGs. Desta forma, segundo Câmara (1996), a equação proposta para atingir os resultados esperados para os desenvolvimentos da DPI estaria expressa da seguinte forma: “*resultados_SIG = software + metodologia + qualificação de usuário*”

Ou seja, os resultados a serem perseguidos estariam estritamente vinculados a capacidade de desenvolver um bom software, do ponto de vista tecnológico, que estivesse concatenado a metodologias de trabalho de usuários e, além disso, o grupo da DPI deveria se preocupar com a capacitação dos usuários naquelas tecnologias. Havia então, nesta equação, a preocupação de aculturar o usuário ao ambiente SIG desenvolvido pelo INPE. Contaria a favor desta empreitada: 1. os esforços concentrados no desenvolvimento de um SIG que já

estava em curso; 2. a complexidade para desenvolver as aplicações para os casos brasileiros, o que exigiria uma adaptação mais rápida do software à metodologia de trabalho e neste caso o SIG brasileiro estaria mais próximo de tais aplicações do que um sistema desenvolvido fora do país; e 3. a capacidade de treinar pessoal nesta área do conhecimento, que teve no INPE um dos principais pólos de formação e difusão de tais tecnologias.

3. As origens da área de processamento de imagens de satélites do INPE

Desde os primórdios do INPE, nos anos 1960, além da pesquisa básica na área espacial, investiu-se no domínio das tecnologias relacionadas ao uso de imagens de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, criando para isso os projetos MESA (*Meteorologia por Satélite*) e SERE (*Sensoriamento Remoto*). Do projeto SERE, originou-se o *Departamento de Sensoriamento Remoto* (DSR), ao qual se associou o *Departamento de Processamento de Imagens* (DPI), em 1984, para desenvolver tecnologias que deveriam oferecer suporte às diversas pesquisas aplicadas do DSR.

A implementação do projeto SERE, pelo então diretor Fernando de Mendonça, veio da percepção das potencialidades da tecnologia de sensoriamento remoto, que vinha sendo utilizada em programas da NASA. Segundo Mendonça (2004), em uma das reuniões da NASA relacionadas a este programa que teve oportunidade de participar, estava em discussão quais seriam as regiões que teriam sobrevôos para a calibração de sensores. Estes sensores seriam colocados, mais tarde, a bordo de uma sonda espacial para mapear a superfície da Lua. Nesta reunião, coordenada por Wernher von Braun, Mendonça sugeriu o quadrilátero ferrífero, em Minas Gerais, proposta que foi aceita.

Mendonça adotava uma política de aproximação com a NASA com o intuito de viabilizar as áreas de pesquisa do INPE que estavam iniciando suas atividades. A cooperação internacional e a participação em programas e experimentos científicos promovidos no país sob a coordenação da agência espacial norte-americana seriam formas de motivar os grupos de pesquisa do INPE e ao mesmo tempo contar com recursos que dificilmente conseguiria obter, na época, para financiá-la. Por outro lado, a cooperação com a NASA também resultaria num melhor reprojatamento do INPE frente ao seu universo de relações políticas e institucionais. A implementação do SERE vislumbrava uma série de aplicações das imagens de satélites de sensoriamento remoto no país, tendo em vista a sua ampla dimensão territorial e as diferentes características inerentes à sua diversidade geográfica. Na época, de acordo com Mendonça (2004), não havia um mapeamento de boa qualidade do território brasileiro.

As experiências adquiridas a partir do projeto SERE levaram o INPE a pleitear, no início dos anos 1970, a estação de rastreio, recepção e processamento de dados do satélite ERTS-1, da NASA. O pedido foi feito à COBAE (*Comissão Brasileira de Atividades Espaciais*), em 1972, que, por sua vez, encaminhou ao então presidente da República, Emílio Garrastazu Médici (1969-1974), a Exposição de Motivos nº 004, em 31 de julho do mesmo ano. A liberação de recursos foi autorizada em regime de urgência e em 10 meses a obra foi executada e entregue. Em maio de 1973, a estação do INPE, em Cuiabá, começou a receber e gravar os dados do Satélite ERTS-1, que passaria a se chamar Landsat-1.

O uso das tecnologias de sensoriamento remoto permitiu ampliar o conhecimento sobre os recursos minerais e naturais do país. A cooperação com a NASA faria com que o Brasil fosse o único país da América Latina a dispor de um sistema de recepção e distribuição de imagens de satélite na região, desfrutando de uma relação político-estratégica privilegiada com os Estados Unidos no continente (BRASIL, 1978). Seria também o terceiro país no mundo, depois dos Estados Unidos e Canadá, a receber imagens de sensoriamento remoto. A estação brasileira vem funcionando até hoje, de forma ininterrupta, tendo acumulado um grande acervo de imagens sobre o território brasileiro e propiciado uma infinidade de estudos fazendo uso das tecnologias de sensoriamento remoto.

Além do Landsat, o INPE passou a receber, anos mais tarde, imagens de outros satélites, como o francês SPOT, o europeu ERS, entre outros. Nos anos 1990, o satélite CBERS, desenvolvido em cooperação com a República Popular da China, também começou a gerar imagens, todas elas recebidas através da estação de Cuiabá.

Para processar as imagens do Landsat, o INPE adquiriu em 1974, por US\$ 1 milhão, um computador da *General Eletric* (GE), o "IMAGE-100" ou I-100, como passou a ser chamado. Na época, tratava-se de tecnologia no estado-da-arte, o segundo ou terceiro equipamento do gênero em funcionamento no mundo e que por 10 anos foi o único sistema de processamento digital de imagens de satélite em operação no País (FREITAS, 2009).

Com toda essa infra-estrutura, em 1979, o Brasil já era o segundo maior produtor de imagens de satélite do mundo. Em primeiro, estava os Estados Unidos, com 300 mil imagens por ano, enquanto o Brasil produzia 20 mil. Estas imagens eram solicitadas por empresas privadas brasileiras ou com sede no país. Eram cerca de 300, a maioria delas companhias petrolíferas, como Exxon, Esso, Gulf e Shell (BRASIL, 1979).

Quando o I-100 chegou ao INPE, havia poucas funções de processamento de imagens, mas era possível inserir novos algoritmos que pudessem definir novas funcionalidades e aplicações. Formou-se, então, uma equipe de desenvolvimento que aos poucos implementou

algoritmos de filtragem, classificação e registro de imagens. Este grupo seria o embrião do Departamento de Processamento de Imagens, que seria criado alguns anos depois. Nesta época, teve também início um programa acadêmico de formação de pessoal na área.

O grupo que atuava no I-100 passou a ficar alojado no prédio do *Departamento de Sensoriamento Remoto*, depois que foi construído anexado a este o *Laboratório de Tratamento de Imagens Digitais* (LTID). No entanto, na estrutura da instituição, o grupo do I-100 continuava vinculado ao *Departamento de Informática* (DIN), situado em outro prédio, onde funcionava toda a infra-estrutura computacional do INPE. Mas como o I-100 era um computador dedicado à área de sensoriamento remoto, após alguns anos, este grupo tornou-se responsável por ele, dando continuidade às atividades de pesquisa em processamento de imagens. Esta equipe foi também uma das principais responsáveis pela formação do que viria a ser a DPI.

4. Os grupos formadores da DPI e os condicionantes de sua criação

Enquanto este pessoal atuava no tratamento e processamento de imagem no I-100, outro grupo de engenheiros, da Divisão de Instrumentação e Sistemas, do Departamento de Meteorologia, do INPE, fazia desenvolvimentos para a recepção e visualização de imagens de satélites meteorológicos. Este grupo desenvolveu o sistema UAI – Unidade de Análise de Imagens – constituída de uma placa de hardware e software que permitia a visualização de imagens de satélites meteorológicos que mostravam a evolução de frentes frias sobre o continente sul-americano num monitor de tevê.

Nesta época, o INPE era a única instituição brasileira capaz de receber imagens de satélites meteorológicos. A possibilidade de visualizar tais cenas num monitor atraía o interesse de outras instituições de pesquisa e empresas, que visitavam o INPE para conferir tais imagens. No início das transmissões, as imagens meteorológicas levavam uma manhã inteira para chegar. Mas eram poucos os países no mundo que dominavam as tecnologias de tratamento e processamento de imagens de satélite, a perspectiva de evolução nesta área mostrava-se promissora.

A DPI foi formada, portanto, por estes dois grupos de engenheiros e técnicos que atuavam na área da ciência da computação, tanto na área de hardware como de software. Embora estivessem em setores distintos do INPE ambos estavam engajados em desenvolvimentos inovadores. Uma característica marcante destes dois grupos, como outros do INPE, era a formação a partir de escolas militares de engenharia de alto nível, como o ITA

e o IME. Um dos idealizadores da UAI, Paulo Camilli, seria o primeiro astronauta brasileiro, caso não tivesse ocorrido o acidente com o *Challenger*, em 1986, que alterou toda a programação dos ônibus espaciais. O acidente inviabilizou o vôo do pesquisador brasileiro e sua participar em uma missão espacial, com carga útil do INPE.

Outro aspecto muito forte destes dois grupos era a perspectiva de desenvolvimento endógeno e autônomo, ideal impregnado no modo destes engenheiros atuarem, que era também o modelo de P&D implementado pelo INPE desde a sua origem. Esta visão, associada aos ideais nacional-desenvolvimentistas e ao modelo de substituição de importação, tinha forte ascendência sobre a engenharia do INPE como um todo, onde se centrava o papel estratégico da instituição. Se num primeiro momento, seus engenheiros instalavam toda a infra-estrutura necessária para executar de forma operacional os serviços de recepção e processamento de imagens, aprendendo a instalar e utilizar os equipamentos importados, num segundo momento, procuravam desenvolver endogenamente as tecnologias dos equipamentos utilizados nas diversas etapas destes processos.

Este era o espírito empregado também no desenvolvimento da instrumentação utilizada em campanhas científicas para coleta de dados em outras áreas de pesquisa. O INPE procurava desenvolver de forma autônoma os equipamentos que iria operar em solo como também em vôo, para registro de dados em camadas mais altas da atmosfera, a bordo de sondas, balões estratosféricos ou ainda em foguetes, com o intuito de diminuir a dependência de firmas estrangeiras de engenharia. A pesquisadora Marlene Elias (2005), ex-chefe da Divisão de Instrumentação e Sistemas, do Departamento de Meteorologia, descreve o espírito da época da seguinte forma:

As razões para adotar a abordagem desenvolvimentista eram muitas: estávamos num centro dedicado que tinha por objetivo avançar na área espacial – portanto, quanto mais “know-how”, melhor; os satélites meteorológicos evoluíam e se diversificavam permanentemente e para deles usufruirmos era necessário, a cada série e tipo, modernizar e sofisticar todo o equipamento de recepção/processamento (do contrário, ficaríamos sempre na mão dos fabricantes estrangeiros); com o desenvolvimento da Estação [receptora de sinais] APT, o INPE já tinha plantado uma sementinha desenvolvimentista; embora mais penosa e demorada esta abordagem ensinaria a oportunidade de formar/aperfeiçoar engenheiros e técnicos para a área de satélites. Os jovens engenheiros se empolgavam com os desafios e muitos fizeram o mestrado em Eletrônica – essas pesquisas em geral tinham tudo a ver com os nossos projetos e seus frutos eram imediatamente incorporados aos sistemas que desenvolvíamos.

A mesma perspectiva estava embutida na compra e uso do Image-100. Além do objetivo imediato de aprender a utilizar o computador para o tratamento e processamento das imagens do satélite de sensoriamento remoto, os engenheiros da área de computação

procuravam acrescentar algoritmos que agregariam novas funcionalidades neste tipo de operação. O objetivo não era somente aprender a operar este equipamento, mas, através das aberturas que este dispositivo dispunha, desenvolver tecnologia própria, neste caso, aperfeiçoar o software de processamento e tratamento de imagens.

Em 1981, o INPE foi procurado pela *Secretaria Especial de Informática* (SEI), órgão regulador do governo federal na área de informática, que teria recebido um pedido de importação de um sistema para processamento de imagens de satélite desenvolvido pela IBM, chamado ERMAN-2. O equipamento seria instalado num dos centros da EMBRAPA. O custo era de US\$ 600 mil, aproximadamente, e a SEI, com base nos dispositivos da Lei de Informática e responsável pelo controle da reserva de mercado na época, consultou o INPE para verificar a possibilidade de desenvolver um sistema semelhante, com base em tecnologia nacional e em um minicomputador, tendo em vista a tendência de diminuição dos computadores que se iniciava na época. A SEI tinha autoridade e autonomia para bloquear aquele pedido e, com isso, estimular a produção de tal sistema a partir dos desenvolvimentos do INPE.

O pedido da SEI acelerou um processo que, de certa forma, já estava em curso no INPE. Havia um potencial tecnológico na área, mas que atuava de forma fragmentada no interior da instituição. O diretor do INPE na época, Nelson de Jesus Parada, deu apoio não somente a organização interna do time que iria desenvolver a tecnologia daquele produto, como também iria estimular a criação de uma empresa – a Engespaço - que seria o braço industrial, comercial e de suporte aos desenvolvimentos do INPE. A partir do pedido da SEI, o grupo de pesquisa de processamento e tratamento de imagem se organizou no interior do *Departamento de Informática* (DIN) para desenvolver os algoritmos do I-100 para um minicomputador nacional, um CISCO, segundo Freitas (2009), ao qual seria ainda acoplado a UAI, e daí então produzi-lo e comercializá-lo.

Ao mesmo tempo, neste ano de 1982, sob a inspiração de Roger Tomlinson, deu-se início aos desenvolvimentos na área de geoprocessamento. Neste período, a DPI ainda não estava criada formalmente, o que só aconteceria dois anos depois, em 1984, quando chegou ao INPE um microcomputador PC/IBM para aperfeiçoar os desenvolvimentos que se iniciaram no CISCO. Também neste ano, foi criada a FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais – entidade de direito privado, sem fins lucrativos, cuja estrutura flexível deveria realizar atividades complementares às do INPE, como contratação e execução de projetos, reprodução e comercialização de protótipos e assistência técnica após a venda de produtos. O INPE não tinha vocação institucional nem estatuto jurídico-administrativo para

desempenhar tais funções (PERILO et al, 1988), daí a necessidade de uma entidade que estivesse em sintonia com as atividades de desenvolvimento do INPE.

Um ano após a sua criação, em 1983, a FUNCATE criou duas empresas associadas a ela. Uma delas, a Engespaço, passaria a funcionar como braço industrial dos desenvolvimentos e inovações do INPE na área de recepção, processamento e visualização de imagens de satélites que começava a gerar demandas por parte de outras instituições de pesquisa e empresas privadas. O início das atividades da Engespaço contou com grande participação dos pesquisadores da Divisão de Informática, que após o expediente do INPE, faziam um terceiro turno na empresa para desenvolver industrialmente as tecnologias tanto da UAI, como aquelas que vinham sendo desenvolvidas no interior do I-100 em PC.

5. Um PC e um ambiente institucional para a construção de uma tecnociência

Os grupos da Meteorologia e do I-100 forjaram, de certa forma, a criação do Departamento de Processamento de Imagens ao se organizarem internamente para conquistar um espaço formal na instituição para as suas práticas. A direção do INPE, na época, já percebia o potencial de disseminação das tecnologias que estariam sob a área de atuação deste grupo e vislumbrava aí a possibilidade de concretizar uma iniciativa que estaria em consonância com a política de C&T da época, o que também permitiria angariar novas fontes de recursos e reconhecimento à instituição.

Em 1984, o grupo de engenheiros já havia desenvolvido um protótipo no minicomputador da CISCO, introduzindo as funções de processamento e tratamento de imagens, com a UAI, funcionando acoplada a este computador. A chegada do primeiro microcomputador ao INPE, um PC/IBM, recebido em março daquele ano, para uma nova etapa de desenvolvimentos, foi o que deu origem formal ao *Departamento de Processamento de Imagens* (DPI), reunindo dois grupos: um de hardware, proveniente do Departamento de Meteorologia e outro de software, montado a partir do Departamento de Informática. Alguns anos depois, com a reorganização da instituição, a DPI passaria a ser uma divisão da Coordenação de Observação da Terra, que englobaria ainda o Departamento de Sensoriamento Remoto, também transformado em divisão.

Mas nesta época, um pequeno grupo de engenheiros já se destacava, tanto do ponto de vista da capacidade técnico-científica como da ótica do ativismo político para definir os rumos desta nova divisão. Estes engenheiros, no início de carreira, ainda não tinham consolidado um perfil de pesquisador que os habilitasse a assumir postos chave na administração da

instituição, pois não contavam, pelos critérios da época, de bagagem e experiência científica suficiente. Eram poucos os que na DPI contavam com o título de mestrado e doutorado. Segundo Souza (2009), para assumir o posto de chefe da DPI, o diretor dizia que o cargo seria daquele que possuísse maior quantidade de títulos. Desta forma, estavam excluídos aqueles engenheiros que despontavam como lideranças, mas que não possuíam pós-graduação, embora fossem graduados nas melhores escolas de engenharia do país. Foi indicado para o cargo o pesquisador e professor Nelson Mascarenhas, formado no ITA, com doutorado na área de processamento de imagem no exterior e de forte perfil acadêmico, tendo ministrado aulas em universidades na Califórnia e no ITA.

Embora nenhuma destas lideranças emergentes não tivesse condição para chegar ao posto de chefe, articularam para que a DPI instituisse um conselho, através do qual seria possível discutir e participar das decisões do novo departamento, procurando influenciar a condução dos rumos da DPI (MONTEIRO, 2009). Um ano depois, em 1985, o matemático Marco Antonio Raupp assumiu a direção do INPE, indicado pelo recém empossado ministro da Ciência e Tecnologia, Renato Archer, do PMDB. O clima no país era de abertura política, de grande expectativa pela redemocratização, com a recente eleição de um presidente civil, mesmo que de forma indireta, encerrando um longo período de governos militares. Sugeriu-se no interior da DPI que o novo chefe fosse eleito pelo grupo, algo que seria totalmente inovador na história da instituição. Raupp, que representava a nova fase da política brasileira, filiado ao PMDB na época, aceitou a proposta. Além de Mascarenhas, outros dois engenheiros formados no ITA, que faziam parte do grupo de líderes da DPI, Gilberto Câmara e Ricardo Cartaxo Souza, candidataram-se. O último saiu vencedor, mantendo-se na chefia da DPI até 1990. Câmara era o chefe da Divisão de Software e Souza, da Divisão de Hardware. Atualmente, Câmara é o diretor do INPE e Souza, o gerente do programa CBERS, do INPE.

A breve história da DPI, até aqui descrita, mostra que tantos os condicionantes em nível macro (ideal nacional-desenvolvimentista e política de informática), como também aqueles, em nível micro institucional, se articularam e se combinaram, numa mesma época, favoravelmente à criação da DPI e aos desenvolvimentos que tomariam forma a partir de então. Apesar de um capital científico ainda pouco capaz de mobilizar recursos, o grupo da DPI teve a seu favor as políticas macro-estruturais que forneciam as condições ideais sobre as quais foram criadas as disposições científicas e tecnológicas que permitiram a autonomização do grupo.

A partir de tais condições, o grupo procurou fortalecer e ampliar os seus diferentes atributos e recursos, procurando se constituir como um núcleo de um novo campo de

conhecimento no INPE e no País. Ainda em formação, a DPI foi aos poucos estendendo sua influência, primeiro dentro do INPE, e depois fora da instituição, criando vínculos, parcerias e alianças científicas e políticas com grupos no interior de universidades, centros de pesquisa, empresas, além de setores do governo que eram sensibilizados e convencidos quanto ao potencial de aplicação das tecnologias do INPE.

Havia a necessidade e a forte ambição de o grupo disseminar as tecnologias sob o seu domínio. O campo de conhecimento precisava se ampliar, ganhar adeptos, mostrar o seu potencial de uso. Diante de tal desafio, as atividades do grupo deveriam ir além daquelas praticadas em termos técnico-científicos. Primeiro havia a necessidade de fortalecer seus desenvolvimentos no interior da instituição, convencer os pesquisadores do DSR, com o apoio da direção, do potencial das tecnologias de geoprocessamento. Em seguida, ampliar os horizontes para fora do INPE. Embora o SITIM/SGI já tivesse alcançado parcialmente tais objetivos, esse processo se consolidou somente a partir do amadurecimento do SPRING como produto, de meados dos anos de 1990 em diante.

6. Os primeiros produtos da DPI: SITIM e SITIM/SGI

O principal resultado tecnológico do período de 1984 a 1992 foi o desenvolvimento do *Sistema de Tratamento de Imagens* (SITIM) e do *Sistema de Informações Geográficas* (SGI) para ambiente PC, equipamento que trouxe a expectativa de se ampliar o espectro de usuários das tecnologias de sensoriamento remoto. No início dos anos 1980, a aquisição de computadores de grande porte era possível apenas a algumas instituições de pesquisa, o que limitava o uso das tecnologias desenvolvidas pela DPI. A chegada ao mercado dos PCs, a um custo mais acessível, permitindo o uso de computadores a uma gama maior de usuários, criava uma grande expectativa de mudanças no cenário. A tendência das evoluções tecnológicas apontada na época era de diminuição do custo dos equipamentos de informática e aumento da capacidade de armazenamento e processamento de dados, o que seriam essenciais para quem lidava com imagens de satélite.

A DPI começou a desenvolver a *Unidade de Visualização de Imagem* (UVI), a partir da UAI, que foi apresentada em 1984, na Feira de Informática, realizada no Rio de Janeiro. Também neste mesmo ano, a primeira versão do SITIM, o SITIM-110, foi apresentada no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, no Rio de Janeiro. O SITIM-110 foi desenvolvido em um “microcomputador nacional de 16 bits compatível com o IBM-PC/XT, [acoplada a ele] uma unidade de armazenamento e visualização de imagens [, a placa UAI],

desenvolvida originalmente para receber imagens de satélites meteorológicos” (SOUZA et al., 1986). A UAI, além de ser acoplada ao microcomputador, era conectada a uma unidade de fita magnética, que formava o sistema completo para tratamento de imagens.

Em 1985, o INPE fez a entrega do primeiro SITIM-110 para o Laboratório de Sensoriamento Remoto de Campina Grande (PB), como parte da política de C&T da época, dedicada às atividades do INPE. O *Ministério da Ciência e Tecnologia* (MCT) deu apoio à instalação de laboratórios regionais de sensoriamento remoto dotados de tais equipamentos. Outros laboratórios como este foram instalados em outras instituições do país. Estes equipamentos, com tecnologia da DPI, eram produzidos pela Engespaço, com aquisição financiada pela *Financiadora de Estudos e Projetos* (FINEP), também ligada ao MCT.

Em 1986, a DPI lançou o sistema SITIM-150, no Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, em Gramado (RS). Esta versão do SITIM foi lançada em ambiente MS-DOS (um PC-286 com 8Mhz e 256 Kb de memória), com uma placa gráfica com capacidade de 1024x1024x24 bits, além de interfaces de leitura de fita para microcomputadores (ERTHAL et al., 1986; SOUZA et al., 1990). Já o *Sistema de Informação Geográfica* (SGI) começou a ser desenvolvido em 1984, para ambiente MS-DOS, sendo lançada a sua primeira versão neste mesmo Simpósio, em Gramado. No ano seguinte, em 1987, o primeiro SITIM-150 foi entregue ao Instituto Oceanográfico da USP. Ainda haveria o SITIM 200 e 300 (SOUZA et al., 1986), absorvendo os avanços tecnológicos na área de informática, trazendo melhorias ao desempenho dos microcomputadores, como também no módulo de aplicativos desenvolvidos pela DPI, que contava ainda com o SGI integrado, mesmo que parcialmente, ao SITIM.

Segundo Souza (2009), a experiência no tratamento de imagens digitais teria levado o INPE a fechar parcerias na área médica, para o desenvolvimento de aplicações para o armazenamento e manuseio de imagens de tomografia, ultrassom, raio-x e gamagrafia, entre outros tipos de exame. Técnicas de inteligência artificial vinham sendo utilizadas para a “extração de informações não diretamente presentes nas imagens, (...) [mas na] identificação automática de deficiência cardíaca pela análise de uma sequência de imagens de um coração” (SOUZA et. al., 1986). As pesquisas de tratamento e processamento de imagens têm como base qualquer tipo de imagem, não necessariamente a de satélites, daí a possibilidade de se utilizar os conhecimentos desta área em outras aplicações. As parcerias com grupos de pesquisa e usuários finais dos softwares da DPI em outros setores de atividade, além de representar novos desafios revertiam em reconhecimento e legitimação científica.

No final dos anos 1980, a trajetória dos desenvolvimentos da DPI levou a convergência das tecnologias de tratamento de imagens e de sistema de informações geográficas para uma mesma base computacional, muito embora, no início, a integração destes dois sistemas no SITIM/SGI não ocorresse efetivamente. Eram interligados numa mesma plataforma computacional, mas cada um operando em ambientes diferentes. O desenvolvimento do SITIM/SGI em ambiente PC-DOS foi pioneiro internacionalmente. Enquanto a primeira versão do sistema foi lançada no Brasil em 1986, apenas em 1988 o principal fabricante americano (ESRI), líder de mercado, lançou um produto para micro-computadores (PC-ArcInfo) e com capacidade inferior ao SITIM/SGI. Por este motivo, durante a década de 1980, o produto se estabeleceu como o principal SIG usado no Brasil para a área ambiental (CÂMARA e MONTEIRO, 2002). O sistema foi utilizado por 170 universidades e institutos de pesquisa até 1994. Os projetos ambientais desenvolvidos por instituições brasileiras de pesquisa com SITIM/SGI foram os seguintes:

- a) o levantamento dos remanescentes da Mata Atlântica Brasileira (cerca de 100 cartas-imagem), desenvolvido pela empresa IMAGEM Sensoriamento Remoto, sob contrato da ONG SOS Mata Atlântica;
- b) a cartografia fito-ecológica de Fernando de Noronha, realizada pelo NMA/EMBRAPA;
- c) o mapeamento das áreas de risco para plantio para toda a Região Sul do Brasil, para as culturas de milho, trigo e soja, realizado pelo CPAC/EMBRAPA;
- d) o estudo das características geológicas da bacia do Recôncavo, através da integração de dados geofísicos, altimétricos e de sensoriamento remoto, conduzido pelo CENPES/Petrobrás. (CÂMARA, 1996)

A DPI procurou apoiar grandes programas que faziam uso do sensoriamento remoto, tanto no INPE, como em outras instituições do País. Internamente, o grupo não ficou atrelado somente às pesquisas do Departamento de Sensoriamento Remoto do INPE, atendendo também ao *Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos* (CPTEC). Em 1988, a DPI coordenou e desenvolveu, em cooperação com o CPTEC e o Centro Europeu de Previsões de Tempo de Médio Prazo (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* - ECMWF), o sistema MicroMAGICS para visualização de gráficos e imagens em Meteorologia.

O MicroMAGICS era considerado um sub-produto dos desenvolvimentos da DPI, já que o SITIM/SGI era a principal plataforma de suas inovações. Este sistema contou com grande aceitação na comunidade nacional e internacional, sendo utilizado por diversos serviços meteorológicos da Europa e pelo *Departamento Nacional de Meteorologia* (DNMET)¹¹⁰. Segundo Monteiro (2009), estes desenvolvimentos apesar de não estarem entre

¹¹⁰ Posteriormente, esta instituição passou a se chamar INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

as principais atividades da DPI, deram a possibilidade de projetar melhor a capacidade de inovação do grupo dentro e fora do País.

Do ponto de vista do financiamento da pesquisa, a DPI nos anos 1980 contou com fontes alternativas de investimento e não somente com os recursos da União que chegavam através do INPE. De 1984 até o início dos anos 1990, os desenvolvimentos da DPI receberam, pelo INPE, cerca de US\$ 150 mil. Boa parte dos recursos, no entanto, mais de US\$ 1 milhão no mesmo período, veio de outras fontes internas do INPE (como o CPTEC e o programa CBERS), mas principalmente de fontes externas, como IBM, FAPESP, CNPq, "royalties" e Diretoria de Serviço Geográfico, do Ministério do Exército.

A Engespaço teve um ganho de US\$ 7 milhões com a comercialização do SITIM e SITIM/SGI em um período inferior a 10 anos. A DPI demonstrava grande capacidade de inserção de seus projetos dentro de uma perspectiva tecnológica, industrial e comercial. Nesta primeira fase, as alianças com grupos internos, do Departamento de Sensoriamento Remoto, foram fundamentais. Os pesquisadores deste Departamento eram de diferentes áreas de formação – geologia, geografia, agronomia, urbanismo, oceanografia, engenharia florestal, ecologia, entre outras. As pesquisas desenvolvidas nestas áreas adotavam como principal metodologia a extração de dados de imagens de satélites de sensoriamento remoto, inicialmente uma operação mais simples, executada por técnicos que geravam as imagens em papel, no formato analógico. A perspectiva era de que o uso desta metodologia, no início utilizada somente no INPE, deveria se disseminar para fora da instituição. Para isso, seria fundamental que o pesquisador, usuário final das tecnologias da DPI, fosse treinado e capacitado a operar o software de tratamento de imagens e o SIG para então extrair e manusear os dados de interesse nas imagens de satélite digitalizadas. Havia ainda o apoio da direção do INPE para a disseminação e uso dos softwares da DPI. Dentro do INPE, os projetos dedicados a políticas públicas do governo federal, como o levantamento anual do desmatamento da Floresta Amazônica, passariam a utilizar o software da DPI.

Já a contribuição dos pesquisadores da DSR, que deveriam ser os principais usuários das tecnologias da DPI, não se limitou a disseminação de seus produtos. Também foram fundamentais, como usuário, no aperfeiçoamento das tecnologias da DPI ao apontar novas necessidades de aplicativos. Este foi um dos principais mecanismos que a DPI contou para evoluir nos desdobramentos das tecnologias de seu domínio. Outra forma foi a própria evolução da informática, que colocava no mercado máquinas cada vez mais potentes, de melhor desempenho e com novos recursos, que abriam novas possibilidades de desenvolvimento.

Muitas dissertações de mestrado, realizadas nesta época, faziam uso do SGI e contaram com o apoio técnico da equipe da DPI. Além disso, muitas das contribuições que passaram a fazer parte dos desenvolvimentos das tecnologias de tratamento de imagens e geoprocessamento, incorporados ao SITIM e SGI, bem como ao SPRING, foram fruto de dissertações de mestrado e teses de doutorado dos próprios integrantes da DPI.

7. Incompatibilidade com a política setorial e um novo sistema: o SPRING

No início da década de 1990, a ascensão do neoliberalismo na definição das políticas econômicas em todo o mundo impactou as economias dos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, cujo desenvolvimento era dependente do capital externo. A crise econômica devido à falta de crédito levou ao enxugamento de recursos da União destinados a programas de C&T, como aqueles em curso sob a responsabilidade da DPI. Mas a crise não impediu que o grupo rapidamente se adaptasse ao novo cenário. Neste período, um dos principais impactos foi a perda de pessoal, tendo em vista o achatamento salarial promovido pelo governo Fernando Collor de Melo (1990-1992). Ao longo da trajetória da DPI, mas em especial nesta época, muitos engenheiros altamente capacitados neste setor, saíram do INPE em busca de novas oportunidades, indo trabalhar em empresas de Tecnologia de Informática no exterior ou sendo atraídos pela carreira acadêmica em universidades fora do País.

O fim da reserva de mercado¹¹¹, em 1992, não teria afetado tanto os desenvolvimentos da DPI, que dependia em grande parte da capacidade de seus engenheiros e pesquisadores. Do ponto de vista tecnológico, o hardware importado era mais confiável do que o produzido no País, que trazia instabilidades operacionais aos produtos da DPI (SOUZA, 2009). Já o grupo de hardware, que entre outras atividades desenvolvia as placas UVI – Unidade de Visualização de Imagens para o SITIM/SGI, passou por um processo de transição, com a perspectiva do término da reserva de mercado. Em 1991, o grupo foi absorvido pela área de software, medida que antecedeu a mudança da política, ocorrida no ano seguinte.

Nesta época, já chegavam ao mercado estações de trabalho baseadas em interfaces WIMP (*windows, icons, mouse, pointer*). Com estas máquinas mais potentes, dotadas de novos recursos, e um cenário que começava a mudar com o surgimento da Internet e fim da reserva de mercado, a DPI reavaliou seus projetos e sua base tecnológica. Ao invés de migrar

¹¹¹ A reserva de mercado existia apenas para componentes e sistemas de hardware. Para software não havia nenhum tipo de restrição ou proteção de mercado estipulado pelo governo.

o sistema SITIM/SGI para o este novo ambiente computacional, decidiu-se partir para um novo projeto: o SPRING - Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas.

Apesar do início dos anos 1990 ter sido um dos períodos mais críticos da economia brasileira, o grupo da DPI não teve problemas para desenvolver a nova plataforma tecnológica, que aos poucos incorporou uma série de inovações. Os problemas viriam após esta etapa, quando chegou-se a conclusão de que seria necessário um modelo de parceria com empresas que permitisse a continuidade dos desenvolvimentos das novas versões do SPRING de forma auto-sustentável.

A Engespaço, criada para dar suporte aos desenvolvimentos e comercialização de todo o sistema SITIM/SGI, não conseguiu resistir à crise. A FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos – associada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, e até então a principal financiadora da compra do SITIM/SGI por instituições públicas, já não contava com recursos e nem com a mesma orientação e disposição política dos anos anteriores.

Segundo Câmara (2009), a onda do neoliberalismo invadiu o campo da política da C&T, fazendo com que o MCT passasse a adotar a perspectiva de que não valeria a pena o esforço no desenvolvimento de tecnologia própria se a mesma estivesse disponível no mercado internacional. Seria recomendável importar o que já estava pronto no exterior e centrar foco no aprendizado de uso das tecnologias vindas de fora. Traduzindo esta orientação para as práticas diárias da DPI, seria o mesmo que encerrar as atividades de desenvolvimento do grupo e passar a importar produtos similares, convertendo e reduzindo o esforço da equipe que passaria a centrar foco no aprendizado e domínio de uso de tais ferramentas importadas. Apesar desta orientação, que se iniciava no governo Collor, mas iria se estender pelos dois mandatos do governo Fernando Henrique, de acordo com Câmara (2009), o grupo da DPI resistiu, lançando mão de uma série de estratégias, como a busca de parcerias com outras instituições de pesquisa, alianças políticas com sociedades científicas e associações representativas de pesquisadores, além do apoio de parlamentares.

Neste sentido, a grande tarefa de adaptar o SPRING para as estações de trabalho UNIX em diferentes máquinas (IBM, HP, Sun, Silicom Graphics) contou com a colaboração da EMBRAPA Informática, sem a qual a DPI teria muita dificuldade de cumprir tal tarefa num tempo considerado razoável. A parceria foi em parte, como explica Câmara (2009), estabelecida por uma afinidade entre os dois grupos que compartilhavam uma visão muito semelhante em relação ao desenvolvimento de tecnologias ou mesmo idéias muito próximas no campo político e ideológico.

A complexidade do SPRING e os desafios que tiveram que ser enfrentados fizeram com que os desenvolvimentos do produto progredissem mais lento do que se imaginava. Outro motivo de demora foi a resistência da DPI para adaptar o SPRING ao sistema operacional Windows, rodado no PC da Microsoft, que àquela altura começava a crescer em vendas no mercado, devido ao baixo custo. As máquinas da Unix, que tinha a preferência dos engenheiros da DPI, apesar de oferecer melhor desempenho e mais recursos de funcionalidade, eram mais caras, o que limitava seu uso a algumas empresas e instituições.

No campo da política, a DPI buscou ainda apoio de deputados federais, como de Irma Passoni, do Partido dos Trabalhadores, integrante da Comissão de Ciência e Tecnologia do Congresso Nacional, como também da SBPC na defesa da adoção do software de geoprocessamento do INPE pelo SIVAM – Sistema de Vigilância da Amazônia (CÂMARA, 2009). Os militares que coordenavam o SIVAM davam preferência a um sistema baseado em tecnologia desenvolvida no exterior. O SIVAM, aos olhos da DPI, surgia como a oportunidade que daria condições à continuidade dos desenvolvimentos da DPI. Naquele momento faltava justamente um parceiro de peso que impulsionasse os seus desenvolvimentos e que substituísse o modelo industrial-financeiro já combalido, representado antes pela atuação da Engespaço e Finep.

Mas os militares que coordenavam a implementação do SIVAM não escolheram o SPRING naquele momento. No entanto, atrasos no cronograma do projeto fizeram com que a decisão pelo software de geoprocessamento fosse reavaliada anos mais tarde e, aí sim, o SPRING foi escolhido para integrar o SIVAM. Nesta ocasião, já no início dos anos 2000, o SPRING havia adquirido maturidade como software e a DPI também já havia abandonado a idéia de torná-lo um produto de mercado, tendo esgotado uma série de possibilidades. Segundo Câmara (2009), a opção foi torná-lo um software de uso livre, sem custo, colocando-o disponível para download na Internet, a partir de 1996. A decisão, assumida propositadamente sem consulta à direção do INPE, evitando o risco ser rejeitada, levou à demissão de Gilberto Câmara, chefe da DPI na época. Segundo Câmara (2009), apesar de sua demissão, já em final de mandato, o software permaneceu disponível na Internet.

Antes de tomar esta decisão, a DPI buscou parcerias sem êxito com o setor privado, oferecendo apoio técnico a empresas que surgiram na época, como a Imagem Geosistemas. Outra opção foi adotar o contrato de licença para comercialização, sem exclusividade, o que também não deu certo. Segundo Câmara (2009), a decisão de colocar o SPRING livre na Internet teria sido o último recurso e não a melhor opção a ser adotada pelo grupo, que relutou ao máximo à idéia de abandonar o projeto de torná-lo um software comercial.

Outro impacto da nova política setorial atingiu os salariais dos pesquisadores e engenheiros da DPI, medida extensiva a toda massa de pesquisadores do País. A implementação da carreira de C&T, então em curso, no governo federal, privilegiou as atividades de pesquisa básica e penalizou aqueles voltados mais aos desenvolvimentos tecnológicos. Muitos engenheiros da DPI não tinham o perfil e nem a rotina daqueles que eram dedicados à pesquisa científica, de natureza acadêmica. Estes iniciavam suas atividades científicas na pós-graduação, que além da pesquisa exerciam em paralelo atividades docentes, de pesquisa básica e produção de artigos para publicação em períodos internacionais reconhecidos. O problema foi resolvido com o engajamento de boa parte dos engenheiros líderes da DPI em cursos de pós-graduação, alguns dentro do próprio INPE, com bolsa sanduíche no exterior, outros buscando o doutorado no exterior.

Uma segunda leva de ingressos na pós-graduação ocorreu em meados dos anos 1990, com o propósito de oferecer uma condição salarial melhor para o grupo. Para compensar o tempo despendido com a pesquisa da pós-graduação, que desviaria das atividades de desenvolvimento da DPI, os temas dos projetos de pesquisa foram associados às necessidades de desenvolvimento de “partes” do SPRING em ambiente Windows. O período de busca da titularização do grupo ocorreu no momento em que a DPI decidiu, a contragosto, segundo Souza (2009), adaptar o SPRING ao ambiente Windows da Microsoft em PC, máquina de desempenho e funcionalidades inferiores às estações de trabalho da UNIX.

Outro problema também enfrentando pelo grupo, no início dos anos 1990, foi a falta de senioridade científica, exigida em editais de agências de fomento para a seleção de projetos de pesquisa, um dos principais meios de obtenção de recursos para as atividades da DPI. Como os anos 1990 foram dedicados em parte à titularização (de mestrado e doutorado) de boa parte dos engenheiros que atuavam na DPI, poucos dispunham das condições necessárias para concorrer aos recursos das agências de fomento. Neste período que antecedeu a obtenção de títulos e a inserção no grupo docente da pós-graduação do INPE, foi preciso contar, segundo Câmara (2009), com aliados que estavam em posição privilegiada no campo da política científica para conseguir a inserção em grandes programas científicos, que permitiram trazer recursos às atividades da DPI.

Apesar de todas estas dificuldades, fazendo com que o SPRING levasse mais tempo do que o habitual para ganhar maturidade (em geral um software leva de três a quatro anos para chegar a este estágio), foi possível gerar uma série de inovações. Uma das principais foi o desenvolvimento de um modelo de dados orientado-a-objetos que antecipou em quase 10 anos a implementação de soluções semelhantes em sistemas comerciais. O modelo era capaz

de tratar e armazenar tanto “dados” como “campos” geográficos, o que permitia integrar, por exemplo, dados cadastrais de contribuintes de uma cidade e dados referentes a um conjunto de coordenadas que definiam os limites de um município ou de regiões deste município. Esta solução no interior do SPRING foi mencionada e tratada como um dos principais conceitos inovadores dos anos 1990, comparado a outros desenvolvidos em outras partes do mundo, em artigo relativamente recente de autoria de Michael Goodchild¹¹², um dos pesquisadores mais reconhecidos da área de geoprocessamento dos Estados Unidos.

Além deste modelo de dados orientado-a-objetos, o projeto SPRING incorporou outros resultados considerados inovadores pelo grupo, entre estes:

- a) Linguagem de manipulação e consulta LEGAL (CÂMARA, 1995; CORDEIRO et al., 1996).
- b) Filtros morfológicos para processamento de imagens (BANON E BARRERA, 1993).
- c) Segmentação e classificação de imagens por regiões (BINS et al., 1993; BINS et al., 1996).
- d) Desenvolvimento de pós-classificadores ICM baseados em técnicas markovianas (FRERY, 1991).
- e) Restauração de imagens LANDSAT e SPOT (FONSECA et al., 1993).
- f) Modelos de mistura para imagens (AGUIAR, 1991).
- g) Geração de grades triangulares com restrições (NAMIKAWA, 1995).

No início dos anos 1990, a DPI também deu início aos primeiros desenvolvimentos na área de processamento e tratamento de imagens na área de microondas, faixa de frequência do radar, cuja tecnologia começava a ser utilizada em alguns satélites naquela época. Um módulo nesta área foi inserido no SPRING alguns anos depois.

A primeira versão do softer, o Spring 0.2, foi lançada em maio de 1992, dois anos depois de iniciar os seus desenvolvimentos. A versão 1.1, lançada em dezembro de 1994, já permitiu a realização de estudos ambientais mais complexos (ALVES et al, 1996). Em 1996, o software foi liberado na Internet, e até novembro de 2009, já havia sido obtido por mais de 125 mil usuários no mundo inteiro (Tabela 1), sendo 75% no Brasil, 6% na América Latina e 6 % em países da Europa. Usuários da Espanha e Estados Unidos são os que mais fizeram downloads do SPRING nos últimos anos (Tabela 2). O produto continua disponível sem custo na Internet (www.dpi.inpe.br/spring), com sítio-espelho na Espanha.

¹¹² Os artigos de Goodchild que citam o SPRING como um dos softwares pioneiros na utilização da representação computacional de campo ou uso de modelo de dado objeto-orientado são: Liu, Y. Goodchild, M. F.; Guo, Q.; Tian, Y.; Wu, L. *Towards a General Field model and its order in GIS*. International Journal of Geographical Information Science Vol. 22, No. 6, June 2008, 623–643 e Goodchild, M.; Yuan, M.; Cova, T. J. *Towards a general theory of geographic representation in GIS*. **International Journal of Geographical Information Science**, Vol. 21, No. 3, March 2007, 239–260

Tabela 1 - Cadastros acumulados feitos para download do SPRING

Janeiro de 2005	47.919
Janeiro de 2006	61.732
Janeiro de 2007	76.071
Janeiro de 2008	92.071
Janeiro de 2009	109.071
Até 23/11/2009	125.423

Fonte: DPI/Gerência do SPRING – novembro/2009

Tabela 2 - Países estrangeiros com maior número de cadastros para download

Espanha	3090
Estados Unidos	2982
Colômbia	2665
Argentina	2661
México	1372
França	1353
Portugal	1328
Índia	1078
Itália	1071
Peru	992
Alemanha	898

Chile	853
Venezuela	836
Canadá	660
Bolívia	573
Reino Unido	510
Equador	506
Austrália	455
República Popular da China	407

Fonte:DPI/Gerência do SPRING – nov./2009

A expectativa da DPI era de que o número de downloads começasse a diminuir a partir de um determinado momento, no entanto, vem ocorrendo o contrário. O gerente do SPRING, Carlos Felgueiras (2009), acredita que três fatores estariam colaborando com este quadro:

- a) A continuidade do desenvolvimento e manutenção do SPRING por uma empresa contratada pelo INPE - a K2Sistemas (empresa vencedora das licitações);
- b) O atendimento aos usuários pela K2Sistemas e, principalmente, por especialistas da DPI, o que permite um *feedback* tanto para a manutenção como para a especificação das versões seguintes do software.
- c) Disseminação de uso do SPRING através de cursos, palestras, trabalhos em simpósios, congressos, entre outros eventos.

O SPRING mostra-se até hoje bastante útil na formação e qualificação de pessoal, sendo utilizado como suporte a pesquisas e aplicações no Brasil e na América Latina. O INPE estabeleceu um programa de treinamento com cursos de curta duração neste software e sobre metodologias de Geoprocessamento. Entre 2001 e 2003, mais de 1.000 especialistas participaram destes cursos. Treinamentos com o SPRING continuam sendo realizados em todos os países da América Latina, do Caribe, além da África do Sul, Quênia, e Tailândia.

Houve um grande investimento na produção de material didático. Até o final de 2002, o grupo da DPI publicou quatro livros sobre geoinformação, além de grande quantidade de material de treinamento. Seis teses de doutorado foram defendidas, além de 11 dissertações de mestrado ligadas diretamente ao projeto. Outras 25 dissertações de mestrado e 5 teses de doutorado, concluídas neste período, desenvolveram metodologias de aplicação em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento utilizando o SPRING.

Entre os projetos desenvolvidos com o SPRING, fundamentais na formulação e implementação de políticas públicas e no planejamento do desenvolvimento econômico sustentável, pode-se citar:

- a) PRODES: Programa de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia (INPE)
- b) PROARCO: Programa de Monitoramento de Queimadas no Brasil (INPE)
- c) Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil (Ministério do Meio Ambiente)
- d) Zoneamento de Risco Climático para Agricultura (EMBRAPA/MA)
- e) Programa de Previsão de Safras por Sensoriamento Remoto (IBGE e CONAB)

8. A Biblioteca TerraLib (2001-2009): um software para desenvolvedores de GIS

As experiências com os projetos SITIM/SIG e, principalmente, com o SPRING, entre os anos 1980 e 1990, deram à DPI a capacidade de compreender diversos aspectos-chave da tecnologia da geoinformação, que permitiriam o grupo se manter no rumo da inovação. Os reveses enfrentados no período do desenvolvimento do SPRING atestaram a capacidade de articulação do grupo na construção de alianças cujos significados estariam para além das necessidades de natureza científico-tecnológica.

Apesar das tentativas “fracassadas” de fortalecer os desenvolvimentos da DPI, nos anos 1990, das dificuldades impostas pela política-econômica neoliberal e suas variantes no campo da cultura política e da política científica, foi possível suplantar as adversidades e definir meios que levassem o grupo a continuar a produzir a sua tecnociência. A resistência teve, em grande medida, suporte dos atributos conquistados pelo grupo ao longo de sua trajetória e pelas estratégias tecnológicas e políticas traçadas por suas lideranças (os poucos “abnegados”, termo utilizado por um dos entrevistados).

Sempre houve a busca do consenso no estabelecimento das metas, o que não quer dizer que não houvesse divergências, mas estas não rompiam a união do grupo, nem o sentido de comprometimento com os objetivos estipulados. Havia espaço para discussão e os objetivos poderiam mudar, como ocorreu em algumas situações quando um determinado padrão tecnológico adotado nos produtos da DPI não se firmava como tendência de mercado.

No final dos anos 1990, o SPRING já havia passado por um processo de disseminação, consolidando-se como produto, particularmente bastante procurado pelo meio acadêmico, principalmente como um softer de treinamento para quem começava a trabalhar e operar SIGs. Nessa época, frente a um cenário tecnológico que já se alterava, com o advento de novos avanços na área da informática e antevendo o término de um ciclo de vida do SPRING como produto, as lideranças da DPI começaram a se movimentar para desenhar um novo projeto.

Havia a necessidade de o novo software ser multi-usuário, o que já era possível naquele momento, início dos anos 2000. Outro aspecto também levado em conta foi o surgimento de *Sistemas Gerenciadores de Bancos De Dados* (SGBDs), que permitiriam não somente o armazenamento de dados geográficos, mas a manipulação dos mesmos em seu interior. Este novo patamar tecnológico possibilitou a transição dos sistemas monolíticos (com centenas de funções), como o SPRING, para uma geração de aplicativos geográficos,

operados a partir de pequenos sistemas voltados para atender necessidades específicas, que se integrariam facilmente a bancos de dados de usuários já existentes.

A partir de tais evoluções tecnológicas, o INPE iniciou então, em 2001, junto com a Pontifícia Universidade Católica, do Rio de Janeiro, o desenvolvimento da TerraLib, que abrigaria grande parte das tecnologias já desenvolvida pela DPI, mas sob o conceito de biblioteca de funcionalidades, um ambiente capaz de suportar aplicações em geoprocessamento, com grande flexibilidade para operar diversos formatos de dados geográficos.

Outro aspecto importante deste novo software era o fato de ter sido desenvolvido com o código fonte aberto. Ele não seria, portanto, dirigido diretamente ao usuário final de SIGs, mas a desenvolvedores de SIGs¹¹³. Tal opção contemplava a potencialidade dos softwares de código fonte aberto, que surgiam naquele momento, como uma forma de utilizar a capacidade criativa de especialistas em TI para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de SIGs. A licença de uso da TerraLib é portanto do tipo “open source” (licença GNU, de uso livre) e o software está disponível no site www.terralib.org.¹¹⁴

A opção por um software livre e por uma biblioteca de funcionalidades representou não somente a possibilidade de desenvolvimento de aplicativos específicos em GIS, mas pressupunha que grupos de TI de empresas e no serviço público procurariam desenvolver soluções criativas com seu uso. Em alguns governos estaduais e municipais, como o do Rio Grande do Sul e a cidade de Recife, os softwares livres vêm ganhando a preferência por uma série de vantagens, uma delas é a diminuição no custo de manutenção e atualização.

A primeira versão da Terralib foi liberada em 2002, para sistemas operacionais Windows e Linux, comportando diversas alternativas de programação e ambientes gráficos. Em novembro de 2009, foram registrados mais de 8,3 mil cadastros de usuários da TerraLib (Tabela 3). Várias aplicações desenvolvidas a partir da tecnologia TerraLib estão operacionais, como o TerraView, desenvolvido pelo próprio INPE, inicialmente criado como um protótipo de um visualizador e disseminador de dados geográficos, mas que acabou se consolidando como um SIG, já utilizado para gerar o Banco de Dados da Amazônia LEGAL, sob a responsabilidade do Ministério do Meio Ambiente. Também está sendo utilizado no Programa de Assistência aos Cortiços de São Paulo, pela Fundação SEADE, como Banco de

¹¹³ O artigo “CÂMARA, G; FONSECA, FREDERICO. Information Policies and Open Source Software in Developing Countries. **Journal of The American Society for Information Science and Technology**, v. 58, n 1, p 121-132, 2007” apresenta os motivos que levaram o grupo a desenvolver a TerraLib como um open source

¹¹⁴ O crescimento contínuo dos downloads do SPRING fez com que a DPI tomasse a decisão de desenvolvê-lo também com código fonte aberto, o que ainda está em curso.

Dados dos Setores Censitários de São Paulo, pelo *Centro de Estudos da Metrópole* (CEM), entre outros aplicativos. O número de usuários cadastrados do TerraView vem crescendo gradativamente desde 2006, totalizando quase 24 mil usuários em novembro de 2009, enquanto o número de *downloads* é de quase 43 mil (Tabela 4).

A *Fundação de Ciência Aplicações e Tecnologia Espaciais* (FUNCATE) está aplicando a TerraLib no desenvolvimento de aplicativos orientados para a Gestão Municipal, como o *Sistema de Informação Geográfico Municipal* (SIGMUN), implantado nas cidades de São Sebastião, Caraguatatuba, São José dos Campos, São Bernardo do Campo, Santos e Mirasol (SP), Cachoeiro de Itapemirim, Vitória (ES) e em trinta municípios do Estado da Bahia.

O TECGRAF, laboratório de Computação Gráfica associado à PUC-RIO, que participou do desenvolvimento do núcleo da TerraLib, desenvolve aplicativos para a indústria petrolífera, em projetos para a Petrobrás. Seu principal produto é o InfoPAE, sistema de planos de ação de emergência, para refinarias e oleodutos. Com o LESTE, Laboratório de Estatística Espacial da UFMG, a DPI desenvolveu aplicações para a área de segurança pública, contando ainda com o apoio financeiro do Ministério da Justiça. Fruto desta parceria foi o TerraCrime, que visa a análise dos dados da criminalidade.

A FIOCRUZ, em conjunto com o INPE, LESTE/UFMG e *Universidade Federal do Paraná* (UFPR), está concebendo e desenvolvendo um sistema de vigilância epidemiológica baseado na TerraLib, com recursos do CT-INFO.

Em termos de retorno de investimento, considerando apenas as aplicações de cadastro urbano desenvolvidas pela FUNCATE, a DPI faz um balanço favorável. O investimento direto feito pelo INPE foi de US\$ 1 milhão em três anos. Como o custo de uma solução proprietária, um software de mercado, equivale a US\$ 100 mil, preço de mercado, a economia de recursos públicos com a instalação do SIGMUN em 40 cidades teria sido de US\$ 4 milhões.

Tabela 3 – Número de Usuários cadastrados do TerraLib e TerraView

	2004	2005	2006	2007	2008	Nov/2009	Total
Terra Lib	142	1541	1795	1902	1589	1335	8304
TerraView	51	3517	4619	4561	5265	5760	23773

Fonte: DPI/INPE – novembro de 2009

Tabela 4 – Número de downloads do TerraLib e TerraView

	2004	2005	2006	2007	2008	Nov/2009	Total
Terra Lib	0	7944	9747	8935	9195	6552	42373
TerraView	0	0	7636	9726	12591	13042	42995

Fonte: DPI/INPE – novembro de 2009

A TerraLib tem, portanto, gerado uma série de sub-produtos de GIS. Sua estrutura de pessoal no INPE é enxuta, com cerca de seis pesquisadores, mas uma empresa contratada pelo INPE faz o suporte ao usuário e manutenção do software. Ao contrário do SPRING, conta com pouco material de suporte ao usuário. Por outro lado, o TerraView, criado sem nenhuma pretensão, inicialmente para testar as potencialidades da TerraLib, vem se tornando um GIS bastante utilizado em aplicações, por exemplo, de análise de uso e ocupação do solo.

9. A construção de um campo científico e estratégias de acumulação do capital científico

O principal instrumental analítico para este estudo de caso é o modelo estrutural de Bourdieu, sob sua perspectiva praxiológica, que contempla não somente a interiorização da exterioridade, mas também o movimento contrário, da exteriorização da interioridade. A natureza deste arcabouço teórico permite desenvolver análises com o objetivo de explorar melhor a dinâmica e a flexibilidade dos processos de aquisição de atributos dos agentes sociais, como também, das relações objetivas entre atores (indivíduos e/ou instituições). Por outro lado, dois aspectos da teoria ator-rede, de Bruno Latour, oferecem dispositivos analíticos mais apropriados para o caso em questão, tendo em vista o modo como as tecnologias da DPI foram construídas, com uma forte perspectiva de inserção como produto de mercado.

O primeiro destes aspectos, leva em conta os fatos e artefatos em jogo na construção das tecnociências. Isto significa que a produção científica e tecnológica é condicionada não somente pelos fatos sociais, mas também por uma plêiade de artefatos – como textos, máquinas, técnicas, tecnologia entre outros itens inanimados -, que de algum modo incorporam conhecimentos e valores (FEENBERG, 2002), através dos quais atores traduzem significados e sentidos ao incorporar ou rejeitar itens em suas práticas diárias. Exemplo disso foi a adesão inicial dos pesquisadores-engenheiros da DPI às estações de trabalho UNIX para desenvolver o SPRING, preferência constituída tecnicamente no interior da DPI e a

resistência a migrar para o PC/Windows, quando esta opção já demonstrava ser a mais viável em termos de mercado.

O segundo aspecto da teoria ator-rede refere-se a capacidade de articulação dos atores (indivíduos ou instituições), em campos sociais distintos, como estratégico à construção de tecnociências. Bourdieu também trata deste tema, mas é em Latour que o significado de alianças, conexões e articulações ganham maior destaque e abrangência, não se limitando ao universo da ciência, estendendo-se aos mais diferentes campos sociais. Bourdieu, apesar de considerar as conexões entre campos distintos, ao não desenvolver conceitos que dessem conta de uma ciência mais intercambiável com outros setores da vida social, parece manter conservadas as forças da própria escolástica que tanto combateu pela falta de visão sobre si mesma como agente social.

Mas o modelo de campos estruturados de Bourdieu nas diferentes dimensões da vida social (campo artístico, educacional etc), identifica o mundo da ciência como mais um deles, e nos permite trabalhar em pelo menos dois diferentes níveis ou sub-campos, no estudo de caso aqui apresentado¹¹⁵: o primeiro deles, numa escala macro-política, através do qual se engendram ações de políticas setoriais, em concordância com uma política econômica dominante. O campo científico, neste caso, ou melhor, político-científico, é formado ao longo dos processos formais e informais que buscam condicionar, de acordo com a orientação da macro-política, o comportamento e as produções científicas no interior dos mais diversos sub-sistemas de ciência e tecnologia do País, principalmente aqueles inseridos no âmbito institucional do Estado. Este campo seria formado por autoridades, investigadores em cargos administrativos e em comissões e todo corpo técnico-burocrático de estruturas institucionais (ministério, agências de fomento, comissões, comitês etc) dedicados à implementação e conformação das diretrizes da política ao nível macro. Estariam orbitando no entorno destes âmbitos decisórios e de poder, outros tantos pesquisadores e atores de campos científicos específicos com o intuito de influenciar decisões relacionadas às políticas em curso.

O segundo nível, mas em profunda conexão e inserido ao primeiro, já que esta divisão de campos se faz artificialmente apenas a título de análise, é o campo científico propriamente dito, observado aqui em um plano micro-sociológico, no âmbito das disciplinas científicas, mas também considerado sob a perspectiva institucional, em meso-escala. É possível ainda, como se verifica com constância na atualidade (por força de orientação político-científica),

¹¹⁵ A distinção em dois níveis de campos científicos foi feita com o intuito de oferecer uma melhor explicação sobre o tema em questão. Bourdieu, em sua obra, evita definir campo científico dentro de uma perspectiva rígida, procurando se ater mais a sua natureza e características, fornecendo com isso maior flexibilidade para quem se utiliza deste conceito em análises como essa.

que atividades inseridas em um determinado campo científico se associem a outros campos disciplinares, formando parcerias e combinações que resultam no fortalecimento de práticas científico-tecnológicas dos grupos envolvidos, materializadas em objetivos específicos, como o desenvolvimento de uma técnica ou a aplicação de uma mesma tecnologia a diferentes fins. Tais parcerias ou redes, que se constituem no entorno de projetos, são hoje considerados modelo de cooperação pelas políticas de C&T no desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica.

Neste estudo de caso, o campo disciplinar está situado na área da Ciência da Geoinformação e do Processamento de Imagem, com predomínio do primeiro. A complexidade e dinâmica que envolvem os jogos de interesses podem fazer com que o campo científico alargue suas fronteiras, ampliando ou restabelecendo os níveis de conexões entre atores em diferentes domínios disciplinares, ou mesmo a força relativa constituída por estes.

A área de processamento e tratamento de imagens se constituiu, nos anos 1970, como um campo disciplinar específico. Dez anos depois, passou a dividir espaço com a Ciência da Geoinformação dentro das práticas do grupo da DPI, perdendo a preferência para esta disciplina, cujos desenvolvimentos se iniciavam no INPE, atraindo boa parte dos pesquisadores mais jovens. A área de tratamento e processamento de imagens já demonstrava suas possibilidades e limites nos anos 1980 e o Geoprocessamento revelava-se como área nova, que poderia conduzir a uma série de novos desafios em termos tecnológicos. O Geoprocessamento ganhou projeção no interior da DPI, mas não sem gerar divergências e “conflitos” com aqueles de formação e perfil mais científico que permaneceram nos domínios do processamento de imagens (D’ALGE, 2009). Tais conflitos, no entanto, não criaram fissuras ou consequências mais drásticas no interior do grupo. Aqueles que migraram para o Geoprocessamento eram, em grande parte, engenheiros e os que permaneceram na outra área tinha formação em matemática, estatística, computação entre outras áreas correlatas.

Esse perfil diferenciado no interior da DPI é reflexo da divisão no mundo da C&T entre pesquisadores focados em desenvolvimentos tecnológicos e outros em desenvolvimentos científicos, ou em ciência aplicada e ciência básica. Esta divisão, que produz consequências mais aprofundadas em termos políticos e sociológicos, tem levado a disputas acirradas em diferentes níveis da prática de C&T, sendo reproduzida também no campo da política científica e tecnológica. No Brasil, por motivos históricos, os interesses da ciência têm predominado sobre os tecnológicos.

As duas disciplinas eram praticamente novas no país quando foram iniciados os primeiros estudos de Processamento e Tratamento de Imagem, nos anos 1970, e de

Geoprocessamento, nos anos 1980. Por terem sido desenvolvidas por um mesmo grupo do INPE, passaram a manter forte relação de inter-dependência. Já no final dos anos 1980, seus desenvolvimentos caminhavam para uma integração parcial, materializada no interior do SITIM/SGI, tornando-se efetiva no SPRING, a partir dos anos 1990. Apesar dessa convergência em uma mesma base computacional - aspecto considerado inovador pelo grupo, pois não havia conceito igual implementado em nenhum produto no mercado internacional - os campos de conhecimento permaneceram em termos disciplinares distintos.

A) As políticas estruturantes

De forma muito esquemática, o campo científico nacional estruturado e constituído ao nível macro na história da política de C&T, pelo menos nos últimos 60 anos, tem como forte referência dois modelos de políticas de C&T, como apontado no capítulo dois e surgem como reflexo da contraposição das perspectivas antagônicas de política econômica. A primeira delas, a vertente nacional desenvolvimentista, associada a políticas que enfatizam as ciências aplicadas e os desenvolvimentos tecnológicos; e, a segunda, a visão liberal e neoliberal, que passou a se combinar nos anos 1990 às políticas com ênfase nas ciências básicas, cuja tradição remonta o início do século passado e que possui uma história de luta política, tendo como uma destas etapas a criação da SBPC.

Essa associação entre políticas econômicas e políticas de C&T não significa um alinhamento unilateral e rígido entre estes dois níveis, como se houvesse uma afiliação ideológica dos representantes das ciências aplicadas ou básica às diferentes orientações de política econômica. Há outros processos envolvidos nesta associação, como a redemocratização do País que atuou como um fator de ascensão de setores organizados do mundo científico, principalmente aqueles ligados às atividades de ciência básica. Mas a associação entre políticas econômicas e políticas de C&T se não revelam um significado imediato, demonstra pelo menos compatibilidades e afinidades constituídas em momentos históricos e políticos específicos.

Neste sentido, a política nacional desenvolvimentista de governos militares procurava estabelecer um crescimento econômico autônomo, com base na substituição de importações, associado a um modelo de desenvolvimento científico e tecnológico preponderantemente endógeno, principalmente nos setores de interesse da caserna. Durante o regime militar, as reivindicações das entidades científicas não foram atendidas, como a da SBPC que defendia o

aumento de recursos para a pesquisa básica e a participação da entidade nos âmbitos decisórios de governo e na definição de critérios de distribuição de recursos.

Mas a política econômica mudou nos anos 1990, bem como o regime político. As mudanças em direção a redemocratização do país favoreceram a ascensão destes grupos acadêmicos, antes isolados pelos militares. Por outro lado, a visão neoliberal e o repúdio à economia estatizante e a tudo que teria sido construído sob o modelo nacional desenvolvimentista, colocaram em segundo plano o modelo de C&T que se afinava a esta perspectiva econômica. Sem recursos, a política de C&T no início dos anos 1990 centrou foco na redefinição do modelo de gestão, na reformulação e adoção de novos critérios de distribuição de recursos à pesquisa científica e tecnológica¹¹⁶, abandonando a política conhecida como “oferta de balcão”, cujo mecanismo de financiamento partir apenas da avaliação da qualidade do projeto e do pesquisador proponente. Inexistia uma política que orientasse previamente a pesquisa para determinadas áreas científicas. A exceção eram aquelas áreas de interesse militar.

Com a falta de recursos, ganhou força o *Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (PADCT), financiado pelo BIRD, que passou a ser uma das principais fontes de recurso da C&T brasileira a partir do final dos anos 1980. O modelo do PADCT, que adotava uma gestão baseada em critérios de qualidade, pesquisa induzida, avaliação e escolha de projetos por pares, também ganhou adesão da comunidade de pesquisa.

Portanto, os anos 1990 representaram também uma ruptura na política científica e tecnológica, que passou a contar com maior participação dos atores do universo científico e tecnológico na orientação das políticas governamentais. Estes atores passaram a permear e orbitar as esferas de poder, imprimindo demandas e influenciando as decisões neste setor. Os mecanismos de tal processo estão vinculados à autoridade e competência científicas socialmente reconhecidas pelos pares, dentro do universo científico, legitimadas a partir de capital científico individual ou institucional constituído nos campos científicos em que estes atores atuavam¹¹⁷.

¹¹⁶ A política científica brasileira neste período procurou seguir as metodologias da OCDE no uso de instrumentos de gestão para avaliação e planejamento de suas ações.

¹¹⁷ Atualmente, a política de C&T favorece o cientista que possui maior quantidade de artigos publicados em periódicos reconhecidos (permitindo-lhe o acúmulo de capital científico). Ao atingir determinada cota de artigos, passa a receber bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, agência de fomento ligada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Em contra-partida, este pesquisador passa a participação da seleção de projetos de pesquisa em seu campo disciplinar, o que lhe confere poder de influência e de barganha na distribuição de recursos na sua área científica. Mas este sistema é ainda mais complexo envolvendo artifícios, em sua rede local de atuação, levando o pesquisador a esquemas que o permite potencializar a capacidade de publicação de artigos, através, por exemplo, da arregimentação de alunos de pós-graduação por ele orientado com o intuito de ampliar suas publicações.

Na década de 1970, a vertente nacional desenvolvimentista estava em ascensão, favorecendo campos da ciência e tecnologia ligados a área espacial, bélica e de informática, que detinham uma perspectiva focada nos desenvolvimentos tecnológicos. Mesmo o forte impulso a física atômica no período estava atrelado a uma visão militar de cunho tecnológico. O INPE, tendo se moldado por uma perspectiva semelhante desde sua criação, no início dos anos 1960, imprimia de um lado excelência em sua P&D, e de outro direcionava sua pesquisa, dentro das possibilidades, tanto a básica como a aplicada, a problemas e temáticas associadas à do País e do continente. Muitos de seus projetos estavam associados a problemas que estavam no campo da segurança nacional (principalmente no período dos governos militares), mas também relacionados às necessidades de setores sócio-econômicos. Os desenvolvimentos na área de tratamento e processamento de imagens (tanto na área de satélites meteorológicos como de sensoriamento remoto) e depois na de geoprocessamento eram considerados de interesse pelos militares, que ainda vislumbravam o potencial de geração de produtos de mercado. Daí o apoio ao INPE nos momentos em que foi necessário obter recursos.

Quando a *Secretaria Especial de Informática* (SEI) solicitou o desenvolvimento de um equipamento com tecnologia nacional para tratamento de imagens, o INPE estava relativamente pronto para assumir tal tarefa. Dispararam-se então os processos internos que dariam condições a este desenvolvimento, o principal deles, a criação do Departamento de Processamento de Imagens. Mas haveria ainda a necessidade de aperfeiçoamentos de técnicas e ferramentas utilizadas por pesquisadores do Departamento de Sensoriamento Remoto, para extrair determinados dados de imagens de satélite. Outro fator, segundo D'Alge (2009), estava relacionado ao interesse dos grupos mais jovens de engenharia, que eram atraídos pelos desafios impostos pelos desenvolvimentos na área de tratamento e processamento de imagens de satélites de sensoriamento remoto, cujas cenas eram de maior resolução se comparadas às meteorológicas. Por fim, havia na direção do INPE a percepção de converter este esforço de engenharia, que fervilhava no interior da instituição, em produtos de mercado. Tais condicionantes fortaleceram a criação do Departamento de Processamento de Imagens e o modo pelo qual iria atuar.

Mas sem as políticas em nível macro, que perduraram até o final dos anos 1980, nada do que a DPI produziu seria possível, talvez nem mesmo a criação da DPI. Enquanto o grupo se incumbia da pesquisa, no formato “P&d”, ou seja com grande capacidade de pesquisa, mas baixa de desenvolvimento, a Engespaco atuaria com maior ênfase no desenvolvimento do produto, no padrão “p&D”, ou seja, pouca pesquisa e foco nos desenvolvimentos tecnológicos e do produto. A Engespaco ficaria então responsável pela industrialização, comercialização e

pelo suporte e apoio à manutenção de produtos. A Finep – Financiadora de Estudos e Projetos – subordinado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, financiaria a compra de tais equipamentos por empresas, universidades e institutos de pesquisa. Adicionalmente, o Ministério da Ciência e Tecnologia oferecia apoio a instituições de pesquisa com interesse de montar laboratórios de sensoriamento remoto, dotado de tais tecnologias. Todo este arranjo não seria possível sem uma política estruturante combinada entre as áreas de C&T, Informática e Industrial, aliada a um dispositivo de financiamento. Portanto, a atuação da DPI nesta etapa era em grande parte facilitada pelo suporte combinado de tais políticas.

B) O nível micro-sociológico

Da perspectiva de Bourdieu, a criação deste departamento vislumbra a constituição de um novo campo científico (ou um sub-campo), modificando desta forma a composição da estrutura institucional e o jogo de forças em seu interior. Estaria ainda estabelecendo relações internas genuínas, tanto do ponto de vista burocrático e hierárquico, como também na sua aceção disciplinar-cognitiva, inserindo o processamento de imagens e o geoprocessamento num nível institucional diferenciado frente às outras disciplinas no interior do INPE. Vale lembrar que Bourdieu considera o capital científico de indivíduos-pesquisadores, constituído sob duas perspectivas distintas: uma como parte do domínio do mundo estrito da ciência (o disciplinar) e, a outra, adquirida a partir do exercício de atividades político-administrativas, como por exemplo, a ocupação de cargos de chefia, em comissões etc.

A primeira pressupõe a existência de relações que podem se estender ao âmbito internacional e, a segunda, restrita ao ambiente institucional-local, mas podendo alcançar posições diferenciadas dentro das agências de fomento. A constituição do capital científico de cada um dos integrantes da DPI, em especial de suas lideranças científicas, mas também do grupo como um todo, foi fundamental à história que se construiu tanto no período em que as políticas em nível macro favoreciam seus desenvolvimentos, como também na época em que perderam tal apoio.

As “disposições científicas” dos dois principais grupos que deram origem à DPI forneceram os meios pelos quais tornou possível a constituição deste time de especialistas do INPE. Com um espaço institucional próprio, os engenheiros da DPI puderam realizar desenvolvimentos com maior liberdade e autonomia, muito embora obedecendo a regras e limites inerentes à estrutura institucional. Segundo Bourdieu,

(...) o campo está sujeito a pressões (exteriores) e é habitado por tensões, entendidas como forças que agem de modo a afastar, a separar as partes constitutivas de um corpo. Dizer que o campo é relativamente autônomo a respeito do universo social circundante, significa que o sistema de forças constitutivas da estrutura do campo (tensão) é relativamente independente das forças que se exercem sobre o campo (pressão). Dispõe, de alguma forma, da ‘liberdade’ necessária para desenvolver a sua própria lógica, o seu próprio nomos. (2004, p. 70)

Por mais que os investigadores adquirissem um capital científico que ampliasse suas possibilidades para alterar o campo no qual estão inseridos, estariam sempre limitados pelo jogo de forças constituído por outros atores, pelo capital científico adquirido socialmente por eles. Atores dotados de capital científico configuram o campo científico tendo em vista as posições relativas que ocupam em seu interior. Esta posição relativa também sofreria influência dos condicionantes impostos em nível macro, provenientes de níveis hierárquicos mais elevados, que imprimem pressões no contorno deste campo com o intuito de moldá-lo. Isso não quer dizer, segundo Bourdieu, que o campo estará sempre subjugado, ou sistematicamente determinado por forças externas, mas a estrutura sempre estará condicionando o comportamento dos atores no interior do campo e o formato deste campo de um modo geral. Mas quanto mais autônomo for este campo, menos suscetível estará às pressões externas.

Do ponto de vista da formação do campo científico, como o campo era novo e dominado pelos pesquisadores do INPE, não havia concorrência que influenciasse o modo como este campo se constituiria e desenvolveria internamente. Por outro lado, o grupo contava com suporte e demandas de políticas tecnológicas. Mas havia a necessidade de atrair e aculturar usuários de tais tecnologias, que deveriam perceber o potencial de uso destes aplicativos na extração de dados de imagens de satélite. Transpor esta barreira, a começar pelo próprio INPE, principalmente com os pesquisadores do *Departamento de Sensoriamento Remoto* (DSR), foi fundamental à disseminação do uso destas tecnologias. Segundo D’Alge (2009), para esta tarefa havia dois tipos de barreiras a serem transpostas: a primeira delas, a utilização de computadores, que era novidade nos anos 1980 e por isso enfrentava resistência, e, na sequência, o uso dos softwares da DPI. Aos poucos, alguns setores da DSR, ligados a pesquisa em geologia, agricultura (identificação de culturas) e análise de mudança da cobertura vegetal da Floresta Amazônica foram utilizando os produtos da DPI. O ambiente e a política institucional, neste aspecto, foram fatores fundamentais na promoção do uso das tecnologias em desenvolvimento.

No final dos anos 1980, os conhecimentos na área de Geoprocessamento levaram a consolidação dos desenvolvimentos (construção de algoritmos) do produto SIG da DPI,

configurando-se como área promissora. Seria uma segunda etapa na história do Departamento, que se consolidou com os esforços concentrados nos desenvolvimentos do SPRING, cujas possibilidades tecnológicas pareciam se ampliar com a chegada das estações de trabalho no Brasil. Além de apresentar um desempenho bem acima dos PCs, então disponíveis no mercado nacional, outra vantagem era a possibilidade destas máquinas operarem em rede, isto é, em ambientes corporativos.

Nos anos 1990, como já descrito acima, a política econômica do país sofreria uma mudança brusca de perspectiva, promovendo também uma guinada nas orientações das políticas de C&T. Com a mudança do modelo de gestão e de distribuição de recursos para pesquisa, que favorecia mais o cientista da pesquisa básica e menos aqueles voltados a desenvolvimentos tecnológicos, individualmente os integrantes da DPI se lançaram a busca da melhoria de seus atributos científicos. Se antes a busca por títulos de pós-graduação (mestrado e doutorado) não era considerada primordial, a partir daquele momento passou a ser preocupação premente de boa parte do grupo. Alguns já naquela época ingressaram em programas de pós-graduação do próprio INPE, com bolsa sanduíche no exterior, ou todo ele feito fora. Outros fizeram a pós-graduação alguns anos mais tarde, conciliando o tema de pesquisa às necessidades de desenvolvimentos da DPI.

Outros atributos deveriam ser alcançados, como integração de pesquisadores ao corpo docente da pós-graduação do Sensoriamento Remoto, ampliação do número de artigos publicados em revistas científicas internacionais reconhecidas, o estabelecimento de cooperação com centros de pesquisa estrangeiros de referência na área. A necessidade de se adquirir os atributos de um pesquisador convencional, aquele que segue a trajetória científica típica (vida acadêmica e pesquisa voltada a publicação de *papers*) seria primordial para que pelo menos as lideranças do DPI obtivessem um mínimo de capital científico que os habilitassem e fortalecessem não somente na busca por recursos materiais, mas também de recursos simbólicos.

Outro aspecto fundamental que auxiliou o grupo no momento em que perdeu apoio governamental foi a trajetória de constante busca por inovação. Segundo Câmara e Monteiro (2002), a DPI adotou como base de seus desenvolvimentos a decisão de não reproduzir tecnologias existentes, não havia no mercado internacional sistemas semelhantes para fazer “engenharia reversa”. Freitas (2009) procurando descrever o espírito de trabalho da DPI disse:

(...) se não ocorresse inovação, era por mero acaso (...), todos os produtos do INPE se anteciparam ou foram lançados ao mesmo tempo em que seus similares estrangeiros. O SITIM introduziu uma série de conceitos que só foram incorporados no produto líder de mercado cinco anos e, até mesmo, dez anos depois. E por quê? Porque queria fazer o melhor do mundo. Podia até não conseguir, mas tinha que tentar.

Outro aspecto associado ao fator inovação era a capacidade de a DPI, desde muito cedo, se comportar como empresa e desenvolver uma visão de mercado (FREITAS, 2009). Em um documento de planejamento interno (DPI, 1993), este aspecto era descrito como uma das forças do grupo:

A visão de mercado é fundamental ao estabelecer limites e horizontes de planejamento palpáveis. Ao se propor a competir com sistemas estrangeiros, nos obrigamos a uma disciplina de trabalho que não haveria, caso desenvolvêssemos nossos sistemas como ferramentas de pesquisa.

Tal característica era percebida como algo que os diferenciava de “esforços similares feitos nas universidades brasileiras e mesmo no INPE” (DPI, 1993). Essa visão de mercado tem como base a lógica racionalista e o sentido de eficiência muito apurado. Esta mesma lógica estaria presente na absorção das críticas de falhas e deficiências em seus produtos, como ocorreu com o SITIM/SGI, que gerou uma imagem negativa para alguns usuários. Um destes problemas foi a baixa confiabilidade do hardware no qual o SITIM/SGI estava montado, uma limitação imposta pela falta de capacidade da indústria nacional, de acordo com a análise. Apesar de o SGI ter sido pouco utilizado de forma operacional, usuários de grandes projetos criticaram a falta de robustez, sem ter sido testado suficientemente antes de ter sido lançado. Tais dificuldades foram elencadas num documento elaborado para o planejamento da DPI, com o intuito de superá-las nos desenvolvimentos do produto que já estava em desenvolvimento: o SPRING.

Para contornar as dificuldades impostas pela política de C&T, além do capital científico que o grupo se empenhava em aperfeiçoar, foram necessárias parcerias como aquela instituída com a EMBRAPA Informática, que lembra o mecanismo das conexões do tipo ator-rede, tal como concebido por Latour (2000). Neste caso, relações de afinidades ideológicas ou de idéias tecnológicas ou ainda de *modus operandi* similares, mas em crise devido à política oficial, aproximaram estes dois núcleos de desenvolvimento de tecnologias como uma forma de atenuar as dificuldades impostas pela falta de apoio governamental às suas atividades. Pelo lado da DPI, a idéia da “translação” nesta conexão foi traduzida, em termos imediatos, como um reforço de mão de obra especializada para realizar uma tarefa que o grupo do INPE

sozinho levaria muito tempo. Mas a cooperação também teve um caráter político. Representou uma aliança de dois grupos que procuravam se restabelecer e se fortalecer frente às mudanças impostas pela política oficial de C&T.

O grupo da DPI lançou mão de outros tipos de alianças, algumas com o intuito de criar uma rede de atores com o objetivo de pressionar centros de decisão do governo, como foi o caso da tentativa de convencer a coordenação do SIVAM a adotar o SPRING como o GIS deste grande projeto. Neste caso, a DPI contou com o apoio da deputada federal do Partido dos Trabalhadores (PT), Irma Passoni, integrante da Comissão de Ciência e Tecnologia, do Congresso Nacional, nos anos 1990, que adotava uma posição contrária às políticas liberalizantes do governo. O apoio ao INPE e o significado político desta aliança representaria para o Partido dos Trabalhadores uma forma de defender valores e idéias que se alinhavam às suas diretrizes ideológicas, marcando posição contra a política setorial do governo. A SBPC também deu apoio à DPI neste episódio e do mesmo modo traduzia neste apoio um significado específico e próprio, associado à defesa de posições, idéias e interesses.

A adoção do SPRING pelo SIVAM representava não somente a viabilidade da continuidade dos desenvolvimentos de suas tecnologias, mas também sua visibilidade como GIS. Estes artifícios utilizados pelas lideranças da DPI na luta para assegurar os seus desenvolvimentos, ou mais do que isso, para defender uma visão específica de desenvolvimento de tecnologias, para além da busca permanente da inovação, nos remete aos mecanismos do que Latour chama de “translação”. Este conceito permite conceber a idéia de alianças estendidas (ou transepistêmicas, segundo Knor-Cetina) para além do campo científico. É possível estabelecer conexões com grupos que atuam em esferas distintas de atuação, como no político, empresarial etc. Tais alianças são regidas por interesses em mover coisas num mesmo sentido, mas com expectativas de proporcionar resultados distintos e específicos para cada uma das partes envolvidas na parceria. Em resumo, diferente da idéia de uma simples disseminação de uma tecnologia, com as partes envolvidas desinteressadas em resultados, a idéia da translação incorpora o sentido de interesses em jogo. Mas diferente do que Latour sugere, estas alianças não têm poder ilimitado, pelo contrário, esbarram ou se estabelecem de acordo com as disposições de outros atores no campo em que estariam atuando.

Tal recurso para a DPI seria um modo de enfrentar e resistir ao modelo político de C&T vigente que apontava em direção oposta. Essa capacidade de articulação e resistência, por mais que não atingisse os resultados esperados no plano imediato, demonstrava que o grupo da DPI, havia adquirido àquela altura um alto grau de autonomia. Segundo Bourdieu

(2004, p. 22) “...quanto mais autônomo for um campo, maior será o seu poder de refração e mais as imposições externas serão transfiguradas, a ponto, frequentemente, de se tornarem perfeitamente irreconhecíveis. O grau de autonomia de um campo tem por indicador principal seu poder de refração, de retradução.”

Outra aliança considerada pela DPI foi com a revista especializada em Geoprocessamento, a Fator GIS, cujo grupo editorial responsável também começou a atuar na organização de eventos para a área, procurando reunir diferentes públicos envolvidos com a área de geoinformática, com atuação tanto em instituições públicas como em empresas privadas. Em um artigo científico de autoria de pesquisadores da DPI¹¹⁸, a aliança com a Factor GIS é analisada sob a perspectiva ator-rede de Latour, através da qual os eventos promovidos por esta empresa foram considerados vitais no desenvolvimento de uma comunidade de usuários de SIGs. Neste artigo, o conceito de translação é utilizado em contraposição ao de disseminação, tendo em vista a consideração dos diferentes interesses em jogo nesta aliança.

A cooperação internacional e as conexões com pesquisadores de centros de pesquisa na Europa e Estados Unidos, líderes em tecnologias de SIG e sensoriamento remoto, foi outro fator que ajudou a DPI em seus desenvolvimentos e também na ampliação de capital científico. A inserção na área de Geoprocessamento, por exemplo, foi inspirada no contato que tiveram com o pesquisador Roger Tomlinson. Alguns anos depois, o pesquisador Max Engenhofer influenciou a decisão da DPI de desenvolver no SPRING a representação computacional de dados geográficos de atributo e ao mesmo tempo de dados de campo, modelo que ficou conhecido como objeto-relacional, uma inovação que passaria a ser incorporada depois de muitos anos nos softwares proprietários, de mercado.

O conhecimento gerado nestes centros de pesquisa da Ciência da Geoinformação foi fundamental para seguir tendências tecnológicas, mas também foram importantes à formação e capacitação de pesquisadores da DPI que passaram por seus cursos de pós-graduação. Os elos construídos com pesquisadores destes centros de pesquisa no exterior propiciaram também o reconhecimento da qualidade dos desenvolvimentos da DPI junto à comunidade científica internacional. A citação de conceitos desenvolvidos e implementados pela DPI no SPRING em artigos de Goodchild, por exemplo, foi uma forma de atestar e validar tal notoriedade ao grupo.

¹¹⁸ Esta aliança entendida sob o conceito de translação da teoria Ator-Rede, de Bruno Latour, é citada no artigo: CÂMARA, G.; FONSECA, F.; MONTEIRO, A.M.; ONSRUD, H. Networks of Innovation and the Establishment of a Spatial Data Infrastructure in Brazil. **Information Technology for Development**, v. 12, n. 4, p. 255-272, 2006

A relação com estes centros ao mesmo tempo que projetou o grupo internacionalmente, trouxe reconhecimento e legitimação dentro da comunidade científica nacional, reforçando os atributos do grupo a partir do exterior. Os centros que a DPI mantém relação até hoje são: Departamento de Engenharia e de Ciências da Informação Espacial (*Department of Spatial Information Science and Engineering*), da Universidade de Maine, Departamento de Geografia da Universidade da Califórnia, em Santa Barbara, Escola de Tecnologia e Ciências da Informação na Universidade Estadual de Penn, Instituto para Geoinformação e Cartografia da Universidade Técnica de Viena, Instituto de Geoinformática na Universidade de Munster, na Alemanha, Universidade de Wageningen, na Holanda (CÂMARA et al, 2006).

A DPI buscou em diferentes frentes de atuação fortalecer os seus atributos científicos, tal como a política científica em vigor previa. Mas por outro lado, procurou recuperar as condições que detinha no passado a partir de uma série de estratégias através das quais pudesse desenvolver um produto que chegasse ao mercado de forma competitiva, objetivo que não foi alcançado. Colocar o SPRING disponível na Internet, embora não fosse a solução considerada ideal, permitiu que o softer se disseminasse muito rapidamente, mesmo sob uma perspectiva diferente da inicial. Por outro lado, toda a trajetória de busca por apoio, alianças e parcerias, enfim todos estes artifícios, funcionaram de tal forma que o grupo da DPI ampliou sua visibilidade em diversos segmentos da sociedade, imprimindo uma marca própria frente a diferentes setores de pesquisa científica e tecnológica, de diferentes setores do governo voltados a atividades de formulação e implementação de políticas públicas e fiscalização etc.

O SPRING se consolidou como tecnologia, como uma visão específica de desenvolvimento tecnológico, mas neste processo, foi preciso que o grupo se adaptasse às regras do jogo. O resultado dessa interação objetiva não foi exatamente aquele idealizado pelo grupo da DPI, quando iniciou os desenvolvimentos do SPRING, mas as suas atividades também não se limitaram aos desenvolvimentos de tecnologias sob a condição de usuário de softwares importados, como a política de C&T e todo o seu aparato institucional tendiam a induzir na época. No entanto, é possível que tal possibilidade jamais se efetivasse tendo em vista o fato de que a perspectiva neoliberal ascendeu de forma radical sobre a sociedade brasileira, perdendo força ao longo do tempo. No final da primeira década do novo milênio tornou-se consensual a opinião, entre especialistas, que o projeto neoliberal não deve ser seguido à risca, sob pena de tornar a economia nacional extremamente vulnerável (DINIZ e BOSCHI, 2007; NOGUEIRA, 2005). Como é comum ocorrer no mundo da política, num começo de mandato, costuma-se imprimir fortemente uma orientação de mudança, que aos

poucos vai passando por um processo de relaxamento, devido ao choque frente às resistências naturais das instituições e das relações objetivas constituídas historicamente e também devido à reconstituição de novas alianças e formação de redes de proteção no entorno de núcleos decisórios.

Exemplo desta situação foi o fato de a DPI conseguir participar de um grande projeto tecnológico, financiado por uma agência de fomento do governo federal, sem que o coordenador científico do INPE, segundo Câmara (2009), não tivesse obtido ainda o título de doutor. A influência política, a partir de afinidades, neste caso teve a contrapartida da capacidade tecnológica reconhecida, caso contrário tais arranjos tornam-se mais difíceis de ocorrerem. Também teria sido por causa de alianças e proximidade com o alto escalão do governo, segundo Câmara (2009), que a pressão sobre a DPI relaxou no final dos anos 1990.

As alianças e redes de proteção neste campo podem funcionar em contextos específicos, mas não necessariamente será eficaz em todas as situações. A crescente força da DPI, obtida em parte pela consolidação do SPRING, mas também pela ampliação dos atributos individuais e coletivos a partir de uma série de ações, deram aos poucos uma situação mais confortável à DPI, que chegou aos anos 2000 com sua liderança científico-tecnológica consolidada.

A análise em dois níveis (macro-político e micro sociológico) neste capítulo teve como intuito demonstrar que a estrutura é importante na definição e indução da pesquisa a uma determinada direção e que ela é fruto da composição de determinados interesses e visões a respeito do papel da C&T. Por outro lado, o estudo de caso mostrou que é possível reagir às forças dominantes e estruturantes e, mais do que isso, modificá-la, nem que seja uma fração ínfima de sua totalidade. No entanto, para que isto ocorra, uma série de condições deve ser atendida. O mecanismo gerador de tais condições está, por sua vez, estritamente vinculado à capacidade de articulação e organização dos atores nas múltiplas frentes de ação no interior do campo científico.

10. Considerações finais

A trajetória da DPI é muito mais rica e complexa do que a descrita neste capítulo. Não houve nenhuma pretensão de esgotar as particularidades desta história. É possível que fatores considerados importantes para esta análise tenham ficado de fora. De certa forma, focar e tirar o foco sobre determinados aspectos faz parte do esforço analítico. Neste caso, o objetivo maior deste estudo foi destacar aspectos da história da DPI que estivessem correlacionados

com as forças macro-estruturais, de um lado, e aqueles presentes no campo científico ao nível micro-sociológico.

Pretendeu-se mostrar de que forma os condicionantes políticos, como também aqueles que atuam especificamente no campo científico, exerceram influência orientando as práticas técnico-científica da DPI. A análise focou nas estratégias utilizadas pelo grupo de especialistas, principalmente quando perderam apoio das políticas de C&T, nos anos 1990. O grupo e suas lideranças científicas reagiram à falta de apoio e procuraram imprimir demandas, tentando criar condições que modificassem a direção dos condicionantes estruturais – a nova política de C&T - então em curso. No entanto, diferente da perspectiva de Latour, na qual o sujeito objetivo adquire força quase sobre-humana, sem sofrer resistência por parte da força relativa do campo social em que atua, o tratamento dado a estes processos considerou as limitações impostas pela estrutura sobre o ator, em suas ações e na sua capacidade transformadora da realidade. A medida exata desta capacidade está relacionada de um lado ao contexto social e histórico no qual está inserido, e por outro pelos atributos (o capital científico) adquiridos ao longo da trajetória deste ator (individual ou institucional).

A base do pensamento construtivista e o conceito de translação de Latour complementaram a perspectiva de análise aqui desenvolvida. Além do pressuposto de que a ciência é socialmente construída, e aqui a perspectiva adotada é a de Bourdieu, leva-se em também consideração elementos em tese inanimados, como textos, técnicas, tecnologias, que, segundo Latour, estão inseridos no processo de construção da tecnociência. Neste sentido, os avanços no mundo da informática foram referência constante para os desenvolvimentos dos produtos da DPI, como também aqueles associados a especificidade da disciplina da Ciência da Geoinformação, além de outros de natureza social, política e até mesmo ideológica.

A idéia de translação surge, por sua vez, como um modo de explicar e compreender os processos relacionados às interações e negociações com um universo mais amplo de atores, como outros grupos de pesquisa, ONGs, usuários do governo, empresas etc. Portanto, tais relações não residem apenas no campo científico, mas se estendem a outros campos sociais que produzem diferentes de interesse em relação aos produtos da DPI ou mesmo em relação a carga simbólica representada pelo grupo. Estas relações não foram analisadas em profundidade, pois fugiria do foco principal desta pesquisa, mas este aspecto é importante para entender que há mais coisa em jogo dentro das conexões concretizadas entre estes atores, que extrapolam o sentido e o significado de uma simples parceria, cooperação científica e tecnológica.

Os capítulos dois e três ao descreverem a história das políticas de C&T do país e do INPE, respectivamente, procuraram destacar e até mesmo tipificar duas visões antagônicas de produção de tecnociência que se produziu nos últimos 60 anos. A idéia foi articular estas histórias ao plano da história da DPI. Buscou-se mostrar o quanto estas dimensões estão interligadas, estabelecendo correspondência e sintonia entre estes processos.

A descrição dos processos de desenvolvimento dos principais produtos da DPI – SITIM/SGI, SPRING e TerraLib/TerraView, plataformas que materializaram os conhecimentos científicos e tecnológicos deste grupo – foi a estratégia de análise utilizada para mostrar como os condicionantes em nível macro estrutural atuaram, e ao mesmo tempo, como a DPI reagiu às mudanças de política de C&T. Os desdobramentos desta história permitiram subdividi-la em três momentos distintos, que coincidem com as fases de desenvolvimento de cada um dos produtos da DPI citados acima.

A primeira delas tem início com o surgimento da DPI, encerrando-se quando o grupo já havia desenvolvido o SITIM/SGI. Neste período, a política de C&T, combinada com outras políticas setoriais, estimulou o surgimento da DPI e favoreceu o seu rápido crescimento. A segunda fase, momento de forte ruptura das diretrizes da Política de C&T, com mudança de orientação da política econômica do país, revela uma DPI reagindo em diferentes esferas de atuação, procurando soluções que permitissem a ela desenvolver e ampliar o seu modo específico de produzir tecnociência. Apesar de tentar estabelecer o SPRING como um *softer* de mercado, tal objetivo não se concretizou. Apesar de inúmeras tentativas, tal possibilidade esbarrou nas limitações estruturais da política científica e da política oficial orientada pelos ideais neoliberais. Por outro lado, a opção de colocar o SPRING livre na Internet, como última alternativa (CÂMARA, 2009), potencializou seu uso de tal forma que passados quase 20 anos, continua crescendo os *downloads* do *softer*, para surpresa da própria DPI.

A última etapa, quando é desenvolvida a TerraLib, representa um período em que o grupo já adquiriu senioridade. A essa altura, os desenvolvimentos da DPI consolidou seu reconhecimento nacional e internacional e conseguiu manter as condições mínimas, embora instáveis, para que continuasse em sua trajetória de inovação. Aquela base sólida de desenvolvimento de produto, no modelo dos anos 1980, já não parece estar no horizonte de planejamento do grupo, mas mecanismos internos foram assegurados, incluindo a contratação de uma empresa para absorver atividades de desenvolvimentos tecnológicos, atendimento, suporte aos usuários e manutenção de seus produtos.

O surgimento da TerraLib está associado a mudanças principalmente no mundo tecnológico, que estariam ampliando e aperfeiçoando as possibilidades de uso de tecnologias

GIS. Segundo Monteiro (2009), há ainda uma série de possíveis caminhos de inovação que deverão impulsionar os desenvolvimentos da DPI nos próximos anos, como o aprimoramento da modelagem envolvendo a dinâmica do uso da terra e mudanças climáticas e desenvolvimentos na área de tratamento de imagens de alta resolução, tendo em vista os avanços tecnológicos de câmeras a bordo dos novos satélites de sensoriamento remoto. Segundo D'Alge (2009), além do desenvolvimento destes produtos, a DPI tem se voltado para uma atividade que foi bastante ativa no passado e que hoje surge como uma nova demanda devido à parceria com a República Popular da China no desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto. Trata-se dos desenvolvimentos relacionados às estações de recepção de imagens.

De forma sumária, percebe-se que as ações da DPI, ao longo de sua curta mas intensa trajetória, estiveram centradas basicamente em dois flancos estratégicos: o reforço dos atributos científicos do grupo e o estabelecimento de alianças e parcerias com o intuito de produzir fortes conexões cujos significados se estenderam para além do domínio técnico-científico, repousando também sobre oportunidades de estreitamento de relações ao nível político, institucional e até mesmo no campo das idéias e da ideologia. Estes processos não caminharam em separado da produção das tecnologias da DPI, sendo difícil distinguir o que seria técnico-científico e o que seria de outra natureza. O significado das alianças, em determinados casos, extrapolou também a busca de legitimação científica do grupo de pesquisadores da DPI, como de seus produtos. Por vezes as parcerias foram motivadas por afinidades de idéias e não necessariamente para ampliar a força política em torno de objetivos específicos.

O ativismo técnico-científico e político da DPI (pode-se afirmar o mesmo em relação à esfera cultural) revela-se como algo atípico no universo científico. Este aspecto merece registro para compreender melhor o perfil destes pesquisadores do INPE, muito embora não seja relevante para os propósitos desta pesquisa. A capacidade de o grupo transpor fronteiras disciplinares como parte de suas atividades de pesquisa e desenvolvimento é alimentada e estimulada por uma inquietação do ponto de vista ideológico e cultural. Este aspecto não é característica exclusiva do modo de a DPI gerar conhecimento, mas percebe-se que as práticas do grupo em muito estão condicionadas por interesses que fogem àqueles que geralmente estão mais vinculados às disciplinas da engenharia da computação, da matemática ou mesmo da Ciência da Geoinformação.

A própria escolha do campo da Ciência da Geoinformação não foi aleatória. Ela já demonstrava uma série de potenciais aplicativos que obrigatoriamente levaria seus

pesquisadores a transpor fronteiras do conhecimento, ou seja, compreender a visão que outros campos científicos disciplinares, estranhos ao seu, teriam sobre seus objetos de pesquisa. Como a tarefa principal da DPI seria o desenvolvimento de um GIS, de que outra forma deveria atuar senão conhecendo o universo de seus usuários, compreendendo a lógica e os paradigmas sobre os quais trabalham? No caso da DPI, o que aparentemente seria um esforço técnico para incorporar e integrar conceitos de outras disciplinas no interior de SIGs, revelaria-se como processos movidos por um senso de desafio e sedução intelectual, que deveriam abrir caminhos a construções e soluções criativas. Esta percepção se fortalece tendo em vista a estreita relação entre a produção do conhecimento da DPI e as análises e interpretações que elaboram da realidade, cujas referências estão entrecortadas por pensamentos cuja fonte está muito além daquelas que em geral engenheiros estão habituados. Senão como explicar a menção ao pensamento crítico de Milton Santos, Berta Becker, entre tantos outros clássicos da literatura das ciências humanas.

Apesar deste aspecto ter sido pouco trabalhado neste estudo de caso, tema que poderia ser melhor desenvolvido num outro tipo de pesquisa, reside aí a força primordial deste grupo, o substrato que permite e induz a materialização de formas tecnológicas e produtos impregnados de valores muito específicos. Este tipo de enfoque levaria a uma nova pesquisa, que permitiria encontrar um vasto material investigativo. No entanto, vale o registro de tal característica do grupo, principalmente de suas lideranças, sem o que ficaria muito difícil compreender o alcance dos desenvolvimentos deste grupo.

CAPITULO 5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais objetivos desta pesquisa foi explorar o tema da produção do conhecimento científico e tecnológico a partir de um referencial analítico dissonante daqueles usualmente utilizados em estudos de políticas de C&T no Brasil, cujas perspectivas são influenciadas por visões econômicas e administrativas. A abordagem aqui utilizada, em que o social e o político importam à produção da tecnociência, também produz sua perspectiva normativa, embora diferente daquelas que priorizam o aperfeiçoamento de mecanismos que buscam ser eficientes e eficazes no estímulo ao sistema de C&T para a geração de inovação.

A preocupação presente nesta pesquisa está focada no modo como funcionam os mecanismos relacionados à produção de C&T, destacando fatores e atores que atuam de forma interessada no campo científico, bem como no universo das políticas de C&T. A questão da inovação é fundamental ao desenvolvimento econômico do País, mas o modo como ela é pensada aqui envolve outros aspectos que não somente a eficiência do sistema econômico. Parte-se do princípio de que a C&T, apesar de se configurar sociologicamente como um sistema relativamente independente, está integrado a diversos setores e segmentos da sociedade, fazendo com que diferentes visões recaiam sobre ela, criando diferentes expectativas quanto ao seu papel e desempenho.

Como se sabe, as regras dos processos democráticos não são aplicadas ao meio científico, tendo em vista os processos internos guiados pela notoriedade científica. Mas também do mesmo modo, o acesso a instâncias decisórias relacionadas às políticas de C&T e, portanto, não necessariamente a assuntos de natureza eminentemente científica, tende a ser blindado pelo mesmo sistema científico que privilegia em grande medida cientistas e acadêmicos. Desta forma, pesquisadores em começo de carreira ou mesmo seniores, mas que não integram a elite científica ligada ao aparelho de Estado, têm suas oportunidades de participação em fóruns de decisão ou em comitês e comissões reduzidas. A definição sobre o tipo de tecnociência que se deseja produzir no País fica reduzida a pequenos grupos de cientistas no poder. A questão da inovação é fundamental, mas deve-se indagar também sobre quem define as áreas estratégicas, qual o tipo de inovação que se deseja, a quem deve atender e a que tipo de desenvolvimento deve estar associada, além de se indagar os meios pelos quais ela deve ser obtida e construída.

Sem dúvida, os fins são importantes, mas não menos importantes que os meios pelos quais a tecnociência é produzida. Além disso, há uma série de conhecimentos que não necessariamente produzem inovação, e que nem por isso deveriam ter sua importância diminuída em termos de políticas públicas. Enfim, o debate é muito mais complexo do que se apresenta e deveria envolver a participação da comunidade científica como um todo, abrindo

também o debate aos diferentes setores da sociedade, não restringindo-se, portanto, ao setor acadêmico e de pesquisa.

Neste sentido, o capítulo um deste trabalho procurou apresentar uma revisão sobre alguns marcos da ciência da ciência, fazendo uma reflexão sobre aspectos relacionados às políticas públicas. Buscou-se ainda introduzir e delimitar o campo teórico desta pesquisa. Ao mesmo tempo foi indicada a metodologia e o ferramental analítico que seriam utilizados nesta análise. Deve-se destacar que tal revisão foi feita de modo parcial, o campo abriga muito mais autores e trabalhos do que os citados e mencionados neste capítulo, além de se estender a aspectos mais amplos do que os aqui mencionados. A sistematização de pensamentos, por vezes de forma caricatural, descreveu uma trajetória que teve como intuito, por um lado, direcionar o leitor para a construção da máxima de que a ciência é socialmente construída e, por outro, para os elementos analíticos, incluindo o pensamento estruturalista-construtivista de Bourdieu. O modelo de campo científico deste autor, para os propósitos do estudo de caso, possui suas limitações. Para complementar este estudo, buscou-se aplicar também, mesmo que de modo parcial, o enfoque da teoria Ator-Rede de Latour, mas em especial a noção de “translação”.

A revisão iniciou-se com a apresentação do pensamento do sociólogo Robert Merton, que deu impulso à sociologia da ciência a partir da Segunda Guerra Mundial. Antes disso, o debate se fez de forma mais organizada nos anos 1920 e 1930 do século passado, com trabalhos centrados na Teoria do Conhecimento, Filosofia da Ciência e da própria Sociologia da Ciência, pelos pensadores do chamado Circulo de Vienna (TRIGUEIRO, 2009). Com forte influência positivista, estes autores tinham como premissa a não interferência social no mundo da ciência, cujos mecanismos de produção seriam regidos apenas pela lógica racionalista interna às disciplinas. Merton, baseado neste pressuposto, desenvolveu de forma mais acabada, no campo da sociologia, a idéia da institucionalização da ciência, observando que este universo cultural, por ser regido por regras muito particulares, constituiria um sistema social a parte, muito bem definido.

O trabalho de Merton ganhou destaque no Segundo Pós-Guerra, quando havia a preocupação por parte dos cientistas, nos Estados Unidos, de preservar a autonomia dos processos internos da produção científica, de modo a ficarem livres de influências externas, mantendo o mundo da ciência imune aos mandos da política (STOKES, 1997).

O sistema social da ciência, em Merton, tem como base e sustentação o que descreve como os imperativos científicos: universalismo, comunismo, desinteresse e ceticismo organizado. Tais mandamentos seriam referências ao modo de se praticar e agir

cientificamente. São regras e orientações que permitiriam à ciência avançar tanto do ponto de vista do conhecimento, mas que também ajudaria este sistema social se perpetuar. Karl Popper (1987), anos mais tarde, elaborou a tese do falseamento constituindo-se como mais um item a ser acrescentado aos imperativos da ciência. Segundo este autor, todo conhecimento produzido é submetido a uma espécie de provação que avalia a sua sustentabilidade científica. A ciência avançaria no momento em que novos conhecimentos suplantariam as teses dominantes. No entanto, este autor, diferente dos anteriores, admite o desenvolvimento da ciência por intermédio de processos intersubjetivos, escapando à idéia de conhecimento verdadeiro, presente em Merton e nos autores positivistas do Círculo de Vienna.

Merton tem o mérito, reconhecido por Bourdieu, de fundar os estudos institucionais da ciência, sendo um dos precursores da sociologia da ciência. O problema de a ciência ser ou não influenciada por dispositivos externos começa a ganhar novo rumo a partir Thomas Khun, nos anos 1960, através da noção de paradigma (ciência normal) e quebra de paradigma, processos que incluem tanto a influência de elementos sociais como cognitivos no desenvolvimento da ciência. Tal interpretação abriu caminho a perspectivas que buscavam o avanço dos estudos sociais da ciência para além dos seus aspectos institucionais ou meramente cognitivos, tomando como objeto de estudo os conteúdos do próprio conhecimento científico. Tal perspectiva inspirou o surgimento nos anos 1960 de novos estudos que passaram a ser abrigados no que veio a se chamar movimento da *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (STS).

Entre as tendências no interior da CTS haveria tanto aqueles interessados em direcionar a produção da C&T para a inovação e desenvolvimento econômico - os Evolucionistas ou Teóricos da Inovação (CT&I) - mas sem interferir nos processos internos disciplinares, como aqueles que consideravam a produção da ciência influenciada por fatores sociais, culturais e políticos, entre estes os construtivistas sociais. No interior das formulações da CT&I (Teoria da Inovação) não há abertura a jogos de interesses, relações de poder e influências sociais na formulação e produção das C&T. Estes elementos estão ausentes, assim como a enunciação auto-reflexiva desta perspectiva no interior de um campo científico mais amplo. Tal visão analítica abriga implicitamente valores compromissados, sobretudo, com a ética da eficiência do modelo econômico capitalista (FEENBERG, 2002, DAGNINO, 2006b), fazendo com que as preocupações normativas destes estudos assumam um primeiro plano.

Pinch e Bijker, pioneiros do construtivismo social aplicado à ciência, propõem uma plataforma metodológica comum aos estudos da área. Latour, influenciado por esta vertente,

sugeriu, como metodologia, métodos de observação emprestados da antropologia como base para as análises dos processos de produção de ciência. Através da Teoria Ator-Rede, Latour analisou processos de construção da ciência, destacando conexões estabelecidas entre agentes em rede, cuja área de abrangência não se limita ao universo científico, podendo se estender a atores localizados em outras esferas sociais. No entanto, o lócus de observação privilegiado é o laboratório, de onde a ciência começa a entrar em ação. Os diferentes interesses no entorno da produção da ciência ocorre dentro de um processo que Latour chamou de translação, ou seja, o objeto científico assume significados específicos para os diferentes atores com quem estabelece relações, o que propicia caminhos muito particulares ao desenvolvimento da tecnociência.

Por outro lado, a Teoria Ator-Rede não reconhece a priori as forças institucionais como modeladoras da produção do conhecimento. Também não atribui aos elementos históricos a capacidade de constituir fontes de poder legitimador aos fatos científicos, à constituição de lideranças, grupos e instituições científicas. Estes exercem um papel fundamental na configuração do campo disciplinar da ciência, como também em campos nos quais as idéias relativas às PCTs são constituídas, formuladas e implementadas. Ao não atentar para as implicações sociais desse processo e para a forma como ela molda a consciência e a vida das pessoas, o Construtivismo apenas contempla o *status quo* e suas injustiças sem se pronunciar sobre os modelos sociais e tecnológicos submersos a tais realidades (WINNER, 1993).

Neste aspecto, o modelo de campo científico adotado por Bourdieu, bem como a noção de capital científico, como meio de acumular poder simbólico ao longo da carreira científica, parecem representar de modo mais adequado o universo da C&T, com seus jogos de interesses, disputas internas, constituição de lideranças científicas, e como todas estes aspectos se articulam com a produção científica. Bourdieu critica o modelo de Latour pelo excesso de autonomia concedida ao ator no modelo de redes sociais. Ele pondera a força quase divina atribuída ao ator, argumentando que o campo social no qual ele atua produz uma relação de forças que não o permite agir livremente. A partir de atributos institucionais e individuais dos atores sociais, constituídos de acordo com as possibilidades oferecidas pelo campo, Bourdieu demonstra como o jogo de influências é exercido. De acordo com este autor, os indivíduos agem dentro de parâmetros sociais muito bem definidos, através dos quais oportunidades e possibilidades se abrem, se fecham ou mesmo nem surgem. Isso porque estas se apresentam de forma assimétrica aos atores, como resultado de jogos de forças que se constitui nas interações do campo social do qual fazem parte atores coletivos (instituições) e

individuais (cientistas). A noção de campo estruturante é relevante também no processo de construção do conhecimento, já que o cientista se reporta a um domínio científico estruturado no interior de uma disciplina, que o orienta nas suas práticas diárias, na produção dos saberes.

Mas Bourdieu não é um estruturalista ortodoxo. Preocupa-se também em destacar as possibilidades de a estrutura ser modificada pelas ações dos atores da ciência, mesmo sob uma perspectiva limitante. No estudo de caso apresentado no capítulo quatro, buscou-se evidenciar os elementos estruturais que atuaram sobre a produção de conhecimento e de tecnologias para os pesquisadores da DPI. Também se explorou o caminho inverso, ao analisar as ações que tiveram como objetivo resistir às mudanças implementadas pelas políticas de C&T, como também aquelas produzidas com o intuito de influenciar e modificar a estrutura do campo científico, de modo a situar o grupo da DPI numa posição mais privilegiada, que permitisse uma situação que recebesse maior apoio e autonomia.

A análise das diferentes correntes científicas (principalmente as sociológicas) da ciência abordadas neste capítulo não teve como intuito justificar a adesão a um único corpo teórico-analítico que supostamente fosse capaz de explicar uma dada realidade escolhida para análise. A idéia, em primeiro lugar, foi explicitar o modo como a pesquisa aqui desenvolvida se orientou à luz do debate de um determinado campo científico, procurando sinalizar para as escolhas quanto ao ferramental analítico aplicado ao objeto em questão. A preferência recaiu sobre aquelas perspectivas que buscam contemplar e aprofundar aspectos de natureza social e política, a relação de poder entre atores e o modo como tais relações se construíram neste campo social específico.

Mesmo entre as correntes que adotam em comum a premissa de que a ciência é socialmente construída, há divergências aparentemente inconciliáveis: como o pensamento de Latour e de Bourdieu. Apesar das divergências, este capítulo procurou destacar a complementaridade dos trabalhos destes dois autores em um dos aspectos que se explorou no estudo de caso. Tal composição de conceitos se deu com a junção da interpretação estruturalista de Bourdieu num plano macro-sociológico e noções micro-sociológicas de Latour. Os mecanismos descritos por Latour na Teoria Ator-Rede parecem se aplicar às relações que vêm sendo cada vez mais comum entre o mundo da ciência e o mundo econômico.

A preferência de abordagem foi dada ao conjunto de idéias de Bourdieu, tendo em vista as similaridades de sua perspectiva com a lógica dos processos observados no objeto investigado. Acredita-se que os processos ao nível micro-sociológico se constituíram, em grande medida, sob a referência de elementos estruturais, a partir de processos econômicos

históricos, mas também políticos, culturais e institucionais. Isso não quer dizer que as possibilidades de ação do ator individual ou institucional sejam reduzidas, embora sejam orientadas e muitas vezes restritas. Este aspecto foi mais explorado no capítulo quatro, onde se centra o estudo de caso de um setor de pesquisa do INPE: o *Departamento de Processamentos de Imagens* (DPI).

A partir da premissa estruturalista de Bourdieu, os capítulos dois e três, posteriores ao debate teórico, exploram os aspectos históricos relacionados ao processo de institucionalização das políticas de C&T do País e das atividades espaciais, respectivamente. O capítulo dois focou a história das políticas de Ciência e Tecnologia do País, sinalizando para as tendências dominantes de políticas e políticas econômicas.

Entre os fatores que propiciaram a institucionalização da C&T no Segundo Pós-Guerra, estão: (1) fortalecimento político da comunidade de pesquisa, com a união de cientistas e professores universitários em torno da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, criada em 1948; (2) o engajamento dos militares na defesa da institucionalização da C&T, com interesse particular no desenvolvimento da área nuclear, considerada estratégica à soberania nacional e a projeção do país no âmbito das relações internacionais; (3) a consolidação na sociedade brasileira da idéia de que o desenvolvimento da C&T no país seria imprescindível ao progresso e a soberania nacional; (4) apoio decisivo do presidente Dutra, também militar, que criou, como um de seus últimos atos no cargo, o CNPq e a CAPES, instituições de fomento a pesquisa; e (5) a decisão do governo Vargas (1951-1954), que ao voltar ao poder, em 1951, deu continuidade à política econômica nacional-desenvolvimentista do Estado Novo, a qual deveria, nesta nova etapa, contar com o desenvolvimento de uma C&T nacional, consolidando, portanto, o primeiro passo dado pelo presidente Dutra.

O período é tratado sob a dualidade da política econômica nacional desenvolvimentista e da liberal desenvolvimentista, sob o viés da dependência externa, que influenciaram e definiram as diferentes políticas científicas e tecnológicas que estiveram em vigor no País a partir dos anos 1950. A primeira demandava uma C&T autóctone, genuína, vinculada ao modelo de desenvolvimento baseado na substituição de importações, e a segunda com foco na formação de pessoal especializado para atender a demanda do processo de industrialização e uso de tecnologias importadas.

Deste modo, as PCTs que enfatizaram a produção de C&T nacional tiveram apoio de governos sob orientação nacional desenvolvimentista, como o de Getúlio Vargas, no período do Estado Novo (1937-1945) e também no mandato incompleto de 1951-1954, e de alguns governos militares, como Costa e Silva (1967-1969) e Ernesto Geisel (1974-1979). Por outro

lado, a C&T nacional perdeu importância em governos como os de Juscelino Kubitschek (1956-1961) e Emilio Garrastazu Médici (1969-1974), que priorizaram a formação de mão de obra especializada para atender às demandas de empresas multinacionais, oferecendo ainda facilidades à importação de tecnologias, em contraposição à falta de incentivos à produção de C&T nacional.

As características da primeira fase da PCT brasileira se enquadram no modelo da *science push* ou modelo linear por oferta (RUIVO, 1994), o mesmo da fase da *Big Science* dos Estados Unidos, quando a ciência era produzida de forma autônoma, sem políticas de indução. Seus resultados seriam naturalmente aproveitados pela sociedade. O modelo de PCT implementado pelo CNPq, nos anos 1950, privilegiava a ciência básica, em especial a física e a biologia, em detrimento das ciências aplicadas e dos desenvolvimentos tecnológicos (FERNANDES, 1990). No governo Juscelino Kubitschek esta lógica se inverteu. A COSUPI, como entidade governamental, passou a liderar os dispêndios de recursos entre 1955 e início dos anos 1960 na área de C&T, ultrapassando os gastos do CNPq (FERNANDES, 1990). O enfoque dado à PCT a partir de então seria na formação de recursos humanos de áreas técnicas e nos diversos ramos da engenharia, para atender a demanda da indústria emergente no País. Apesar de o CNPq ter recuperado o comando da PCT no início dos anos 1960, o enfoque aos desenvolvimentos tecnológicos e às ciências aplicadas jamais recuou, prosseguindo desta forma até os dias atuais. Este modelo corresponderia ao modelo linear por demanda ou *demand science*.

Até os anos 1980, os cientistas tinham participação limitada na formulação das políticas científicas e tecnológicas do País. As tomadas de decisão no âmbito do governo federal eram assumidas por grupos tecnocratas, alguns deles destacados do mundo da ciência, incorporando os interesses de grupos políticos dominantes no aparelho de Estado. As PCTs por vezes coincidiam com os interesses de boa parcela dos cientistas, com a adoção, por exemplo, de uma política nacional desenvolvimentista nos governos Costa e Silva e Ernesto Geisel. A posição da SBPC, principal entidade representativa dos cientistas, oscilava da crítica ao apoio comedido às PCTs governamentais. Somente no início dos anos 1970, com o recrudescimento da repressão militar, a SBPC mudou de posicionamento não somente em relação à PCT, mas ao regime de forma geral, tornando-se uma das principais entidades brasileiras de contestação à ditadura militar (FERNANDES, 1990).

Nos anos 1990, as mudanças políticas, com o fim do regime militar, e da política econômica do País, pressionada por agentes externos, encerraram o padrão dual da política de C&T. A orientação neoliberal restringiu, por fim, as políticas nacionais desenvolvimentistas

que ainda eram colocadas em prática pelo governo Sarney. Com o processo de redemocratização do país, houve uma mudança na composição dos atores das políticas de C&T. Enquanto não se definia uma nova PCT nesta nova fase econômica, idéias em curso nos países mais avançados começavam a ser aventadas no País e implementadas de modo parcial, prenunciando mudanças que viriam mais tarde. Neste sentido, o modelo de gestão da política de C&T e os arranjos institucionais estimulados no interior do *Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (PADCT), com financiamento do BIRD que exigia contrapartida brasileira, com início nos anos 1980 estendendo-se pelos anos 1990, seriam vistos como referência e modelo na definição de uma nova PCT.

As mudanças implementadas neste setor foram redefinidas sob a orientação de diretrizes neoliberais da política econômica. As PCTs dos países desenvolvidos, que também seguiam um processo de reformulação, serviram de referência às reformas introduzidas nos governos Fernando Henrique Cardoso, principalmente a partir do segundo mandato (1999-2002). As mudanças foram mais de caráter regulatório e de gestão, com a institucionalização da carreira de C&T no aparelho de Estado, adoção de indicadores de C&T como critério de distribuição de recursos, criação de leis e incentivos à inovação e estímulo a parcerias entre instituições públicas de pesquisa e empresas.

Nesta nova fase da política nacional, grupos ligados a universidades e institutos de pesquisa passaram a ocupar maior espaço na arena política do setor, ampliando a participação nas tomadas de decisão da C&T, ocupando cargos políticos e vagas em conselhos e comitês assessores e de formulação e avaliação das políticas setoriais. Deve-se observar, no entanto, que a participação dos pesquisadores na vida política da C&T nacional vem obedecendo aos critérios meritocráticos, de natureza elitista, que reside no interior do campo científico. A redemocratização do país não necessariamente levou a maior democratização deste setor, embora tenha aberto espaço a novos atores, principalmente os cientistas de universidades reconhecidas que não tinham participação nas decisões durante o período do regime militar. As lideranças científicas e também políticas nesta área se consagram a partir de critérios estipulados pelo *ethos científico* (MERTON, 1992), que considera, por exemplo, a trajetória da formação do pesquisador, números de artigos publicados em revistas internacionais reconhecidas, citações em artigos, entre outros quesitos. Outra possibilidade de se ampliar o capital científico, como destaca Bourdieu (2004), é a ascensão de lideranças científicas através de cargos administrativos.

O modelo de PCT construído nesta nova fase seria o “modelo complexo”, um aperfeiçoamento do “modelo linear por demanda”, que dá ênfase aos aspectos econômicos.

As escolhas das políticas devem ter relação com as oportunidades estratégicas (no sentido econômico); a produção da ciência básica deve se ater às necessidades de longo prazo; mas ao mesmo tempo deve se voltar ao aumento da demanda societal, designada culturalmente. Segundo Dickson (1984), este último modelo parece ter sido fruto de uma reconciliação entre os setores militares, acadêmicos e econômicos em países desenvolvidos, que buscaram influenciar as políticas de C&T a partir de seus próprios interesses, valores e percepções sobre o seu papel para a sociedade.

Nesta fase neoliberal, a inovação tecnológica ganhou centralidade para a economia, sendo criadas leis de incentivo e subvenções a atividades inovadoras de C&T. A indústria, neste novo modelo, foi considerada o *locus* por excelência dos processos de inovação. Seria o centro de gravidade da produção da C&T, cujo entorno deveria operar as instituições de C&T do País, com o objetivo de impulsionar e oferecer maior dinâmica aos processos de inovação.

A PCT dos dois governos Luís Inácio Lula da Silva (2003-2006 e 2006-2010) seguiram em linhas gerais a de seu antecessor. Foram adicionados, secundariamente a esta agenda, incentivos diferenciados com o intuito de promover a inclusão e o desenvolvimento social. Tal política vem se constituindo como um apêndice àquela hegemônica, sem interferir em seu funcionamento. Além disso, o crescimento da econômica proporcionou maior volume de recursos às atividades de pesquisa, o que permitiu contemplar os diversos setores da C&T nacional.

Apesar de a indústria ganhar centralidade na nova política de C&T, ela conta com baixa representatividade e pouca força política no aparato institucional de tomadas de decisão. Este novo modelo de PCT foi formulado basicamente a partir da mobilização de cientistas e acadêmicos. Não se observa uma demanda significativa por parte de representantes do setor produtivo, que em tese deveriam ser os maiores interessados no incremento do orçamento para a inovação na indústria.

Até os anos 1980, a vinculação entre a universidade e o setor produtivo ocorria com o apoio do Estado (DAGNINO e THOMAS, 2001). A história das políticas de ciência e tecnologia no país, principalmente a partir dos anos 1980, mostra a ascensão dos pesquisadores e cientistas como atores políticos, mas não se observa um movimento semelhante em relação aos atores ligados a segmentos do setor produtivo. Quando as políticas científicas e tecnológicas elegem a indústria como o local da inovação, elemento primordial na engrenagem da economia, são os grupos de cientistas em aliança com uma tecnocracia instalada no aparelho de estado, burocratas da C&T, que estão definindo os rumos da área neste setor (DAGNINO, 2006). O ambiente da formulação das políticas, bem como da

avaliação das mesmas, passou a englobar um espectro maior de setores da sociedade, mas os cientistas e pesquisadores são hoje os principais atores, influenciando decididamente a política setorial.

Os militares, por sua vez, tendo ocupado posição central nas políticas de C&T durante o regime militar, após perderem espaço político passaram a receber maior atenção nos governos Lula, tendo suas demandas nesta área atendidas. O volume de recursos destinados aos programas de P&D militar, no segundo mandato do governo Lula, é a terceira maior parcela. Observa-se que a política de C&T do governo tem forte relação com a estrutura econômica do país, mas também com os atores envolvidos historicamente nos esforços de construção de seu aparato institucional. O acesso ao ensino superior e à pós-graduação, onde se inicia a carreira científica, é muito limitado e privilegia historicamente os extratos sociais de maior poder aquisitivo, levando à reprodução das desigualdades econômicas e sociais ao sistema educacional e científico.

É possível, no entanto, que a ampliação de vagas nas universidades e, ao mesmo tempo, a diminuição das dificuldades para o acesso de estudantes de segmentos sociais historicamente desfavorecidos – como tem ocorrido nos governos Lula - possa reverter no médio e longo prazos tal situação. Com a ampliação do universo de doutores e cientistas, é possível que haja uma pressão por mudanças na composição dos atores envolvidos na formulação da agenda de C&T, exigindo a ampliação do espectro representativo da sociedade nos fóruns de decisões sobre as PCTs.

Já a trajetória do programa espacial brasileiro segue a lógica da história da Política de Ciência e Tecnologia do País. Teve como grande marco o momento político em que o pensamento nacional-desenvolvimentista estava no auge, no início dos anos 1970. Nesta época, o programa espacial, sob o comando dos militares, foi definido em três eixos: desenvolvimento de foguetes, satélites e base de lançamento. O *Instituto de Aeronáutica e Espaço* (IAE), instituição militar ligada ao Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), ficou responsável pelos foguetes e pelo centro de lançamento, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), instituição civil, pelo programa de satélites. Antes desta reforma, as instituições de pesquisa civil e militar atuavam sem uma coordenação unificada, apesar de que formalmente a CNAE – Comissão Nacional de Atividades Espaciais – mais tarde chamada de INPE, era a instituição que deveria assumir tal papel.

A C&T nacional, especialmente a ciência aplicada, recebeu nesta época um dos maiores aportes de recursos de sua história. O setor espacial entrou no rol das áreas que o governo militar iria privilegiar com recursos, tendo em vista o fato de que tais tecnologias

eram consideradas estratégicas às Forças Armadas brasileiras. O pensamento Brasil Potência, vertente nacionalista difundida principalmente no meio militar, defendia a idéia de que o Brasil, em poucas décadas, atingiria um patamar de desenvolvimento que iria inseri-lo entre os países mais avançados do mundo (CAVAGNARI, 1996). Os investimentos em determinadas tecnologias seriam primordiais para chegar a este estágio.

Os debates no interior da COBAE, principalmente aqueles que sinalizavam para o modo como o programa tecnológico deveria ser conduzido davam mostras de como o pensamento nacional desenvolvimentista dos militares se articulava em questões práticas. As opiniões sobre como o programa espacial deveria ser desenvolvido polarizou dois grupos: um que defendia a proposta de desenvolvimento do programa com os franceses e, o outro, sem os franceses. Esta última proposta, que saiu vencedora, refletia a posição de um oficialato nacionalista mais radical. O outro grupo, de perspectiva mais técnica, enraizada no IAE, tinha como preocupação o domínio mais rápido das tecnologias de foguetes, dentro de uma programação financeira que envolvia o endividamento com os franceses, bem como compromissos contratuais com empresas deste país. Os dois grupos debatedores detinham uma postura nacional desenvolvimentista. A diferença estava no modo de conduzir o programa espacial, se de forma autônoma ou dependente em relação à transferência de tecnologia de outro país, embora o objetivo final fosse o domínio e a independência tecnológica.

Apesar das dificuldades econômicas do país, com as crises do petróleo em 1973 e depois, em 1979, e do recrudescimento do embargo tecnológico nos anos 1980, os desenvolvimentos nos três segmentos do programa espacial avançaram. Os militares ainda eram bastante influentes na política nacional, apesar das crescentes manifestações da sociedade contra o regime militar. No primeiro mandato civil, na presidência de José Sarney, os militares continuavam em postos-chaves do aparelho de Estado, direcionando seus interesses, o que permitiu a continuidade do programa espacial. Nos anos 1990, além dos problemas econômicos, que se ampliaram, e do boicote internacional que vedava o acesso às tecnologias sensíveis do programa espacial, os militares começaram a perder força na política nacional e, conseqüentemente, na política setorial, que se traduziu em perda de orçamento para os projetos do programa espacial.

O cronograma de atividades começou a defasar, além de se ampliar o descompasso entre os desenvolvimentos do VLS, sob a responsabilidade dos militares do IAE, e do satélite SCD-1, a cargo do INPE. Nos dois mandatos do governo Fernando Henrique, mas em especial no segundo, promoveu-se uma reavaliação do programa. Havia a necessidade deste

setor se ajustar às novas diretrizes políticas, fundamentadas pelos pressupostos neoliberais da política econômica, então dominante, já que os referenciais de segurança e soberania haviam passado a um segundo plano. Passaria a dominar uma visão empresarial da C&T (DAGNINO, 2007), muito embora articulada por acadêmicos e não pelo empresariado nacional que pouco inovava.

A adaptação do setor civil (do INPE) a este novo momento político e histórico, apesar das dificuldades, transcorreu de modo mais tranquilo, já que a liberação das amarras do domínio militar lhe garantiu maior independência e autonomia na condução da sua política tecnológica e institucional. Foi possível exercer de forma mais efetiva e plena suas potencialidades científicas e tecnológicas. O INPE retomou sua diretriz de desenvolvimento de P&D focada em soluções de problemas nacionais, o que lhe seria importante para se legitimar junto aos governos e à sociedade nesta nova fase democrática. Desta forma, tiveram destaque programas de pesquisa associados a problemas ambientais, principalmente aqueles ligados à Amazônia, como também aqueles relacionados à melhoria das previsões de tempo e clima. O programa tecnológico também ganharia maior autonomia em relação ao dos militares ao propor e desenvolver satélites que atendessem demandas ambientais.

Neste sentido tomou impulso o programa CBERS, atualmente com três satélites lançados, que possibilitou o monitoramento ambiental, antes feito somente com imagens de satélites estrangeiros, permitindo ainda a geração de dados que auxiliam o controle e a fiscalização do desmatamento na Amazônia. O programa CBERS ainda se configura como um elemento estratégico de política externa. De um lado concretizou uma aliança entre dois países em desenvolvimento, no eixo Sul-Sul, e por outro, permitiu ao Brasil uma posição mais confortável nos debates internacionais sobre meio ambiente, a partir de 1989, quando passou a se municiar de dados próprios sobre o desmatamento da Amazônia. Mas a maior autonomia institucional do INPE o levou, por outro lado, a conviver e compartilhar do mesmo problema que o IAE/CTA enfrentava há mais tempo no desenvolvimento do VLS: o embargo tecnológico de componentes.

Outros fatores que parecem ter contribuído para o ganho de autonomia do INPE e legitimidade, foi a política de liberação, em 1996, de software de geoprocessamento desenvolvido pelo INPE (SPRING) e, alguns anos depois, das imagens dos satélites CBERS na Internet, sem custo nenhum aos usuários. Tais medidas ampliaram a disseminação das tecnologias de geoprocessamento do INPE em todo o País, utilizadas em estudos acadêmicos e de políticas públicas para tratamento e extração de informações de imagens de satélite.

O processo de redemocratização trouxe também como consequência problemas novos que não existiam no período do domínio militar. O INPE adquiriu maior força institucional dentro do programa espacial, mas vem enfrentando dificuldades para realizar contratos frente às exigências e determinações de setores jurídicos do próprio Estado. O processo democrático e a implementação da nova Carta Constitucional levaram à ampliação da força institucional de setores do Poder Judiciário, que passaram a atuar de forma mais autônoma, afetando parte dos projetos tecnológicos em curso na área espacial.

O poder centralizador e superdimensionado do executivo do período militar fornecia a instituições, como o INPE, maior liberdade de ação para a contratação de serviços e pessoal. A Lei 8.666/93, que rege a contratação de serviços e produtos na área pública, teve sua concepção no período da redemocratização do país, tendo como referência os problemas de corrupção envolvendo a contratação de empresas para a realização de obras civis pelo poder público. Ela não contempla as especificidades das relações contratuais entre empresas dedicadas à inovação tecnológica e instituições públicas de pesquisa, o que acabou gerando dificuldades contratuais e, conseqüentemente, configurando-se como um empecilho importante à formação de núcleos industriais dedicados ao setor espacial.

De acordo com o Relatório de Gestão da AEB de 2008 (BRASI, p. 19, 2009), “há a necessidade de aprovação de legislação específica para flexibilizar as regras de compras e encomendas governamentais junto às empresas da cadeia produtiva espacial brasileira”. O documento defende ainda a redução da carga tributária dos produtos e serviços do setor espacial e criação de incentivos fiscais para empresas que produzem bens e serviços da área espacial. O relatório afirma ainda que o Estado deveria exercer maior poder de compra junto ao parque industrial do setor, a exemplo do que acontece nos países detentores de tecnologia espacial.

A redemocratização do país fortaleceu o papel do INPE no interior do programa espacial, cujas atividades de pesquisa se ajustaram muito rapidamente ao enfoque dado à Política de C&T dos governos civis, especialmente de Fernando Henrique Cardoso, com continuidade nos governos Lula. Houve pouca mudança entre as políticas dos governos Fernando Henrique e Lula. No primeiro, houve um empenho maior para adoção de novos modelos de gestão e qualidade do sistema de C&T (principalmente das universidades e institutos de pesquisas), como um modo de controlar e distribuir recursos a partir de critérios pré-estabelecidos, além da busca de mecanismos que estimulassem a maior aproximação entre centros de pesquisa e indústrias. O programa espacial militar (desenvolvimento do VLS) não teve o apoio do governo Fernando Henrique se comparado ao programa espacial civil

(satélites), tendo sofrido restrições orçamentárias. Ainda assim houve dois vôos de qualificação do VLS durante este governo. O INPE, por sua vez, se autonomizou, aproveitou a fase de redemocratização para ampliar suas potencialidades principalmente na área de Ciências da Terra (Meio Ambiente e Meteorologia). A ênfase sobre a perspectiva militar de segurança nacional foi deixada de lado, mas os programas de P&D militar e espacial não foram abandonados. Nos dois mandatos do presidente Lula, os recursos se ampliaram para o setor espacial, os desenvolvimentos militares também foram contemplados. Uma das principais diferenças entre estes dois governos na política setorial, foi o tratamento mais generoso dado pelo governo Lula ao programa espacial militar.

Os capítulos dois e três descreveram a história da C&T brasileira e do setor espacial, respectivamente, fornecendo os elementos de contorno à história do Departamento de Processamento de Imagens (DPI), do INPE, que foi escolhido como estudo de caso para esta pesquisa. Estes capítulos contribuíram também para compreender os aspectos políticos e sociológicos no interior da DPI e nas suas diversas relações de natureza científica, institucional, política, ideológica ou de afinidades de idéias.

O objetivo deste estudo foi destacar aspectos da história da DPI que estiveram correlacionados com as forças macro-estruturais, de um lado, e aqueles que atuaram no campo científico, por outro, ao nível micro-sociológico. Pretendeu-se mostrar de que forma os condicionantes econômicos, políticos e sociais exerceram influência nas práticas deste grupo técnico-científico. O estudo centrou foco nas estratégias utilizadas pelo grupo da DPI, principalmente quando precisou reagir às pressões externas impostas pela política científica dos anos 1990. Até então, a DPI era beneficiada pelas políticas macro, entrando num período de crise, quando se viu obrigada a se adaptar e reagir para se manter como núcleo de desenvolvimento e de inovação. As estratégias de ação do grupo e de suas lideranças científicas se nortearam não somente para atenuar e absorver impactos sobre a sua realidade imediata, mas também com o intuito de imprimir demandas e tentativas de modificação de elementos estruturais que pudessem beneficiar e contemplar a produção científica do grupo em bases sólidas, com garantias de desenvolvimentos de longo prazo.

O tratamento dado a estes processos considerou, portanto, as possibilidades e limitações impostas pela estrutura sobre o ator (a DPI) em suas ações e na sua capacidade transformadora da realidade. A medida exata desta capacidade está relacionada com o contexto social e também com os atributos (o capital científico) do grupo, que foram se modificando ao longo do tempo, pela trajetória que o grupo e seus pesquisadores, individualmente, traçaram. A base do pensamento construtivista e o conceito de translação de

Latour complementaram a perspectiva de análise desenvolvida. Além do pressuposto de que a ciência é socialmente construída, levou-se em consideração que também os elementos em tese inanimados, como textos, técnicas, tecnologias, segundo Latour, também estão inseridos no processo de construção dessa tecnociência. Neste sentido, os significados traduzidos pelos avanços no mundo da informática foram referências constantes para os desenvolvimentos dos produtos da DPI, direcionando suas escolhas a uma determinada direção e não a outras. Outras referências - de natureza social, política e até mesmo ideológica - estiveram associadas à construção de seus produtos. A própria decisão, no início da história da DPI, de escolher a Ciência da Geoinformação como a disciplina principal que o grupo iria atuar não foi aleatória.

Nestes processos, também optou-se por parcerias com atores que atuavam em diferentes níveis e não somente nos campos tecnológico e científico. A idéia de translação surge, portanto, como um modo de explicar e compreender as interações e negociações com um amplo universo de atores (outros grupos de pesquisa – interno e externos ao INPE -, ONGs, setores usuários do governo, empresas etc), que detinham diferentes interesses em relação a seus produtos ou mesmo em relação ao grupo da DPI, que se configurava como um grupo científica e politicamente forte frente ao governo e a determinados segmentos da sociedade. Estas relações não foram analisadas em profundidade, pois fugiriam ao foco principal desta pesquisa. Mas este aspecto – da translação – é relevante para entender os diferentes significados envolvidos nas conexões e redes constituídas por estes atores que extrapolam o sentido de uma simples parceria ou cooperação científica e tecnológica.

O estudo da DPI foi feito a partir da descrição dos processos de desenvolvimento de seus principais produtos – SITIM/SGI, SPRING e TerraLib/TerraView, plataformas que materializaram os conhecimentos científicos e tecnológicos deste grupo ao longo do tempo. Por esta estratégia de análise foi possível mostrar como os condicionantes em nível macro estrutural atuaram ao nível micro-sociológico, e ao mesmo tempo, como a DPI reagiu à falta de apoio às suas atividades no início dos anos 1990, com as mudanças de políticas de C&T.

Os desdobramentos desta história foram subdivididos em três momentos distintos, que coincidem com as fases de desenvolvimento de cada um dos produtos da DPI citados acima. A primeira delas tem início com o surgimento da DPI, encerrando-se quando o grupo já havia desenvolvido o SITIM/SGI. Neste período, a política de C&T, combinada com outras políticas setoriais, estimulou o surgimento da DPI e favoreceu o seu rápido crescimento. A segunda fase, momento de forte ruptura das diretrizes da Política de C&T, com mudança de orientação da política econômica do País, revela uma DPI reagindo em diferentes frentes e esferas de atuação, procurando soluções que permitissem a ela desenvolver e ampliar o seu

modo de produzir tecnociência. Apesar de tentar estabelecer o SPRING como softer de mercado, tal objetivo – que estava mais vinculado à realidade do modelo de desenvolvimento anterior - não se concretizou. Apesar de inúmeras tentativas, tal possibilidade esbarrou nas limitações estruturais da política científica e da política oficial. A opção de colocar o SPRING livre na Internet, considerada última alternativa, segundo Câmara (2009), inesperadamente potencializou seu uso. Passados quase 20 anos do lançamento da primeira versão do SPRING, o número de downloads continua aumentando.

A última fase, relacionada ao desenvolvimento da TerraLib, representa um período em que o grupo já havia adquirido senioridade e estabilidade. A essa altura, o reconhecimento dos desenvolvimentos da DPI já estava consolidado em âmbito nacional e internacional. As condições mínimas para a manutenção do grupo se estabilizaram, garantindo um caminho mais tranquilo que permitiu a continuidade de uma trajetória baseada em desenvolvimentos próprios e inovadores. No entanto, o modelo de produção de conhecimento já é outro em relação àquele anterior dos anos 1980, bem como a realidade que se apresenta ao grupo e, conseqüentemente, as suas necessidades. Outras condições tiveram que ser asseguradas para garantir os desenvolvimentos tecnológicos, como a contratação de uma empresa para absorver atividades de atendimento apoio e suporte ao usuário e manutenção de seus produtos.

A fase do SPRING, que se inicia com o planejamento deste softer, pode ser considerada a mais relevante para o grupo. Foi quando as lideranças da DPI se mobilizaram para ampliar os atributos como pesquisadores, buscando fortalecer os parâmetros científicos individuais, com a busca do doutoramento, participação no corpo docente da pós-graduação da área de sensoriamento remoto do INPE, aumento no número de artigos publicados em revistas internacionais reconhecidas, apresentação de trabalhos em congressos científicos, publicação de livros, entre outros. Ao mesmo tempo em que passou a ser “obrigatório”, do ponto de vista da sobrevivência do grupo, zelar pela carreira científica, mais do que no período anterior, seria imprescindível dar continuidade aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e que estes fossem revestidos de forte conteúdo inovador. Para o grupo, o momento político exigia mais do que estas premissas. Seria fundamental que novos mecanismos fossem criados para dar sustentação aos desenvolvimentos da DPI. Daí as diferentes estratégias adotadas por seus pesquisadores: (1) fortalecimento do grupo do ponto de vista científico, através da ampliação do capital científico (ampliação dos atributos individuais e coletivo); (2) estabelecimento de parcerias com outras instituições de pesquisa (com a Embrapa, por exemplo) com sentido técnico (adaptação do SPRING aos diversos sistemas operacionais) e, ao mesmo tempo, político, marcando posição contrária ao novo

modelo de PCT; e (3) busca de legitimação do seu produto em determinados segmentos da sociedade (ONGs, universidades e instituições de pesquisa), associando o seu potencial de uso em aplicações voltadas a questões ambientais e sociais, configurando-se como uma ferramenta de políticas públicas em diferentes áreas (meio ambiente, planejamento urbano, saúde pública, segurança, assistência social etc).

A ampliação do capital científico, além de englobar a publicação de artigos em periódicos reconhecidos, citação em artigos, inclui também a projeção e legitimação científica do grupo em círculos acadêmicos internacionais. Neste sentido, a menção dos desenvolvimentos da DPI – através da citação de artigos publicados por autores do grupo - em artigos de um pesquisador norte-americano reconhecido internacionalmente nesta área, deu impulso ao grupo e projeção a seus produtos. O reconhecimento internacional tem como base os desenvolvimentos dos trabalhos da DPI, mas é também fruto de uma relação construída ao longo de anos com diversos centros acadêmicos no exterior. Tais relações tiveram início, com o intuito de manter conexões com grupos pioneiros, fontes de atualização científica e tecnológica, de formação e capacitação de seus pesquisadores. O reconhecimento internacional redundou ainda na projeção e legitimação do grupo dentro do País, no interior dos círculos acadêmicos e de pesquisa, reverberando também nos meandros políticos da C&T.

A DPI construiu uma história cujos resultados do ponto de vista científico e político (que influenciou, sem dúvida, a chegada de uma de suas lideranças à direção do INPE) se deveu em muito ao ativismo de suas lideranças e do grupo nestas duas esferas de atuação. Quando Bourdieu abre espaço à capacidade de transformação da estrutura pelos agentes, refere-se a ações possíveis em um campo estruturado quando os sujeitos em seu interior, de algum modo, conscientes ou não, percebem o sentido do jogo e embebidos deste sentido atuam procurando se beneficiar tendo em vista a posição favorável que detém no campo do qual fazem parte. Os benefícios logicamente estão voltados à manutenção e ampliação de seus atributos no campo em que atuam e que possui profunda relação com a capacidade de angariar recursos materiais (financiamentos) e simbólicos (reconhecimento científico e político).

As ações da DPI ao longo de sua breve história estiveram centradas, portanto, em dois flancos estratégicos: o reforço dos atributos do grupo e o estabelecimento de alianças e parcerias que produziram conexões fortes com significados diversos de natureza política, institucional, tecnológica, científica e ideológica/ou de afinidades de idéias. Estes processos não caminharam em separado à produção das tecnologias da DPI, sendo difícil distinguir o que seria tecnológico e o que seria de outra natureza.

A abordagem utilizada nesta pesquisa teve como intuito salientar o aspecto preponderante da estrutura do campo científico, a forma como esta se impõe, criando limitações às práticas da tecnociência. No entanto, o aspecto talvez mais importante, de natureza normativa, foi a demonstração, não das limitações, mas das possibilidades, como atores e suas realizações podem se reprojetar frente às adversidades impostas pela estrutura. Deve-se destacar, em primeiro lugar, que tal possibilidade está em grande parte vinculada à própria estrutura do campo científico e a posição que os atores ocupam em seu interior. Mas também depende das disposições dos atores, da capacidade de articulação e união em torno de idéias e ideais, e consenso na determinação de metas. São condições extremamente difíceis de serem obtidas espontaneamente, mas não impossíveis.

O estruturalismo de Bourdieu, com base no conhecimento praxiológico, aponta que as forças no campo científico atuam pelo menos em dois sentidos diferentes: a) a primeira, configurando-se como ações externas que buscam implementar novas orientações às práticas ao nível micro do campo, como aquelas que atuaram nos processos descritos no estudo de caso (as ações relacionadas à aplicação da política de informática ou da PCT da era neoliberal); e b) a reação dos atores ao nível micro, que pode estabelecer pactos com as forças externas, traduzindo benefícios a partir de tais orientações ou, num outro extremo, repudiando tais políticas, procurando criar condições que possam atenuar o impacto ou mesmo subvertê-las e modificá-las, mesmo que de forma limitada. Do ponto de vista normativo, estes processos merecem melhor análise, tendo em vista a maior probabilidade de beneficiar atores que compõem elites científicas, privilegiadas pelas posições que ocupam no campo científico, devido à notoriedade científica ou porque ocupam cargos político-administrativos nas instituições ou mesmo no aparelho de Estado.

O estudo de caso ilustrou como o campo científico é entrecortado por jogos de interesse, mostrando ainda como um grupo de pesquisa do INPE se utilizou de uma série de estratégias para reagir às imposições das novas orientações de políticas de C&T. Muitas destas estratégias estavam associadas à ampliação do capital científico destes atores, que se traduziu em maior poder simbólico individual e coletivo (da DPI).

Pelo fato de as regras no campo científico, que disciplinam as relações entre atores e instituições, serem diferentes daquelas do campo político, ocorre uma série de distorções do ponto de vista representativo das diferentes percepções existentes no interior e mesmo fora do campo científico. Predominam visões muito específicas que se beneficiam do jogo político interno do campo científico. Tendo em vista tal aspecto, a DPI, ao longo de sua trajetória, ampliou seus atributos de forma a participar do jogo político no interior do campo científico

com maiores chances de atingir seus objetivos. Trata-se de uma história atípica, mas que não deve ser a única, em que um grupo científico agiu de forma a contornar dificuldades cuja solução estava, em princípio, fora do alcance das disposições político-científicas do grupo.

O sistema meritocrático que predomina no interior do sistema institucional científico e tecnológico é vital ao avanço da ciência, no entanto, ele é suscetível a problemas e capaz de produzir distorções. Tal como Bourdieu enfatiza, é preciso que o mundo da ciência faça um esforço auto-reflexivo, que considere as diferentes percepções em seu interior como algo relevante à configuração de políticas nos mais diferentes níveis institucionais. Do mesmo modo que a caixa preta da ciência foi aberta pelos autores filiados à corrente Ciência, Tecnologia e Sociedade, a abertura do campo da política científica revelaria uma rica diversidade de visões que, caso se confrontassem num debate equânime, poderiam não somente impulsionar e trazer novo ânimo aos processos de produção do conhecimento, como também articular com maior profundidade o universo da C&T com os diferentes segmentos da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, R. **Bem vindo ao mundo da controvérsia**. Disponível em: http://www.usp.br/econ/media/fck/file/Abramovay_-_FINAL.pdf, 2008. Acesso em 06/10/2008.

AGUIAR, D.S. **Determinismo tecnológico versus determinismo social**: aportes metodológicos y teóricos de la filosofía, la historia, la economía y la sociología de la tecnología: una revisión conceptual crítica. Tese de licenciatura. La Plata: Universidad Nacional de la Plata: 2002.

ALIC, J.; BRANSCOMB, L.; BROOKS, H.; CARTER, A.; EPSTEIN, G. The Changing Role Of Technology In Military And Economic Power. In: **Beyond Spinoff. Military and Commercial Technologies in a Changing World**. Boston: Harvard Business School Press, abril, 1992.

BACHRACH, P. and BARATZ, M.S. Two Faces of Power. **American Political Science Review**, 56, 1962.

_____. Decisions and Nondecisions: an analytical framework. **American Political Science Review**, 57, 1963.

BARCELONA, Eduardo, VILALONGA, Julio. - **Relaciones carnales** – la verdadera historia de la construcción y destrucción del misil CONDOR II. Buenos Aires: Planeta, 1992.

BARNES, B. 1982. The science-technology relationship: A model and a query. **Social Studies of Science**, v. 12, n. 1, fevereiro, 1982, p 166-172

BATISTA JÚNIOR, P. N. **O Brasil e a economia internacional**: recuperação e defesa da autonomia nacional. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

BOSCOV, Jayme. **Veículos Lançadores**. Brasília. 233 p. Trabalho não publicado. O engenheiro Jayme Boscov foi o gerente do programa Sonda III e também do VLS, entre 1982 e 1986.

BOTELHO, Antonio José Junqueira. Da utopia tecnológica aos desafios da Política Científica e Tecnológica: o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1947-1967). **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. São Paulo, v.14, n. 39, p 139-154, fev. 1999.

BUSH, Vannevar Bush. **Ciencia, la Frontera Sin fin** – Un informe al presidente. Washington: Oficina de Investigación y Desarrollo Científico. United States Government Printing Office, jul. 1945.

BOURDIE, P. **Para uma Sociologia da Ciência**. Lisboa : Edições 70, 2001.

_____. **Science de la science et réflexivité**. Paris: Liber-Raisons d’agir, 2001

_____. **Os Usos Sociais da Ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo : Editora UNESP, 2004

CALLON, M.. Struggles and Negotiations to Define What is Problematic and What is Not: The Socio-logic of Translation. In: Knorr-Cetina, K. **The Social Process of Scientific Investigation**. Dordrecht: Reidel Publishing, p. 197-221, 1980.

_____. **Introduction in la science et ses réseaux: genèse et circulation des faits scientifiques**. Paris, La Découverte/Unesco, p. 7-33, 1989.

CÂMARA, G. **Desenvolvimento de Sistemas de Informação Geográfica no Brasil: Desafios e Oportunidades**. Palestra realizada na Semana de Geoprocessamento do Rio de Janeiro, outubro de 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/segeo.html>> Acesso em: 08/02/2010.

_____. A produção de software como produção de cultura. **Revista InfoGeo**, n. 28, jun/jul 2003, Coluna FuturoGeo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/infogeo/infogeo28.pdf>>. Acesso em: 30/11/2009.

CÂMARA, G; MONTEIRO, A.M.V. Tecnologia Brasileira de Geoinformação: Para Quem e Para Que? **Informática Pública**, v. 4, n. 1, p. 21-25, 2002.

CÂMARA, G; FONSECA, FREDERICO. Information Policies and Open Source Software in Developing Countries. **Journal of The American Society for Information Science and Technology**, v. 58, n. 1, p. 121-132, 2007.

CÂMARA, G.; FONSECA, F.; MONTEIRO, A.M.; ONSRUD, H. Networks of Innovation and the Establishment of a Spatial Data Infrastructure in Brazil. **Information Technology for Development**, v. 12, n. 4, p. 255-272, 2006.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V.; MEDEIROS, J.S.. Representações Computacionais do Espaço: Um Diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação In: _____. **Introdução a Ciência da Geoinformação**, São José dos Campos : INPE, 2001.

CARDOSO, Fernando Henrique. Discurso do presidente da República por ocasião da cerimônia de assinatura da Mensagem que envia o Tratado sobre a Não-Proliferação de Armas Nucleares ao exame do Congresso Nacional. Brasília, 20 jun. 1997.

CASTRO, Adler Homero Fonseca de. **Foguetes no Brasil: do foguete Congreve ao VLS – 2ª parte**. Disponível em: <<http://www.defesa.ufjf.br/fts/Foguetes%20no%20Brasil%20III.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2004.

CAVAGNARI, Filho, Geraldo Lesbat. Pesquisa e Tecnologia Militar. In: SCHARTZMAN, Simon (Coord.), **Ciência e Tecnologia no Brasil: a capacitação brasileira para a pesquisa científica e tecnológica**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, vol. 3, p. 321-357, 1996.

CERVO, Amado Luiz; BUENO, Clodoaldo. **Historia da política exterior do Brasil**. São Paulo: Ática, 1992.

COLLINS, H. M. The Role of the Core-Set in Modern Science: Social Contingency with Methodological Propriety in Science. **History of Science**, 19, 6-19, 1981.

COSTA FILHO, Edmilson Jesus. **A Política Científica e Tecnológica no setor Aeroespacial brasileiro**: da institucionalização das atividades aos fins da gestão militar – uma análise do período 1961-1993. 2000. 218 p. Dissertação de mestrado em Política Científica e Tecnológica, Departamento de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.

DAHL, R.A. **Who Governs? Democracy and Power in an American City**. New Haven : Yale University Press, 1961.

DINIZ, E; BOSCHI, R.R. **A difícil rota do desenvolvimento**: empresários e a agenda pós-neoliberal. Belo Horizonte: Editora UFMG; Rio de Janeiro: IUPERJ, 2007.

CRUZ, Sebastião Carlos Velascos e. **Trajetórias**: capitalismo neoliberal e reformas econômicas nos países de periferia. São Paulo: Editora UNESP: Programa San Tiago Dantas de Pós-Graduação em Relações Internacionais da UNESP, Unicamp, e PUC-SP, 2007.

DAGNINO, R. A comunidade de pesquisa dos países avançados e a elaboração da política de ciência e tecnologia. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 21, n. 61, junho, 2006.

_____. **Os Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Política Científica e Tecnológica**: Buscando Coerência na Ibero-América. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/138/OS_ESTUDOS SOBRE CIENCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE E A POLITICA CIENTIFICA E TECNOLÓGICA DAGNINO.pdf Acesso em 01/10/2008, 2006a.

_____. Um Debate sobre a Tecnociência: neutralidade da ciência e determinismo tecnológico. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/138/UM_DEBATE SOBRE A TECNOCIENCIA DA DAGNINO.pdf. Acesso em 01/10/2008. 2006b.

_____. As Perspectivas da Política de C&T. **Revista Ciência e Cultura**. São Paulo: SBPC, vol.59, n. 4, 2007. Acessado pela Internet em 17 de setembro de 2009, pelo website: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252007000400017&script=sci_arttext&tlng=es

ELZINGA, A.; JAMISON, A. Changing policy agendas in science and technology. In: JASANOFF, S. M. G. E.; PETERSEN, J. C.; PINCH, T. **Handbook of science and technology studies**. Thousand Oaks, Calif: Sage Publications, p. 572-597, 1995.

ETZKOWITZ, H. & LEYDESDORFF, L. The Triple Helix as a model for innovation studies. **Science and Public Policy**, vol 25, n. 3, p. 195-203, 1998.

ERTHAL, G.J.; OLIVEIRA, M.O.B.; FELGUEIRAS, C.A.; CÂMARA, G.; PAIVA, J.A. O Banco de Dados Geográficos do INPE. In: **Simpósio Brasileiro de Banco de Dados**, 1. Rio de Janeiro, abril, 1986.

ESCADA, P. A. S. (2005) – **Origem, institucionalização e desenvolvimento das atividades espaciais brasileiras (1940-1980)**, Dissertação de Mestrado, IFCH/UNICAMP, Campinas, SP [s.n.], 2005.

FEENBERG, A. **Critical Theory of Technology**. Oxford University Press, 1991.

_____. **Alternative Modernity**. University of California Press, 1995.

_____. **Transforming Technology**. Oxford University Press, 2002.

FERNANDES, A. M. **A construção da ciência no Brasil e a SBPC**. Brasília: UnB, 1990.

FIORI, J.L. **Globalização, hegemonia e império**. In . M.C. TAVARES e J.L. FIORI (Org.), **Poder e dinheiro: uma economia política da globalização**, Editora Vozes de Petrópolis, 1997.

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

GUIMARÃES, E.A. Síntese Setorial: A Pesquisa Científica e Tecnológica e as Necessidades do Setor Produtivo. In: SCHWARTZMAN, S. (coord.). **Ciência e Tecnologia no Brasil: Uma Nova Política para um Mundo Global**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1995.

GUIMARÃES, E.A., ARAÚJO JR., J. T. & ERBER, F. **A política científica e tecnológica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

GUIMARÃES, Reinaldo. Ciência e Tecnologia no Brasil: uma nova política para um mundo global – FNDCT: uma nova missão. In: **Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio**. Rio de Janeiro: Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, MCT e Banco Mundial, nov. 1993. 35 f. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/fndct.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2004.

GUIMARÃES, R.; VIANNA, C. Ciência e Tecnologia em Saúde. Tendências Mundiais. Diagnóstico Global e Estado da Arte no Brasil. In: **Brasil. Ministério da Saúde. Coordenação Geral de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. – Anais da 1ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde – I CNCTS** – Brasília: Coordenação Geral de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1994. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0203anais_cncts2.pdf>. Acesso em 13/05/2009

GOODCHILD, M.; YUAN, M.; COVA, T. J. Towards a general theory of geographic representation in GIS. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 21, n. 3, p. 239–260, March, 2007.

GRAMSCI, A. **Os intelectuais e a organização da cultura**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

HAM, C., HILL, M. **The Policy Process in the Modern Capitalist State**. Londres: Wheatsheaf, 1993.

HEIDEGGER, M. The Question Concerning Thecnology. In: SCHARFF., R. C. e DUSEK, V. **Philosophy of Technology: The Technological Condition; an Anthology**. Oxford, Blackwell Publishing Ltd, 2006.

HERRERA, Amilcar. Los determinantes sociales de la política científica en America Latina. Política científica explícita e política científica implícita. **Redes**, vol. 2, n 5, dez., 1995.

IANNI, Octavio. **O Colapso do Populismo no Brasil**. Rio de Janeiro : Editora Civilização Brasileira, 1975.

IHDE, D. **Technics, and praxis**. London, D. Reidel Publishing Company, 1979.

KNORR-CETINA, K. Merton´s Sociology of Science: The First and the Last Sociology of Science? **Contemporary Sociology**, v. 20, n. 4, p. 522-526, jul., 1991.

_____. Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of quasi economic models of science. **Social Studies of Science**, n. 12, p. 101-130, 1982.

_____. **The manufacture of knowledge: on essay an the constructivist and contextual nature of science**. Oxford: Perzaman Press, 1981.

KROPF, S.P.; LIMA, N.T. Os valores e a prática institucional da ciência: as concepções de Robert Merton e Thomas Kuhn. **História, Ciência e saude-Manguinhos**. Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, 1999.

KÜHL, J.; F. Vera. As Usinas do Corumbateí. **HISTÓRIA & ENERGIA**. São Paulo: Fundação Patrimônio Histórico da Energia de São Paulo, n. 8, 2000.

KUHN, Thomas. **O Caminho desde a Estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica**. São Paulo: Editora Unesp, 2006.

_____. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1989.

LACEY, Hugh. **A linguagem do espaço e do tempo**. São Paulo: Perspectiva, 1972

LATOUR, B. **Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

_____. **Politiques de la nature: Comment faire entrer les sciences en démocratie**. Paris: La Découverte, 1999.

_____. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

_____. **Le métier de chercheur – Regard d’un anthropologue**. Paris. INRA Éditions, 1995.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S.. **L’espoir de Pandore – Pour une version réaliste de l’activité scientifique**. Paris: La Découverte/Armillaire, 2001.

LIU, Y. GOODCHILD, M. F.; GUO, Q.; TIAN, Y.; WU, L. Towards a General Field model and its order in GIS. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 22, n. 6, p. 623–643, June, 2008.

LOPES, José Leite. Seminário de Energia Atômica. In: **Ciência e Cultura**, v. 10, n. 4, 1958, p. 237.

LUJÁN, J. L. El estudio social de la tecnología. In: Samartín, et al. **Estudios sobre sociedad y tecnología**. Barcelona: Anthropos, 1992.

LUKES, S., **Power. A Radical View**. London: Macmillan, 1974.

MASTERMAN, M. A Natureza do Paradigma. In: LAKATOS, I e MUSGRAVE, A. **A crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: Editora Cultrix/Edusp, 1979.

MEDEIROS, José. Adelino.; MEDEIROS, Lucilia. Atas.; MARTINS, Teresa; PERILO, Sérgio.: **Pólos, Parques e Incubadoras – A Busca da Modernização e Competitividade**. Brasília: Secretaria da Ciência e Tecnologia/CNPq/IBICT/SENAI, 1992.

MERTON, R. **Teoria y estructura social**. México: Fondo de Cultura Económica, 1992.

_____. **La sociología de la ciencia**. Madri: Alianza Editorial, 2 vols, 1985.

MOREL, Regina L. M, **Ciência e Estado, a Política Científica no Brasil**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1979.

MORGENTHAU, H.. **A Política entre as nações: a luta pela guerra e pela paz**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília/Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003

MOTOYAMA, S. (Org.). **Prelúdio para uma história: ciência e tecnologia no Brasil**. São Paulo : Edusp, 2004.

_____. **50 anos do CNPq: Contados pelos seus Presidentes**. São Paulo: Fapesp, 2002.

MOTTA, Adauto. **Esboço histórico da pesquisa espacial brasileira**. São José dos Campos: INPE, 2003. (INPE-10467-RPQ/248).

NELSON, R., WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Belknap Press, 1982.

NELSON, R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.

OLIVEIRA, E.R. **De Geisel a Collor : forças armadas, transição e democracia**. Campinas (SP), Papirus Editora, 1994.

_____. O aparelho militar: papel tutelar na Nova República. In: OLIVEIRA, Eliézer; COSTA, Wilma Peres; MORAES, João Quartim. **A Tutela Militar**. São Paulo: Vértice, Editora Revista dos Tribunais, 1987.

OLIVEIRA, F. **Caminhos para o Espaço: 30 anos do INPE**. São Paulo: Editora Contexto, 1991.

PACHECO, C.A. **As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999/2002)**. Santiago de Chile: CEPAL; GTZ, 2007.

PEREIRA, G.R. **Política espacial brasileira e a trajetória do INPE (1961-2007)**. Tese de Doutorado, IG/Unicamp, Campinas, SP [s.n.], 2008

PERILO, S.A.; MEDEIROS, J.A.; GOODRICH, R.S., Organizações de intermediação em transferência de tecnologia: seu papel na inovação tecnológica. **Revista de Administração**, São Paulo: v. 23, n. 2, p. 77-92, abril/junho 1988.

PESSOA JR., O. **Filosofia & Sociologia da Ciência**. Disponível em: <http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/Soc1.pdf>, 1993. Acesso em 03/10/2008.

PINCH, Trevor J. and BIJKER, Wiebe E.. The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. **Social Studies of Science**, n. 14, p. 399-441, ago, 1984.

POPPER, Karl, **Conocimiento Objectivo**. Madrid: Tecnos, 1982.

RUIVO, Beatriz. 'Phases' or 'paradgms' of science policy? **Science and Public Policy**, v. 21, n. 3, June, p. 157-164, 1994.

SALLES, Sergio. Política de Ciência e Tecnologia no I PND (1972/74) e no I PBDCT (1973/74). **Revista Brasileira de Inovação**, vol. 1 n. 2, julho / dezembro, 2002.

SANTOS-DUMONT, Alberto. **O que eu vi, o que nós veremos**. São Paulo: Fundação Projeto Rondon, 1986.

SANTOS, Murillo. **Evolução do Poder Aéreo**. Belo Horizonte: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1989.

SCHUMPETER, J. **The Theory of Economic Development**. Cambridge, Massachusetts, 1934.

_____. **Capitalismo, socialismo, democracia**. Rio de Janeiro : Ed. Fundo de Cultura, 1961.

SCHWARTZMAN, Simon. A Pesquisa Científica e o Interesse Público. **Revista Brasileira de Inovação**. Rio de Janeiro, v.1, n. 2, julho/dezembro, 2002. Disponível em http://www.finep.gov.br/revista_brasileira_inovacao/segunda_edicao/pesquisa_cientifica_interesse_publico.pdf.

SINGER, Paul. Interpretação do Brasil: uma experiência histórica de desenvolvimento. In Fausto, Boris. **História Geral da Civilização Brasileira**, vol. 11, Difel, 1984.

SOBRAL, F. et al.. As Lideranças Científicas. **Ciências & Cognição (UFRJ)**, v. 13, p. 179-191, 2008.

SOKAL, Alan. Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity. **Social Text**. Duke University Press, 46/47 (spring/Summer), 1996, pp. pp. 217-252. Disponível em:

http://www.physics.nyu.edu/faculty/sokal/transgress_v2/transgress_v2_singlefile.html.

Acesso em: 29 jan. 2010.

SOUZA, R.C.M.; CÂMARA, G.; ALVES, D.S. O desenvolvimento de sistemas de informação geográfica e de processamento digital de imagens no INPE. In: **Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**, 1. Anais, São Paulo, p.168-173, mai, 1990.

SOUZA, R.C.M.; MENDES, C.L.; GARRIDO, J.C.P.; CÂMARA, G. Evolução da família de sistemas de tratamento de imagens do INPE. In: **Simpósio Latino-Americano de Sensoriamento Remoto**, 4., Gramado, 1986. Disponível em:

<<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte@80/2009/02.10.17.52/doc/554-557.pdf>>.

Acesso em: 30/11/2009.

STEMMER, C.E. Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT). In: SCHWARTZMAN, S. **Ciência e Tecnologia no Brasil: A Capacitação Brasileira para a Pesquisa Científica e Tecnológica**. Rio de Janeiro: FGV, 1996, p. 288-290. SMITH, Richard Harbert. **Recommendations for the CTA law**. [S.l]: [1945].

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

TEIXEIRA, M. A ciência em ação: seguindo Bruno Latour. **Livros e Redes: História, Ciências, Saúde**, vol. VIII (1), mar-jun, 2001.

TEIXEIRA, F.; RAPPEL, E. PADCT: uma alternativa de gestão financeira para a C&T. **Revista de Administração**, v. 26, n. 4, p.113-118, outubro/dezembro 1991.

THEIS, Ivo M; DAGNINO, Renato. Política Científica e Tecnológica e Desenvolvimento Geográfico Desigual no Brasil. In: Anais das **VII Jornadas Latinoamericanas de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia - ESOCITE 2008**. Disponível em:

<http://www.necso.ufrj.br/esocite2008/resumos/35925.htm>. Acesso em 13/05/2009

TRIGUEIRO, Michelangelo G. S. **Sociologia da Tecnologia: bioprospecção e legitimação**. São Paulo: Centauro, 2009.

TRIGUEIRO, M.G.S. A comunidade científica, o Estado e as universidades, no atual estágio de desenvolvimento científico tecnológico. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 3, nº 6, p. 30-50, jul/dez, 2001.

VALLE, Marcelo G. do; BONACELLI, Maria Beatriz M.; SALLES Filho, Sérgio L. M. Os fundos setoriais e a política nacional de ciência, tecnologia e inovação. In: **Anais do XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. Salvador, 2002.

VIGEVANI, Tullo. **O contencioso Brasil X Estados Unidos da informática: uma análise sobre formulação da política exterior**. São Paulo: Alfa-Omega/EdUSP, 1995.

WEBER, Max. **Sociologia**. São Paulo: Ed. Atlas, 1979.

Depoimentos:

CÂMARA, Gilberto, tecnologista e ex-chefe da DPI, entre 1991 e 1995. Atual diretor do INPE. São José dos Campos, duas sessões em novembro de 2009.

D'ALGE, Julio, chefe da DPI desde 2006. São José dos Campos, novembro de 2009.

ELIAS, Marlene, ex-chefe da Divisão de Instrumentação e Sistemas, do Departamento de Meteorologia entre 1976 e 1983. Depoimento concedido via correio eletrônico, outubro de 2005.

FELGUEIRAS, Carlos. Gerente do Spring. São José dos Campos, novembro de 2009.

FREITAS, Ubirajara, ex-chefe da DPI, entre 1996 e 1999. Atual gerente de projetos de sensoriamento remoto na Funcate. São José dos Campos, setembro de 2009.

MONTEIRO, Antonio Miguel V., tecnologista e ex-chefe da DPI, entre 1999 e 2006. Atual vice-coordenador do Centro de Ciência do Sistema da Terra. São José dos Campos, várias sessões de julho a novembro de 2009.

MASCARENHA, Nelson, primeiro-chefe da DPI, em 1984. Depoimento concedido via correio eletrônico, agosto de 2009.

MENDONÇA, Fernando de, ex-diretor da CNAE e do INPE. São José dos Campos, 15 abr. 2004.

SOUZA, Ricardo Cartaxo Modesto de, tecnologista e ex-chefe da DPI, entre 1985 e 1990. Atual gerente do Programa CBERS do INPE. São José dos Campos, novembro de 2009.

Documentos Oficiais e Relatório:

BRASIL. **Decreto nº 26.508, de 25 de março de 1949**. Cria a comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=137272>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. **Decreto nº 34.701, de 26 de novembro de 1953**. Considera organizado o Centro Técnico de Aeronáutica. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=82878>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. **Decreto n. 51.133, de 3 de agosto de 1961**. Cria o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Estudos Espaciais e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=217942>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. **Decreto nº 68.099, de 20 de janeiro de 1971**. Cria a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE) e dá outras providências. Disponível em:

<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=181978>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. **Decreto nº 68.532, de 22 de abril de 1971**. Extingue o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Especiais (GOCNAE) e cria o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=182394>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. **Decreto nº 70.328, de 24 de março de 1972**. Aprova o Regulamento da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais e dá outras providências. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=184082>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 32ª Sessão Ordinária**. Rio de Janeiro, 10 out. 1974

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 73ª Sessão Ordinária**. Brasília, 27 jun. 1978.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 79ª Sessão Ordinária**. Brasília, 22 fev. 1979.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 001/COBAE**. Brasília, 20 mar. 1979.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 85ª Sessão Ordinária**. Brasília, 15 ago. 1979.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 86ª Sessão Ordinária**. São José dos Campos, 12 set. 1979

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 87ª Sessão Ordinária**. Brasília, 4 out. 1979.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 95ª Sessão Ordinária**. Brasília, 2 out. 1980.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 131ª Sessão Extraordinária**. Brasília, 15 dez. 1988.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata de Reunião Setorial com o presidente da República Fernando Collor de Mello**. Brasília, 16 set. 1992

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Ata da 140ª Sessão Ordinária**. São José dos Campos, 13 ago. 1993.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivo nº 002/COBAE**. Brasília, 31 mar. 1975. Documento assinado pelo então presidente da COBAE, general Antonio Jorge Corrêa.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 005/COBAE**. Brasília, 2 set. 1975.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 397/COBAE**. Brasília, 24 out. 1977. p. 5.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 006/COBAE**. Brasília, 31 dez. 1975.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Parecer INPE/IAE de 13 fev 1979**: Cooperação Espacial Franco-Brasileira - Missão Espacial Completa. [São José dos Campos], fev. 1979. 4. f.

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Relatório do Grupo de Trabalho Coordenador (GTC) sobre o II Seminário de Atividades Espaciais**. São José dos Campos, 20-23 nov. 1979. Relatório.

BRASIL. **Lei 6.036, de 1º de maio de 1974**. Dispõe sobre a criação, na Presidência da República, do Conselho de Desenvolvimento Econômico e da Secretaria de Planejamento, sobre o desdobramento do Ministério do Trabalho e Previdência Social e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=98076>>. Acesso em: 4 abr. 2005.

BRASIL. **Livro branco**: ciência, tecnologia e inovação. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002.

BRASIL. **Ministério da Ciência e Tecnologia**: plano plurianual 2000-2003. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

BRASIL. **O plano plurianual do MCT**: 2004-2007. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2003.

BRASIL. **Plano plurianual 1991-1995**. Brasília: Secretaria da Ciência e da Tecnologia, 1990.

BRASIL. **Plano plurianual de ciência e tecnologia do governo federal**: PPA 1996-1999. Brasília: Ministério do Planejamento, 1996.

BRASIL. **Plano plurianual de ciência e tecnologia do governo federal**: PPA 1996-1999. Brasília: Ministério do Planejamento, 1996.

BRASIL. **Programa de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico**: PADCT III (documento básico). Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1998.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivos nº 098/70**. Brasília, 10 dez. 1970 ;

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, CONSELHO DE SEGURANÇA NACIONAL. **Exposição de Motivo nº 017/69**. Brasília, 17 out. 1969.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, CONSELHO DE SEGURANÇA NACIONAL. **Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – PNDAE** (Sugestões dos Membros do CSN ao Projeto de Modificações da PNDAE). [S.l.], [1970].

BRASIL. ESTADO MAIOR DAS FORÇAS ARMADAS. COBAE. **Exposição de Motivo nº 004 COBAE –44**. Brasília, 31 jul. 1972.

BRASIL. **Uma Experiência de Gestão em Ciência e Tecnologia, Brasília**, Seplan/CNPq, 1985.

CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL (CTA). **O Centro Técnico de Aeronáutica**: informações gerais. São José dos Campos: Serviço de Publicações do Centro Técnico de Aeronáutica, 1953.

DIRETÓRIO DO PT. **Ciência e tecnologia para um Brasil decente**. Carta enviada à SBPC em 08/07/2002. Disponível em <http://www.pt.org.br>

DIVISÃO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS, INPE. **Caminhos de Sobrevivência: Planejamento DPI 93/95**: uma estratégia de adaptação às mudanças institucionais e da conjuntura nacional. São José dos Campos: INPE, agosto, 1993.

Revista

Avibrás Indústria Aeroespacial. **Revista Techno**. Uberlândia, n. 22, p.150-165, 2002.