

Avaliação de impactos econômicos do Programa do Satélite Sino-Brasileiro (CBERS)¹

André Tosi Furtado
Edmilson de Jesus Costa Filho

INTRODUÇÃO

A análise da política científica tecnológica no Brasil sempre esteve atrelada à discussão da política industrial. Na década de 70 e 80, o debate girou em torno dos mecanismos complementares de intervenção governamental, que induziriam a emergência de empresas de capital nacional produtoras de novas tecnologias (reserva de mercado, incentivos fiscais, poder de compra do governo) (Bastos e Cooper, 1995). Durante a década de 90, o debate se orientou para a análise das transformações acarretadas pela abertura das economias latino-americanas aos fluxos comerciais, financeiros e tecnológicos internacionais (ver por ex. Tigre, 1993 e Tigre et alii, 2000).

Os grandes programas tecnológicos nunca foram motivo de uma grande preocupação por parte das análises feitas sobre política científica e tecnológica no Brasil. Esse tema, entretanto, é muito pertinente para países como este, que possuem intervenções públicas de grande envergadura. Um grande volume de recurso é mobilizado em torno a determinados setores que são considerados como estratégicos. O tipo de política científica e tecnológica *mission oriented* (Ergas, 1987) teve seu epicentro na década de 70, durante o regime militar. Várias iniciativas no campo nuclear, espacial, militar, aeronáutico etc, alcançaram grandes dimensões durante essa década. Todavia, esta política sofreu muito com a crise dos anos 80, quando reduziu-se o fluxo de recursos públicos destinados a esses programas, mesmo ainda durante o período do regime militar. Depois, a democratização política, a partir de 1985, acarretou perda de prioridade política para as áreas estratégico-militares, que viram decrescer sua parcela no total de recursos públicos.

¹ Este estudo não teria sido possível sem o apoio financeiro da Fapesp e do CNPq.

Ainda assim, os grandes programas se mantiveram como instrumentos decisivos de desenvolvimento para setores estratégicos, como o espacial. Cabe ser feito um balanço dessa modalidade de política científica e tecnológica, cuja grande virtude consiste em permitir que os atores nacionais realizem um salto qualitativo no processo de inovação.

Este trabalho pretende contribuir ao debate sobre política científica e tecnológica, avaliando os impactos econômicos indiretos de um importante programa tecnológico brasileiro no campo espacial, o programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellites), entre o Brasil e a China. Além de colocar em órbita dois satélites de sensoriamento remoto destes países, o CBERS deu continuidade e aprofundou a política de qualificação de fornecedores nacionais da indústria espacial (impactos indiretos). Ao mesmo tempo em que esse programa constitui importante iniciativa brasileira no campo da tecnologia espacial, ele inaugura uma nova modalidade de intervenção pública, apoiada em parcerias internacionais.

O artigo se subdivide em sete capítulos, além da introdução. O primeiro capítulo, faz uma breve apresentação do debate relacionado aos grandes programas tecnológicos, existente fundamentalmente nos países centrais. No segundo capítulo, há uma análise sobre como o programa CBERS se insere dentro do Programa Espacial Brasileiro. No terceiro capítulo, descreve-se o arranjo institucional específico do programa CBERS. Os dois capítulos seguintes descrevem a metodologia de avaliação de impactos econômicos do Beta (Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, da Universidade Louis Pasteur, de Estrasburgo) adotada neste estudo e como ela foi aplicada ao Programa CBERS. A seguir, um capítulo é dedicado ao estudo de impactos econômicos e analisa os impactos econômicos indiretos que o programa gerou nos fornecedores nacionais contratados para fabricar partes dos satélites. O último deles descreve e analisa os resultados dos estudos. Finalmente, uma conclusão encerra este trabalho refletindo sobre a eficácia dos grandes programas tecnológicos como instrumento de política científica e tecnológica para desenvolver e capacitar fornecedores nacionais.

1. Os GRANDES PROGRAMAS TECNOLÓGICOS

Os grandes programas tecnológicos representam uma importante modalidade de intervenção pública em matéria de ciência e tecnologia. São iniciativas coordenadas de apoio à atividade de pesquisa e desenvolvimento

com objetivos e metas relativamente bem definidos. Por meio deles fica mais fácil captar os resultados provenientes da ação pública.

Esses programas sempre envolvem uma pluralidade de atores entre empresas, agência governamental e instituições de P&D que dividem entre si um certo número de funções básicas. Entre as funções mais importantes destacamos a concepção, o financiamento, a gestão do programa, a execução da P&D e o uso do novo conhecimento.

Nos casos mais comuns abordados pela literatura (OECD, 1995; Cohendet et Lebeau, 1987) há uma clara separação institucional entre essas funções. Parte-se de uma agência governamental que recebe recursos orçamentários e fica encarregada da concepção, planejamento e monitoramento do grande programa. As tarefas de execução da P&D e de fabricação da inovação ficam por conta de terceiros (fabricantes, centros de pesquisa, universidades).

Existem diversas modalidades de Grandes Programas Tecnológicos: os que estão voltados para objetivos mais específicos (programas verticais), que de modo geral envolvem o desenvolvimento de um conjunto de inovações formando um sistema tecnológico; e os programas horizontais, que se concentram mais em desenvolver um conjunto de conhecimentos tecnológicos com alto potencial de difusão em fase pré-competitiva (Pimenta-Bueno e Ohayon, 1992).

A classificação é útil para revelar uma importante diferença entre os grandes programas. No caso dos programas verticais, a orientação para objetivos técnicos bastante definidos condiciona o arranjo institucional, no qual a dimensão setorial tende a prevalecer. Mesmo que os objetivos técnicos estejam claramente definidos, existe ainda assim diversos graus de conhecimentos básicos e aplicados nesses grandes programas. Distinguem-se duas grandes modalidades de programas verticais: os que requerem essencialmente um esforço de desenvolvimento tecnológico, porque os conhecimentos científicos básicos já se encontram disponíveis (por exemplo, mandar o homem a lua) e os que ainda carecem desses conhecimentos e precisam avançar nesse campo para resolver grandes desafios tecnológicos (o programa Nasp americano de uma nave aeroespacial) (Foray e Gibbons, 1996).

Os programas verticais foram muito importantes para a etapa “ofertista” da política científica e tecnológica nos países desenvolvidos (Brooks, 1986; Branscomb, 1993; Ergas, 1987). Ainda hoje, eles continuam ocupando um papel de destaque, haja vista a sua importância na área aeroespacial, médica,

energética, militar etc. Entretanto, nos últimos anos, essa modalidade de programa vem sofrendo uma importante evolução institucional. Encontra-se um número cada vez maior de consórcios privados que assumem o risco do desenvolvimento de grandes programas tecnológicos. Servem como exemplo os casos da plataforma de petróleo Hibernia, no mar Ártico, e o projeto do eurotúnel, sob o canal da Mancha. Nessa nova roupagem, a forma de organização do grande programa é mais descentralizada e aberta. Ele deixa de ser apenas de única e exclusiva responsabilidade de uma grande empresa, que no caso do figurino “colbertista” francês assume o papel do “contratante principal”, para tornar-se uma responsabilidade compartilhada dentro de um consórcio de grandes contratantes e fornecedores de primeira linha.

Os programas horizontais têm despertado um crescente interesse nas esferas decisórias durante as últimas décadas, em função da crise do modelo “ofertista”. Aponta-se que a fraqueza dos mecanismos de difusão tecnológica foi uma das principais causas da perda de competitividade de países que apostaram demasiadamente em grandes programas verticais da área civil e militar (Ergas, 1987; Brooks, 1986). Postula-se a necessidade de deixar a área de desenvolvimento e aplicar recursos públicos mais a montante na etapa de pesquisa pré-competitiva com alto poder de difusão. Também chama a atenção para o papel das pequenas e médias empresas no processo de difusão e para a necessidade de integrá-las em redes nacionais de inovadores (OCDE, 1992).

A realidade dos grandes programas tecnológicos brasileiros é bastante distinta dos padrões encontrados nos países desenvolvidos. Embora existam alguns exemplos importantes de programas tecnológicos verticais no país, eles não apresentam características muito similares ao modelo vigente no exterior. São pouco freqüentes os casos de grandes programas geridos e planejados por uma agência governamental. O caso mais comum é de uma empresa (ex) estatal que assume uma multiplicidade de atribuições (Furtado et alii, 1997). Enquadram-se, nesse contexto, diversas iniciativas da Embraer, Telebras, Eletrobras e Petrobras.

O caso do Programa Espacial Brasileiro e de seus subprogramas é um claro exemplo de programa vertical coordenado a partir de uma agência pública. A política de desenvolvimento das atividades espaciais no mundo inteiro se apóia em recursos públicos, por ter retornos incertos e serem ainda predominantemente de interesse científico e militar. Tendo em vista a grande escala de recursos e de meios necessários para atuar nesse campo, foi

necessária, desde o início, a coordenação dessas atividades por agências governamentais especializadas e a sua focalização em alguns grandes objetivos tecnológicos. Com isto, a atuação pública no campo espacial assume freqüentemente a roupagem de grandes programas verticais.

2. O CBERS NO CONTEXTO DAS ATIVIDADES ESPACIAIS BRASILEIRAS

As atividades do setor espacial brasileiro devem ser entendidas dentro do contexto do arranjo institucional que se cristalizou em fins da década de 70. Ao final dessa década, o país criou seu primeiro programa de longo prazo com metas definidas: a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Essa missão tinha por objetivo desenvolver um lançador de satélites (VLS-1), quatro satélites (SCD 1 e 2 e SSR 1 e 2)² e operacionalizar o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). Indiretamente, a MECB consistiu num esforço do governo em promover um programa de longo prazo onde os dois principais atores institucionais – o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) – pudessem integrar seus esforços.

O programa espacial recebeu forte apoio durante o regime militar, estando sob a coordenação da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (Cobae) ligada diretamente ao Estado Maior das Forças Armadas (Emfa). Com a volta dos civis ao comando governamental, esse programa perdeu importância na agenda de prioridades governamentais. Somando-se a este quadro, os embargos internacionais de tecnologias sensíveis foram mais significativos para o programa de foguetes, conduzido pelos militares da Aeronáutica.

Todos esses condicionantes afetaram profundamente o cumprimento dos prazos da MECB. A MECB começou a perder fôlego devido a problemas orçamentários e aos atrasos no desenvolvimento do VLS-1. O subprograma do Inpe, dentro da missão, previa o desenvolvimento de duas classes de satélites: os de coleta de dados (SCDs) e os de sensoriamento remoto (SSRs). (Costa Filho: 2000).

O Inpe por estar sob tutela civil foi beneficiado por dois fatores favoráveis importantes. Por um lado, a tutela do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) garantiu uma maior regularidade de recursos a partir do encerramento do regime militar. Por outro, o subprograma de satélites ao ser de natureza civil não sofreu embargo internacional e pode gozar de uma maior facilidade para cooperar internacionalmente. Além de que, a tecnologia de satélites era

² Posteriormente foi inserido no programa da missão mais um satélite (SCD-3).

de mais fácil domínio do que a de foguetes. Esses elementos explicam porque, no final da década de 80, havia um claro descompasso na MECB entre os subprogramas de satélites e o do lançador.

O primeiro satélite SCD já estava pronto para ser lançado no final da década de 80, enquanto o VLS apresentava uma projeção de lançamento apenas em 1993 (Costa Filho, 2000). A primeira tentativa de lançamento de um SCD, por meio de um lançador nacional, ocorreu somente em 1997 e foi mal sucedida.

Em razão desse descompasso, o programa de cooperação com a China foi visto com bons olhos pelo Inpe³ e colocado como alternativa frente a um potencial fracasso da MECB (Tapia: 1995). Durante o governo Sarney e a gestão do Ministro Renato Archer no MCT (década de 80), foram retomados os contatos com o governo chinês para que a cooperação entre os dois países se concretizasse. Após a seleção dos parceiros (Inpe e a Chinese Academy of Space Technology - Cast), foram iniciados entendimentos para a definição da área em que seria feita a cooperação (Costa Filho et alii: 2000). A Cast já havia iniciado os estudos conceituais de um projeto para a construção de satélites de observação de recursos naturais. Prontamente, o Inpe demonstrou interesse em cooperar com esse projeto.

O Programa CBERS é, sem dúvida, um divisor de águas quando nos referimos à política de C&T na área espacial. Neste momento, a primeira fase do programa encontra-se concluída, após o lançamento do CBERS 1 pelo foguete chinês Longa Marcha em outubro de 1999. O segundo satélite, que foi integrado e testado no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do Inpe, deverá ser lançado em setembro (FSP: 11/07/2002). A cooperação foi renovada para o desenvolvimento de mais dois satélites (CBERS-3 e CBERS-4), sendo extremamente frutífera para ambos os países.

Diante das dificuldades que vinha sofrendo a MECB e dos maiores avanços realizados pela área de satélites, o governo brasileiro optou por se associar com sócios estrangeiros para caminhar mais rápido nos campos onde era possível avançar mais. Essa mudança de rumo mostra um deslocamento das prioridades públicas em matéria de ciência e tecnologia de um projeto “nacionalista”, que buscava a auto-suficiência e o controle completo do ci-

³ Em 1982, o Brasil assinou um acordo de cooperação científica com a China. Este acordo previa uma cooperação no campo aeroespacial, sem haver um direcionamento definindo sobre qual área seria desenvolvida. Este acordo seria o embrião do acordo que selaria a cooperação na área de satélites e originaria o programa CBERS.

clo tecnológico, para um projeto mais aberto e interativo, que usa a cooperação internacional como recurso para ter acesso a tecnologias mais avançadas, mas ao mesmo tempo perde coerência interna. O programa CBERS se inscreve nesse contexto, uma vez que os dois satélites do programa eram de muito maior dimensão que os SSR da MECB. Essa seria uma oportunidade inigualável para o Brasil, através do Inpe, dominar a tecnologia de satélites de sensoriamento remoto de maior porte.

3. O ARRANJO INSTITUCIONAL DO CBERS

O Programa CBERS apresenta um arranjo institucional de programas verticais, nos quais existe uma clara separação entre as instituições e suas respectivas funções. Nesse programa, observa-se uma clara separação entre as tarefas de financiamento, apoiadas pelo Estado, por intermédio do orçamento federal, de concepção e coordenação, assumidas pelo Inpe, e de fabricação, executadas pelos fornecedores. Essas fronteiras não ficam tão claras porque o Inpe teve um papel decisivo no desenho dos subsistemas dos satélites e também na integração e teste finais, tarefas muito mais próximas da fabricação.

Quadro 1: Divisão do Trabalho no Programa CBERS (início dos 90)

BRASIL		CHINA
INPE	Contratante Principal	CAST
Data Collecting System	ESCA	Câmera CCD
Estrutura	----	Câmera Infra-vermelho
Power Supply System	ESCA	Thermal Control
TT&C	Tecnasa/Tectelcom	TT&C (VHF/UHF)
Ground Electric Support Equipment	Elebra	OBDH (Supervisão de Bordo)
Integração e Teste	-----	AOCS (Subsistema de Controle de Altitude e Orbital)
Management	-----	On Board Circuits
		GMSE (suporte mecânicos)
		Integração e Testes
		Management

Fonte: Pesquisa UNICAMP

As tarefas de concepção e desenho básico dos satélites foram, na realidade, partilhadas entre o Inpe e a Cast. A Cast concebeu e desenhou inicialmente o projeto dos dois satélites. Na partilha de responsabilidades, o Inpe

ficou encarregado de uma parte dos subsistemas, equivalente a 30% do valor (Quadro 1).

A partilha de tarefas entre o Inpe e a Cast sofreu várias revisões que decorreram, em grande parte, dos atrasos da parte brasileira e dos rearranjos conseqüentes. O principal problema da parte brasileira foi a sua incapacidade de assumir o subsistema da estrutura. Inicialmente, pensou-se que a Embraer fosse endossar o papel de contratante principal, por ter condições técnicas para construir sete estruturas, cinco das quais para testes e duas para vôo. A Embraer, entretanto, não se interessou pelo contrato⁴. Esse desinteresse da Embraer, aliado à crise financeira do governo federal, motivou o abandono desse subsistema, que acabou sendo quase completamente contratado aos chineses.

Em compensação a essa retirada brasileira, o Inpe negociou para que o Brasil assumisse a construção dos subsistemas OBDH e do AOCS (os computadores de bordo e de superfície que controlam os satélites). A maior competência brasileira em informática contribuiu em muito para esse processo. A Elebra, que é uma empresa brasileira com tradição em informática, ficou encarregada da fabricação desses equipamentos. Nesse campo, os brasileiros revelaram superioridade tecnológica sobre os chineses. Foi em informática que os chineses mais aprenderam em sua parceria com os brasileiros na área de equipamentos, segundo testemunho do coordenador chinês (entrevista: 2000).

O Inpe decidiu incluir um novo equipamento no CBERS – a câmera WFI (Wild Field Imager) –, que não havia sido contemplado inicialmente pela divisão de trabalho entre as duas partes. A construção do subsistema ficou a cargo do Brasil, sendo a Esca a empresa responsável pelo projeto e fabricação.

A parte elétrica teve de ser solicitada aos chineses, porque estes já haviam iniciado os trabalhos de contratação e compra dos painéis solares. No cômputo global, o Brasil acabou executando 27% dos dois satélites e contratando o saldo remanescente dos 30% aos chineses.

A falência da Esca, em 1996, foi mais um contratempo na execução do CBERS. A empresa, em associação com a Aeroeletrônica e a Digicon, dentro do consórcio ADE, havia assumido a maior parcela das tarefas de contratante principal da parte brasileira do programa. A falência desta empresa quase com-

⁴A Embraer serviu de chamariz para que a delegação chinesa se dispusesse a ceder a construção das estruturas ao Brasil. A crise financeira, aliada à sua privatização, criou um clima desfavorável ao CBERS na empresa. Foram feitas duas licitações no início dos 90, às quais ela não se candidatou.

prometeu a continuidade do CBERS, pelo lado brasileiro. A solução encontrada pelo Inpe consistiu em repassar os contratos e recursos da Esca para a Funcate (fundação ligada ao Inpe), que assumiu a gerência dos contratos.

Coube ao Brasil, na parte dos dois satélites, um importante esforço de redesenho dos subsistemas, embora a concepção básica fosse dos chineses. Esse esforço foi realizado, em primeiro lugar, pelo Inpe, que se encarregou de grande parte da engenharia de projeto e de detalhe. O projeto foi em seguida repassado aos fornecedores nacionais, que ficaram a cargo das tarefas de fabricação.

O grau de envolvimento dos fabricantes nacionais com o CBERS variou bastante, indo desde a parte de engenharia até a de fabricação. Alguns fabricantes como a Elebra e a Esca desempenharam um papel bastante ativo e criativo dentro da divisão de tarefas do programa. Outros tiveram uma participação mais voltada à execução de tarefas de fabricação, como a Digicon, Aeroeletrônica e Tecnasa/Tectelcom.

A atuação do Inpe merece grande destaque, sobretudo na área de organização e métodos de programas e projetos. Com efeito, o Programa CBERS não previa, propriamente dito, transferência de tecnologia de lado a lado. Tratava-se mais de uma divisão de tarefas para alcançar um objetivo comum. Porém, a necessidade de integração dos trabalhos das duas equipes (brasileira e chinesa) requereu que elas dialogassem em uma linguagem comum, convergindo e se complementando eficientemente. O Inpe estava muito mais preparado para gerar essa linguagem, devido à sua experiência prévia na documentação de projetos, adquirida em função da cooperação tecnológica com os franceses durante as décadas de 70 e 80. A documentação é um importante mecanismo de explicitação e de codificação dos conhecimentos adquiridos, que podem, dessa forma, ser mais facilmente transferidos e compartilhados entre organizações.

Os métodos e documentação usados pelo Inpe foram compartilhados com os chineses. As especificações de rotinas, procedimentos técnicos e mesmo de organização e métodos foram repassados pelo Inpe à Cast, a qual detinha até o CBERS uma organização administrativa precária. Ela abriu as portas a que, posteriormente, a Cast postulasse para a ISO 9001. Em projeto, a documentação é essencial para identificar e prevenir precocemente erros, sendo assim um importante mecanismo de poupança de tempo no processo de inovação.

A aprendizagem organizacional em métodos e gerenciamento de projetos foi, incontestavelmente, o mais importante ganho para os chineses advindo da cooperação com o Brasil. Essa forma de aprendizado está muito presente também nos impactos econômicos pelo estudo de avaliação, como veremos a seguir.

4. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO BETA

O arranjo institucional subjacente ao Grande Programa Tecnológico tem grande influência sobre a forma como se concretizam os impactos econômicos e, por conseqüência, na forma de medi-los (Furtado, 1999, Bach et alii, 1999). A concepção da metodologia de avaliação deve ser feita de acordo com o objeto a ser avaliado. O enfoque metodológico adotado neste trabalho objetiva explicitar na forma como se desenham os impactos.

Existem diferentes enfoques para avaliar os impactos econômicos da P&D (Smith, 1995; Hertzfeld, 1998). A abordagem metodológica, que foi adotada neste artigo, se apóia nos trabalhos realizados pelo Beta (Bach et alii, 1992 e 1994; Bach e Lambert, 1992). O ponto de partida dessa abordagem é o da sociedade. Os grandes programas tecnológicos são percebidos como um instrumento de melhora do bem-estar social. Por essa razão, busca-se quantificar os impactos econômicos dos projetos em termos de aumento do PIB e não apenas do lucro empresarial.

Entretanto, apesar de se apoiar numa perspectiva do interesse social, essa abordagem é de corte essencialmente micro-econômico, ao contrário do enfoque econométrico da função agregada de produção de certos estudos (por ex. Griliches, 1986). Ela se apóia em pesquisa de campo junto a empresas e não no uso de agregados econômicos. Esse enfoque restringe a avaliação dos impactos apenas aos participantes do projeto. Os impactos são medidos através da variação que o projeto causa no valor agregado dos participantes envolvidos, salvo em certas oportunidades quando os custos são usados como uma *proxy* desse valor.

Ora, quando a difusão de uma inovação ocorre, tanto os impactos diretos quanto indiretos costumam se estender a um número bem maior de agentes econômicos do que ao próprio inovador. Por isso, o enfoque do Beta, ao incluir apenas os participantes de um determinado programa, avalia parcialmente os ganhos, ou até mesmo as perdas, oriundas da inovação. Alguns

estudos, que partiram de uma perspectiva microeconômica mas buscaram quantificar a relação entre os ganhos obtidos pelos usuários de uma inovação e os inovadores, estimaram que essa relação fosse de 8 (Mansfield, 1991). Outra característica “minimalista” dessa abordagem metodológica consiste sempre em optar por quantificar apenas os impactos mínimos dos projetos, quando existe uma incerteza quanto a estes.

Entretanto, a abordagem adotada pelo Beta trata de avaliar os impactos indiretos da inovação, que têm sido desconsiderados pelo enfoque dominante. Estudos mais recentes de avaliação chamam a atenção para a importância desses resultados mais abrangentes da inovação (NSTC, 1996).

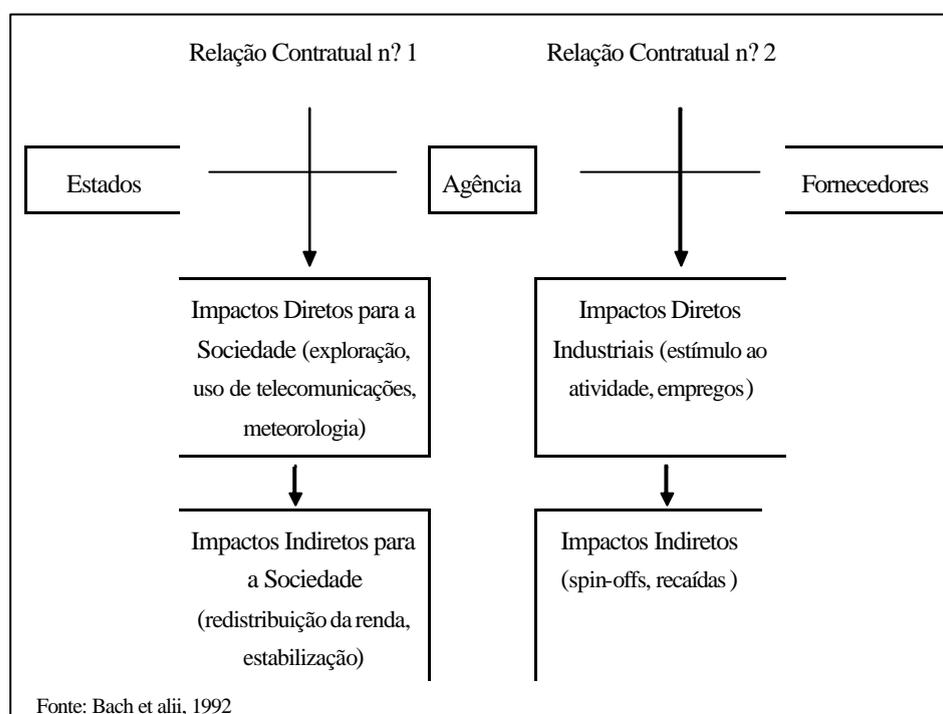


Figura 1: Os vários impactos econômicos do Programa Espacial

A perspectiva de que a metodologia de avaliação se adequa a um determinado arranjo institucional está presente na forma como as diferentes modalidades de impactos são expressas a partir de relações contratuais básicas. A abordagem que foi empregada para avaliar essa relação entre efeitos e ganhos sociais está representada na Figura 1. A metodologia do Beta avalia os impactos oriundos da segunda relação contratual inserida dentro de um determinado arranjo institucional, ou seja, dos impactos diretos e indiretos nos fornecedores que foram contratados pela agência para a execução do programa.

A seguir, é apresentada uma breve descrição dos impactos e dos métodos de quantificação usados na avaliação de impactos econômicos.

IMPACTOS DIRETOS

São aqueles impactos relacionados apenas aos objetivos iniciais do projeto. Decorrem da aplicação, em escala comercial, do novo conhecimento por ele gerado, conhecimento este que estava explicitamente incluído em suas metas iniciais. Por exemplo, se o objetivo do projeto era desenvolver um determinado equipamento, seria o aumento do valor agregado obtido a partir da comercialização desse produto. Se, por outro lado, o objetivo for desenvolver um novo processo, os impactos consistem na redução de custo provocada pela introdução desse novo processo.

IMPACTOS INDIRETOS

Já os impactos indiretos são definidos de uma forma bem mais ampla, englobando todo tipo de resultado não previsto nos objetivos explícitos do projeto. Esses impactos podem estar relacionados à mesma atividade que gerou o projeto, desde que escapem ao seu escopo inicial. De forma que o conceito de *spin off* que foi adotado não se refere apenas à aplicação em uma atividade tecnologicamente ou setorialmente diferente de novos conhecimentos gerados pelo projeto, mas resulta também de desdobramentos que foram inicialmente imprevisíveis pelos objetivos.

Os seguintes impactos merecem uma atenção especial:

IMPACTOS TECNOLÓGICOS

Dizem respeito à transferência de tecnologia oriunda das atividades do projeto para outras atividades. Pode consistir em qualquer tipo de transferência dos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto para uma aplicação que não estava dentro dos objetivos iniciais do projeto. Como pode-se comprovar na avaliação do Procap 1000 (Furtado et alii, 1998), essa transferência pode ocorrer entre atividades muito similares tecnologicamente. A transferência tecnológica ocorre das seguintes formas:

- novos produtos
- novos processos
- serviços tecnológicos
- patentes

IMPACTOS COMERCIAIS

Consistem no aumento de atividade econômica ocasionado pelo estabelecimento de novas relações com os parceiros comerciais. Tais impactos, que não incorporam propriamente um aporte significativo de novo conhecimento tecnológico proveniente do projeto, são os seguintes:

- *impactos de rede*: provenientes das relações entre participantes de um mesmo consórcio, que conduz ao estabelecimento de laços de colaboração depois do projeto concluído;
- *impactos de reputação*: que ocorrem quando os participantes obtêm, a partir das atividades do projeto, um maior reconhecimento e visibilidade externa, a qual se traduz num aumento das vendas. Um caso possível é a obtenção de certificado de qualidade que repercute na imagem externa da empresa;
- *impactos concorrenciais*: que decorrem de novas parcerias e novas oportunidades de mercado obtidas em decorrência da aprendizagem realizada com o projeto. Muitas vezes a execução do projeto permite à empresa aprender melhor como funcionam determinados mercados e ter maior acesso aos competidores, logrando, dessa forma, melhorar as condições concorrenciais existentes em alguns mercados, monopolizados por certos fornecedores. Esse ganho foi identificado pelo estudo de avaliação do Procap 1000 (Furtado et alii, 1999).

IMPACTOS ORGANIZACIONAIS E DE MÉTODOS

A introdução do projeto deixa suas marcas na cultura e na estrutura organizacional dos participantes. A forma como são conduzidas as atividades rotineiras que resultam em inovações e melhoramentos vê-se alterada de forma importante. Os impactos que podem ser abordados são:

- *habilidade em gerenciar projetos*: a partir da implantação do projeto a entidade envolvida adquire maior capacidade para gerenciar novos projetos de pesquisa;
- *impactos organizacionais*: quando o projeto implica numa mudança da estrutura organizacional da empresa. Por exemplo, quando o projeto conduz à formação de um departamento de P&D ou de Qualidade;
- *impactos metodológicos*: quando novos métodos organizacionais implementados no projeto são transferidos para outras atividades.

IMPACTOS EM RECURSOS HUMANOS

A execução das diversas tarefas do projeto implica na contratação de novos recursos humanos e na realização de um esforço de treinamento específico pela entidade envolvida. Ademais, os quadros adquirem um importante volume de experiência que resulta do processo de aprendizagem adquirido durante essa execução. Esses impactos traduzem em maior competência e capacitação tecnológica, aumentando o volume de ativos intangíveis da firma ou entidade.

QUANTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

A maior parte dos impactos diretos e indiretos podem ser quantificados em termos de valor agregado gerado ou de redução de custos. Quando se torna muito difícil quantificar os impactos nesses termos, usa-se o custo da atividade inovativa como valor *proxy*. Por exemplo, para uma nova patente utiliza-se o custo de registro e de obtenção; para os impactos em RH, emprega-se o custo de formação de uma dada competência ou os gastos de treinamento; para os impactos organizacionais, é necessário o orçamento do novo departamento criado a partir do projeto. Na Tabela 1 apresentam-se os principais métodos de quantificação dos impactos:

Tabela 1: Principais variáveis utilizadas para quantificar os impactos

Tipos de Impactos		Quantificação
Impactos Diretos		vendas/redução de custos
Impactos Indiretos		
Tecnológicos	Transferência de produtos	vendas/novos contratos de pesquisa
	Transferência de processos	redução de custos/novos contratos de pesquisa
	Transferência de serviços	vendas/novos contratos de pesquisa
Comerciais	Patentes	custo de patenteamento
	Impactos de rede	vendas/redução de custos/novos contratos de pesquisa
	Efeitos de reputação	pesquisa
Organizacionais e de Métodos	Gerenciamento de Projeto	redução de custos/ novos contratos de pesquisa
	Organização	redução de custos/vendas/ orçamento
	Métodos	redução de custos
RH	Competência Treinamento	equivalente monetário em homens-horas

Fonte: Bach et alii (1994)

5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO BETA À AVALIAÇÃO DO PROGRAMA CBERS

A metodologia Beta mostrou-se adequada para avaliar a modalidade de programa vertical do CBERS, por ter sido desenvolvida inicialmente para o arranjo institucional do programa espacial europeu. Essa abordagem foi concebida também para ser um instrumento de análise de grandes programas tecnológicos financiados pelo Estado e, por conseguinte, pela sociedade. De maneira geral, o Estado é representado por uma agência (ou um instituto de pesquisa) que é incumbida de planejar e coordenar a execução dos programas tecnológicos da área espacial. A agência, por sua vez, contrata, no quadro de programas e projetos específicos, uma série de empresas e de centros de pesquisa para que executem as atividades de P&D.

Em relação ao Programa CBERS, o papel da agência é assumido pelo Inpe; os fornecedores considerados para o estudo são apenas os nacionais; os impactos diretos são oriundos da utilização do satélite, mais precisamente suas imagens (Figura 2).

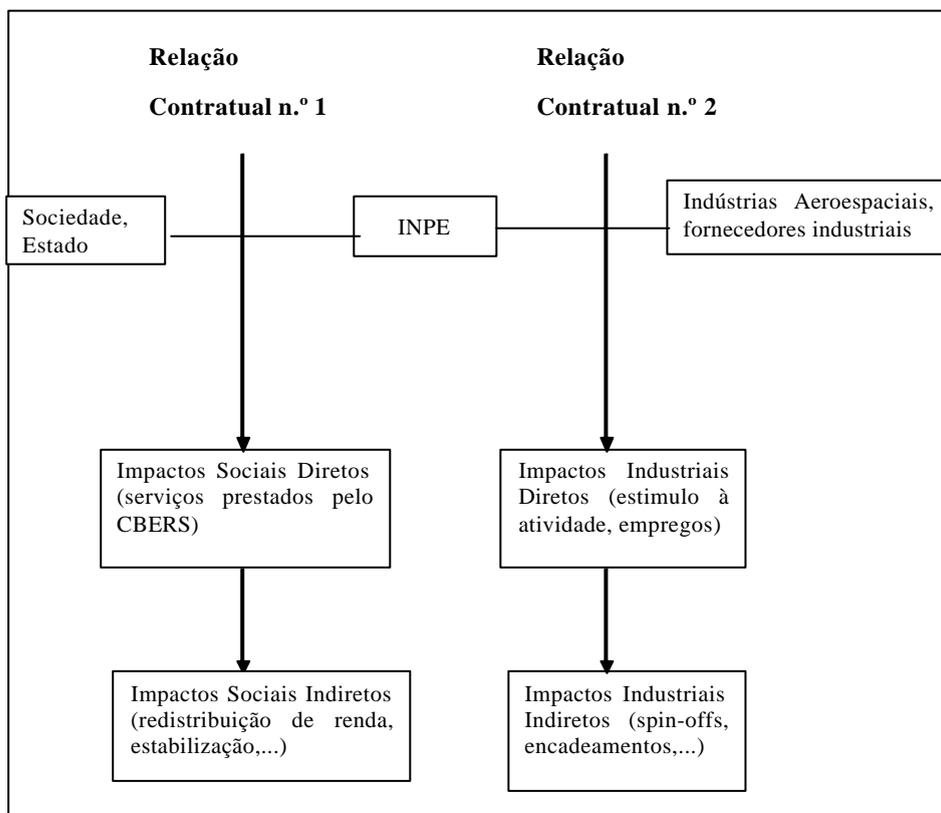


Figura 2: Impactos econômicos do Programa CBERS

O Programa CBERS, por ser um programa tecnológico vertical, possui metas bem definidas. Assim, a “relação contratual n.º 1” entre o Estado e o Inpe e os impactos diretos do programa são bastante explícitos. Esses impactos estão diretamente relacionados à utilização do satélite de sensoriamento remoto e a posterior comercialização de suas imagens. A abertura deste novo mercado (produção de imagens) teria dois impactos significativos: primeiro, tornar desnecessária a importação dessas imagens; segundo, criar uma estrutura empresarial e de recursos humanos interna para se trabalhar com as imagens que poderão, futuramente, ser comercializadas internacionalmente. Esta avaliação não faz parte do escopo deste artigo.

Nosso objetivo, neste artigo, consiste também em avaliar os impactos indiretos da relação contratual n.º 2. Verificamos os *spin-offs* do programa, ou seja, todos aqueles impactos não previstos na elaboração do projeto. Os estudos de avaliação de impactos econômicos feitos com a metodologia Beta, sobre programas espaciais, buscaram mensurar esses impactos. Na figura 3, Bach et. alii (1992) estabelecem as relações entre as variáveis para a quantificação dos impactos.

Essa figura permite visualizar que os impactos tecnológicos, comerciais e organizacionais são fatores que estão associados a uma nova atividade (aumento de vendas) ou ao aumento de eficiência de uma já existente (redução de custos). Assim, a título de exemplo, pode-se supor que em função do aprendizado realizado ao longo do programa, uma determinada empresa desenvolveu um novo produto. Para desenvolver esse novo produto, a empresa usou conhecimentos tecnológicos, mas também, comerciais e organizacionais obtidos com o programa. A metodologia de quantificação dos impactos indiretos, que foi adotada pelo estudo do CBERS, se apóia em a Bach et. alii (1992). Seus elementos mais importantes para a quantificação dos impactos são os seguintes:

1) *Aumento nas Vendas*: para quantificação dos *spin-offs* do programa e sua relação com o aumento nas vendas, o autor utiliza três variáveis:

a) a variável (Q1) contabiliza as partes que cada um dos fatores contribuiu para o aumento de vendas. Assim Q1T é a influência dos impactos tecnológicos sobre Q1; Q1C é a influência dos impactos comerciais sobre Q1 e Q1O é a influência dos impactos organizacionais sobre Q1. Os valores de $Q1T + Q1C + Q1O$ são iguais a 100%;

b) a variável (Q2) pode ser chamada como o “coeficiente de paternidade”, a

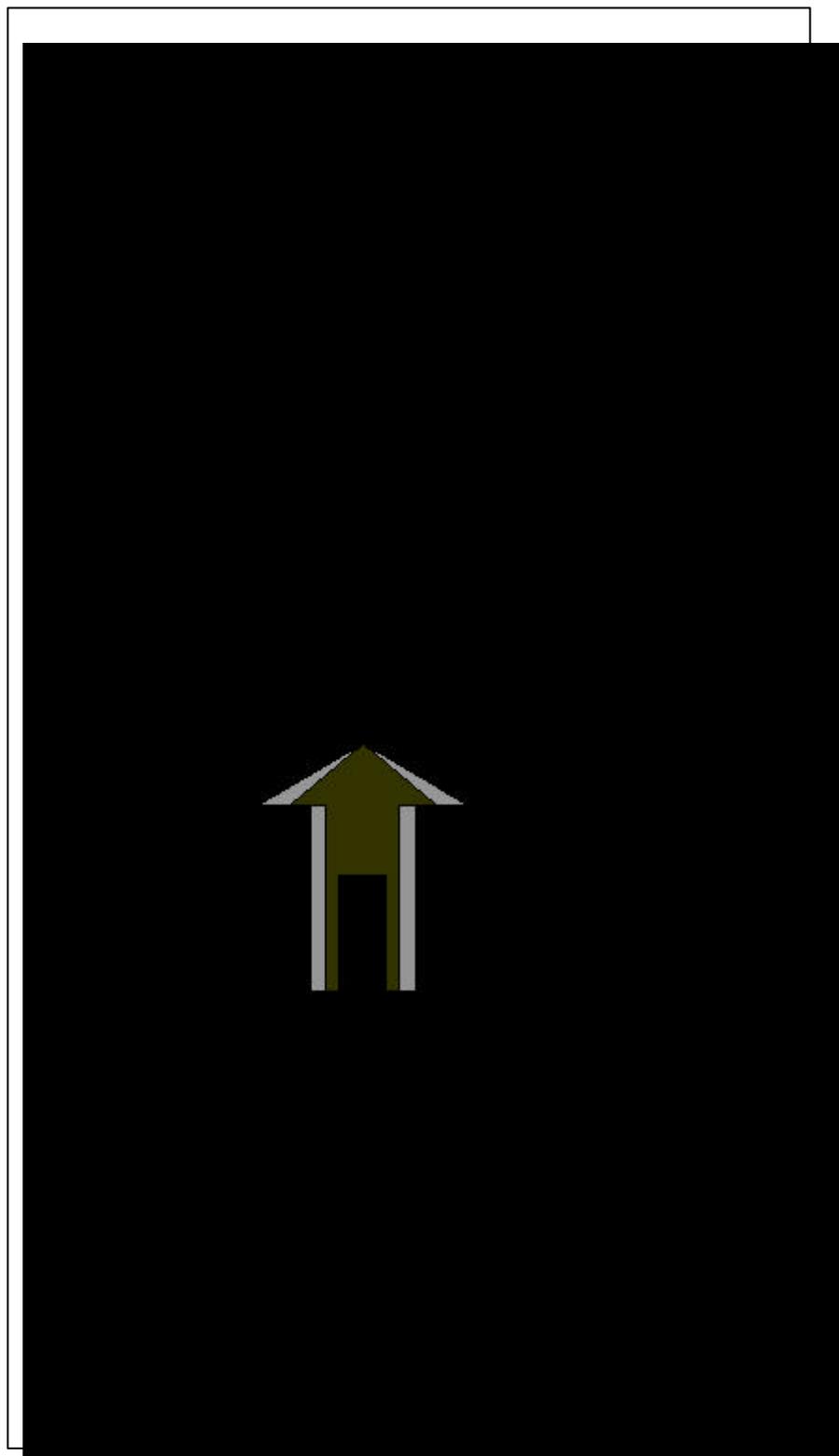


Figura 3: Princípio de Quantificação dos Efeitos Indiretos (Spin-Offs)

qual descrevemos anteriormente, e está diretamente relacionada à influência do Programa no cálculo do impacto, sendo que este tem que estar compreendido entre 0 e 100%;

c) A variável VA que é o percentual de valor adicionado da nova atividade. O valor desta variável deve estar compreendido entre 0 e 100%.

Desta forma, o autor organiza o cálculo da forma descrita abaixo:

Impactos tecnológicos = vendas x VA x Q1T x Q2

Impactos comerciais = vendas x VA x Q1C x Q2

Impactos organizacionais = vendas x VA x Q1OM x Q2

2) *Redução de custos*: para a quantificação da redução de custos, as variáveis são quantificadas utilizando como parâmetro a diminuição dos insumos, a diminuição de peças defeituosas ou poupando tempo na produção. Esta diminuição nos custos pode ser aferida da seguinte forma:

a) diretamente – adicionando os custos poupados por meio dos conhecimentos adquiridos com o programa;

b) indiretamente – pela multiplicação dos seguintes parâmetros: total poupado como um resultante da adoção de um método em particular e a percentagem da influência do programa (coeficiente Q2).

Quantificação da redução dos custos seguiu o mesmo procedimento do aumento das vendas subdividindo-se em:

Impactos tecnológicos = custo reduzido x Q1T x Q2

Impactos comerciais = custo reduzido x Q1C x Q2

Impactos organizacionais = custo reduzido x Q1OM x Q2

3) *Quantificação da massa crítica e de treinamento*: neste caso, por razões de homogeneidade, a quantificação é feita em termos monetários, ou seja, do custo dos engenheiros que trabalham na área espacial. A quantificação pode ser feita de duas formas:

a) estimando-se o custo que foi necessário para que a empresa constituísse a massa de conhecimentos críticos. O custo é função do número de pessoas que compõe a massa crítica na empresa (ou que detém os conhecimentos

críticos) em termos do tempo que foi necessário para que essas pessoas adquirissem esses conhecimentos;

b) estimando-se o esforço realizado para treinar a mão-de-obra. O custo é estimado a partir da quantidade de homens-horas dedicados ao treinamento vezes o custo dessa mão-de-obra dessas empresas.

6. ESTUDO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DO PROGRAMA CBERS

Dados gerais indicam que o programa CBERS custou, pelo lado brasileiro, R\$ 283,925 milhões até 2001 (incluindo a previsão de gastos para este ano)(Tabela 2). O montante engloba a parcela brasileira de 30% dos custos de construção, montagem e teste dos dois satélites de sensoriamento remoto e de lançamento, assim como da construção da estação de solo.

Desse valor, deve-se deduzir cerca de R\$ 16,01 milhões, que foram repassados a outras áreas do Inpe. Portanto, o programa foi contemplado, efetivamente, com cerca de R\$ 267 milhões. Deste total, uma parcela foi gasta no Inpe, que corresponde ao valor estimado dos seus próprios recursos humanos, às viagens para a China e aos insumos adquiridos. Outra parcela foi gasta em contratos no exterior, incluindo-se os US\$ 15 milhões da parte do lançador, desembolsado pelo Brasil. O restante destinou-se aos fornecido-

Tabela 2: Orçamento detalhado do Programa CBERS
(05/2001 R\$ deflacionados pelo IGP/FGV)

	RH	Diferença	Outros (Viagens, deleg. chinesa, desp. ind. import.)	Insumos, Equip. e Serv. para INPE	Insumos para Fornecedores	Contratos com Fornecedor Nacional	Outros Exterior	Total do Programa CBERS (em R\$ 05/2001 mil)
1988/89	3.074,17	1.602,72	1.036,24	518,12	0,00	0,00	1.951,58	8.182,83
1990	1.169,59	1.891,99	573,33	2.637,32	1.582,39	0,00	481,60	8.336,21
1991	722,86	1.026,80	3.341,70	4.296,47	10.204,12	10.741,18	13.665,17	43.998,21
1992	875,64	75,59	1.102,42	629,95	4.047,45	4.189,19	3.417,50	14.337,74
1993	1.168,31	7.267,92	1.443,19	1.529,79	1.529,79	6.705,08	6.231,71	25.893,78
1994	1.610,60	2.597,53	2.250,33	5.465,10	4.822,15	21.011,70	10.788,75	48.546,15
1995	1.282,94	129,88	966,16	2.543,70	4.735,77	18.749,86	17.302,20	45.710,51
1996	1.116,09	540,34	1.539,44	4.171,88	0,00	7.518,61	6.562,62	21.448,99
1997	1.089,81	878,97	2.063,68	735,28	0,00	6.678,67	3.401,25	14.847,66
1998	1.260,34	0,00	1.360,91	2.130,94	0,00	5.360,36	5.616,52	15.729,07
1999	1.477,72	0,00	2.158,72	2.136,94	0,00	1.553,39	6.280,33	13.606,64
2000	1.274,72	0,00	1.123,97	2.076,25	0,00	299,46	7.264,88	12.012,30
2001*	1.408,80	0,00	720,00	705,60	0,00	264,00	8.176,80	11.275,20
Total	17.522,61	16.011,74	19.680,10	29.576,86	26.921,66	83.071,50	91.140,89	283.925,20

Fonte : INPE

Observações:

Coluna "Diferença": Gastos realizados em outras áreas do INPE.

* Previsão. Taxa de conversão utilizada: US\$ 1,00 = R\$ 2,40

res nacionais. A parte que estaremos analisando o impacto, corresponde a R\$ 109,9 milhões, equivalente a cerca de 38% dos recursos totais, pagos ou repassados, na forma de insumos, a fornecedores nacionais.

7. DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Existiam duas modalidades de fornecedores de artefatos para o Programa CBERS. A empresa ou consórcio contratado para executar um projeto (executoras ou contratadas) e a empresa encarregada de realizar partes desses projetos (subcontratadas). É importante salientar que as empresas podiam participar simultaneamente com os dois tipos de contratos.

Os fornecedores de primeira linha formavam um grupo de seis empresas (Quadro 2). Eram a Aeroeletrônica, Akros, Digicon, Elebra, Esca, Tecnasa/Tectelcom. Três delas se associaram (Akros, Digicon e Esca) e constituíram o consórcio ADE. Entre os fornecedores de primeira linha merecem destaque, pela quantidade e valor dos contratos executados (Quadro 2), a Esca e a Elebra. Ambas participaram do Programa apenas como contratantes. A Esca gerenciou cinco contratos até 1995 quando faliu (15.66% do valor contratado). Em seu lugar, assumiu a Funcate (Fundação para a Ciência Aeroespacial, Aplicações e Tecnologia), órgão vinculado ao Inpe, com o objetivo de gerenciar os contratos perante os fornecedores de segunda linha.

Algumas das empresas que trabalhavam com a Esca (Fibraforte, Neuron e Micromax) se associaram à Equatorial Sistemas Ltda, Asacell, Netgis e Sprint e deram origem ao Grupo Equatorial Sistemas Ltda. O Grupo Equatorial não foi contratado do Programa CBERS, mas algumas de suas firmas associadas foram subcontratadas desse programa.

A Elebra é uma empresa criada em 1981, que atua no ramo de informática e eletrônica aplicada às indústrias aeronáutica, espacial, telecomunicações e defesa. Também tinha cinco contratos, e 13.74% do valor contratado. Para o CBERS a Elebra forneceu subsistemas de controle de altitude e de órbita, computadores de gerenciamento de dados, amplificadores de estado sólido de alta frequência, amplificadores de UHF e diplexadores de UHF.

Os demais fornecedores de primeira linha (Aeroeletrônica, Akros e Digicon) tiveram uma participação mais híbrida dentro do programa, atuando simultaneamente como fornecedores de segunda linha. A Digicon foi particularmente ativa também, participando como subcontratante em seis contratos.

Existiam também dentro do programa CBERS, 19 empresas que atuavam especificamente como fornecedores de segunda de linha (Quadro 2). Elas foram subcontratadas pelos fornecedores de primeira linha ou pela Funcate. Seu envolvimento foi variado no contexto do programa. A Neuron se destacou entre elas como a empresa que teve maior participação no programa entre os fornecedores de segunda linha (oito contratos) sendo seguida pela Fibraforte (5 contratos). A R-Cubed, Pra e Oca são empresas estrangeiras.

Quadro 2: Lista dos fornecedores do Programa CBERS

EMPRESAS CONTRATADAS DIRETAMENTE PELO INPE
Aéroeletronica, ADE Consórcio (Akros, Digicon, Esca), Digicon, Elebra Sistemas de Defesa Ltda., Esca, Funcate, Tecnasa Eletrônica Profissional Ltda./Tectelcom,
EMPRESAS SÓ SUBCONTRATADAS
Anvial Case, CCG, CDT/ETEP, Compsis, Conqualit, Embraer, Fibraforte, Galvanum G. Russef, Indusmec, Leg, Microeletrônica, Microeletrônica Indupar, Mectron, Micromax, Neuron Eletrônica, Oca, Pra, R-Cubed, Taunus.

As três empresas localizadas no exterior foram excluídas do estudo de avaliação. De modo que de um conjunto de 22 empresas, definiu-se uma amostra representativa de dez empresas, os cinco fornecedores de primeira linha remanescentes na época da pesquisa e cinco outros de segunda linha. Dessa amostra acabaram sendo avaliadas oito empresas. A amostra efetiva de oito empresas pode ser considerada bastante representativa do conjunto dos contratos do Inpe. O custo total dos projetos das empresas avaliadas elevou-se a R\$ 44,8 milhões (05/01), e que sobre um total de R\$ 83,07 milhões contratados a fornecedores nacionais, equivale a 53,9%. O percentual está acima das amostras realizadas por outros estudos de avaliação. Ele só se justifica pelo tamanho bastante restrito do universo analisado.

7.1. CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO DA AMOSTRA

As empresas que participaram do CBERS eram essencialmente de dois tipos distintos. No primeiro grupo, havia as empresas de médio porte, que preexistiam ao programa, e que tinham bases tecnológicas oriundas das áreas de informática e/ou defesa. O segundo conjunto compreende as empresas de origem mais recente, em geral, associadas à diáspora que ocorreu nas principais organizações do complexo aeroespacial e de defesa no final da década de 80 e início da de 90, em São José dos Campos. Frequentemente, os fornecido-

res de primeira linha pertenciam ao primeiro grupo, enquanto os fornecedores de segunda linha da amostra se inseriam no segundo.

Tanto para o primeiro quanto para o segundo grupo, a experiência prévia em campos correlatos foi decisiva para o seu desempenho no programa. No primeiro grupo, já existia uma importante capacitação tecnológica, antes mesmo do programa CBERS. A capacitação tecnológica advinha da área militar e da área civil (informática). As entrevistas revelaram, em geral, que a experiência na área militar foi decisiva para a participação no programa CBERS. Diversas empresas já haviam adquirido uma boa capacitação tecnológica na área de métodos de produção, principalmente de controle de qualidade, participando do desenvolvimento e fabricação de equipamentos militares. O projeto da Aeronáutica de capacitação de fornecedores nacionais na fabricação de aviônicos, executado durante a década de 80 dentro do programa AMX, foi decisivo para torná-las tecnologicamente aptas a se credenciar para os requisitos do setor espacial. As empresas, com experiência anterior na área militar, indicaram durante as entrevistas que houve importantes casos de *spin in* da experiência militar anterior para o Programa CBERS.

A experiência prévia no campo da informática foi também um elemento crítico para o desempenho dessas empresas, como já foi indicado para a obtenção dos subsistemas AOCS e OBDH pela parte brasileira.

No caso das empresas do segundo grupo, a experiência tecnológica prévia estava localizada em certos quadros, que eram oriundos de organizações como o Inpe, CTA, Embraer, Avibrás etc. Houve transferência de competências anteriormente adquiridas para as empresas recém constituídas, o que foi importante para o seu bom desempenho.

O tipo de capacitação adquirida durante o programa CBERS é bastante específico. A parte do programa que coube aos fornecedores nacionais se concentrou preponderantemente na etapa de fabricação, uma vez que a concepção ficou a cargo da Cast e do Inpe. Mesmo assim, uma parte do esforço de desenho foi assumida por alguns fabricantes nacionais, em função de modificações que tiveram de ser introduzidas nas especificações técnicas dos equipamentos. Esse conhecimento, adquirido durante o programa, nem sempre foi de grande utilidade para os fornecedores posteriormente. Com efeito, no que diz respeito à parte eletrônica, a tecnologia utilizada nos satélites era freqüentemente de baixa complexidade tecnológica e, em alguns casos, até

mesmo obsoleta. Isto porque, na área espacial, nem sempre a performance tecnológica é buscada, senão a confiabilidade e a segurança em condições ambientais extremas. Isto explica, parcialmente, as dificuldades encontradas para que novos conhecimentos tecnológicos de produto e de processo pudessem gerar *spin-offs* para o campo civil.

Os maiores requerimentos se situam nos procedimentos, que são extremamente rígidos, e na documentação que é extensa. Esses métodos organizacionais associados a processos produtivos e ao desenvolvimento de projetos também não são facilmente reaproveitáveis. Com efeito, comentou-se bastante nas entrevistas feitas pelo estudo de avaliação que os processos de fabricação usados na área espacial não puderam ser facilmente reutilizados em outras áreas porque os tipos de requerimentos que alimentavam as tecnologias espaciais eram muito específicos. A escala era artesanal. Em compensação, os procedimentos eram extremamente exigentes. Ao passo que na área civil a redução dos custos de fabricação, por meio de grandes escalas de produção, e a atualização tecnológica eram decisivas para a competitividade das empresas.

Mesmo na área de defesa, onde há maior proximidade tecnológica, os *spin-offs* oriundos da área espacial permaneceram limitados. Nesta área, as escalas são pequenas, as exigências em termos de segurança e qualidade estão mais próximas da área espacial e as tecnologias nem sempre requerem um alto grau de atualização tecnológica. Entretanto, nem sempre os requerimentos das áreas espacial e militar convergem. As exigências “ambientais” do espacial são, quase sempre, mais puxadas – variações de temperatura maiores, temperaturas extremas, radiações cósmicas, vibrações muito mais extensas (mudanças gravitacionais maiores). As possibilidades de falhas precisam ser reduzidas ao mínimo, pois não existe possibilidade de reparo durante o tempo de uso do equipamento.

Em decorrência desse descompasso, muitos dos processos e procedimentos aprendidos durante o CBERS não puderam ser reaproveitados em outras áreas. As salas limpas e os equipamentos de montagem usados na fabricação de certas partes dos satélites não tiveram outra utilidade a não ser no próprio programa espacial. A capacitação da mão-de-obra especialmente treinada na montagem dos circuitos foi de reduzida utilidade para outras atividades das empresas.

O esforço de documentação realizado teve importantes desdobramentos, principalmente para aqueles fornecedores que tinham uma experiência

mais limitada na área militar. Nesse sentido, a participação no CBERS abriu o caminho para que as empresas se certificassem no ISO 9000.

7.2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS DOS FORNECEDORES DO INPE

Em função das limitações constatadas nas entrevistas, os impactos econômicos não foram muito significativos, quando comparados aos de outros estudos de avaliação que utilizaram a metodologia do Beta. A ausência no país de uma indústria de alta tecnologia de grande porte, que dispusesse de uma ampla e diversificada capacidade de atuação para transferir conhecimentos adquiridos na área espacial para outras áreas, representou um importante obstáculo à ocorrência dos *spin-offs*. Mesmo assim, a nossa pesquisa revelou que ocorreram significativos impactos econômicos junto aos fornecedores que participaram do programa CBERS.

O número de impactos econômicos ocorridos nas oito empresas que foram objeto do estudo de avaliação é substancial. São 39 impactos, representando uma média de cinco impactos por empresa (Tabela 3).

Os dados da Tabela 3 revelam a elevada frequência dos impactos tecnológicos, a qual não havia sido percebida inicialmente nas entrevistas. Entretanto, não houve nenhuma transferência de tecnologia de processo, o que corrobora a dificuldade de se reutilizar os processos da área espacial em outras áreas.

Tabela 3: Impactos econômicos do Programa CBERS

	Número de Impactos	%
Impactos Tecnológicos – Novo Produto	15	38,5
Impacto Tecnológico – Novo Serviço	2	5,1
Impacto Organizacional – Gerenciamento de Projetos	4	10,2
Impacto Organizacional – Métodos	9	23,2
Impactos em RH – Massa Crítica	8	20,5
Impactos em RH – Treinamento	1	2,5
Total	39	100,0

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2001

Os impactos organizacionais têm um lugar de destaque, confirmando as informações de que o aprendizado organizacional foi a modalidade de conhecimento mais importante que o Inpe difundiu a seus parceiros.

Em compensação, os impactos comerciais foram inexistentes. Um aspecto importante relaciona-se ao efeito de marca, tão importante para as empresas que participam de programas espaciais no mundo inteiro. Pode-se verificar durante a pesquisa que, na realidade, diversos fornecedores usavam a participação no CBERS em sua propaganda comercial. Ainda assim, nenhuma das empresas que foram avaliadas indicou que essa informação tivesse sido importante para a obtenção de novos mercados. Esse aspecto revela como o mercado dos produtos de alta tecnologia fabricados no Brasil é ainda incipiente, o que torna pouco chamativo para os clientes o uso pela empresa de sua participação no programa espacial como uma referência de qualidade e confiabilidade. Durante as entrevistas, colocou-se que a obtenção da certificação da ISO 9000 era mais importante para a abertura de novos mercados que o envolvimento no programa espacial, ainda que as exigências em termos de qualidade deste último fossem muito mais rigorosas do que as da primeira.

Os impactos em recursos humanos foram também bastante freqüentes. Ainda assim, eles estão concentrados na formação de massa crítica. O esforço em treinamento de recursos humanos foi relativamente limitado. Esse fato tende a indicar que a mão-de-obra já estava bastante preparada. Os esforços de treinamento se circunscreveram aos técnicos e foram de curta duração.

Os valores mostram que o programa gerou nos fornecedores um coeficiente de impactos indiretos sobre custos de 0,43 (Tabela 4). A cifra é bastante inferior a de outros estudos de avaliação que usaram a metodologia do Beta, inclusive na área espacial. Os estudos feitos sobre o programa espacial europeu indicam uma relação de 2,9 a 3,2 (Tabela 5). No nosso entender, o valor desse coeficiente relaciona-se ao estágio ainda incipiente da indústria de alta tecnologia no país e ao seu baixo grau de integração inter e intra-setorial, o que dificulta a existência de *spin-offs* e de encadeamentos tecnológicos. Ainda assim, eles foram significativos e revelam que, apesar das dificuldades enfrentadas por essa indústria no país, o programa trouxe importantes desdobramentos.

Os coeficientes impacto/custo variam bastante entre empresas. Portanto, a média aritmética é bem superior ao resultado acumulado, elevando-se a

2,97. O desvio padrão de 7,31 revela uma forte variação dos coeficientes por empresa, em torno da média. Os resultados são condizentes com os de outros estudos que se apoiaram na mesma metodologia, que demonstram fortes variações do coeficiente impacto/custo entre as empresas. Esta variação se deve a uma complexa conjunção de fatores em que se destacam, por um lado, a capacitação tecnológica das empresas e, por outro, as oportunidades abertas pela participação no projeto.

Tabela 4: Custo e impactos econômicos (mil R\$ 05/2001)

	Valor	Participação
Custo Total	44.886,01	
Impactos Tecnológicos – Novo Produto	5.708,34	29,74
Impacto Tecnológico – Novo Serviço	1.320,08	6,88
Impacto Organizacional – Gerenciamento de Projetos	4.018,31	20,94
Impacto Organizacional – Métodos	1.491,85	7,77
Impactos em RH – Massa Crítica	6.598,34	34,38
Impactos em RH – Treinamento	54,69	0,28
Impacto Total	19.191,62	100,00
Impacto/Custo		0,43
Média Aritmética(*)		2,97
Desvio Padrão(*)		7,31

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2001

(*): das relações impacto/custo por empresa.

Os impactos tecnológicos são os mais importantes em termos de valor, cabendo a maior parcela, quase 30% dos impactos, aos novos produtos. No total, os impactos tecnológicos somaram quase 37%. Os impactos consistiram na transferência de conhecimentos tecnológicos adquiridos no CBERS para novos produtos e serviços em diversas áreas de atuação das empresas. Este número está bem próximo aos das avaliações da Agência Espacial Europeia e do Canadá, que foram de 43% e 40%, respectivamente (Tabela 5). Como ilustração do processo de transferência, uma empresa teve que desenvolver e fabricar um microprocessador de baixo consumo energético para atuar no ambiente hermético de um subsistema do satélite. Os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento e adaptação desse componente serviram para conceber e construir um equipamento médico-hospitalar cujo requisito era justamente o de ter um baixo consumo energético para poder funcionar ininterruptamente alimentado por baterias.

A importância relativa dos impactos organizacionais do programa é destacável, alcançando praticamente 29% do total de impactos, ao passo que nas avaliações do programa espacial europeu e canadense, essa proporção ficou abaixo dos 20% (Tabela 5). O conhecimento em matéria organizacional do Inpe foi muito importante para as empresas que atuaram no CBERS. O conhecimento teve duas importantes dimensões. A primeira, diz respeito à forma de gerenciar projetos. Um conjunto menor de empresas participou da fase de desenho do projeto CBERS. Para isso, elas tiveram que se adequar aos procedimentos extremamente puxados usados pelo Inpe em matéria de documentação. Estes procedimentos foram reaproveitados em novos projetos da empresa, possibilitando importantes economias do tempo de retrabalho, que costumavam ocorrer quando algum problema era identificado numa etapa posterior do projeto. Deve-se salientar, que a delegação chinesa indicou um tipo de aprendizagem semelhante, resultante da adoção dos métodos de formalização dos procedimentos de projetos usados pelo Inpe.

Tabela 5: Comparação de resultados de estudos de avaliação do setor espacial

Impactos\Estudos	ASE 1980	ASE 1988	Canadá 1989	CBERS 2001
Tecnológicos	25%	43%	40%	36,6%
Organizacionais	19%	7%	18%	28,7%
Comerciais	27%	8%	18%	---
Recursos Humanos	29%	41%	24%	34,7%
Impactos/Custos	2,9	3,2	3,5	0,43

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2001

Os impactos organizacionais de métodos foram mais frequentes e mais importantes, por abrangerem um maior número de empresas. As empresas que participaram do programa CBERS passaram a incorporar rotinas de qualidade muito mais estritas, o que as tornou aptas a competir por novos projetos tanto na área espacial como fora dela, em que se estabeleciam fortes exigências nesse tópico.

A ausência de impactos comerciais é, sem dúvida nenhuma, um dos resultados mais surpreendentes da avaliação do CBERS. Ela revela dois fenômenos importantes. De um lado, a falta de conhecimento dos diversos mercados de alta tecnologia existentes no Brasil sobre os requisitos de qualidade e segurança da tecnologia espacial para o desenvolvimento e fabricação de equipamentos. Por outro lado, os procedimentos de qualidade do setor espacial

ainda são pouco valorizados por mercados do setor eletrônico onde predomina a preocupação com baixos custos e grandes volumes de produção.

Os impactos em recursos humanos são substanciais, aproximando-se de 35% dos impactos totais. Eles revelam que o programa foi decisivo para a consolidação de uma importante massa crítica de conhecimentos tecnológicos junto ao setor empresarial. Para os fornecedores de segunda linha, o CBERS foi decisivo para deslanchar empresas que, posteriormente, lograram se consolidar nesse campo. Para os fornecedores de primeira linha, o CBERS foi muito importante para preservar e aperfeiçoar competências formadas anteriormente, em função de encomendas militares e, em alguns casos, do ambiente da reserva de mercado do setor de informática, o qual era mais propício ao desenvolvimento tecnológico autônomo. Tanto o encerramento do protecionismo, como a queda das encomendas militares no início da década de 90, motivou a desmobilização de recursos humanos que encontraram no CBERS uma oportunidade para permanecer nessas empresas atuando na área espacial.

7.3. IMPACTOS POR ÁREAS DE APLICAÇÃO

Grande parte dos *spin-offs* do Programa CBERS puderam ser subdivididos em três grandes áreas de aplicação: espacial, defesa e civil. Os *spin-offs* devem ser entendidos e interpretados dentro do contexto das trajetórias tecnológicas de cada uma dessas empresas. As empresas maiores atuavam em diversos mercados antes do CBERS, enquanto as menores eram especializadas em um único nicho tecnológico. Em razão da queda do gasto governamental na área espacial, que ocorreu após o encerramento dos contratos do CBERS em 1998, observou-se uma forte inclinação de todos os fornecedores em buscar diversificar seus nichos de mercado de forma a sobreviver às oscilações de demanda dos produtos de alta tecnologia no país.

Os impactos em recursos humanos, mais relacionados a atividades meios do que fins, não se prestaram à divisão por áreas. De forma que um importante subconjunto dos impactos do CBERS, correspondente a R\$ 12.270,62, ou a 63,9% do total, pode ser classificado por área. A repartição dos diferentes tipos de impactos indiretos por área (espacial, defesa e civil) revela importantes características dos *spin-off* do programa espacial brasileiro (Tabela 6).

Observa-se que os impactos estão repartidos de forma relativamente homogênea entre as áreas, aproximadamente um terço para cada uma, sendo

que a civil se posiciona em primeiro lugar, a de defesa em segundo e a espacial em terceiro.

Tabela 6: Impactos por área de aplicação (em %)

Área\Impacto (%)	Tecnológico Produto	Tecnológico Serviço	Organizacional Gestão de Projetos	Organizacional Método	Total
Espacial	40,02	0	6,23	93,53	29,99
Defesa	8,99	0	89,64	0,00	33,54
Civil	50,99	100,0	4,13	6,47	36,47
Total	46,43	10,83	33,00	9,74	100,0 12.270,62 (Mil R\$)

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2001

Apesar dos problemas de transferência de tecnologia detectados nas entrevistas, a área civil foi, com 36,4%, a mais beneficiada pelos impactos indiretos do CBERS. Isto revela que apesar das dificuldades de transferência apontadas anteriormente, o setor civil abriu importantes oportunidades para o aproveitamento dos conhecimentos e competências adquiridas durante o programa. A importância da área civil está bastante relacionada ao financiamento público da pesquisa tecnológica. Diversos projetos obtiveram financiamento de agências governamentais como a Finep e a Fapesp. Mas observaram-se também impactos decorrentes de contratos com a iniciativa privada.

A área de defesa ocupa a segunda posição. Este fato confirma que há uma certa proximidade tecnológica entre essa área e a de defesa. Algumas empresas, que atuavam anteriormente na área militar e aeronáutica, participaram do CBERS. Em certos casos, as empresas usaram suas competências da área de defesa para se capacitar na espacial, constituindo o que denomina-se de *spin-in*. Essas empresas retornaram ao segmento militar após o encerramento dos contratos, utilizando-se de determinados conhecimentos adquiridos no CBERS. A aprendizagem, sobretudo organizacional, obtida junto ao Inpe foi importante para o desenvolvimento de tecnologia de defesa ligada a controle remoto e transmissão de dados.

A área espacial, apesar de sua maior proximidade tecnológica, está colocada em terceiro lugar, com um pouco menos de 30% dos impactos⁵. Isto revela que o setor espacial atravessou um período de relativo marasmo

⁵ No estudo de 1988, o Beta achou que os impactos relacionados à área espacial eram de 20% e que eles se situavam em última posição em relação às três áreas.

após o encerramento dos principais contratos de fabricação do Programa CBERS, em 1997. O projeto do SCD3 não conseguiu decolar⁶, como não decolaram os projetos dos satélites de sensoriamento remoto SSR da MECB. Isto deixou a indústria praticamente sem alternativa de expansão.

Um aspecto importante consiste em analisar como cada tipo de impacto indireto se reparte entre as três áreas de aplicação. Os impactos tecnológicos de produto, os quais representam 46,4% dos impactos, se concentram muito na área civil (50,99%) e na área espacial (40,02%). Menos de 10% dos impactos tecnológicos de produto ocorrem na área de defesa. Os impactos tecnológicos de serviços ocorreram exclusivamente na área civil. Deduz-se dessa leitura que a maior parte dos impactos da área civil são tecnológicos. Por conseguinte, nessa área a forma de transferência mais frequente concerne ao conhecimento tecnológico. Esses conhecimentos podem ser mais facilmente reaproveitados porque há uma grande diversidade de aplicações possíveis que se estendem aos campos científico, de informática, de telecomunicações, aeronáutico civil, automação industrial, instrumentação biomédica etc. A área espacial, pela sua grande proximidade tecnológica com esses setores, proporciona melhores condições para a transferência de conhecimentos tecnológicos, sobretudo em tecnologia de produto.

Os impactos organizacionais e tecnológicos se repartem de forma substancialmente diferente entre as áreas. Os impactos organizacionais de gestão de projetos, que representam 33% do total de impactos classificáveis, estão muito concentrados na área de defesa (89,6%). Este aspecto é muito interessante, pois revela profundas diferenças entre os *spin-offs* segundo a área de aplicação. O tipo de conhecimento obtido pelas empresas na gestão de projetos foi preponderantemente aplicado ao desenvolvimento de produtos militares. Os procedimentos, que eram pouco frequentes na área de defesa, possibilitaram importantes economias de tempo, reduzindo os tempos de retrabalho dos projetos. A passagem pelo CBERS possibilitou às empresas, que estiveram de alguma forma relacionadas ao desenho de equipamentos, adquirirem conhecimentos sobre a forma de documentar projetos de desenvolvimento que foram extremamente úteis para a obtenção de contratos novos na área de defesa.

Os impactos organizacionais em métodos estão, sobretudo, concentrados na área espacial (93,5%). A concentração revela um outro aspecto da

⁶ Foram feitas três licitações entre 1996 e 1998 do SCD3, todas elas suspensas por conta de problemas judiciais derivados da contenda entre os grupos concorrentes de fornecedores nacionais.

transferência de conhecimentos decorrentes do CBERS. Os métodos de qualidade aprendidos no programa foram importantes, principalmente, para abrir novos mercados na área espacial. Com efeito, um conjunto de empresas capacitou-se por meio do CBERS em procedimentos de qualidade, conquistando posteriormente novos contratos nessa área. Essa forma de aprendizagem esteve, em muitos casos, associada à transferência de tecnologia para novos produtos. Entretanto, a forma de aprendizagem organizacional foi de pouca utilidade nas outras áreas de aplicação, devido ao nível excessivo das exigências de qualidade existentes na área espacial.

7.4. IMPACTOS POR GRUPOS DE EMPRESAS

Este artigo distingue dois grupos de empresas. O primeiro constituído por empresas de médio porte que antecederam ao Programa CBERS e que tinham tradição na indústria de informática e de defesa. As empresas foram contratadas pelo Inpe como fornecedores de primeira linha. O segundo grupo constitui-se de empresas de origem recente que incorporaram, em grande parte, os técnicos oriundos da diáspora das principais organizações do complexo aeroespacial e militar de São José dos Campos, no final dos anos 80 e início dos 90. As empresas assumiram o papel de fornecedores de segunda linha no programa.

Tabela 7: Impactos do CBERS por grupos de empresas (em mil R\$ e %)

	Fornecedores de Primeira Linha		Fornecedores de Segunda Linha	
Custo Total	22.524,98		22.361,03	
Impactos Tecnológicos – Novo Produto	1.263,74	12,25	4.444,60	50,09
Impacto Tecnológico – Novo Serviço	1.248,21	12,10	71,87	0,82
Impacto Organizacional Gerenciamento de Projetos	3.089,46	30,36	928,85	10,47
Impacto Organizacional Métodos	347,16	3,36	1.144,69	12,90
Impactos em RH Massa Crítica	4.313,47	41,82	2.282,87	25,73
Impactos em RH Treinamento	54,69	0,53	0,00	0,00
Impacto Total	10.318,74	100,00	8.872,88	100,00
Impacto/Custo Média Aritmética	0,46		0,40	
Desvio Padrão	0,39		5,56	
	0,24		10,34	

Fonte: Pesquisa Unicamp, 2001

Observa-se, na Tabela 7, uma grande semelhança entre os dados agregados desses dois grupos de empresas. A amostra está composta de quatro empresas em cada grupo. O volume absoluto de impacto total e de custo de cada grupo é bastante próximo um do outro. Mesmo assim, o coeficiente impacto/custo dos fornecedores de primeira linha (0,46) é levemente superior ao de segunda (0,40).

Os resultados agregados, entretanto, dissimulam importantes diferenças intragrupo. Assim, as empresas do grupo de fornecedores de primeira linha apresentam um padrão de resultados bastante homogêneo, o qual pode ser percebido nos valores da média aritmética (0,39), que é próxima ao resultado acumulado, e do desvio padrão (0,24), que é relativamente baixo e inferior à média. O mesmo não ocorre com o grupo dos fornecedores de segunda linha, onde esses valores de 5,56 e de 10,34, respectivamente, são muito superiores ao resultado acumulado, indicando uma forte variação dos resultados entre empresas. Isto revela que o segundo grupo é mais heterogêneo. Determinadas empresas tiveram um forte engajamento no CBERS, porém não apresentaram um volume de impactos indiretos muito significativo. Em compensação, algumas empresas tiveram um comprometimento relativamente limitado, mas souberam tirar melhor proveito do aprendizado obtido com o programa. O grupo reúne as empresas com o menor e o maior coeficiente impacto/custo da amostra.

As diferenças mais substantivas entre os dois grupos ficaram por conta da distribuição relativa dos impactos. Novamente, comprovou-se uma certa especialização dos impactos indiretos, só que por tipo de grupo desta vez. O grupo dos fornecedores de segunda linha tiveram sobretudo impactos tecnológicos, que representam quase a metade do total de impactos do grupo. Essas empresas, que eram relativamente menores e mais especializadas, demonstraram maior habilidade em transferir conhecimentos tecnológicos de uma área ou de um produto para outro.

O fato das pequenas empresas terem mais impactos tecnológicos não chega a constituir uma prova de que elas são mais flexíveis do que as médias. Na realidade, isto indica apenas que as pequenas empresas, cuja origem está vinculada ao programa, aprenderam mais tecnologicamente com a sua execução. Já para os fornecedores de primeira linha, que detinham uma boa experiência na área de defesa e de informática, a aprendizagem ocorrida resultou em impactos indiretos distintos.

Os fornecedores de primeira linha capitalizaram mais os resultados do programa formando importantes equipes de trabalho. Os impactos na formação de massa crítica foram de 41,8%. Esse grupo também teve maior propensão para engendrar impactos organizacionais, principalmente de gerenciamento de projetos. Isso demonstra que as empresas desse grupo não aproveitaram tanto os conhecimentos obtidos no CBERS em aplicações tecnológicas, a não ser na gestão de projetos. As empresas desse grupo tiveram uma maior participação na parte de desenho do CBERS, o que lhes proporcionou uma valiosa experiência, que foi posteriormente capitalizada na área da defesa, como vimos anteriormente.

8. CONCLUSÃO

O CBERS representa um marco importante para as políticas setoriais verticais da década de 90. Essas políticas se pautaram no campo da tecnologia civil, pela busca da cooperação tecnológica internacional. Neste contexto, o CBERS foi o primeiro programa de desenvolvimento tecnológico da área espacial feito em parceria com outro país do Terceiro Mundo. Apesar da nova roupagem, o programa deve ser situado dentro do contexto da continuidade das políticas das duas principais instituições do setor espacial (o CTA e o Inpe) de formação e capacitação de uma rede de fornecedores nacionais.

Com efeito, o CBERS constituiu-se em um marco importante da trajetória da indústria espacial brasileira por diversas razões. Em primeiro lugar, ele foi essencial para deslançar a política de capacitação de fornecedores nacionais no campo de satélites. Esta política já havia sido iniciada pelo CTA, durante a década de 80, para os fornecedores do subprograma do VLS. Com o CBERS, o Inpe obteve recursos suficientes para dar maior amplitude aos seus esforços de formação de uma rede de fabricantes nacionais no campo de satélites, que haviam sido iniciados timidamente com o projeto do SCD 1.

Em segundo lugar, o programa CBERS foi decisivo para consolidar a cooperação internacional em matéria de satélites no país. Foi de certa forma um desfecho lógico ao descompasso verificado na MECB entre o subprograma de satélites, coordenado pelo Inpe, e o subprograma do lançador, coordenado pelo CTA (Costa Filho, 2000). Ele permitiu, ao construir um satélite de grande porte, que a capacitação do Inpe pudesse dar um salto qualitativo à frente na área de satélites sem ter que esperar que o CTA se capacitasse a desenvolver um lançador do mesmo porte. Após o sucesso do CBERS, o Inpe e a AEB deram continuidade a essa estratégia de usar a

cooperação internacional para avançar na capacitação do campo espacial civil. São exemplos dessa nova postura, a participação brasileira no programa da estação espacial internacional (ISS), a continuidade do programa CBERS (3 e 4), o projeto do Sabia 3, com a Argentina e o projeto do Saci com o CNES.

Em terceiro lugar, o programa criou mais uma alternativa de financiamento para o Inpe, que pode dar continuidade à sua política de capacitação tecnológica interna e de fornecedores locais, apesar da falta de recursos enfrentada pela MECB a partir de meados da década de 80, época em que a cooperação com os chineses começou a ganhar formas mais definidas.

Os resultados da nova orientação do programa espacial brasileiro ainda são contraditórios. Uma avaliação, principalmente da política de cooperação internacional foge ao escopo deste artigo e mereceria um estudo específico. Este trabalho enfatiza os desdobramentos do programa CBERS sobre a qualificação e a capacitação tecnológica dos fornecedores locais, e de como essa capacitação melhorou o desempenho econômico dessas empresas. Nesse aspecto, o programa representa a continuidade da política de capacitação de fornecedores nacionais inaugurada a partir da MECB.

A política do Inpe de capacitação dos fornecedores locais obteve resultados parciais. Um grupo de empresas se capacitou e forneceu uma parcela substancial dos equipamentos da parte brasileira do programa, o objetivo maior do Inpe de levar um fornecedor de primeira linha a assumir o papel de contratante principal não vingou. A empresa se encarregaria de coordenar os esforços de fabricação das demais e seria responsável por todas as tarefas de fabricação e montagem. Várias tentativas foram feitas nesse sentido, todas elas fracassadas. No início do programa, a Embraer desistiu de assumir esse papel causando um importante contratempo. Em meados da década de 90, a falência da Esca frustrou os intentos do Inpe de colocar essa empresa na posição de contratante principal do programa.

Até os fornecedores de primeira linha tiveram um destino incerto durante e após a conclusão do programa, revelando as enormes dificuldades de sobrevivência da indústria nacional de alta tecnologia. Após a conclusão do programa, dois fornecedores de primeira linha fecharam suas atividades nos segmentos de defesa e espacial (Elebra e Tecnasa-Tectelcom), desmobilizando fisicamente as equipes. As incertezas do gasto público nas duas áreas e uma administração pouco profissional estão na base das decisões tomadas pela direção dessas duas empresas.

A fraqueza da indústria de alta tecnologia explica porque os *spin-offs* derivados do programa não adquiriram uma dimensão tão significativa quanto nos países desenvolvidos. Grandes empresas são as que apresentam melhores condições de capitalizar os ganhos obtidos com programas de alta tecnologia. As empresas que atuam em uma vasta gama de nichos tecnológicos têm condições de transferir conhecimentos de uma área para outra.

Por outro lado, a fraqueza de um mercado nacional de produtos de alta tecnologia, capaz de valorizar a importância da atuação na área espacial como atributo de qualidade, representa um importante obstáculo para que as empresas capitalizem os conhecimentos adquiridos durante o programa espacial. A lógica dominante da concorrência no setor eletrônico brasileiro está pautada, preponderantemente, pelos bens de consumo, em que dominam as economias de escala, pouco presentes na área espacial, e não incentiva o uso de processos muito exigentes em termos de qualidade, como salas limpas e procedimentos rigorosos na montagem de circuitos. A indústria de instrumentação, de maior complexidade tecnológica, está ainda pouco desenvolvida no país e atravessou um processo de involução produtiva durante a década de 90.

Apesar desse conjunto complexo de obstáculos, nosso estudo revelou que o programa CBERS havia gerado importantes *spin-offs*. No cômputo geral, os fornecedores apresentaram uma relação de impacto/custo de 0,43. Este resultado, relativamente baixo, decorre principalmente do fato dos recursos se destinarem a algumas empresas que não tinham condições de capitalizar a aprendizagem obtida em função do CBERS. De forma que a média aritmética do coeficiente impacto/custo (2,97) se posiciona num patamar bastante superior ao coeficiente acumulado.

Esses impactos foram, por ordem de importância, tecnológicos (36,6%), em recursos humanos (34,7%) e organizacionais (28,7%). Embora, em terceira posição, os impactos organizacionais decorrentes do programa CBERS revelaram-se muito importantes e estiveram proporcionalmente acima dos demais estudos que utilizaram a metodologia do Beta. A ausência de impactos comerciais mostrou a falta de uma cultura nos mercados consumidores que valorizasse a participação no programa espacial como sendo um elemento concorrencial distintivo. Pelo contrário, comprovou-se neste estudo que certificações como a ISO 9000 eram muito mais valorizadas, embora implicassem em requisitos de qualidade inferiores.

A divisão dos impactos por área revelou que cada tipo de impacto indireto (tecnológico, organizacional) se concentrava em áreas específicas. Assim, os impactos tecnológicos ocorreram preferencialmente na área civil e, em menor medida, na área espacial. Já os impactos organizacionais em gestão de projetos destinaram-se, sobretudo, à área militar, enquanto que os impactos em métodos voltaram-se para a área espacial.

Os impactos por grupo de empresas (fornecedores de primeira e segunda linha), apesar de próximos em nível agregado, revelaram-se muito diferentes por modalidade de impacto. Os impactos tecnológicos eram muito importantes para os fornecedores de segunda linha, enquanto que os impactos organizacionais e em recursos humanos eram mais importantes para os fornecedores de primeira linha. Os fornecedores de segunda linha, por serem pequenas empresas, mostraram-se mais propensos em transferir conhecimentos tecnológicos para novas aplicações. Ao passo que os fornecedores de primeira linha, ao possuírem experiência prévia nas áreas de defesa e aeronáutica, aproveitaram mais os conhecimentos organizacionais na área militar.

Essa avaliação de impactos econômicos é a primeira do gênero aplicado ao setor espacial no Brasil e muito provavelmente, em um país de Terceiro Mundo. Ela foi muito importante para entender melhor os elos existentes entre o instituto público de pesquisa, responsável pela coordenação dos esforços na área de satélites espaciais no país, e os fornecedores nacionais. Permitiu descrever, com bastante precisão e exatidão, o volume e tipo de impacto indireto que foi gerado por esse programa espacial. Em função de que abre-se a porta para discutir uma agenda dos principais problemas que afligem a indústria de alta tecnologia no país e sobre os mecanismos que permitiriam atenuar alguns desses problemas no futuro. Entre os aspectos a serem destacados, ressalta-se a continuidade na política de compra a fornecedores nacionais na área espacial e os incentivos e mecanismos de financiamento que facilitem os *spin-offs* dessa indústria para outras de alta tecnologia.

O principal desafio para que se constitua uma rede coerente de fornecedores nacionais fica ainda sendo o da consolidação de um campeão nacional que venha a assumir a posição de contratante principal. Embora a Embraer seja a candidata natural a essa posição, a estratégia da empresa tem consistido em buscar se esquivar da incumbência, que lhe cabe dentro do sistema nacional de inovação brasileiro. A tentativa que foi feita para que ela assu-

⁷ Participam da Espacial, as empresas Equatorial Sistemas, Digicon, Compsis, Cenic, Avibrás, Atech, Akaer, Aeroeletronica, Mectron e Fibraforte.

misse esse papel, dentro do programa da estação espacial internacional, não tem dado muito resultado até agora. A irregularidade do gasto público no programa, aliada ao não cumprimento da política setorial por parte do governo, não faz mais do que corroborar o acerto da estratégia da Embraer.

As empresas remanescentes atuantes nos segmentos do setor espacial se uniram recentemente numa nova empresa, denominada de Espacial⁷. A empresa busca solucionar um dos principais problemas para a continuidade da política de compra do INPE que foram as sucessivas invalidações das licitações da plataforma do SCD3. Com a Espacial, as empresas do setor espacial estabeleceram uma divisão do trabalho entre si por intermédio da qual minimizam as possibilidades de conflitos internos. Por outro lado, a Espacial também postula assumir o papel de contratante principal do setor espacial brasileiro que permanece um dos principais gargalos da política de qualificação de fornecedores nacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bach L. & Lambert G. (1992) "Evaluation of socio-economic effects of European Community R&D programmes in the SPEAR network" in *Research Evaluation*, vol 2 N. 1, april.

Bach, L. Cohedent, P. Lambert, G. Ledoux, M. J.(1992) : Measuring and Managing spin-offs Generated by ESA programs. In Greensberg, J. S. and Hertzfeld *Progress in Astronautics and Aeronautics: Space Economics* Boulder, Colorado: American Institute of Aeronautics and Astronautics inc. p. 171-206. v.144.

Bach L., Molist N.C., Ledoux M.J., Matt M. & Schaeffer V.(1994), "Evaluation of the Economic Effects of Brite-Euram Programs on the European Industry" in *Anais do Eunetics Conference: Evolutionary Economics of Technichal Change: Assessment of results and new frontiers*, Strasbourg, October 6-7-8, pp.971-996.

Bach, L., Furtado, A. e Lambert, G. (1999) "Variété des Programmes de R&D, Variété des Méthodes d'Évaluation, Variété des Effets Économiques – Quelques Enseignements tirés de l'Application de la Méthode du BETA à Différents Programmes de R&D", em Workshop Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D, *Textos Para Discussão N. 29*, DPCT/IG/UNICAMP, pp. 10-43.

Bastos, M.I. & Cooper, C. (1995) *Politics of technology in Latin America*, London, Routledge, UNU.

Branscomb, L. (1993) *Empowering Technology*. MIT Press. Cambridge, Mass.

Brooks, H. (1986) National science policy and technological innovation. In Landau R. e Rosenberg, N. (eds) *The positive sum strategy*. National Academy of Press. Washington DC.

Callon, M. , Laredo, P. e Mustar, P. (1995) *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie. L'évaluation des programmes*. Economica. Paris.

Cohendet P. e Lebeau A. (1987) *Choix Stratégiques et Grands Programmes Civils*. Economica. CPE. Paris.

Costa Filho, E. J. (2000): A Política Científica e Tecnológica no Setor Aeroespacial Brasileiro: da Institucionalização das Atividades ao Fim da Gestão Militar – uma análise do período 1961-1993. Dissertação de Mestrado em Política Científica e Tecnológica, Departamento de Política Científica e Tecnológica. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) 218 p.

Ergas H. 'Does Technology Policy Matter?' in Guile B. R e Brooks H. (1987) *Technology and Global Industry - Companies and Nations in the World Economy*, National Academy Press, Washington, D.C.

Folha de São Paulo (2002), "Espaço: Brasil lança novo satélite em parceria com China", p. A 18, 11 de Julho de 2002.

Foray, D. e Gibbons, M. (1996) "Discovery in the context of application". In *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 53, n. 3, pp. 263-277.

Furtado, A., Freitas, A. G.; Muller, N.; Suslick, S.; Bach, L. (1997) "La Evaluación de Grandes Programas Tecnológicos: algunas reflexiones introductorias y metodológicas sobre el caso del Programa de Aguas Profundas de Petrobras - Procap 1000", in *Anais do VII Seminário Latino-Americano de Gestão Tecnológica ALTEC-97*, La Habana, outubro.

Furtado, A. (1999), "Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D", em Workshop Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D, *Textos Para Discussão* N° 29, DPCT/IG/UNICAMP, pp. 3-9.

Furtado, A.; Suslick, S.; Muller, N.; Freitas, A. G.; Bach, L. (1999) "Assessment of direct and indirect effects of large technological programmes: Petrobras Deepwater Programme in Brazil", in *Research Evaluation*, Vol. 8, N. 3, December 1999, pp. 155-163.

Furtado, A. e Costa Filho, E. J. (2001), *Avaliação dos Impactos Econômicos do Programa CBERS: Um Estudo dos Fornecedores do Inpe*, Relatório Final, DPCT/IG/UNICAMP, Campinas, Novembro (submetido a publicação dos Textos para Discussão do DPCT).

Griliches, Z. (1987) "R&D and productivity: Measurement issues and econometric results". In *Science*, 237, pp. 31-35.

Hertzfeld, H. R. (1998): *Space as an Investment in Economic Growth* in J. M. Logsdon (ed.), *Exploring the Unknown*, Selected Documents in the History of the U.S. Civilian Space Program, Volume III: Using Space, The NASA History Series, NASA, Washington, D.C.

Mansfield, E. (1991), "Academic research and industrial innovation". In *Research Policy*, vol. 20, pp. 1-12.

National Science and Technology Council (1996) *Assessing Fundamental Science*, July, Washington, DC.

OCDE, 1992, *La Technologie et l'Economie - les relations déterminantes*, Paris.

OECD (1995), *Impacts of National Technology Programmes*, OECD, Paris.

Pimenta-Bueno J. A. e Ohayon P. (1992), "Subsídios para Formulação de Mecanismos de Apoio aos Programas Mobilizadores Integrantes do PACTI", *Anais do*

XVIII Simpósio Nacional de Gestão da Inovação Tecnológica, 26-28 de outubro, São Paulo, SP.

Santana, C. E. & Coelho, J. R. B. (1999) : O Projeto CBERS de Satélites de Observação da Terra In *Parcerias Estratégicas*, CEE/MCT, n. 7, pp. 189-196.

Smith, K. (1995), Peut-on mesurer les effets économiques de la R&D? in Callon, M., Laredo, P. e Mustar, P. (org.) *La gestion stratégique de la recherche et de la technologie*. L'évaluation des programmes. Economica. Paris.

Tapia, J. R. B. (1995): O Desenvolvimento de Produtos Complexos: O Caso do Satélite Brasileiro, In Coutinho, L. G. et alli, *Telecomunicações, Globalização e Competitividade*, Campinas: Papyrus.

Teracine, E. (1999): Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais, in *Parcerias Estratégicas*, n. 7, pp. 43-74.

Tigre, P. B.(1993) "Industrial Policies in a Changing World: Brazilian Transition to the New Paradigm", *paper* prepared to UNU/INTECH, Maastricht, june 21-23.

Tigre, P.B., Cassiolato, J.E., Szapiro, M. H. de S. e Ferraz, J.C. (2000) "Mudanças Institucionais e Tecnologia: Impactos da Liberalização sobre o Sistema Nacional de Inovações", in R. Baumannn (org.) *Brasil - Uma Década de Transição*, CEPAL e Ed. Campus, Rio de Janeiro.

Resumo

Este artigo apresenta os principais resultados de um estudo de avaliação dos impactos econômicos do Programa do Satélite Sino-Brasileiro CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) junto aos fornecedores nacionais de equipamentos. O estudo se apóia em metodologia de corte microeconômico, que busca quantificar os impactos indiretos resultantes de várias formas de aprendizagem. Os resultados do estudo possibilitam a comparação internacional e oferecem um quadro sistemático das principais dificuldades e desafios que a rede de fornecedores de produto de alta tecnologia enfrenta no país.

Abstract

This article presents the main results of an economic evaluation study of the satellite program CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite) on the Brazilian equipment suppliers. The study is based on a microeconomic approach, which aims to evaluate the indirect impacts resulting from different kind of learning obtained during the program execution. The results allow an international comparison and offers systematic picture of the main difficulties and challenges that face local supplier's networks of high-tech products.

Os Autores

ANDRÉ TOSI FURTADO. É graduado e doutor em Economia pela Universidade de Paris I, professor livre-docente do Departamento de Política Científica e Tecnológica

(DPCT), da Unicamp. Atualmente é responsável pela linha de pesquisa e avaliação de grandes programas tecnológicos.

EDMILSON JESUS COSTA FILHO. É graduado em Economia pela UFPE e aluno de doutorado do programa de pós-graduação em Política Científica e Tecnológica da Unicamp. Participa da linha de pesquisa sobre avaliação de grandes programas tecnológicos do DPCT-Unicamp.