LUCIANA OLIVEIRA TELLES

O PAPEL DOS INSTITUTOS PÚBLICOS DE PESQUISA NO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E NA COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia

São Paulo

2011

LUCIANA OLIVEIRA TELLES

O PAPEL DOS INSTITUTOS PÚBLICOS DE PESQUISA NO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E NA COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Renato de Castro Garcia.

Co-orientador: Prof. João Fernando Gomes Oliveira.

São Paulo

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Telles, Luciana Oliveira
O papel dos institutos públicos de pesquisa no desenvolvimento tecnológico e na cooperação universidade-empresa / L.O. Telles. -- São Paulo, 2011.
250 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Institutos de pesquisa 2. Tecnologia (Desenvolvimento) 3. Cooperação universidade-empresa I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

Agradeço a Deus,
ofereço ao meu País.

AGRADECIMENTOS

Em grande medida, uma tese de doutorado é um empreendimento coletivo. Deste modo, agradeço a todas as pessoas que estiveram envolvidas na realização deste trabalho.

Aos meus pais, Dalmo e Maria Lúcia, pelos exemplos de fé, força e perseverança.

Ao Prof. Renato Garcia, pela orientação sensível, atenta e criteriosa e pelo apoio e confiança em todas as horas desta pesquisa.

Ao Prof. João Fernando, co-orientador, pela competência e oportunidade de trabalho no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT.

Ao Prof. João Furtado, educador exemplar durante todos estes anos de Doutorado, por sua generosidade e incentivo na realização deste trabalho, pela oportunidade de frequentar as reuniões do GEID e pelos ñpuxões de orelhaò ao longo deste percurso. De uma forma especial, agradeço por ter tornado possível a pesquisa de campo realizada, disponibilizando os recursos do projeto temático da FAPESP, ñInterações de Universidades/Institutos de Pesquisa com Empresas Industriais no Brasilò. As pesquisas de campo contribuíram para o conhecimento e reflexão mais consistente sobre as experiências recentes dos institutos de pesquisa.

Ao Prof. Wilson Suzigan, coordenador do projeto da FAPESP, pelo importante apoio recebido para a realização das viagens internacionais.

Agradeço a participação e contribuição dos Professores Titulares e Suplentes da Comissão Julgadora deste trabalho, respectivamente: Prof. Dr. Carlos Américo Pacheco, Prof. Dr. Roberto Verlmulm, Prof. Dr. Sérgio Luiz Monteiro Salles Filho; Prof. Dr. Abraham Sin Oih Yu, Prof. Dr. Guilherme Luís Roehe Vaccaro, Profa. Dra. Márcia Siqueira Rapini, Prof. Dr. Davi Noburo Nakano e Prof. Dr. Reinaldo Pacheco da Costa.

À Monica Frigeri, pela disponibilidade nos trabalhos relacionados à viagem.

Ao Lucas Telles, irmão querido e muito amado, pelas cuidadosas revisões da língua portuguesa e simplificação do texto, tornando-o mais elegante e de leitura mais agradável.

Ao Alex Vallone, meu colega de trabalho no IPT, por todas as bonitas ilustrações deste estudo e por sua constante ajuda nos momentos em que eu tive que me ausentar do trabalho no IPT para dedicar ao doutorado.

A Fernando Landgraf, Diretor de Inovação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo ï IPT, pelo apoio constante durante este período de trabalho no IPT e ao longo do doutorado.

À Edna Gubitoso, pela cuidadosa revisão do trabalho para adequação às normas.

À minha amiga Cornelia Huelsz, pelas dicas e ajudas relacionadas a hospedagens, transporte e a todos os assuntos necessários para uma pessoa não ficar perdida na Alemanha.

À gentil Sabine Krieg, Business Development do Fraunhofer IGB, por toda a sua ajuda em encontrar as pessoas certas para participar da pesquisa de campo nos Institutos Fraunhofer.

A todos os funcionários da embaixada do Brasil na Coreia do Sul, exemplos de solidariedade, cooperação e força junto aos tristes acontecimentos do Japão. Agradeço-lhes pelas condições de trabalho durante as três semanas neste pais.

Ao Sr. Edmundo Fujita, embaixador do Brasil na Coreia do Sul, pela recepção atenciosa e oferta de local de trabalho na embaixada durante as três semanas de estadia no país.

A Daniel Fink, assessor de ciência e tecnologia da embaixada brasileira na Coreia do Sul, pela preciosa ajuda e empenho nas tentativas de agendamento das entrevistas, e de todas as atividades para mudar o rumo da viagem do Japão para a Coreia do Sul.

A todos os funcionários e pesquisadores das instituições visitadas, pelos muitos afazeres relacionados à organização das agendas e das visitas, pela recepção

calorosa durante o período da pesquisa de campo nos institutos e pela dedicação das horas de trabalho para conversar e refletir sobre as suas experiências nestas entidades. São eles:

Nos Institutos Fraunhofer: Patrick Hoyer, Stefan Tröster, Günter Hörcher, Tobias Leismann, Bart van Duikeren, MarkusRöhner, Eckhard Hohwieler, Thorsten Sy.

A Tiago Klein, pesquisador brasileiro no Instituto Fraunhofer IPK, pelo agendamento das entrevistas e hospedagem durante duas semanas no seu escritório.

Na Coreia do Sul: Eunmi Park e M.H. Cho, da fundação que administra a Daedeok Innopolis, Mun-Su Park e Ye Sle Kim, da POSTECH, Prof. Kyoung Yong Jee, Hyun Chul Lee e Yeongwha Sawng, do ETRI, Prof. In-Soo Suh, Prof. Yong Yook Kim e Phill-Seung Lee, do KAIST.

Ao Prof. Byung Man Kwak, diretor do *Mobile Harbour Center*, por ter viabilizado a visita e as entrevistas com a sua equipe no KAIST e pelos documentos enviados sobre o projeto.

Aos professores Guilherme Vaccaro, Carlos Moraes e Jacqueline Coppetti, pela companhia nas visitas às entidades sul-coreanas, pela oportunidade de trocar impressões sobre as entrevistas e cujas companhias tornaram os finais de semana mais agradáveis.

Ao brasileiro Tomás Scherrer, aluno de pós-graduação no KAIST, por ter sido nosso anfitrião, obrigada pelas conversas sobre a vida na Coreia e por ter nos acompanhado nas visitas e viagens de Seul para Daejeon.

Na CSIRO: Scott Keyworth, Roslyn Hore, Kathy Dunn, Jan Bingley, Cecile Paris, Bruce Lee e Jack Steele.

Em especial, a Tom McGinness, Michael Edwards e Catherine Laws, pela cordialidade australiana e organização cuidadosa das visitas às unidades da CSIRO na Austrália.

Aos Diretores do AIST, Hiroki Yotsumoto e Koichi Sakuta, e ao assessor de assuntos internacionais, Osamu Yamada, pelo trabalho realizado por alguns meses

para a visita a este instituto. Ainda que as entrevistas não puderam se realizar, agradeço pelo profissionalismo e atenção nos meses que antecederam a visita a este Instituto de Pesquisa.

À minha querida prima Eliane Abreu, pela ajuda no acabamento deste documento.

Aos amigos e familiares por todo apoio e carinho nestes anos de trabalho.

RESUMO

Este trabalho investiga os projetos cooperativos de pesquisa coordenados por institutos públicos de pesquisa tecnológica (IPPs), com a participação de universidades, empresas e outros agentes do sistema de inovação. Considera-se que estas iniciativas possam ser um mecanismo para promover e acelerar a produção de inovações tecnológicas avançadas, tanto por permitir a reunião de diferentes e complementares capacitações, como por possibilitar a alavancagem de recursos financeiros. Nestes projetos, os IPPs têm aproveitado sua experiência em atividades nas fases intermediárias do processo de inovação para assumir o desafio de reunir os conhecimentos das ciências básicas e aplicadas, produzidos nas universidades, às suas capacitações tecnológicas, e aos conhecimentos das firmas sobre a produção e os seus negócios, com o objetivo de oferecer novas tecnologias para o mercado. Este trabalho também realiza um levantamento sobre as características dos IPPs e as formas como estas instituições têm se relacionado com as universidades e empresas. Para uma análise mais aprofundada destas experiências, foram selecionados três casos para a pesquisa de campo: o *Fraunhofer Innovation Clusters*, programa coordenado pelos Institutos Fraunhofer, na Alemanha, que apoia o desenvolvimento de projetos cooperativos entre agentes pertencentes a uma mesma região; o *National Flagship Program*, coordenado pela *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO), na Austrália; e por fim, os projetos *Mobile Harbour* e *Online Electric Vehicle* (OLEV), coordenados pelo *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST), na Coreia do Sul. A decisão de apresentar a experiência do KAIST, apesar da instituição ser uma universidade, deve-se ao fato de esta ser enriquecedora para os propósitos deste trabalho. Os casos estudados indicaram o elevado investimento público destas iniciativas. As equipes destas instituições também mostraram que a qualidade das pesquisas é o ponto de partida para que as empresas queiram cooperar com os IPPs. Em seguida, os pesquisadores apontaram a relevância da capacidade de gestão dos projetos pelas equipes dos IPPs. Os casos apresentados tornaram evidente que gerar inovação pressupõe a capacidade de administrar os diversos assuntos que poderão afetar a adoção das tecnologias e que as empresas podem contribuir nestes processos. As experiências indicaram também que as universidades têm participado nos projetos, solucionando problemas científicos que impedem o desenvolvimento das tecnologias. Os resultados mostram que estas iniciativas têm contribuído para a produção de inovação para seus países.

Palavras-chave: Institutos públicos de pesquisa, desenvolvimento tecnológico, cooperação universidade-empresa.

ABSTRACT

The role of public research institutes in technology development and in university-industry cooperation

This thesis investigates cooperative research coordinated by public research institutes (PRIs), with participation of universities, companies and other agents of the innovation system. It is considered that these initiatives may be a mechanism to promote and accelerate the development of advanced technological innovations, both by allowing the gathering of different and complementary capabilities, such as by allowing the leveraging of financial resources. In order to develop these projects, PRIs are assuming the challenge of joining the university basic and applied knowledge with their technological capabilities and the firmsôproduct development knowledge to propose high market value technologies. It is also identified some PRI characteristics and the ways these institutions have been working with universities and companies. For a more detailed analysis of their experiences, three cases were selected for field research: the *Fraunhofer Innovation Clusters*, a program coordinated by the Fraunhofer Institutes in Germany, which supports the development of cooperative projects between agents belonging to the same regions; the National Flagship Program, coordinated by the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), in Australia; and finally, the Mobile Harbour and Online Electric Vehicle (OLEV) projects, coordinated by the Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), in South Korea. The intention of presenting the KAIST experience is due to the fact that this may contribute to the purposes of this study, although it is a university. Cases studied indicated the high level of public investment in these initiatives. These institutions have also pointed the research quality as the starting point for cooperation with industry. Then, it was emphasised the ability of PRI members in project management. Experiences clarified that producing innovation requires the ability of managing various issues that may affect the adoption of technologies. It was also pointed that companies can contribute to these processes. These cases also showed that universities are participating by solving scientific problems that hinder the technology development. Conclusions are that these PRI initiatives are managing to contribute to produce relevant innovation to their countries.

Keywords: Public research institute, technology development, university-industry cooperation.

Lista de Ilustrações

Figura 1	O Modelo *Full Research* do AIST	95
Figura 2	Organograma da CSIRO (2010-11) e o exemplo do *Flagship* de ñAdaptação Climáticaò	149
Gráfico 1	Composição dos Recursos de Alguns Institutos Públicos de Pesquisa	71
Gráfico 2	Invenções e patentes dos Institutos Fraunhofer (2001-2010)	100
Gráfico 3	Evolução e composição do *National Flagship Program*	157
Gráfico 4	Dispêndios em P&D em relação ao PIB (2008)	225
Gráfico 5	Evolução do dispêndio em P&D dos países e percentual em relação ao PIB (1991-2007).	226
Gráfico 6	Número de pesquisadores por 1000 trabalhadores ativos (2009)	227
Quadro 1	Atributos para Caracterizar a Interação Instituto-Indústria	80
Quadro 2	IPPs e suas Experiências em Projetos Cooperativos com Universidades e Empresas	90
Quadro 3	Pesquisas Cooperativas entre IPPs, Universidades e Empresas e Áreas dos Projetos	91
Quadro 4	Projetos do *Fraunhofer Innovation Clusters*	103
Quadro 5	Planejamento do *Minerals Down Under Flagship*	152
Quadro 6	*Flagships*, seus objetivos e áreas temáticas	153
Quadro 7	Alguns Institutos da CSIRO participantes dos *Flagships*	156
Quadro 8	Projetos do *Technology Innovation Program* do NIST (2008-2009)	278
Quadro 9	Projetos no Modelo *Full Research* do AIST	279

Lista de Tabelas

Tabela 1	Publicações e Patentes de IPPs Selecionados (2010)	74
Tabela 2	Propriedade intelectual e Publicações da CSIRO de 2005/06 a 2009/10	146

Lista de abreviaturas e siglas

AIST	*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*
BAM	*Bundesanstalt für Materialforschung und ï prüfung (Federal Institute for Materials Research and Testing)*
CAS	*Chinese Academy of Sciences*
CMI	*Cambridge MIT Institute*
CSIR	*Council for Scientific and Industrial Research* (África do Sul)
CSIR	*Council of Scientific and Industrial Research* (Índia)
CSIRO	*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*
DFG	*Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation)*
EMI	*Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics, Ernst-Mach-Institut*
EPSRC	*Engineering and Physical Sciences Research Council*
ETRI	*Electronics and Telecommunication Research Institute*
FFE	*Fraunhofer Fosters Entrepreneurship*
FFM	*Fraunhofer Promotes Management*
FhG	*Instituto Fraunhofer*
ICT	*Fraunhofer Institute for Chemical Technology*
IFAM	*Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Applied Materials Research*
IPA	*Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation*
INT	*Instituto Nacional de Tecnologia*
IPK	*Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology*
IPPs	*Institutos Públicos de Pesquisa Tecnológica*
IPT	*Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo*
ISTK	*Korea Research Council for Industrial Science and Technology*
IZM	*Fraunhofer for Assembly and Packaging Technologies for*

	Microelectronics, Microsystems and Power Electronics
ITRI	*Industrial Technology Research Institute*
KAIST	*Korea Advanced Institute of Science and Technology*
KIST	*Korea Institute of Science and Technology*
KIT	*Karlsruhe Institute of Technology*
KRCF	*Korea Research Council of Fundamental Science and Technology*
KTA	*Knowledge Transfer Account*
MIT	*Massachusetts Institute of Technology*
MPG	*Max-Planck Society*
MRO	*Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Transport*
MultiMaT	*Multifunctional Materials and Technologies*
NIST	*National Institute of Standards and Technology*
NPL	*National Physical Laboratory*
OLEV	*Online Electric Vehicle*
POSTECH	*Pohang University of Science and Technology*
PTB	*Physikalisch-Technischen Bundesanstalt*
PTR	*Physikalisch-Technische Reichsanstalt*
TIP	*Technology Innovation Program*
TNO	*Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek* *(Netherlands Organization for Applied Scientific Research)*
TU	*Technische Universität Berlin*
USPTO	*United States Patent and Trademark Office*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....18

PARTE I - INSTITUTOS PÚBLICOS DE PESQUISA, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. 24

2 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INOVAÇÃO 25

2.1 As fontes do crescimento econômico e a natureza do processo inovativo...25

2.2 Os processos de *catch-up* 30

3 INSTITUIÇÕES E INOVAÇÃO 36

3.1 A abordagem dos sistemas de inovação 36

3.1.1 Modelo interativo de inovação 30

3.1.2 Infraestrutura de P&D pública e inovação industrial 43

3.1.3 P&D industrial 47

3.1.4 Projetos cooperativos 50

3.2 Intermediários 54

4 OS INSTITUTOS PÚBLICOS DE PESQUISA 61

4.1 Perspectiva histórica.....62

4.2 Vínculos com a Indústria.....65

4.3 Fontes de Financiamento e Diminuição dos Recursos Públicos 70

4.4 Publicações e Patentes 73

4.5 Fusões e reestruturações 75

4.6 Criação de Empresas e Privatizações 76

4.7 Projetos Cooperativos 78

PARTE II - AS NOVAS EXPERIÊNCIAS DOS IPPs E OS CASOS DOS INSTITUTOS FRANHOFER, DA CSIRO E DO KAIST.....82

5 AS NOVAS EXPERIÊNCIAS DOS IPPs EM PROJETOS COOPERATIVOS COM UNIVERSIDADES E EMPRESAS.....87

6 OS INSTITUTOS FRAUNHOFER E O PROGRAMA *FRAUNHOFER INNOVATION CLUSTERS*.....98

6.1 Os Institutos Fraunhofer.....98

6.2 O *Fraunhofer Innovation Clusters*.....101

7 A CSIRO E O *NATIONAL FLAGSHIP PROGRAM*.....142

7.1 O CSIRO.....142

7.2 O *National Flagship Program*.....150

8 A EXPERIÊNCIA DO KAIST NA COREIA DO SUL.....196

8.1 *Daedeok Innopolis*.....197

8.2 *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST).....200

8.2.1 *Mobile Harbour*.....202

8.2.2 OLEV ï *Online Electric Vehicle*.....209

8.3 Considerações.....218

9 LIÇÕES DAS EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS.....220

9.1 Características dos Sistemas Nacionais de Inovação e dos IPPs participantes da pesquisa de campo.....224

9.2 Principais aspectos das experiências dos Institutos Fraunhofer, da CSIRO e do KAIST.....229

9.2.1 Características dos programas e a relação com a política industrial.....230

9.2.2 A relação com as universidades.....236

9.2.3 O relacionamento com as empresas.....237

9.2.4 Características de gestão dos IPPs e dos projetos.....240

9.2.5 Propriedade intelectual.....247

9.2.6 Mecanismos de avaliação.....249

9.2.7 Planejamento das entregas 251

10 CONCLUSÃOé ...253

REFERÊNCIAS.....260

REFERENCIAS CONSULTADAS 266

APÊNDICE A - Roteiro de Entrevistas 269

APÊNDICE B - Lista de Pessoas Entrevistadas.....275

APÊNDICE C - Projetos do *Technology Innovation Program* do NIST.....277

APÊNDICE D - Projetos no Modelo *Full Research* do AIST.....279

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo investigar os projetos cooperativos de pesquisa coordenados por Institutos Públicos de Pesquisa Tecnológica (IPPs) com a participação de universidades, empresas e outros agentes do sistema de inovação. São iniciativas que nasceram destes institutos e, em alguns casos, fazem parte das políticas de fomento à inovação dos governos de seus países.

Estes empreendimentos estão inseridos em um conjunto de esforços dos IPPs de diversificarem suas formas de ação, buscando aumentar sua contribuição em produtos e processos inovadores.

Historicamente, os modelos de atuação dos IPPs podem ser caracterizados por contratos a partir de demandas dos clientes. Esta forma de agir está fortemente ligada aos motivos pelos quais estes institutos foram criados, uma vez que surgiram, desde o final do século XIX, para dar suporte ao desenvolvimento industrial, por meio do oferecimento de serviços metrológicos, ensaios, testes e pesquisas tecnológicas que complementassem as capacitações das firmas[1].

Ao longo da história, seus serviços também foram utilizados como instrumento para a absorção de tecnologias estrangeiras pela indústria nacional, seja pela realização de engenharia reversa, pelo treinamento de mão-de-obra ou outros serviços. Como exemplo, pode-se citar a contribuição das instituições de pesquisa para a indústria nascente de máquinas-ferramenta na Alemanha do final do século XIX, possibilitando que a indústria nacional internalizasse as avançadas tecnologias inglesas da época (FREEMAN, 1995). Um exemplo, no Brasil, é o suporte dado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), fundado em 1899, no desenvolvimento da indústria da construção civil, nos primeiros anos do século XX, e da indústria metalúrgica, nas décadas de 1930 e 1940.

Casos como estes, de apoio à indústria nacional, fazem parte da missão e da história da maioria dos institutos identificados neste trabalho, cuja atuação trouxe importantes e diversas contribuições ao desenvolvimento tecnológico e industrial dos seus países ao longo do século XX.

[1] O escopo do estudo são os institutos públicos de pesquisa que atuam em áreas da engenharia.

No entanto, no início do século XXI, os IPPs parecem diversificar suas formas de agir. Em alguns casos, estas entidades têm selecionado ñtemas de fronteiraò para envidarem novos esforços de pesquisas pré-competitivas, em áreas de conhecimento que podem significar potenciais setores emergentes, mas para as quais ainda não há uma demanda direta das firmas.

A aproximação com as universidades, esforço que pode ser observado em quase todos os IPPs apontados neste trabalho[2], pode ser um indício do interesse dos institutos em adensar sua produção de conhecimento tecnológico em áreas avançadas, ainda mais quando se considera a importância crescente dos conhecimentos científicos e das ciências fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias de fronteira. A aproximação entre IPPs e universidades tem ocorrido de diversas formas, entre elas, por meio da elaboração de programas cooperativos de pesquisa, como o programa *Full Research*, no *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* (AIST), no Japão, e o *Fraunhofer Innovation Clusters*, na Alemanha; pela proposição de programas de intercâmbio de pesquisadores e alunos; a realização de programas conjuntos de pós-graduação; e até mesmo pela criação de centros específicos para pesquisas colaborativas, como o *Advanced Measurement Laboratory,* criado pelo *National Institute of Standards and Technology* (NIST), nos EUA, para projetos cooperativos com a universidade.

Além do aparente interesse em se aproximarem das universidades, outro diferencial nas ações relativamente recentes dos IPPs são novas formas de se relacionarem com a sociedade, com uma maior atenção quanto à colocação da sua produção no mercado, como pode ser notado pelos programas de incentivo às *spin-offs* e pela criação de núcleos de capital de risco. Os projetos cooperativos de pesquisa, tema de investigação deste estudo, também estão inseridos nesse contexto de aproximação do mercado.

---

[2] São eles: Institutos Fraunhofer, BAM (*Federal Institute for Materials Research and Testing*) e PTB (*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*) na Alemanha, NPL (NPL - *National Physical Laboratory*) no Reino Unido, TNO na Holanda, NIST (*National Institute of Standards and Technology*) nos EUA, AIST (*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*) no Japão, KIST (*Korea Institute of Science and Technology*) na Coreia do Sul, ITRI (*Industrial Technology Research Institute*) em Taiwan, CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*) na Austrália, CSIR (*Council for Scientific and Industrial Research*) na África do Sul e IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e INT (Instituto Nacional de Tecnologia) no Brasil.

Nestes projetos de cooperação entre universidades, institutos e empresas, parece que os IPPs têm aproveitado sua experiência em atividades nas fases intermediárias do processo de inovação para assumirem o desafio de reunir os conhecimentos das ciências básicas e aplicadas, produzidos nas universidades, às suas capacitações tecnológicas, com o objetivo da proposição de novas tecnologias para o mercado.

Na maioria das vezes, estes projetos têm a participação da indústria, sendo que, em vários casos, parece haver a adesão de mais de uma empresa por projeto. A atração das empresas é importante para assegurar a potencial aplicação comercial das pesquisas e para levantar os recursos financeiros necessários ao desenvolvimento dos projetos.

Em algumas instituições, os temas selecionados para os projetos cooperativos têm provindo de áreas tecnológicas avançadas. São projetos que envolvem grandes incertezas técnicas, associadas a elevados riscos financeiros. Soma-se a esses casos a generalizada escassez de recursos em fases intermediárias, entre as pesquisas acadêmicas e o desenvolvimento do produto comercial na indústria, fases em que se encontram, por exemplo, os projetos de planta piloto e de escalonamento. Devido a estes fatores, nota-se nestes projetos um considerável aporte de recursos públicos.

Neste trabalho, parte-se da suposição que estes projetos cooperativos sejam fruto da abertura dos processos de inovação das firmas, as quais deixam de contar somente com suas capacitações próprias em P&D e passam a complementá-las com as competências de outros agentes. Considera-se também que parte destas mudanças no comportamento das firmas possa ser explicada pelo fato dos avanços tecnológicos, em diversas áreas, estarem mais dependentes de conhecimentos científicos e multidisciplinares, além de virem se tornando cada vez mais caros.

Supõe-se também que outros fatores possam ter servido de embasamento teórico e de motivação do agente público para a constituição desses projetos, como os resultados de estudos sobre o papel das instituições, sobre a importância da divisão do trabalho entre elas e seus efeitos nos sistemas de inovação, e a disseminação da noção de que, muitas vezes, a forma mais característica dos processos de inovação é interativa e recursiva, em contraposição ao modelo linear de inovação.

Neste contexto, é tema deste trabalho investigar a inserção desses novos projetos cooperativos nos IPPs, considerando a possibilidade de que a organização dos agentes de um sistema de inovação em projetos cooperativos possa ser um mecanismo eficiente de impulsionar e acelerar a produção de inovações tecnológicas avançadas, tanto por permitir a reunião de diferentes capacitações, como por possibilitar a alavancagem de recursos financeiros.

Como referencial teórico para este trabalho, consideram-se os estudos que defendem que os processos de desenvolvimento tecnológico dos países, longe de serem processos naturais, têm ocorrido por esforços deliberados dos agentes. E os casos aqui investigados somam-se a este amplo conjunto de esforços de novos instrumentos e iniciativas para a promoção do desenvolvimento tecnológico e econômico dos países. Por isso, considerações sobre os processos de *catch-up* são apresentadas na seção 2. Nesta seção, também são abordadas referências que ressaltam o papel do conhecimento, da inovação tecnológica e dos processos de aprendizagem para o desenvolvimento econômico e industrial e alguns estudos que tratam da natureza do processo inovativo (CHEN; DAHLMAN, 2004; DAVID, 1985; FAGERBERG; VERSPAGEN, 2007; KIM, 2007[3]; MAZZOLENI; NELSON, 2007; METCALFE, 1994; NELSON, 2006[4]; SCHUMPETER, 1942).

Somam-se a estas referências os estudos sobre as instituições, os sistemas de inovação, a cooperação universidade-empresa e o papel dos intermediários. A motivação para a inclusão destes estudos é que a literatura aponta que, em vários países, a intensificação das interações entre universidades, instituições públicas de pesquisa e empresas exerceu papel importante como instrumento de promoção e de estimulo à inovação (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; FREEMAN, 1995; METCALFE, 2003; NELSON, 2008). Mazzoleni e Nelson (2007), por exemplo, mostram que, nos séculos XIX e XX, as universidades e instituições públicas de pesquisa tiveram uma função chave nos processos de *catch-up*[5] de diversos países.

---

[3] Traduzido do original: KIM, L. **From imitation to innovation**: the dynamics of Korea´s technological learning. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

[4] Traduzido do original: NELSON, R. **The sources of economic growth**. Cambridge-Massachusetts / London: Harvard University Press, 1996.

[5] O termo *catch-up* pode ser compreendido como os esforços empreendidos por países em desenvolvimento para diminuir o hiato tecnológico e econômico em relação aos países desenvolvidos em uma dada época. Este termo se disseminou na literatura do desenvolvimento econômico a partir do artigo de Abramowitz de 1986, ñ**Catching up, Forging Ahead and Falling Behind**ò, precursor de uma série de estudos empíricos sobre estes processos.

Por outro lado, experiências mais recentes destacam a importância da ação dos intermediários para a cooperação universidade-empresa, incluindo, em alguns casos, a atuação dos IPPs (ACWORTH, 2008; HOWELLS, 2006; KODAMA, 2008; WRIGHT et al., 2008; YUSUF, 2008). Estes temas são tratados na seção 3.

Propõe-se que os temas apresentados nas seções 2 e 3, sobre os fatores que moldam os processos de inovação, o papel da divisão de trabalho entre as instituições em um sistema de inovação, os instrumentos para facilitar o aprendizado tecnológico, entre outros, sirvam como o ambiente sobre o qual se desenvolvem os projetos cooperativos investigados.

Em seguida, na seção 4 é apresentada uma revisão da literatura sobre os IPPs. Suas experiências, identificadas por meio de artigos acadêmicos e relatórios anuais, estão organizadas por temas tais como suas formas de atuação, suas fontes de financiamento, seus processos de consolidação em estruturas maiores e algumas experiências recentes em projetos cooperativos envolvendo universidades e empresas.

Na seção 5, é realizado um levantamento das recentes experiências dos IPPs em projetos cooperativos envolvendo universidades e empresas. Para uma análise mais detalhada destas experiências, foram selecionados três casos para a pesquisa de campo: o *Fraunhofer Innovation Clusters*, programa coordenado pelos Institutos *Fraunhofer*, na Alemanha, que apoia o desenvolvimento de projetos cooperativos entre agentes pertencentes a determinados *clusters*; o *National Flagship Program*, coordenado pela *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO), na Austrália; e por fim, os a experiência do *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST), na coordenação dos projetos *Mobile Harbor* e *Online Electric Vehicle* (OLEV). A decisão de apresentar a experiência do KAIST deve-se ao fato de esta ser enriquecedora para os propósitos deste trabalho ï apesar da instituição ser uma universidade, e não um instituto de pesquisa. Os casos são analisados nas seções 6, 7 e 8.

O Apêndice A apresenta o roteiro de entrevista utilizado na pesquisa de campo e o Apêndice B, a lista de pessoas entrevistadas. Considerações metodológicas sobre a pesquisa podem ser encontradas na introdução da PARTE II deste trabalho.

Finalmente, na seção 9 são apresentadas as lições aprendidas das experiências dos Institutos Fraunhofer, da CSIRO e do KAIST.

PARTE I

INSTITUTOS PÚBLICOS DE PESQUISA, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.

2 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E INOVAÇÃO

Esta seção apresenta alguns estudos sobre o papel da inovação para crescimento econômico dos países, assim como algumas caracteristicas dos processos de inovação.

2.1 As fontes do crescimento econômico e a natureza do processo inovativo

O crescimento econômico, e a diminuição das disparidades entre os países, tem sido um desafio para as nações. Ao longo dos anos, diversos autores e formuladores de política buscaram identificar quais seriam as fontes do crescimento, sendo apontadas, entre outras, a existência de recursos naturais, o grau de escolaridade da população, os investimentos em capital fixo, os investimentos em infraestrutura, a distribuição de renda mais igualitária, a possibilidade de termos favoráveis de comércio, o desenvolvimento tecnológico.

Desde meados do século XX, quando houve um aumento do interesse pelo tema do crescimento econômico, o conhecimento e a inovação tecnológica passaram a receber atenção crescente como fontes de crescimento, com a publicação de estudos de várias vertentes do pensamento econômico (CHEN; DAHLMAN, 2004; FAGERBERG; VERSPAGEN, 2007; NELSON, 2006; SCHUMPETER, 1942).

Entre estudos mais recentes pode-se citar o trabalho realizado pelo Banco Mundial que aponta o conhecimento como o principal determinante para o crescimento econômico de longo prazo. Este estudo analisou dados de 92 países referentes ao período de 1960 a 2000, utilizando como indicadores do conhecimento o estoque de capital humano, a produção de inovações domésticas ou adaptações tecnológicas, e a infraestrutura de TICs, mostrando que todas estas variáveis foram estatisticamente

significativas, com efeitos positivos sobre o crescimento econômico de longo prazo[6] (CHEN; DAHLMAN, 2004).

Outra interpretação destaca o avanço técnico como a principal força geradora do crescimento econômico, sendo este progresso técnico associado a um vasto conjunto de instituições sociais, que o moldam e o dão suporte, e que também são transformadas neste processo (NELSON, 2006; SCHUMPETER, 1942).

Schumpeter foi pioneiro a apontar a inovação como o principal motor do desenvolvimento econômico. O argumento deste autor é que a concorrência entre as firmas ocorre principalmente pela colocação de novos produtos e tecnologias no mercado, sendo muito mais relevante ou eficaz que a concorrência via preços ou via redução de custos. Para Schumpeter, o desenvolvimento econômico ocorre por meio de um processo de destruição criativa, em que o progresso técnico faz com que novas tecnologias e firmas tomem o lugar de velhas tecnologias e firmas no mercado. Como o processo inovativo é gerador de incertezas, o contexto econômico é caracteristicamente turbulento, está sempre em desequilíbrio (SCHUMPETER, 1942).

Outra contribuição de Schumpeter é a caracterização de que diferentes épocas econômicas são marcadas por um conjunto específico de tecnologias e setores dominantes. Para o autor, um período de expansão econômica começa quando um conjunto de tecnologias e setores passa a existir, impulsionando os investimentos e a ampliação das atividades econômicas, e declina quando o avanço técnico nos setores-chave vai se tornando mais lento e as oportunidades de investimento vão se esgotando, até que uma nova onda de inovações cria um novo ciclo de expansão (SCHUMPETER, 1939).

Assim, se o avanço da técnica é uma variável relevante para o desenvolvimento econômico, alguns autores têm se debruçado sobre as características da evolução tecnológica e os fatores que a influenciam (DAVID, 1985; METCALFE, 1994; NELSON, 2006; ROSENBERG, 1982).

[6] Este trabalho mostrou, por exemplo, que um aumento de 20% de patentes depositadas no USPTO (*United States Patent and Trademark Office*) estava associado a um aumento médio de 3,8% nas taxas anuais de crescimento econômico.

Deste modo, Nelson (2006) argumenta que o trabalho de Schumpeter é um bom ponto de partida ao identificar a importância do progresso técnico para o sistema econômico, mas ainda não permite uma análise profunda do moderno motor do capitalismo, onde estão, por exemplo, as instituições, as interdependências entre as variáveis do sistema, os processos pelos quais as tecnologias evoluem, as relações entre avanço científico e tecnológico, entre outros fatores.

Este autor irá investigar com mais detalhes alguns dos fatores que moldam o progresso técnico. O autor ressalta, por exemplo, que não se pode negligenciar que, por trás do avanço técnico e econômico, encontra-se um conjunto de instituições que apoiam e canalizam a maioria dos componentes destes processos. É este complexo conjunto institucional, público e privado, com ou sem fins lucrativos, que é capaz de realizar o avanço técnico e o crescimento econômico[7].

Outra questão importante a se destacar é a possibilidade de forte interação entre as variáveis do sistema, como a influência mútua entre avanço técnico, capital e capacidade dos recursos humanos. Assim, é preciso considerar que as várias fontes de crescimento dão suporte umas às outras. Por exemplo, consideráveis aumentos da intensidade do fator capital tornam-se possíveis pela introdução de novas tecnologias que empregam produtivamente mais capital por trabalhador, as quais, por sua vez, só foram possíveis devido a investimentos em capital físico e humano[8] (NELSON, 2006).

Outro ponto que caracteriza as mudanças econômicas e tecnológicas é a natureza essencialmente evolucionária destas transformações, ou seja, elas ocorrem por meio de processos de aprendizagem, de processos de tentativa e erro, envolvendo incertezas e riscos. Por isso, no caso da mudança técnica, passam a fazer sentido a

[7] Este tema será mais bem explorado no capítulo 2.
[8] Para Nelson (2006), a interdependência e a complementaridade destas variáveis podem tornar inadequada a contabilidade que reparte as causas do crescimento econômico entre fontes diversas, por exemplo, atribuindo parte do crédito ao avanço técnico, parte à intensidade do fator capital e parte ao sistema educacional. O autor sugere que isso seria como medir o desempenho de um jogo de futebol em termos do desempenho individual dos seus jogadores sem levar em conta a interação do grupo.

produção e teste de alternativas tecnológicas que competem entre si, e que acabam resultando em uma seleção *ex- post* de vencedores e perdedores[9].

O avanço técnico está associado a processos intrinsecamente esbanjadores, geradores de desperdícios, que levam tanto à redundância de esforços como à escassez de investimentos. Em áreas em que a tecnologia ainda é fluida, e em situações em que há uma variedade de modos por meio dos quais as tecnologias podem ser melhoradas, há grandes incertezas sobre onde os recursos de P&D devem ser investidos. Nestes contextos, as incertezas são acompanhadas pelas discordâncias entre os especialistas, mesmo considerando ambientes em que haja amplo acesso ao conhecimento genérico necessário para se ponderar inteligentemente as alternativas e que se tenha atenção aos sinais de mercado para cortar as perdas quando se identifica que se optou por uma rota perdedora.

Nestes contextos, ressalta Nelson (2006), múltiplas iniciativas concorrentes apostando em diferentes ideias parecem ter dado mais resultados para o avanço técnico que as tentativas de planejamentos rígidos e mais centralizados (o autor dá como exemplo a aeronáutica civil e a energia nuclear nos EUA).

Metcalfe (1994) também argumenta que, justamente por causa das incertezas inerentes a esses processos, e devido ao caráter localizado e não uniforme dos processos de inovação, esforços múltiplos e paralelos em P&D não significam desperdícios, mas um modo efetivo de explorar uma tecnologia[10].

Por outro lado, David (1985) investiga os modos pelos quais se elegem as tecnologias dominantes. Este autor explica que os processos dinâmicos de mudança técnica e econômica são essencialmente históricos e ñdependentes da trajetóriaò

[9]Metcalfe (1994) argumenta que, por causa das incertezas, esforços múltiplos e paralelos em P&D não significam desperdícios, mas um modo efetivo de explorar uma tecnologia.

[10]Para o autor, estas características do processo inovativo levam a duas necessidades específicas de política tecnológica, a de estimular a geração da variedade da inovação e a de assegurar que o *feedback* do processo de seleção tecnológica não opere em detrimento dos mecanismos de produção da variedade. Quanto às políticas que atuam sobre a variedade, o autor distingue as que tomam as possibilidades de inovação das firmas como dadas e as que procuram expandir estas possibilidades. As políticas do primeiro grupo vão na direção de reduzir os custos de P&D interno das firmas e de aumentar os ganhos relacionados a atividades de P&D. Já as políticas direcionadas para criar novas possibilidades de inovação das firmas podem incluir programas cooperativos de P&D e iniciativas para juntar os esforços internos de P&D das firmas com o P&D público. As políticas que agem sobre a seleção devem contribuir para um reestabelecimento suficiente da variedade, que tende a ser eliminada pela competição do mercado, de modo a manter a evolução econômica.

Ele explica que uma sequência de mudanças econômicas dependentes da trajetória é aquela em que eventos remotos do passado, tanto derivados de esforços deliberados como de acontecimentos aleatórios, ainda influenciam os resultados do presente.

David (1985) investiga alguns fatores que podem influenciar a seleção histórica de tecnologias dominantes, argumentando que estes fatores, juntos, podem provocar efeitos de trancamento (ñ*lock in*ò) do avanço técnico a determinadas trajetórias tecnológicas[11]. Entres os fatores estariam a interdependência da tecnologia com outras tecnologias ou fatores complementares (mostrando que é importante a compatibilidade de sistema), as economias de escala no sistema, ou as economias de rede (que levam as pessoas a adotarem os mesmos padrões), e a quase-irreversibilidade dos investimentos (como, por exemplo, os investimentos em capital físico ou em aprendizagem).

Assim, no início de uma tecnologia, há diversos candidatos elegíveis ao padrão dominante, sendo que os vencedores são eleitos em boa parte por acidentes históricos, ou melhor, por uma sequência de escolhas feitas no início do processo. Estas escolhas iniciais podem ser descritas, por exemplo, pela prioridade de investimentos governamentais numa determinada rota, que leva ao aumento de pesquisas nestas trajetórias, pela percepção dos investidores, entre outros fatores.

Enfim, um sistema particular pode se sobrepor aos seus rivais em grande medida devido às expectativas dos agentes. Tudo isso leva ao reconhecimento de que o processo inovativo não pode ser considerado um processo estritamente aleatório, uma vez que os esforços para se fazer avançar a tecnologia são direcionados, entre outros fatores, pelo que os inovadores acreditam ser viável e potencialmente lucrativo, e pelas expectativas dos demais agentes.

A subseção seguinte apresenta alguns estudos sobre como os agentes têm direcionado esforços para promover o progresso tecnológico como fator relevante para se avançar no desenvolvimento econômico.

[11]O autor descreve, como exemplo, o domínio do padrão QWERTY nos teclados das máquinas de datilografar e, posteriormente, nos computadores, mesmo que tenham surgido alternativas mais eficientes que, no entanto, não conseguiram se tornar o padrão dominante.

2.2 Os processos de *catch-up*

Os autores da teoria evolucionária adotam o termo *catch-up* para denominar os esforços que os países realizam para diminuir o hiato tecnológico e econômico que os distancia dos países economicamente mais avançados em uma época específica. Economias que realizaram o *catch-up* são aquelas que conseguiram gerar inovações tecnológicas em um ritmo mais acelerado que os países avançados (ABRAMOWITZ, 1986; FAGERBERG; VERSPAGEN, 2007; KIM, 2007; LALL, 2000; MAZZOLENI; NELSON, 2007; NELSON; WRIGHT, 1992).

Fagerberg e Verspagen (2007), estudando o crescimento de 96 países com diferentes níveis de desenvolvimento, para o período 1960-2000, apontam uma mudança nas condições de *catch-up*, mostrando que, até os anos 80, a imitação tecnológica de países avançados era um importante fator de geração do crescimento econômico mas, a partir dos anos 90, o sucesso ou fracasso de países de baixa renda em realizarem processos de *catch-up* dependeu, principalmente, de suas capacidades de desenvolver ou organizar seus sistemas de inovação.

Os resultados destes autores mostram que, na média, o PIB mundial *per capita* triplicou no período 1960-2000, mas houve um aumento da desigualdade da renda entre países, medida pelo desvio padrão das taxas de crescimento do PIB *per capita*. A análise dos dados indica uma tendência à convergência nas taxas de crescimento do PIB *per capita* entre os países mais ricos, tendência que vem se tornando mais fraca ao longo do tempo, e grandes diferenças nas taxas de crescimento entre os países de baixa renda.

Os resultados destes autores quanto às mudanças nas condições de *catch-up*vão ao encontro das proposições de Nelson (2007). Para este, três fatores estiveram presentes em todos os processos de *catch-up* bem sucedidos no passado: o intercâmbio de recursos humanos com o exterior, a participação ativa do governo no desenvolvimento industrial e a adoção de regimes pouco restritivos de propriedade intelectual (permitindo a replicação de tecnologias desenvolvidas nos países avançados). No entanto, este autor argumenta que as condições de *catch-up*

mudaram e que, nos processos recentes, passaram a ser cada vez mais importantes os esforços próprios de pesquisa[12].

Mazzoleni e Nelson (2007) também destacam que um dos fatores que podem compor a explicação de muitos fracassos de desenvolvimento econômico é a negligência quanto aos processos de aprendizagem. Estes autores salientam que a capacidade de aprender torna-se fator fundamental na medida em que os processos de *catch-up* implicam o aprendizado das técnicas em uso nos países avançados, pelos países que não estão na fronteira econômica e tecnológica.

Por isso, estes autores ainda apontam que, em vista das incertezas inerentes aos processos de aprendizagem e da natureza da produção do conhecimento, países que realizaram *catch-up* atingiram, inevitavelmente, resultados diversos dos países nos quais se inspiraram.

Em relação ao que aprender, estes autores mostram também que nos processos de *catch-up* está em questão não somente a assimilação das inovações tecnológicas, mas também dos õmodos de fazerò Esta noção ampla de inovação (caracterizada como um vasto conjunto de novas técnicas produtivas e de gestão, novas formas de organização, novos *designs*, novos produtos e processos, novas máquinas e estruturas físicas) seria a força motriz destes processos[13].

Ainda quanto aos processos de aprendizagem, Kim (2007) argumenta que o sucesso nos processos de *catch-up* depende da aptidão tecnológica dos países, definida pelo autor como a capacidade de assimilar o conhecimento existente e a partir deste gerar um novo conhecimento[14].

---

[12]A falta de atenção dos economistas contemporâneos do desenvolvimento econômico aos processos de *catch-up* deveu-se ao fato de que as teorias prevalecentes de crescimento colocavam entre as principais razões para a baixa produtividade e baixa renda a falta de estoque de capital e de recursos humanos, e não o acesso inadequado ou a falta de domínio de tecnologiase de práticas presentes nos países de alta renda, uma vez que a aquisição de tecnologias e práticas era vista como uma questão resolvida ou fácil, desde que houvesse capital humano, recursos financeiros e ausência de barreiras como propriedade intelectual (NELSON, 2007; METCALFE, 1994).

[13]No século XIX, quando a Inglaterra crescia 50% acima da média dos outros países avançados, países como os EUA e a Alemanha desenvolveram processos inovadores para organizar sua produção, o que resultou na produção em massa nos EUA e no surgimento da indústria química e organização das atividades de P&D na Alemanha (NELSON, 2007).

[14]Kim (2007) considera que o termo aptidão tecnológica é sinônimo do termo capacidade de absorção apresentado por Cohen e Levinthal (1990).

Para este autor, a aptidão tecnológica é constituída por três elementos igualmente importantes: pela aptidão produtiva, que é a capacidade de garantir a operação em funcionamento e adequar e melhorar a tecnologia de produção existente; pela aptidão de investir, que é a capacidade de realizar análises de viabilidade dos investimentos e de elaborar e executar projetos; e finalmente pela aptidão de inovar, que é a capacidade de inventar, de criar ou adaptar tecnologias (KIM, 2007).

O autor ainda argumenta que é preciso criar instrumentos para facilitar o aprendizado tecnológico no setor produtivo e fortalecer a competitividade internacional da economia, ressaltando que estes instrumentos de política tecnológica, sob a perspectiva de mercado, devem seguir em três direções: no sentido de se pensar em políticas para se fortalecer a demanda; em políticas para fortalecer a oferta; e em políticas que criem vínculos entre oferta e demanda tecnológicas. Seguem algumas considerações do autor sobre estas políticas:

- As políticas para fortalecer a demanda devem gerar necessidades tecnológicas de mercado.

A questão é que é preciso haver um mercado competitivo para que as empresas acreditem que a inovação seja necessária para a competitividade. Caso contrário, as empresas não investirão, uma vez que inovar implica custos e riscos.

Este ponto é reforçado por Mazzoleni e Nelson (2007), que também apontam para a importância da existência da demanda nos processos de desenvolvimento tecnológico, mostrando que a pesquisa pública só é efetiva para o desenvolvimento econômico em contextos em que a comunidade de usuários tem fortes incentivos para melhorar suas práticas e capacidade de aprender e usar o que está sendo gerado pela pesquisa pública.

- As políticas para fortalecer a oferta devem aumentar a capacidade de geração de ciência e tecnologia.

Destaca-se a importância da criação e desenvolvimento de aptidões tecnológicas, associadas a aptidões comerciais. Neste ponto, Kim (2007) ressalta também ser útil e adequado que as políticas de ciência e tecnologia sejam parte integrante das políticas industriais.

Sobre as políticas para o fortalecimento da oferta tecnológica, Mazzoleni e Nelson (2007) também acrescentam que os programas públicos de pesquisa que efetivamente contribuíram nos processos de *catch-up* foram orientados pelas necessidades reais ou potenciais dos usuários, ou seja, foram desenhados para solucionar problemas e promover avanços em tecnologias relevantes para setores econômicos específicos. Este resultado é enfatizado em contraposição ao pensamento de que a contribuição da ciência para o desenvolvimento econômico seja um processo natural, sem que haja uma preocupação e um direcionamento para as necessidades dos setores aos quais se quer atingir.

Estes autores também mostram que, nos casos de sucesso, a pesquisa pública fazia parte de uma estrutura maior, pensada para aumentar a produtividade de um setor. Esta estrutura incluía programas de educação e treinamento para formar pessoas para uma comunidade usuária. Ou seja, os casos bem sucedidos de *catch-up* tecnológico estavam ancorados num tripé composto pela pesquisa, pela formação de recursos humanos e pela indústria[15].

- E, finalmente, as políticas desenvolvidas para criar um vínculo efetivo entre demanda e oferta tecnológicas, buscando assegurar que as atividades de inovação sejam comercialmente bem sucedidas.

Neste item, Kim (2007) ressalta que havendo demanda por inovação e oferta de aptidões é preciso, então, que haja uma boa administração do sistema de P&D para vinculá-las. Para o autor, a ausência destes vínculos explicaria as baixas taxas de inovação em alguns países industrializados, apesar da presença de forte demanda por inovação e da oferta de aptidões técnicas[16].

Kim (2007) mostra que as políticas para fortalecer a demanda tecnológica e criar condições favoráveis para o crescimento industrial na Coreia do Sul, entre as

[15]Um dos exemplos dados pelos autores é o desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira, viabilizada pela criação do CTA, em 1945, e do ITA, que possibilitaram à EMBRAER, criada em 1969, a aquisição de capacidades tecnológicas e recursos humanos, ao passo que a demanda desta empresa contribuía para a continuidade do desenvolvimento dessas instituições.

[16]Por outro lado, instrumentos de ligação, como as instituições intermediárias entre demanda e oferta de tecnologia ou os incentivos fiscais e financeiros para atividades de P&D nos países em desenvolvimento, não são capazes de estimular suficientemente as atividades tecnológicas quando não há robustez na oferta e demanda.

décadas de 1960 e 1990, foram: a promoção deliberada de grandes empresas (*chaebols*), por meio de subsídios e incentivos; uma ambiciosa industrialização voltada para a exportação; o apoio a ramos tecnologicamente avançados da indústria química e pesada; e a repressão dos movimentos trabalhistas.

Já as políticas voltadas para fortalecer a oferta tecnológica visaram, inicialmente, a mobilização de agentes capazes de promover a difusão da tecnologia importada. Entre estes, estavam os produtores de bens de capital, as empresas de engenharia e os institutos públicos de pesquisa. O autor mostra que, no início, o governo sul-coreano utilizou os institutos públicos de pesquisa como seus principais instrumentos para operar os programas tecnológicos governamentais, tentando forçar as pesquisas cooperativas com as empresas. Posteriormente, ao longo das décadas de 1980 e 1990, houve uma migração de esforços para os investimentos nos laboratórios de P&D industrial privado[17].

O autor também apresenta um outro modo de se analisar e propor as políticas tecnológicas, sob a perspectiva do fluxo de tecnologia. Sob esta perspectiva, deve-se considerar o fluxo de entrada de tecnologia do exterior, que pode ser caracterizado por três etapas consecutivas: 1) pela transferência de tecnologia estrangeira para o país[18]; b) pela difusão da tecnologia internamente; c) e pelas atividades nacionais de P&D para assimilar e melhorar a tecnologia importada e gerar tecnologia nacional.

Considerando as etapas indicadas acima, o autor apresenta que as fases do aprendizado tecnológico da Coreia do Sul podem ser distinguidas como: a produção em série de cópias de tecnologias maduras nas décadas de 1960 e 1970, a fase da tecnologia transitória ou da imitação criativa na década de 1980 e as inovações radicais da década de 1990.

No início do seu processo de industrialização, a estratégia de concentrar esforços nas grandes empresas nacionais atuando em áreas de tecnologia madura, com pouca demanda por investimentos em P&D, direcionadas à produção em larga

[17] A atuação desses institutos será objeto de discussão mais aprofundada na seção 4.
[18] O autor argumenta que a transferência de tecnologias estrangeiras é fundamental para aceleração do aprendizado tecnológico, pois fornece níveis mais altos de conhecimento tácito e explícito, além de promover um efetivo aprendizado por meio da interação ativa com fornecedores estrangeiros.

escala para a exportação, possibilitou à Coreia do Sul a geração de divisas que financiariam os investimentos em segmentos tecnologicamente mais avançados nas fases posteriores.

Para Kim (2007), a lição que fica é que um aprendizado tecnológico bem sucedido depende de um conjunto de fatores, organizados em um efetivo sistema nacional de inovação. Conforme suas palavras sobre o desenvolvimento tecnológico:

> Tal sistema exige uma variedade de programas públicos bem equilibrados, capazes de criar um ambiente econômico propício à entrada sem obstáculos de tecnologias estrangeiras redutoras dos custos do aprendizado tecnológico e suficientemente competitivas para forçar as empresas a acelerarem este aprendizado. Este sistema também deve dar origem a uma interação produtiva não somente entre os programas do governo e o setor privado, mas também entre fornecedores e compradores. Neste caso, fatores socioculturais como as regras morais e sociais, os costumes e as tradições que moldam os hábitos e as rotinas num processo de aprendizado interativo são tão ou mais importantes do que as instituições formais, como as regras, leis, agências governamentais, bancos e sistemas de apoio técnico. (KIM, 2007, p.326).

Pode-se destacar dos estudos apresentados nesta seção a incapacidade do mercado dar soluções completas para o desenvolvimento econômico (principalmente quando se trata de mudar as bases produtivas tendo a inovação tecnológica como instrumento), a importância da inovação para o crescimento econômico e a necessidade de se construir um ambiente institucional favorável que dê suporte a estas mudanças. Assim, devido às peculiaridades do processo inovativo, além dos instrumentos de mercado, deve-se considerar o papel das instituições e das iniciativas de cooperação público-privada para o desenvolvimento econômico e tecnológico.

3 INSTITUIÇÕES E INOVAÇÃO

Esta seção investiga o papel das instituições inseridas em um sistema de inovação e suas relações para a produção de inovação. Entre as principais instituições dá-se ênfase às firmas como principais agentes da inovação e à infraestrutura de C&T. Investigam-se também os impactos da pesquisa pública para a inovação industrial e as causas e consequências do aumento da cooperação entre pesquisa pública e empresarial. A última subseção apresenta um levantamento sobre as funções que vêm sendo desempenhadas pelos intermediários da inovação, que atuam para aproximar as fontes de produção e de aplicação do conhecimento.

3.1 A abordagem dos sistemas de inovação

Um dos elementos que compõem os sistemas de inovação são as instituições. North (1991) define as instituições como o conjunto das regras formais (leis, códigos etc.) e informais (normas de comportamento, valores, convenções, códigos de conduta etc.) que compõem a estrutura de incentivos que moldam o ambiente econômico e interferem no seu desempenho.

Este termo também é utilizado para denominar os agentes que, juntamente com as firmas, formam o cenário econômico e exercem influência sobre seus resultados, sendo eles: as agências governamentais, o sistema educacional, financeiro, as universidades, os institutos de pesquisa, as associações de classe entre muitos outros.

Para se entender o papel das instituições no processo de inovação das firmas e no desenvolvimento tecnológico, é oportuna a noção dos sistemas de inovação, que compreendem o conjunto de instituições as quais contribuem para o desenvolvimento e difusão de tecnologias e que proveem a estrutura sobre a qual ocorre a inovação, e sobre a qual as políticas e programas de promoção da

inovação podem ser implementados (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1988; METCALFE, 1994; NELSON, 2006).

Para Metcalfe (1994), é este conjunto de instituições, que cria, armazena e transfere o conhecimento, as capacitações e os produtos, que vai definir as oportunidades tecnológicas. Para o autor, este modo de pensar o desenvolvimento tecnológico levanta questões sobre a natureza das instituições, seus mecanismos de incentivo e os modos por meio dos quais cooperam ou se relacionam.

O alinhamento efetivo entre as instituições requer sistemas de inovação apropriados, que não são criados naturalmente, mas precisam ser construídos e se desenvolvem em resposta a incentivos e oportunidades. Sistemas de inovação são construídos para solucionar problemas específicos (METCALFE, 2003).

Entre as instituições envolvidas em um sistema de inovação, estão: as firmas que inovam à procura de lucro, que correspondem às principais instituições a atuar no desenvolvimento de novos artefatos tecnológicos e nas suas aplicações, tendo um grande impacto no desenvolvimento de capacitações e de conhecimento tácito; as universidades e laboratórios governamentais, que contribuem, principalmente, pela geração e transmissão de conhecimento codificado e de capacitações. (Parte considerável dos esforços de pesquisa das universidades e laboratórios governamentais se encontra nas ciências básicas, mas outro tanto trata de ciências aplicadas, que funcionam como uma ponte entre as tecnologias e as ciências básicas); os laboratórios públicos e consultorias, que desempenham um papel importante de suporte no estabelecimento de padrões e metrologia; as agências de fomento, que financiam o desenvolvimento científico e tecnológico e podem direcionar os esforços de pesquisa para áreas escolhidas como prioritárias.

Um sistema de inovação é baseado na divisão de trabalho em termos de funções e domínios das instituições. Diferentes tipos de conhecimentos são acumulados por instituições específicas, que possuem culturas e objetivos distintos e respondem a mecanismos diversos de incentivo. Devido a estas diferenças, o conhecimento gerado é parcialmente ñinteligívelò, não flui facilmente entre as diferentes instituições. Por outro lado, a inovação demanda a combinação destes diferentes tipos de conhecimento, o que requer um sistema eficiente de interação, de

comunicação ou de coordenação entre estes vários agentes (METCALFE, 1994, 2003[19]).

Por isso, a articulação entre estas instituições torna-se questão de importância fundamental. Metcalfe (2003) indica que estas articulações são feitas em torno de problemas de inovação que precisam ser solucionados e que a coordenação ocorre muitas vezes por meio de mecanismos fora do mercado, como a criação de redes de informação, dentre outras formas.

À medida que o conjunto de problemas não solucionados evolui, também evoluem a estrutura e a composição do sistema de inovação relevante. Novos problemas podem requerer novos tipos de conhecimentos e conexões com novas organizações ou formas de conexões reformuladas.

Quanto à evolução dos sistemas de inovação, a estrutura institucional e suas conexões relevantes variam consideravelmente de acordo com a tecnologia em questão. Com isso, o sucesso na adoção de novas tecnologias depende de estruturas institucionais e conexões que as suportem e que as favoreçam. Novas tecnologias podem trazer a necessidade de reformas na estrutura institucional e econômica, por demandarem formas diferentes de organização do trabalho.

Neste sentido, Nelson (2008) considera que as mudanças econômicas de longo prazo envolvam a co-evolução de tecnologias e de instituições que as regulem e lhes deem suporte. Este autor dá dois exemplos interessantes deste processo. O primeiro é o desenvolvimento das estradas de ferro e dos telégrafos, a partir da metade do século XIX, nos EUA, que levou à abertura de novos mercados, o que, por sua vez, possibilitou a produção em massa. Em paralelo, novas máquinas industriais passaram a ser desenvolvidas para atender ao novo modo de produção. Estas mudanças trouxeram o aumento do tamanho das firmas e, consequentemente, a necessidade de novas formas de gestão e de novas instituições de suporte, como escolas, agentes financeiros, agências regulatórias etc.

[19] Marshall (1919 apud METCALFE, 2003) já apresentava a importância da divisão de trabalho característica de um sistema de inovação e da importância das diferenças de instituições de C&T entre as nações.

Outro exemplo sobre a co-evolução de tecnologias e instituições é o desenvolvimento da indústria farmacêutica nos EUA, nos últimos 40 anos. O desenvolvimento da biologia molecular nas décadas de 60 e 70 e a criação dos processos básicos usados na biotecnologia moderna abriram uma nova rota de descobertas nas áreas farmacêuticas. Várias linhas de pesquisas universitárias se mostraram comercialmente promissoras, sendo criadas várias empresas de biotecnologia. Entre os principais fatores institucionais que contribuíram neste processo consideram-se a característica empreendedora das universidades americanas, o estabelecimento de empresas de capital de risco e o *Bayth-Dole Act,* de 1980, que encorajou as universidades a patentearem e comercializarem seus resultados de pesquisa[20].

Para Nelson (2008), as tecnologias e indústrias chave que conduziram o crescimento econômico nos diferentes períodos necessitaram de um conjunto de instituições específicas, e as nações que lideraram as diferentes épocas foram aquelas que conseguiram construir e gerenciar um conjunto de instituições apropriadas.

Pode-se dizer que o desenvolvimento econômico requer novos arranjos institucionais que possibilitem o investimento em novas tecnologias e que, além das capacitações das firmas, deve-se atentar para o desenvolvimento de capacitações específicas nas outras instituições que façam parte do sistema de inovação e que estejam envolvidas na produção de novas tecnologias.

Metcalfe (2003) apresenta três tipos de falhas nos sistemas de inovação: os limites do sistema estão delineados de forma inadequada; as instituições não estão adequadas para os conhecimentos que administram; ou as conexões não estão funcionando bem.

Para a solução destas falhas pode-se redesenhar os sistemas, remodelando instituições ou criando novas, revisar a divisão de trabalho entre os agentes, incentivar a criação de conhecimentos deficientes, readequar os tempos de produção do conhecimento, criar conexões.

[20] Neste mesmo artigo, o autor apresenta ressalvas quanto aos benefícios públicos desta lei (NELSON, 2008).

De outro modo, este autor considera que as políticas podem ir ao encontro de alguns dos quatro elementos do processo de inovação: da oportunidade de inovar; dos recursos disponíveis para desenvolver e explorar a inovação; dos incentivos para desenvolver a inovação; e da capacidade de gerir os diversos elementos envolvidos em inovar em tempo adequado.

O autor mostra que as políticas que têm como base a perspectiva sistêmica da inovação têm focado principalmente as oportunidades de inovar das firmas e as suas capacitações em gestão, incluindo a capacidade de acessar e integrar informações e conhecimentos externos. Ele dá como exemplo destas políticas os programas de prospecção tecnológica.

Enfim, Metcalfe (2003) argumenta que as verdadeiras questões das políticas de ciência, tecnologia e inovação devem estar relacionadas à escolha de processos apropriados, e não diretamente a escolhas de tecnologias específicas, que são inerentemente imprevisíveis, enfatizando que o arranjo e a modelagem das instituições é tão importante quanto os dispêndios em P&D.

3.1.1 Modelo interativo de inovação

A visão sistêmica da inovação leva a considerações sobre o caráter interativo do processo de inovação e sobre a participação complementar de diferentes atores neste processo.

Ao contrário das simplificações características do modelo linear de inovação[21], que influenciou as proposições de política nas duas décadas subsequentes a 1945, o modelo interativo de inovação[22] propõe que o processo de inovação é

[21] O modelo linear de inovação foi proposto por Vannevar Bush (1945), em relatório apresentado ao governo dos EUA.

[22] Este conceito de inovação foi apresentado por diversos autores desde meados da década de 70, como Gibbons e Johnston (1974), Kline e Rosenberg (1986) e Nelson (1990), em contraposição ao modelo linear de inovação.

essencialmente recursivo e considera mais cuidadosamente as peculiaridades da ciência e da tecnologia, e o modo como se influenciam mutuamente.

No modelo interativo de inovação não se assume uma sequência hierárquica ou cronológica do processo de inovação, em que a ciência é sempre anterior e determina os avanços tecnológicos, que por sua vez são responsáveis pela colocação de inovações no mercado. Ao contrário, assume-se que o movimento pode ser em ambas as direções, ou seja, ora as descobertas científicas contribuem para o avanço da técnica, ora os avanços tecnológicos propõem novas questões à ciência.

Na vida econômica real, muitas vezes foram os tecnólogos que projetaram e operaram seus artefatos antes do entendimento científico dos fenômenos observados, e seus trabalhos estimularam as buscas científicas que explicaram estes fenômenos. Em outras situações, os conhecimentos científicos orientaram as buscas tecnológicas ou propuseram novas questões, além de fornecerem os instrumentos de investigação e os recursos humanos. Assim, a explicação que mais se aproximaria da realidade dos processos de inovação seriam ciência e tecnologia se influenciando mutuamente.

Esta argumentação pode ser encontrada, por exemplo, em Nelson (2006), que considera que diversos campos tecnológicos modernos são caracterizados por relações complexas e sutis entre tecnologia e ciência, e que estas relações são parte essencial da história destas tecnologias. Entre estas tecnologias, estariam o desenvolvimento de motores de aeronaves, computadores, semicondutores, materiais sintéticos, produtos farmacêuticos entre outras.

A ideia de um processo interativo de inovação é corroborada pelos resultados apresentados por Cohen, Nelson e Walsh (2002). Por meio de uma pesquisa com 1.200 laboratórios de P&D de empresas norte-americanas, estes autores mostraram que, algumas vezes, as pesquisas feitas nos laboratórios públicos impulsionaram o desenvolvimento de novas tecnologias, estimulando o surgimento de projetos na indústria. Outras vezes, as pesquisas forneceram o conhecimento para solucionar problemas de projetos propostos pela indústria.

O modelo interativo considera que ciência e tecnologia sejam produzidas por processos distintos de acumulação, por grupos que respondem a estímulos diferentes, localizados em contextos institucionais também distintos. Ambas estão relacionadas a processos criativos utilizados para a solução de problemas, mas seus desafios são de naturezas diversas.

Além disso, há características importantes das tecnologias que precisam ser levadas em conta nos processos de inovação: o fato de o avanço tecnológico possuir uma estreita relação com os estímulos econômicos e sociais, uma vez que o que é produzido pelo processo de inovação precisa passar pelo teste da viabilidade econômica e da aceitação social; e o fato de o processo de inovação evoluir com a experiência da produção e da colocação da inovação no mercado. Assim, chama-se atenção para os processos de co-evolução entre mercado e tecnologias e ressalta-se a importância dos conhecimentos complementares aos científicos e tecnológicos para o desenvolvimento de inovações de sucesso (METCALFE, 2003).

Outra característica do conhecimento tecnológico que influencia o processo inovativo é o caráter duplo, público e privado, desse conhecimento. Enquanto algumas técnicas são facilmente assimiláveis por pessoas com treinamento nas áreas em questão, em várias situações as técnicas produtivas desenvolvidas são de pouca utilidade fora das firmas que as empregam (NELSON, 2006).

O que é público e genérico em um campo tecnológico depende da medida em que as disciplinas científicas e de engenharia neste campo possam construir um corpo de conhecimentos gerais que transcenda as aplicações específicas. Mas, em nenhuma tecnologia, o que funciona e por quê chegam a ser perfeitamente compreendidos (NELSON, 2006).

Este modelo inovativo também reconhece que em várias situações há uma sobreposição da divisão de trabalho entre os laboratórios de P&D das empresas e as universidades e laboratórios públicos. Os laboratórios das universidades, que atuam em campos das ciências básicas, também têm exercido um papel significativo nas ciências aplicadas (como, por exemplo, na metalurgia e engenharia elétrica) e muitas vezes têm sido fonte importante de novas tecnologias (como no caso dos computadores, das biotecnologias, dentre outros). Por outro lado, motivadas pela

busca de soluções de problemas técnicos para os seus projetos de desenvolvimento, algumas empresas se engajaram em pesquisas genéricas em áreas aplicadas.

Para Nelson (2006), a õmáquina capitalistaò para o avanço técnico pode ser descrita pela natureza diferenciada da relação entre ciência e tecnologia; pelo conjunto de instituições que têm estado envolvidas nos empreendimentos científicos e tecnológicos; e pelo suporte governamental. Ainda para o autor, a observação dos detalhes de funcionamento deste sistema pode levar ao conhecimento dos aspectos que podem torná-lo mais eficiente.

3.1.2 Infraestrutura de P&D pública e inovação industrial

Mazzoleni e Nelson (2007) investigam como a infraestrutura pública de pesquisa pode contribuir para o desenvolvimento industrial de países em processos de *catch-up*. Para estes autores, as universidades e instituições públicas de pesquisa foram instrumentos-chave de suporte aos processos de *catch-up* recentes.

As universidades e institutos de pesquisa podem ter uma importância crescente para os processos de *catch-up* porque, além de gerarem recursos humanos de qualidade e capacidade de absorção do conhecimento produzido externamente, podem viabilizar a capacidade própria dos países na produção de ciência e tecnologia, frente ao aumento das restrições dos regimes de propriedade intelectual, além de possibilitarem a produção de pesquisas mais adequadas às demandas locais (KIM, 2007; NELSON, 2008).

Kim (2007) mostra como o governo da Coreia do Sul utilizou os institutos públicos de pesquisa para gerar desenvolvimento na indústria, tanto por meio de assimilação de tecnologias estrangeiras, no princípio do processo de industrialização, como, posteriormente, pelos investimentos em atividades mais avançadas de P&D em projetos cooperativos.

Apesar de a estratégia de política sul-coreana desde a década de 1990 ter sido focada no fortalecimento da P&D industrial, o autor ressalta diversas contribuições importantes dos institutos públicos de pesquisa para o desenvolvimento tecnológico da Coreia do Sul.

Entre essas contribuições, Kim (2007) mostra como os institutos ajudaram as empresas a adquirir tecnologias estrangeiras, de diversas formas, uma vez que as pesquisas conjuntas geravam conhecimento sobre as tecnologias, aumentando o poder de negociação das firmas, contribuindo para a identificação de fornecedores e permitindo às empresas a assimilação e adaptação destas tecnologias por meio de engenharia reversa.

Mas este autor aponta que a função mais importante e não intencional dos institutos foi a de fornecer pesquisadores experientes quando os *chaebols* (grandes conglomerados privados sul-coreanos) começaram a fundar seus próprios centros de P&D, na década de 80.

Kim (2007) indica que a P&D pública deve ser capaz de fornecer grandes habilidades de ajuste à mudança tecnológica de uma estrutura industrial e que é muito importante para o desenvolvimento tecnológico a existência de uma ampla rede de instituições competentes, da qual as empresas possam obter o suporte necessário para desenvolverem novos produtos e processos.

A importância da infraestrutura pública de pesquisa para o desenvolvimento tecnológico deve-se também ao fato de a inovação industrial em alguns setores específicos depende cada vez mais de conhecimentos científicos e multidisciplinares. Isto tem levado a um reposicionamento da pesquisa pública, quepassa a contribuir para a geração de conhecimentos cruciais para a evolução de diversos setores industriais[23].

[23] Dizer que a tecnologia moderna é fortemente baseada na ciência, não implica aceitar o modelo linear de inovação, que assume que primeiro ocorre a pesquisa básica (nas universidades), cujos resultados levam ao desenvolvimento da inovação (na indústria). O modelo interativo considera que, frequentemente, a pesquisa acadêmica ocorre em resposta à P&D das firmas ou a questões apresentadas por elas, ou seja, assume-se que o fluxo de conhecimento e motivações ocorre em ambos os sentidos.

Para se ter uma ideia dos impactos da ciência sobre a inovação industrial, pode-se citar o trabalho de Mansfield (1991). Este mostra que um décimo dos novos produtos e processos comercializados no período 1975-85 (nos setores ligados a processamento de informação, equipamentos elétricos, química, instrumentação, medicamentos, metais, e indústria de combustíveis) não poderia ser desenvolvido, pelo menos sem um substancial atraso, sem as recentes pesquisas acadêmicas. O autor também aponta para um tempo médio de sete anos entre a conclusão da pesquisa acadêmica e a introdução da inovação no mercado.

Outro exemplo é o trabalho de Cohen, Nelson e Walsh (2002), que investiga os impactos da ciência pública (universidades e laboratórios públicos de P&D) sobre a P&D industrial nos EUA. O trabalho mostra que a pesquisa pública tem um impacto importante e generalizado sobre a P&D industrial, sendo apontada como crítica para um grupo restrito de indústrias, e relevante tanto entre os setores de alta tecnologia como entre os setores maduros (como aço, máquinas-ferramenta, petróleo, alimentos, papel e automóveis).

Quanto à importância da pesquisa pública para a P&D industrial, em comparação com outras fontes de informação, 32% dos respondentes apontaram os resultados da pesquisa pública como fonte de criação de novos projetos, contrastando com outras fontes consideradas mais importantes, como os consumidores (apontados por 90% dos respondentes), a própria operação de manufatura da firma (74%), os fornecedores (45%) e competidores (40%). Entre os setores que indicaram utilizar a pesquisa pública como fonte de novos projetos estão o farmacêutico, em primeiro lugar e, com menor peso, as indústrias de petróleo, aço, máquinas-ferramenta, semicondutores e aeroespacial (COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

Por outro lado, 36% das indústrias apontaram o conhecimento gerado pelas pesquisas públicas como uma fonte para a solução de problemas de projetos já emandamento na indústria. Entre estas estão as indústrias farmacêutica, de alimentos, papel, medicamentos, equipamentos de navegação, carros e caminhões e aeroespacial.

Estes resultados mostram ao menos dois pontos que devem ser ressaltados: o primeiro é que, ao contrário do que tem sido um senso comum, a pesquisa pública

não é tão importante como fonte de novos projetos para a indústria e; em segundo lugar, que a indústria tem recorrido à pesquisa pública mais para solucionar problemas que aparecem nos seus projetos já em andamento que para buscar informações para novos projetos.

Além disso, cabe considerar que, por mais que estas porcentagens possam parecer relativamente pequenas, a contribuição da pesquisa pública sobre a P&D industrial torna-se substancial em valores absolutos. As estimativas destes autores são que cerca de 26 bilhões de dólares, gastos anualmente entre 1990 e 1993, foram investidos em P&D industrial que utilizou os resultados das pesquisas públicas, e que cerca de 20 bilhões de dólares foram aplicados em P&D industrial que se beneficiou de instrumentos e técnicas desenvolvidos pelas instituições públicas de pesquisa.

Cohen, Nelson e Walsh (2002) também investigaram os impactos sobre a P&D industrial da pesquisa pública desenvolvida nos últimos 10 anos nos campos da biologia, química, física, ciências da computação, ciências dos materiais, ciências médicas e da saúde, matemática e as engenharias química, elétrica e mecânica.

Os resultados mostraram que, entre as ciências básicas, a química teve impacto sobre o maior número de indústrias (como a de alimentos, medicamentos, petróleo, metais e as indústrias químicas) e que as outras ciências básicas (física, matemática e biologia) tiveram impactos diretos somente para alguns setores específicos (de semicondutores e fármacos).

Como era esperado, o impacto da pesquisa pública para a maioria das indústrias ocorre principalmente por meio das ciências aplicadas e das engenharias[24]. A influência das ciências básicas se dá principalmente por sua contribuição para as ciências aplicadas e para a formação dos engenheiros e cientistas na indústria. Neste ponto, a indústria farmacêutica se destaca das demais pela relevância que têm as ciências básicas para o seu desenvolvimento.

Quanto aos principais canais de comunicação entre pesquisa pública e P&D industrial, as indústrias apontaram, em ordem de importância, as publicações

[24]As ciências de materiais e da computação foram as que apresentaram impactos para um conjunto maior de setores.

(indicadas por 41% dos respondentes), as conferências, a troca informal de informações e as consultorias (os três itens foram indicados por 33% dos respondentes). A combinação entre publicações e trocas informais de informações também teve sua importância destacada. Os projetos cooperativos de pesquisa, as contratações de recém-formados (ambos em torno de 20%), os licenciamentos e patentes (menos de 10%) foram tidos como os meios menos importantes, exceto para alguns setores específicos (COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

Para os autores, estes resultados indicam a relevância dos canais não mediados por relações de mercado para a troca de informações entre pesquisa pública e P&D industrial. Por isso, atentam para a importância dos incentivos às patentes de pesquisas públicas e dos incentivos aos projetos cooperativos não ocorrerem às custas dos mecanismos apresentados acima.

3.1.3 P&D industrial

As firmas são os principais componentes de um sistema de inovação. São elas que devem adquirir e combinar os diferentes tipos de conhecimentos (tecnológicos, de produção, de mercado etc.) para a geração de inovações com valor de mercado. Elas são o elo que liga a ciência e a tecnologia ao mercado.

As firmas inovadoras precisam integrar múltiplos corpos de conhecimentos que estão sendo produzidos por fontes cada vez mais especializadas. Assim, as empresas precisam cada vez mais complementar seus esforços próprios de P&D com conhecimentos gerados externamente.

Mas, para ter acesso ao conhecimento produzido externamente, as firmas precisam investir em capacitações próprias de inovação. Quando se menciona o caráter público do conhecimento, refere-se à característica de não-rivalidade deste tipo de informação, e não que ela seja um bem que pode ser adquirido sem custos para as empresas. Para serem capazes de identificar, compreender e internalizar o

conhecimento disponível na infraestruturapública de pesquisa, por exemplo, as firmas precisam investir em capacitações próprias.

Nelson (2006) afirma que as empresas fazem pesquisas não somente para produzir inovações, mas para manter sua capacidade de reconhecer e adquirir as novas descobertas produzidas externamente, e que isso ocorre principalmente quando as ciências que dão embasamento ao seu desenvolvimento tecnológico avançam rapidamente.

Outro fator relevante é que, com o aumento da complexidade dos avanços tecnológicos, e do caráter cada vez mais sistêmico da inovação, tornam-se mais importantes as habilidades das firmas de gerirem arranjos colaborativos para a produção de conhecimento[25] (METCALFE, 2003).

Firmas que não possuem capacitações próprias de inovação demandam pouco conhecimento das infraestruturas públicas de pesquisa. Deste modo, a contribuição das infraestruturas públicas fica concentrada na formação de recursos humanos e em algumas atividades de consultoria, e não em pesquisas que requeiram conhecimentos mais avançados.

Visto de outro modo, pode-se afirmar que não há infraestrutura de ciência e tecnologia apropriada, ou que seja capaz de promover a inovação, para firmas que não realizam esforços próprios de inovação. Neste caso, as políticas de inovação tornam-se sem efeito sobre o desenvolvimento tecnológico e econômico.

Para Metcalfe (2003), a falência do modelo das associações de pesquisa industrial, amplamente utilizado no Reino Unido entre 1920 e 1983, deveu-se à falta de capacitação interna das firmas relevantes para absorverem ou utilizarem as pesquisas que estavam sendo desenvolvidas nestes centros para o seu benefício.

Os resultados de Cohen, Nelson e Walsh (2002) também corroboram a visão apresentada acima, ao mostrar que as indústrias com mais esforços em P&D próprio, medidos pela relação entre gastos de P&D e vendas, são as que mais utilizam os novos instrumentos, técnicas e resultados das pesquisas públicas.

[25] Esta questão também é tratada por Chesbrough (2003) ao desenvolver o conceito de *open innovation*.

Estes autores mostram que, do total de laboratórios industriais de P&D, 29,3% indicaram utilizar os resultados da pesquisa pública, 22% disseram utilizar os instrumentos e técnicas desenvolvidos por universidades e laboratórios públicos de pesquisa e 8,3% disseram utilizar protótipos desenvolvidos neste meio.

Cohen, Nelson e Walsh (2002) ressaltam que as universidades e institutos públicos de pesquisa exercem esforços complementares aos das firmas e que, por isso, a cooperação entre esses agentes depende da capacidade interna da firma de absorver o conhecimento produzido nas universidades e institutos de pesquisa[26].

Mazzoleni e Nelson (2007) também mostram que a necessidade de se fazer investimentos para ter capacidade de assimilar os resultados da pesquisa pública deve estar entre as razões por que as grandes empresas sejam as principais usuárias da pesquisa pública, e por que haja tão pouca utilização da pesquisa pública pelas pequenas empresas, com exceção das *start-ups*[27].

Quanto à importância da P&D das firmas, Nelson (2006) considera que a capacidade das universidades fazerem P&D industrial é limitada. Isso se deve à P&D industrial envolver conhecimentos sobre a tecnologia que não são ensinados ñnos bancos das escolasò, ela requerer uma considerável proximidade e interação, muitas vezes não programável, entre o laboratório e a empresa, e também demanda trabalhos e investimentos complementares de ambos (laboratório e empresa). Além disso, para ser efetiva, muitas vezes a P&D industrial precisa ter estreitas ligações com a produção e em muitos casos exige um conhecimento específico à empresa.

Este autor também investiga os principais meios pelos quais as firmas obtêm retorno dos investimentos em inovação, as patentes, os segredos industriais e as vantagens associadas ao pioneirismo. A importância destes fatores variam entre os ramos industriais, mas em geral as firmas indicaram como mais importantes o pioneirismo,

[26] Define-se por capacidade de absorção a habilidade da firma de reconhecer, assimilar e aplicar novas informações científicas com o propósito da inovação e do desenvolvimento de novos produtos (COHEN; LEVINTHAL, 1990).

[27] Pensa-se que as *start-ups* diferem do comportamento das PMEs quanto à utilização dos resultados da pesquisa pública, devido ao fato de estas empresas terem surgido da universidade, possuindo uma rede de contatos acadêmicos, ou terem surgido de grandes empresas, podendo usufruir das suas capacitações (como um departamento jurídico, por exemplo).

em primeiro lugar, e os segredos industriais. As patentes somente foram classificadas como mais importantes para alguns setores específicos.

Para muitos ramos industriais, a exploração do pioneirismo foi apontada como a mais importante forma de obtenção de lucro dos investimentos em P&D, o que faz com que as firmas desejem manter em segredo os detalhes do P&D realizado. No entanto, para obter lucro do pioneirismo, a firma precisa ser capaz de associar os investimentos em P&D à capacidade de organizar a produção e a comercialização do produto antes dos seus concorrentes. (Nestes casos, a realização de atividades de P&D dentro da empresa facilitaria as coordenações necessárias).

Nelson (2006) mostra que as empresas geralmente buscam em fontes externas à própria firma os conhecimentos para atividades rotineiras e de importância considerada secundária. Essas informações podem provir de estudos exploratórios feitos por laboratórios com experiência em áreas específicas, ou se tratar de novas tecnologias sobre as quais a própria empresa possui pouco conhecimento especializado. Os investimentos em P&D de produtos, processos ou outras formas de inovação, que sejam consideradas a base de conhecimento da empresa, são destinados à área de P&D da própria firma.

3.1.4 Projetos cooperativos

Nas últimas décadas, tem se observado um aumento dos projetos cooperativos de pesquisa envolvendo empresas e instituições públicas de pesquisa. Entre as causas deste movimento podem-se citar fatores correlacionados, como o aumento da competição entre as firmas, o aumento dos investimentos necessários para o avanço das pesquisas, uma maior complexidade e multidisciplinaridade dos conhecimentos demandados, uma maior abertura das universidades à cooperação com empresas, entre outros.

A aceitação de que a inovação ocorre por meio de um processo interativo e complexo entre ciência e tecnologia ï e não por meio de um modelo linear ï indica

que os projetos cooperativos envolvendo agentes científicos, tecnológicos e empresariais são adequados e úteis.

Como mostrado na subseção anterior, ciência e tecnologia (e tecnologia e mercado) são corpos distintos de conhecimento que se influenciam mutuamente. Parte das questões das ciências vem dos avanços da técnica, e a técnica é beneficiada pelos avanços da ciência. Além disso, tecnologia e mercado co-evoluem. Quando estes corpos de conhecimento estão associados em um mesmo projeto, isto pode potencializar e acelerar os avanços técnicos e científicos em ramos específicos.

À medida que o avanço da técnica tem demandado uma maior base de conhecimentos científicos, e que estes, por sua vez, têm se tornado mais especializados, fica inviável para as firmas inovarem somente com suas capacidades internas. Assim, as empresas precisam adquirir conhecimentos complementares fora dos seus limites formais, seja por meio de compra direta, de colaborações bilaterais, consórcios de pesquisa entre outros. Estas ligações servem para fortalecer a base de conhecimento da firma inovadora e possibilitar que se produzam inovações superiores mais rapidamente.

Os projetos cooperativos também podem contribuir para dividir riscos e diminuir os elevados custos associados às pesquisas. Nenhum dos agentes envolvidos em um processo de inovação é capaz de julgar precisamente,*ex ante*, os resultados de inovação. Por isso, para diminuir os custos relacionados às incertezas inerentes ao processo, cooperar pode ser uma boa solução. Outro fator muito importante para a explicação do aumento dos projetos cooperativos é o aumento paulatino dos custos de pesquisa, principalmente relacionados a novos equipamentos e instrumentações.

Quanto à diminuição dos riscos associados à inovação, Metcalfe (2003) aponta que as grandes empresas têm a vantagem de poder diluí-los em uma carteira mais variada de projetos, e que riscos e custos têm estimulado algumas fusões ou aquisições de empresas com tecnologias complementares, além de estimularem projetos cooperativos. O autor também indica que parte significativa destas trocas de conhecimento tem ocorrido por transações que não são de mercado, envolvendo redes ou outras formas de arranjos entre empresas ou indivíduos.

Katz e Martin (1997) apontam como principais razões para o aumento das colaborações em pesquisas nos últimos 30 anos o encarecimento dos equipamentos e instrumentação usados nas pesquisas, e consequente incentivo das agências de fomento à cooperação; o desenvolvimento dos meios de comunicação; a queda nos custos de transporte; o caráter social da ciência e o desejo de interação intelectual dos seus membros, o que leva à organização de redes ou grupos formais e informais de pesquisa; a necessidade crescente de especialização das áreas e a necessidade de divisão de trabalho; e o aumento do caráter multidisciplinar das pesquisas.

Pelo lado das universidades, Cohen, Nelson e Walsh (2002) mostram que o estreitamento das ligações das universidades americanas com as empresas pode ser parcialmente sinalizado pelo crescimento do número de patentes concedidas nos EUA a universidades americanas (de 589 em 1985 para 3.151 em 1998), pelo aumento do financiamento da indústria para pesquisas universitárias (de $630 milhões para $1.896 bilhões, no mesmo período), pelo acréscimo de 60% no número de Centros de P&D cooperativos entre universidades e empresas e pelo aumento de 80% no número de escritórios de transferência de tecnologia das universidades.

No entanto, há custos envolvidos nos projetos cooperativos. As colaborações podem dissipar o potencial lucro obtido com a inovação, uma vez que custos e lucros são divididos. Conhecimentos compartilhados podem ser usados pelas empresas parceiras ï nos projetos cooperativos ï para competir no mercado.

Por isso, Metcalfe (2003) argumenta que os arranjos que podem gerar maior lucro, ou diminuir as chances de perda, são os que combinam firmas com bases de conhecimento complementares, ou que envolvem instituições públicas (como universidades), ou entre membros de uma cadeia de suprimentos, ou entre concorrentes que irão explorar o conhecimento compartilhado em diferentes nichos ou localidades. Fora estes casos, o envolvimento de concorrentes no desenvolvimento de capacitações genéricas pode funcionar em pesquisas pré-competitivas, em que o conhecimento gerado ainda está ñlonge do mercadoò.

Katz e Martin (1997) apontam outros tipos de custos relacionados aos projetos cooperativos, como os custos adicionais de tempo, de recursos humanos e

financeiros, que podem estar associados a: viagens e deslocamentos, transporte de equipamentos e reinstalações, negociações e fechamento de contratos, levantamento de recursos financeiros dos parceiros e de terceiros, definição conjunta do escopo da pesquisa, planejamento, tempo de deslocamento dos colaboradores e pesquisadores, informação sistemática sobre o progresso do projeto aos parceiros, gestão do projeto, negociação de posições divergentes, custos administrativos adicionais relacionados a projetos envolvendo parceiros geograficamente dispersos, necessidades adicionais de procedimentos burocráticos de gestão.

Além disso, estes autores também comentam que há os custos relacionados ao período de adaptação dos pesquisadores a um novo ambiente de trabalho e o tempo para desenvolver novas relações pessoais e de trabalho com os outros colaboradores. Em projetos que envolvem várias instituições, há sempre a necessidade de se conciliar diferentes culturas de gestão, sistemas financeiros, regras sobre direitos de propriedade intelectual, entre outros, e é comum que haja diferenças quanto a sistemas de recompensa, critérios de promoção e valores, e estas questões precisam ser acordadas.

Finalmente, alguns autores têm investigado a atuação do governo para fomentar projetos cooperativos de pesquisa entre empresas e instituições públicas de pesquisa. Entre seus resultados, estão que os programas governamentais podem facilitar a interação público-privada, e que estes programas são necessários principalmente no caso de projetos impulsionados pela oferta tecnológica (DREJER; JORGENSEN, 2005). Outros autores também argumentam que as parcerias para o desenvolvimento de P&D entre firmas e centros públicos de pesquisa podem constituir tanto uma importante estratégia de fomento à inovação para o setor empresarial como uma boa estratégia para o planejamento e exploração dos recursos públicos destinados à pesquisa (BALLESTEROS; RICO, 2001)[28].

[28] Os autores mostram que, na Espanha, o apoio do governo tem consistido na concessão de empréstimos sem juro para projetos de pesquisa pré-competitiva, a serem realizados por empresas, com participação de pesquisadores de universidades e centros públicos de pesquisa.

3.2 Intermediários

Howells (2006) define os intermediários da inovação como organizações que atuam como *brokers,* ou facilitadores, entre duas ou mais partes, em vários aspectos de um processo de inovação. Entre as atividades destas organizações estão a busca de informações sobre potenciais parceiros e sua mediação, a intermediação de transações, a procura de financiamento, a colocação das inovações resultantes das parcerias no mercado. Este autor comenta o trabalho de Bessant e Rush (1995) que, estudando os papéis desempenhados pelos intermediários da inovação, apontam como suas funções a articulação e seleção de opções tecnológicas, a investigação de novas fontes de conhecimento, a organização da informação, o desenvolvimento e implementação de negócios e estratégias de inovação.

Howells (2006) faz uma diferenciação entre estudos que enfatizam o papel dos intermediários apenas como pontes de informação e comunicação, e estudos que consideram estas organizações como possuidoras de certos conhecimentos tecnológicos. No segundo caso, os intermediários são vistos como capazes de agregar valor ao processo de transferência de tecnologia entre firmas e outras organizações, podendo tratar de tecnologias que encontram novos usos e aplicações em diferentes setores industriais. Isto implica dizer que este último tipo de intermediário possui um conhecimento mais completo sobre as várias tecnologias com as quais opera.

Entre os intermediários de ambas as categorias, há aqueles que atuam para facilitar ou promover a cooperação entre universidades e empresas. Na literatura, o termo ñintermediários da cooperação universidade-empresaò é tratado como as ações, projetos, programas ou novas instituições que atuam para melhorar a cooperação entre estes agentes, podendo ser internos ou externos às universidades. Eles podem agir em diferentes fases do processo de transferência do conhecimento, sendo comum a necessidade da participação de diversos intermediários nos processos de cooperação universidade-empresa, uma vez que geralmente se especializam em algumas etapas específicas de projetos (como nas fases de elaboração, financiamento ou gestão) ou em tipos de conhecimentos a serem

transferidos, se tácitos ou codificados, ou ambos (ACWORTH, 2008; HOWELLS, 2006; KODAMA, 2008; WRIGHT et al., 2008)[29].

O potencial de atuação dos intermediários da cooperação universidade-empresa está nas inúmeras dificuldades que se apresentam nesta relação e que limitam a eficácia destes processos. As dificuldades podem estar relacionadas a diferenças culturais, motivacionais e organizacionais, como a burocracia mais rígida da academia em comparação a uma maior flexibilidade das empresas.

Além disso, outra oportunidade de atuação dos intermediários ocorre devido aos resultados da pesquisa acadêmica,geralmente,não estarem prontos para o mercado, havendo, em vários casos, a necessidade de trabalho em fases intermediárias como, por exemplo, os testes pré-clínicos e clínicos, no caso das ciências ligadas à saúde humana, as atividades de escalonamento, os projetos de planta piloto. Em todos estes casos, os intermediários podem contribuir com agregação de conhecimentos específicos.

Como no caso dos intermediários da inovação, os intermediários entre universidades e empresas desempenham funções como a identificação de tecnologias promissoras, a busca de potenciais parceiros, a procura por financiamento, a comunicação e coordenação das diversas expectativas, a gestão de projetos cooperativos, a colocação de novas tecnologias no mercado etc. Eles fazem a ponte entre onde o conhecimento é gerado e onde pode ser aplicado, trabalhando com diferentes grupos de interesses e transportando suas percepções, expectativas e ideias, sendo que a distância física e as diferenças culturais e de linguagem entre os grupos podem aumentar sua importância e a complexidade das suas ações.

A ação dos intermediários contribui para a redução dos custos de transação, que são custos associados à busca de potenciais parceiros, à negociação dos projetos, à existência de informações assimétricas, às diferenças de incentivos e às incertezas quanto aos resultados dos projetos. Os intermediários também podem diminuir as

[29] Exemplos de intermediários focados na transferência de conhecimento codificado são as agências de inovação nas universidades, que atuam principalmente em patenteamentos e contratos. Já um exemplo de intermediário com capacitações em transferência de conhecimento tácito são as empresas de capital de risco, que muitas vezes trazem conhecimentos tácitos adicionais para a cooperação universidade-empresa como suas capacitações gerenciais, sua rede de contatos, e o oferecimento de consultorias quando do licenciamento de uma patente.

incertezas sobre a rentabilidade das invenções, investindo em capacitações para avaliar o seu valor comercial e o retorno de potenciais licenciamentos.

Acworth (2008) faz uma revisão na literatura das funções dos intermediários nos EUA e em Israel, mostrando que as instituições que desempenham a função de intermediários dão diferentes ênfases às diversas etapas, como as fases de elaboração, financiamento ou de gestão dos projetos, sugerindo que seria oportuna a criação de instituições intermediárias que oferecessem bons serviços nas várias etapas[30].

Wright et al. (2008) indica que as universidades têm focado a transferência de conhecimento codificado, por meio dos escritórios de patentes, necessitando de intermediários com *expertise* em comunicar conhecimentos tácitos (dependentes de forte interação social) assim como receber as demandas das indústrias. O autor mostra que, para se fazer transferências tecnológicas eficientes, é preciso prestar atenção nos mecanismos adequados para a transferência dos conhecimentos tácitos e codificados envolvidos nas transferências tecnológicas.

Além da importância da atuação dos intermediários, Kodama (2008) acrescenta a relevância de reformas específicas nas universidades e da capacidade de absorção das firmas para que haja maior eficiência em um sistema de transferência. O autor ressalta que no Japão o papel dos intermediários tem sido fornecer informações às empresas e universidades sobre parceiros potenciais, promovendo encontros e, em alguns casos, coordenando projetos de pesquisa ou outras atividades colaborativas.

Seus resultados também mostram que a cooperação universidade-empresa tem sido eficaz para promover o registro de patentes, mas não para o desenvolvimento de produtos. Para o autor, isto significa que atividades de P&D que levam ao registro de patentes requerem pesquisa básica, e que o desenvolvimento de novos produtos demanda recursos adicionais, como o conhecimento do negócio ou do mercado.

Pode-se fazer também uma diferenciação entre intermediários internos e externos às universidades. Intermediários internos são aqueles que são iniciativasda

[30] O artigo de Acworth (2008), assim como o de Wright et al. (2008) e Kodama (2008), apresentados nesta seção, fazem parte de uma edição especial da revista Research Policy sobre o papel dos intermediários na cooperação universidade-empresa.

universidade (e geralmente estão no seu espaço físico). Intermediários externos são os empreendimentos de agentes externos às universidades. Entre os intermediários internos pode-se citar, por exemplo, os escritórios de transferência de tecnologia, os parques tecnológicos, as incubadoras de empresas de base tecnológica, as plantas pilotos pertencentes a universidades. Os intermediários externos podem ser instituições, projetos ou ações que nasceram por iniciativa de órgãos governamentais, agências de fomento, entidades representativas do meio empresarial, entre outros. Outros exemplos de ações e instituições que exercem estas funções são os fundos de capital de risco, os programas de subvenção econômica, as empresas de consultoria tecnológica, as fundações criadas por iniciativa governamental ou empresarial e até mesmo alguns institutos de pesquisa.

Segundo Wright et al. (2008), os primeiros intermediários externos entre universidades e empresas foram os Centros Coletivos de Pesquisa (CRCs), criados em muitos países europeus após a Segunda Guerra Mundial para estimular o desenvolvimento tecnológico nos principais setores industriais. Entretanto, o autor ressalta uma atuação pouco relevante dos CRCs, enfatizando que estes possuem poucos contatos com universidades e institutos de pesquisa. Mais próximos das empresas, os CRCs acabaram focando mais em aconselhamento e busca de soluções tecnológicas que em P&D.

Exemplos encontrados na literatura sobre a atuação de instituições intermediárias são apresentados por Kodama (2008), que analisa a atuação da Associação TAMA *Industrial Vitalization Association Inc*. (TAMA), no Japão, e por Acworth (2008), sobre a experiência do *Cambridge MIT Institute* (CMI).

A associação TAMA foi criada para promover a cooperação universidade-empresa e a cooperação entre empresas, com o propósito de gerar novos produtos e negócios. O projeto TAMA compreendeu o fortalecimento de um *cluster,* na região metropolitana de Tóquio, formado por 90 universidades, mais de 100 divisões de P&D de grandes empresas privadas, que somavam um capital de 10 bilhões de

ienes, e uma concentração de indústrias dos setores de máquinas eletroeletrônicas, equipamentos de transporte e instrumentos de precisão[31].

A associação TAMA recebeu suporte do governo para sua criação, mas possuia administração autônoma, dirigida por representantes do setor privado, universidades e autoridades locais. Em 2007, possuía 660 membros, entre firmas, pessoas físicas, universidades e outras instituições de ensino, câmaras e associações de comércio e indústria, governos locais e coordenadores[32].

Entre as atividades da Associação TAMA estavam a organização de bancos de dados contendo produtos, tecnologias e atividades de pesquisa de firmas e universidades associadas; consultorias diversas; assessoria para busca de recursos de fomento do governo; coordenação de consórcios regionais entre universidades e empresas; assessoria no licenciamento de tecnologias; busca de investidores e *venture capital*; negociações com incubadoras, grandes empresas e instituições financeiras; e banco de dados de equipamentos de universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas, disponíveis para as empresas associadas.

Segundo Kodama (2008), a Associação era eficaz ao intermediar cooperações na região. A Associação indicava que o fato de ela ser uma instituição privada e, por isso, poder escolher suas empresas-membro, permitia o foco em serviços de interesse dos sócios, o que contribuia para melhorar seu desempenho. Mas o autor ressalta que a viabilidade deste tipo de associação por sócios depende da existência de um número relevante de empresas com capacidade de absorção e que, em geral, isso não é tão fácil de ser encontrado.

Acworth (2008) apresenta a experiência do *Cambridge-MIT Institute* (CMI), uma *joint venture* entre a Universidade de Cambridge (UK) e o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), nos EUA, criada em 2000, com duração de 7 anos, por iniciativa do governo britânico. O programa teve por objetivo desenvolver novas tecnologias e, principalmente, novas abordagens para a troca de conhecimento entre universidades e empresas. A iniciativa recebeu investimento inicial de 65 milhões de

[31] Segundo Kodama (2008), o valor dos produtos manufaturados na região foi de aproximadamente US$ 184 bilhões em 2004.
[32] Os coordenadores são especialistas vinculados à TAMA com competência em áreas diversas tais como gestão de negócios, engenharia, TI, patentes, tributação etc. Eles oferecem serviços aos associados, para a reformulação ou criação de negócios e cooperação com universidades.

libras do tesouro inglês e 16 milhões de libras do setor privado para o investimento em projetos de grande porte.

Conforme o autor, o CMI adotou um modelo multidirecional de troca de conhecimento entre os parceiros (ligados a pesquisa, educação, indústria e governo), focou em um número pequeno de projetos multidisciplinares e de grande escala, e que deviam possuir um elevadopotencial de impacto econômico para o Reino Unido. Em cada projeto eram abordados aspectos tecnológicos, econômicos e sociais de um ñtemaò. Segundo descrito em sua missão, o CMI tinha o propósito de promover a educação e pesquisa que aumentasse a competitividade, a produtividade e o empreendedorismo da economia do Reino Unido. Havia a preocupação de aumentar a eficácia do processo de intercâmbio de conhecimentos entre o meio acadêmico e a indústria.

As experiências apresentadas indicam que há um papel a ser desempenhado pelas instituições no fomento das relações universidade-empresa e que, apesar das diversas e importantes iniciativas, este é um terreno com possibilidades para novas ações que potencializem a produção de inovações.

A respeito da necessidade de novos agentes intermediários, Kodama (2008) apontou a ineficácia da cooperação universidade-empresa no desenvolvimento de produtos, em comparação à solicitação de patentes. Isto pode indicar um campo potencial para a atuação dos intermediários, em atividades que se inserem entre os resultados da pesquisa acadêmica e a comercialização de novos produtos, como, por exemplo, as provas de conceito, as atividades de escalonamento, as plantas piloto e os testes clínicos e pré-clínicos (no caso da indústria farmacêutica).

Assim, entre as várias possibilidades, caberia investigar a inserção dos IPPs como intermediários entre universidades e empresas, considerando suas capacitações tecnológicas e proximidade com a indústria. Entre as formas de atuação dos IPPs como intermediários da cooperação universidade-empresa estariam a realização de pesquisas complementares à universidade, assim como a possibilidade de busca de novos parceiros e gestão destes processos.

Em linhas gerais, a seção apresentou como a inovação se desenvolve por um processo sistêmico e pela divisão de trabalho entre as instituições que fazem parte

deste sistema. Abordou também as contribuições da infraestrutura pública de pesquisa para a inovação nas firmas e o aumento das colaborações entre estes agentes. Por fim, mostrou algumas experiências sobre os intermediários entre universidades e empresas e como estas iniciativas e/ou instituições têm contribuído para tornarem mais efetivas as parcerias.

A seção 4 investiga a atuação dos institutos públicos de pesquisa, sua inserção nos sistemas de inovação, e suas experiências como intermediários da inovação em programas recentes envolvendo empresas, institutos e universidades. Uma vez que os processos de inovação das firmas demandam mais parceiros externos, os IPPs têm a possibilidade de expandir sua atuação em pesquisas tecnológicas, além do oferecimento dos serviços tradicionalmente prestados.

4 OS INSTITUTOS PÚBLICOS DE PESQUISA

O tema dos Institutos Públicos de Pesquisa (IPPs) ainda é pouco explorado na literatura. Há poucos estudos sobre a atuação dos IPPs, seus mecanismos de financiamento, suas formas de se relacionar com as empresas, ou as diferenças nos modos de agir entre IPPs e universidades. Nos trabalhos em que o termo ñinstituto de pesquisaò aparece entre as palavras-chave, há uma diversidade de temas tratados.

Os IPPs são pouco estudados até mesmo na literatura relacionada à cooperação universidade-empresa, ou melhor, nos estudos que tratam da cooperação entre instituições públicas de ensino e de pesquisa e as empresas. Nestes estudos, os IPPs são abordados de forma genérica, como pertencentes ao mesmo grupo das universidades. É comum a utilização do termo òuniversidades e institutos públicos de pesquisaò em trabalhos que somente fazem uma análise mais aprofundada das questões relacionadas às universidades.

Deste modo, esta seção se propõe a abordar os vários temas encontrados na literatura sobre os IPPs. As questões aqui apresentadas são baseadas em revisão literária, a qual foi complementada por algumas informações contidas nos relatórios anuais dos institutos de pesquisa. Dados mais recentes sobre IPPs selecionados serão apresentados na seção seguinte.

Nesta seção, as questões estão relacionadas à história, missão, e às transformações que estas instituições vêm sofrendo ao longo do tempo como, por exemplo, as mudanças relacionadas às suas fontes de financiamento e ao modo como se relacionam com a sociedade. Os IPPs investigados neste estudo têm atuação multidisciplinar com foco nas áreas relacionadas à engenharia[33].

[33]Institutos públicos ligados às áreas da saúde, ou agricultura, não são tratados neste estudo.

4.1 Perspectiva histórica

Tradicionalmente, os IPPs foram criados para dar suporte ao desenvolvimento da indústria. Suas fundações coincidem com os processos de industrialização das economias em que estão inseridos. De forma geral, suas áreas de atuação evoluem com o surgimento de novos setores industriais.

Os IPPs identificados neste estudo foram criados a partir do final do século XIX e ao longo do século XX. Mas, podem-se reconhecer dois períodos históricos em que houve uma maior concentração na criação dos IPPs ou no seu fomento. O primeiro compreende o período que vai do final do século XIX ao início do século XX, e o segundo é o período pós Segunda Guerra Mundial, ambos marcados por forte industrialização.

O apoio dos IPPs para o desenvolvimento da indústria tem ocorrido por meio do oferecimento de pesquisas e serviços tecnológicos, testes, ensaios e serviços metrológicos. Ao longo da história, seus serviços muitas vezes também foram utilizados como instrumento para a absorção de tecnologias estrangeiras pela indústria nacional, seja pela realização de engenharia reversa, pelo treinamento de mão-de-obra, entre outros serviços.

Exemplos citados na literatura é a indústria nascente de máquinas ferramenta na Alemanha do final do século XIX que, com a ajuda do governo alemão e dos IPPs, importava e internalizava as avançadas tecnologias inglesas da época (FREEMAN, 1995); outro exemplo é a industrialização da Coreia do Sul nas décadas de 60 e 70 a partir da importação e absorção de tecnologias japonesas (KIM, 2007). Esses casos, longe de serem exceções, fazem parte de um amplo conjunto de exemplos em que os IPPs deram suporte à aquisição de tecnologias estrangeiras.

As experiências da Alemanha e da Coreia do Sul podem servir de ilustração para se observar a evolução dos IPPs e sua atuação como instrumento de apoio ao desenvolvimento industrial.

Na Alemanha, o surgimento dos institutos públicos de pesquisa foi beneficiado por uma conjunção de vontade política, recursos governamentais e apoio da indústria nacional. Beise e Stahl (1999) mostram que a criação dos laboratórios de pesquisa pelo governo alemão no final do século XIX tinha como missão dar suporte à competitividade da indústria e diminuir o hiato tecnológico em relação a outros países, principalmente em relação à Inglaterra. Entre os laboratórios, estava o *Physikalisch-Technische Reichsanstalt* (PTR), fundado em 1887, com forte financiamento do governo central, para atuar no desenvolvimento de padrões e medidas, de instrumentos de precisão e para realizar pesquisa básica. A iniciativa teve o apoio de industriais, entre os quais estava *Werner von Siemens,* que doou recursos para a sua criação[34].

Em 1911 foi criada a *Kaiser Wilhelm Society*, com forte suporte financeiro e apoio institucional da indústria química e indústria pesada da Alemanha. Desde então, outros institutos de pesquisa com finalidades específicas passaram a ser criados fora das estruturas das universidades.

Após a Segunda Guerra Mundial, vários institutos alemães foram reunidos no *Max-Planck Society* (MPG). Estes institutos se tornaram mais distantes da indústria ao longo do tempo. Por outro lado, em 1949, foram criados os Institutos Fraunhofer (FhG), com forte ligação com a indústria.

Beise e Stahl (1999) também mostram que, mais recentemente, à medida que a legislação alemã impôs restrições para a transferência tecnológica das universidades, estas criaram institutos legalmente independentes, de modo a ganharem flexibilidade administrativa. Em 1993, os institutos criados por iniciativa das universidades representavam cerca de 4% de toda a pesquisa universitária, parcela que aumentou rapidamente durante a década de 90.

Na Coreia do Sul, nas décadas de 60 e 70, os IPPs foram usados como instrumento de desenvolvimento industrial, quando o foco era a criação de uma infraestrutura industrial básica construída a partir de tecnologia importada. Naquelas décadas, o governo criou uma série de IPPs como parte de um plano de desenvolvimento

[34] O antigo PTR deu origem, na década de 1950, ao PTB (*Physikalisch-Technischen Bundesanstalt*).

econômico, que visava a transição de uma economia agrícola para uma economia industrial (SOHN; KENNEY, 2007).

O primeiro IPP sul-coreano, o *Korea Institute of Science and Technology* (KIST), foi criado em 1966, em Seul, começando a operar em 1969, coincidindo com a instituição do Ministério de Ciência e Tecnologia. Durante os anos 70, foram estabelecidos cerca de 20 IPPs, alguns por meio de *spin-offs* do KIST.

A justificativa para a criação dos IPPs estava associada à produção de capacidades tecnológicas nacionais. Estas entidades funcionavam como difusores de tecnologias para a indústria, implementando programas piloto de P&D e oferecendo suporte para a importação e absorção de tecnologia estrangeira.

Kim (2007) mostra que os institutos de pesquisa criados pelo governo constituíram o principal suporte às atividades avançadas de P&D na Coreia do Sul. O autor ressalta que 90% dos auxílios para pesquisa concedidos pelo governo nas áreas de novas tecnologias, nos anos iniciais da industrialização do país, foram direcionados aos IPPs, para projetos a serem desenvolvidos em conjunto com as empresas privadas.

O autor também aponta os descompassos entre IPPs e empresas sul-coreanas nas décadas iniciais, uma vez que o que os institutos podiam oferecer, com cientistas e engenheiros vindos de instituições acadêmicas, muitas vezes estava muito além das necessidades da indústria, interessada na importação de tecnologias maduras.

No entanto, Kim (2007) argumenta que, apesar das dificuldades das fases iniciais do processo de industrialização da Coreia do Sul, os institutos foram responsáveis por contribuições importantes, como ajudar as empresas a adquirir tecnologias estrangeiras. Seus serviços de P&D contribuíram para fortalecer o poder de negociação das empresas na aquisição das tecnologias. O conhecimento adquirido pelas pesquisas conjuntas com os IPPs habilitaram as empresas a identificar potenciais fornecedores e as capacitaram para assimilar e adaptar as tecnologias importadas. No entanto, para o autor, o papel mais importante e não intencional dos IPPs foi o de fornecer pesquisadores experientes quando os *chaebols* começaram a fundar seus centros de P&D na década de 80.

Cabe salientar que na Coreia do Sul, ao longo da década de 80, houve uma migração dos investimentos nos órgãos públicos para investimentos em P&D das empresas, por meio dos empréstimos preferenciais. Mesmo com estas mudanças, Kim (2007) mostra que os IPPs ainda ficaram responsáveis pela condução de alguns importantes projetos governamentais de P&D avançada[35].

Para o autor, a experiência da Coreia do Sul mostra que os IPPs não devem ser avaliados pelo número de patentes ou pesquisas importantes que geram e transferem para o setor privado, mas por outros indicadores como o número de pesquisadores experientes que formam ï provendo indivíduos capazes de exercer papéis de liderança nas atividades de P&D industrial ï e o papel de colaboradores do setor privado para a assimilação e o aperfeiçoamento de tecnologias estrangeiras.

4.2 Vínculos com a indústria

Como apresentado na subseção anterior, de forma geral os IPPs têm atuado oferecendo serviços e pesquisas complementares à indústria. No entanto, podem-se encontrar institutos que, ao longo da sua história, passaram a se concentrar na pesquisa básica, distanciando-se das demandas industriais.

Assim, há tanto institutos que seguiram uma trajetória de aproximação das empresas, como institutos que se distanciaram das relações do mercado. E podem-se observar posicionamentos tanto favoráveis como contrários às duas trajetórias.

Entre os autores que veem com preocupação a aproximação entre IPPs e indústria estão Vavakova (2006) e Coccia e Rolfo (2008), na França e Itália. Além destes, Xiwei e Xiangdong (2007) também fazem ressalvas sobre os efeitos das estratégias de comercialização da pesquisa pública sobre o sistema de C&T da China. De forma

[35] Os empréstimos preferenciais atingiram US$ 848 milhões em 1987, 94,3% do montante reservado pelo governo para financiamento de P&D. Para se ter uma ideia das dimensões das mudanças, em 1980, 54 firmas tinham centros de P&D, enquanto que, em 1995, 2.226 firmas tinham P&D interno. Na década de 90, o setor privado passou a ser responsável por 80% do total das despesas nacionais em P&D (KIM, 2007).

geral, as preocupações desses autores estão relacionadas à diminuição dos esforços em pesquisa básica e ao excesso de vendas de pesquisas de impacto de curto prazo para a indústria.

Vavakova (2006) apresenta que, desde a década de 80, os IPPs franceses foram impulsionados a mudar seu foco de atuação, por meio de políticas tecnológicas e leis que tinham como objetivo aumentar a contribuição da pesquisa pública para o desenvolvimento industrial. A autora mostra que essas políticas tiveram como efeito o aumento dos contratos de pesquisa dos IPPs, acompanhado de uma diminuição dos registros de patentes dos institutos e, ao mesmo tempo, uma contínua performance não satisfatória das firmas francesas em P&D.

Coccia e Rolfo (2008), analisando as mudanças de estratégia dos IPPs na Itália, apontam para uma diminuição da pesquisa básica ï medida pelo número de publicações ï e aumento da pesquisa aplicada, ao mesmo tempo em que os indicadores de patentes mostraram o decrescimento da receita e o aumento dos custos.

Estes autores são críticos à tendência de diminuição da pesquisa básica, uma vez que, segundo eles, há uma ameaça nas organizações públicas de pesquisa de que haja menos pesquisas direcionadas ao bem-estar público de longo prazo, o que poderia afetar negativamente o crescimento econômico no futuro. Os autores sugerem que medidas de política pública deveriam ser tomadas para evitar o declínio da pesquisa básica.

Xiwei e Xiangdong (2007) também apresentam ressalvas quanto às reformas no sistema chinês que, desde meados da década de 80, teriam desestimulado os esforços em pesquisa básica e em pesquisa orientada para o benefício público, devido à forte orientação para a comercialização de C&T. Segundo os autores, as reformas beneficiaram as universidades de engenharia e os institutos de pesquisa aplicada, mas os IPPs com foco em pesquisa básica passaram a ter dificuldades para obter recursos financeiros e contratar pesquisadores de alto nível.

Por outro lado, a visão mais comum é a de autores que enfatizam a importância da atuação dos IPPs em pesquisa aplicada, como um instrumento de apoio para a inovação da indústria. Esses autores veem com preocupação o foco em pesquisa

básica e o distanciamento entre IPP e indústria. Entre os autores favoráveis à aproximação dos IPPs da indústria estão Chen e Kenney (2007), Sohn e Kenney (2007), Mohan e Rao (2005), Upstill e Symington (2002), Beise e Stahl (1999), Kim (2007), e mesmo Xiwei e Xiangdong (2007).

Beise e Stahl (1999), em sua análise sobre o sistema de C&T na Alemanha, apresentam que, após a Segunda Guerra Mundial, houve um agrupamento de vários institutos na *Max-Planck Society* (MPG), e que estes foram se distanciando da indústria, que passou a financiar menos de 1% das pesquisas desses institutos. Os autores mostram que a MPG ï com 60 institutos que empregam cerca de 3000 cientistas ï ao longo do tempo, deslocou sua atuação da pesquisa industrial para a pesquisa básica e se concentrou em biologia, física e astronomia, sendo ainda forte em química, materiais e ciências médicas.

Por outro lado, em 1949 foram criados os Institutos Fraunhofer (FhG), como uma organização de institutos de pesquisa aplicada, que se estabeleceram como uma instituição líder em contratos para a inovação industrial na Alemanha. Com a missão de complementar a pesquisa das universidades, os FhG estão sempre localizados nas suas proximidades. Em 1999, os 47 institutos do FhG empregavam 3300 cientistas e engenheiros (BEISE; STAHL, 1999). Enquanto os institutos da MPG e os grandes laboratórios de pesquisa eram mantidos por recursos públicos, cerca de 65% do orçamento dos Institutos Fraunhofer eram oriundos da venda de serviços e pesquisas para a indústria e para o governo[36].

Na Coreia do Sul, Kim (2007) aponta os esforços do governo para aproximar os IPPs da indústria, vinculando recursos de projetos à cooperação entre os agentes[37]. Como exemplo, o autor destaca dois programas governamentais coordenados pelos IPPs, o ñProjeto de Desenvolvimento de Tecnologia Industrial Genéricaò e o ñProjeto de Atividades de P&D Nacionais Altamente Avançadasò.

[36] Esta é uma característica que permanece nos Institutos Fraunhofer.
[37] Kim (2007) mostra que, nas décadas de 1960 e 1970, o governo chegou a obrigar as grandes empresas a estabelecer pesquisas conjuntas com os institutos. Segundo o autor, naquela época, houve algumas grandes parcerias de pesquisa, mas os resultados foram frustrantes, porque os institutos ofereciam pesquisas especializadas para a inovação, enquanto as empresas estavam preocupadas em desenvolver sua capacidade de produção. (A experiência mostra como a oferta tecnológica pelos institutos não pode ser efetiva sem a criação de demanda do setor privado).

O primeiro concentrava-se em problemas de áreas tecnológicas com altas externalidades econômicas. O Ministério do Comércio, Indústria e Energia fazia levantamentos anuais para identificar os projetos de P&D mais urgentes para as empresas e oferecia apoio financeiro aos institutos de pesquisa do governo e aos laboratórios das universidades para desenvolvê-los em parceria com as empresas.

A maioria desses projetos estava relacionada à substituição de importação de componentes japoneses para as indústrias eletrônica e mecânica. Em 1989, 174 tecnologias foram identificadas e 146 foram propostas para financiamento. O governo destinou US$ 17,2 milhões, em 1989, para o programa e US$ 110,8 milhões em 1993 (o que significou US$ 388 mil por projeto). No entanto, o autor argumenta que os valores não foram suficientes para resolver os problemas críticos.

O outro programa governamental coordenado pelos IPPs, o ñProjeto de Atividades de P&D Nacionais Altamente Avançadasò, era mais ambicioso. Lançado em 1992, ele estabelecia metas para 2020 e visava o desenvolvimento tecnológico de linhas específicas de produtos (novos medicamentos, produtos químicos, televisores de alta definição etc.) e de diversas tecnologias fundamentais (desenvolvimento de circuito integrado em larga escala, sistemas avançados de produção industrial, novos materiais para áreas de informação, tecnologia ambiental etc.).

Os investimentos no programa ï somando os gastos do governo, das universidades e da indústria ï foram estimados em US$ 5,7 bilhões, para todo o período (1992-2001), sendo que metade dos recursos deveria vir da indústria. Nos três primeiros anos foi investido US$ 1,3 bilhão. O autor mostra que neste período foram contratados 13 mil pesquisadores, registradas 2.542 patentes, publicados dois mil artigos acadêmicos e exportadas três tecnologias, no valor de US$ 6 milhões (KIM, 2007).

Na China, Xiwei e Xiangdong (2007) mostram que os IPPs passaram por um amplo processo de reformas, o que incluiu esforços para o redirecionamento das pesquisas, a aproximação da indústria e incentivos para a criação de empresas pelos pesquisadores.

Estes autores destacam que grande parte dos IPPs chineses pertence à *Chinese Academy of Sciences* (CAS), sistema de institutos de pesquisa do governo, fundado

em 1949, para liderar as pesquisas relacionadas às áreas de defesa (armas nucleares, satélites etc.), mas que passou a direcionar esforços em P&D com aplicações não militares a partir da década de 80.

No primeiro estágio das reformas do sistema de C&T, de 1985 a 1992, o governo chinês encorajou os IPPs e as universidades a estreitarem as relações com a indústria. O orçamento dos IPPs e das universidades foram reduzidos consideravelmente e as regras e leis relacionadas a patentes e transferência tecnológica deviam facilitar as interações com os parceiros industriais.

No segundo estágio, de 1992 a 1999, o ó*Climbing Program*ô tinha como objetivo promover a pesquisa básica, e os IPPs e as universidades também ganharam maior autonomia para conduzir as pesquisas. Por outro lado, o programa também tinha medidas que favoreciam o relacionamento desses agentes com o mercado, como o lançamento de um guia publicado em 1991, para a administração das empresas criadas por IPPs e universidades.

O terceiro estágio de reformas começou em 1999, quando o foco passou a ser a aceleração da comercialização dos resultados de pesquisa. Uma das medidas foi a transformação dos institutos de pesquisa aplicada, ligados ao governo, em empresas de alta tecnologia ou em empresas de prestação de serviços técnicos.

Em outros países, como Índia e Austrália, também foram identificadas publicações de autores favoráveis à aproximação entre IPPs e empresas. Mohan e Rao (2005) analisam as relações entre o CSIR ï maior instituição de pesquisa indiana ï e as empresas, e Upstill e Symington (2002) apresentam a experiência da CSIRO ï maior organização de P&D da Austrália. Esses trabalhos investigam as formas de relacionamento desses institutos com seus clientes empresarias.

A partir da análise dessas experiências, podem-se observar os esforços realizados em diversos países, principalmente a partir da segunda metade do século XX, para aproximar os IPPs das empresas, como forma de oferecer suporte à inovação industrial. Entre esses países, alguns tinham um sistema universitário forte, como a Alemanha, Itália e França, e já existia uma estrutura em pesquisa básica. Em outros, como Coreia do Sul e China, o sistema de pesquisa básica ainda era deficiente, mas

tinha-se, ao mesmo tempo, a necessidade de fomentar a pesquisa aplicada direcionada para a indústria.

Deste modo, compreende-se que as ressalvas de alguns autores a respeito das políticas para a aproximação dos IPPs das necessidades da indústria está, na verdade, relacionada à preocupação quanto à diminuição dos investimentos em pesquisa básica (VAVAKOVA, 2006; COCCIA; ROLFO, 2008; XIWEI; XIANGDONG, 2007). Neste ponto, o sistema de C&T alemão é favorecido por ter uma estrutura, de certa forma, balanceada, entre institutos que investem em pesquisa básica e outros que estão direcionados à pesquisa aplicada para apoio à indústria.

Por fim, a partir da literatura (KIM, 2007), pode-se observar que os institutos direcionados somente para as demandas industriais de curto prazo têm sua atuação limitada em ambientes em que haja somente indústrias de base tradicional e pouco inovadoras. Por outro lado, quanto aos IPPs que concentram suas atividades em pesquisa básica, pode ser adequado encontrar meios que favoreçam a transferência desses conhecimentos para pesquisas aplicadas futuras.

4.3 Fontes de Financiamento e Diminuição dos Recursos Públicos

Outro aspecto são as diferenças entre os IPPs quanto às suas fontes de financiamento. De um lado, há aqueles cuja receita provem, majoritariamente, de dotação orçamentária do governo. De outro, os IPPs cuja receita é proveniente, principalmente, da venda de serviços e pesquisas (para empresas, governo e agências de fomento). Há pontos positivos e negativos nos dois modelos. Os IPPs com maior financiamento público podem investir mais em pesquisa básica e de longo prazo, enquanto os que possuem reduzido financiamento público dependem mais da venda de serviços para a indústria e, por isso, têm a chance de contribuir mais diretamente, e a curto prazo, para o desenvolvimento industrial.

O gráfico 1 apresenta a composição das receitas de alguns IPPs. Podem-se distinguir dois padrões. Entre os IPPs cuja fonte predominante de recursos é a

dotação orçamentária do governo estão a *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO), na Austrália, o *Netherlands Organization for Applied Scientific Research* (TNO), na Holanda, o *Federal Institute for Materials Research and Testing* (BAM), na Alemanha, e o *National Institute of Standards and Technology* (NIST), nos EUA. Entre os IPPs cuja receita é formada, principalmente, pela venda de serviços e pesquisas para empresas e para agências de fomento estão os Institutos Fraunhofer (FhG), na Alemanha, o *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR), na África do Sul, o Instituto Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), no Brasil.

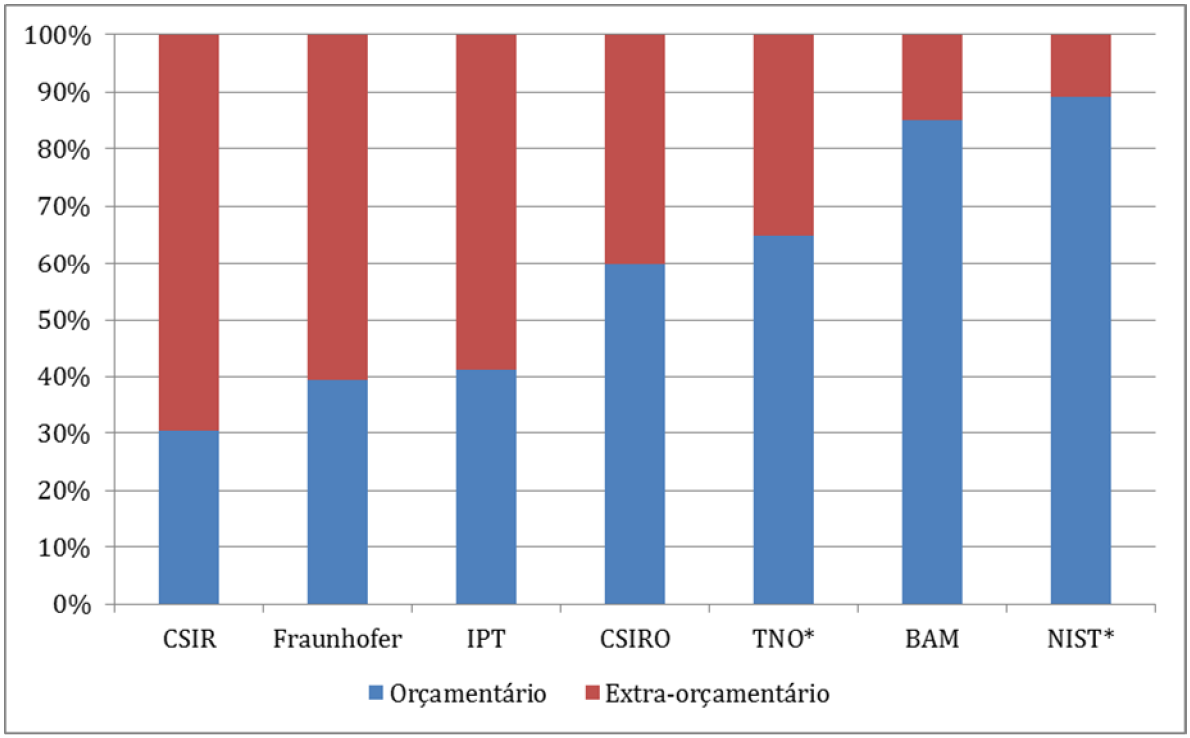

Gráfico 1 - Composição dos Recursos de Alguns Institutos Públicos de Pesquisa
Fonte: Diretoria de Inovação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2010)[38]
*dados de 2009.

Outra questão apontada por alguns autores é a tendência à diminuição dos recursos públicos direcionados aos IPPs, em vários países.

[38] Extraído de apresentação interna realizada no Instituto.

Coccia e Rolfo (2008), analisando os IPPs italianos, demonstram como os cortes dos recursos públicos levaram ao aumento da terceirização dos recursos humanos, das bolsas de pós-doutorado e dos contratos de curto prazo. Como consequência da diminuição dos recursos públicos, os IPPs italianos redirecionaram suas ações, diversificando as pesquisas e selecionando aquelas de menor risco e de maior interesse para a indústria. Segundo os autores, os IPPs italianos começaram a assumir funções que deveriam ser exercidas pelos laboratórios industriais de P&D.

Na Coreia do Sul, Kim (2007) mostra que, nas primeiras décadas da industrialização, os IPPs consumiram grande parte dos fundos nacionais reservados à P&D, mas que, ao longo da década de 80, houve um redirecionamento dos investimentos em P&D pública para a P&D nas empresas. A política dos empréstimos preferenciais, para financiamento da P&D privada, passou a representar 94,3% dos investimentos do governo em P&D (1987). Os investimentos diretos do governo nos IPPs, por meio do ñProjeto Nacional de P&Dò e do ñProjeto de Desenvolvimento de Tecnologia Industrial Genéricaò, representavam 4% do total dos gastos governamentais em P&D.

Além disso, Yim (2004) apresenta que, a partir de 1996, o governo da Coreia do Sul mudou o sistema de financiamento dos IPPs, que passou a ser vinculado a projetos, como um modo de tentar aumentar a produtividade das pesquisas. Com as mudanças, os custos com o pagamento dos pesquisadores passaram a ser contabilizados no valor cobrado pelos serviços, o que antes ficava como um encargo para o governo.

As críticas do autor a este sistema estão relacionadas à mudança de foco da pesquisa dos IPPs, de básica para aplicada de curto prazo, como um meio de conseguirem pagar seus gastos. O novo sistema também acabou incentivando os contratos temporários de pesquisadores com custos mais baixos, e menos experientes, como os estudantes de mestrado e doutorado. Em 2002, 50% dos contratos de mão-de-obra dos IPPs eram irregulares, incluindo os contratos temporários de estudantes.

Na China, Xiwei e Xiangdong (2007) também indicam uma redução dos investimentos públicos nos IPPs. Os autores mostram que, com as reformas

introduzidas pelo governo entre 1985 e 1992, os orçamentos dos institutos públicos de pesquisa e das universidades foram reduzidos consideravelmente, como uma forma de incentivá-los a estreitarem ligações com a indústria.

4.4 Publicações e Patentes

A Tabela 1 apresenta algumas informações que ajudam a caracterizar os institutos públicos de pesquisa em relação ao número de funcionários e às publicações científicas e patentes.

A Tabela 1 também apresenta uma distinção entre os institutos que concentram suas atividades no oferecimento de serviços metrológicos e os denominados multitemáticos que, apesar de também oferecerem serviços de metrologia, atuam de forma mais diversificada no oferecimento de outros serviços e pesquisas, principalmente em áreas de engenharia. Os institutos caracterizados pelo oferecimento de serviços metrológicos foram o *National Institute of Standards and Technology* (NIST), nos EUA, o *Physikalisch-Technischen Bundesanstalt* (PTB), na Alemanha, e o *National Physical Laboratory* (NPL), no Reino Unido.

Tabela 1- Publicações e Patentes de IPPs Selecionados (2010)

Instituição	País	Número de funcionários	Patentes no *SpaceNET* (80 países)	Publicações *Scopus*	Patentes/ 1000 Funcionários	Artigos (*Scopus*)/ 1000 Funcionários
Institutos de Pesquisa Multitemáticos						
Fraunhofer	Alemanha	18.000	1.058	2.964	59	165
CSIRO	Austrália	6.510	134	3.141	21	482
ITRI	Taiwan	6.000	616	813	103	136
AIST	Japão	5.232	257	2.080	49	398
TNO	Holanda	3.919	418	709	107	181
CSIR	África do Sul	2.354	22	258	9	110
BAM	Alemanha	1.755	29	274	17	156
IPT	Brasil	1.500	4	17	3	11
SP Sweden	Suécia	893	1	71	1	80
KIST	Coreia do Sul	698	7	217	10	311
INT	Brasil	543	3	9	6	17
Instituições focadas em Metrologia						
NIST	EUA	2.900	3	231	1	80
PTB	Alemanha	1.800	1	154	1	86
NPL	Reino Unido	600	0	28	0	47

Fonte: Diretoria de Inovação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2010)[39]

A Sociedade Fraunhofer, na Alemanha, é a maior instituição de pesquisa, identificada neste trabalho, em relação ao quadro de recursos humanos. O número de seus funcionários é quase três vezes o número da segunda maior instituição, a CSIRO, na Austrália. Por outro lado, a CSIRO é a entidade que apresenta o maior índice de publicação de artigos por funcionário, seguida pelo AIST, no Japão.

A Sociedade Fraunhofer também se destaca pelo número de patentes, seguida pelo ITRI, em Taiwan. Mas os índices mais elevados de patentes por funcionário são apresentados pelo ITRI, em Taiwan, e pelo TNO, na Holanda.

[39] Extraído de apresentação interna realizada no Instituto.

4.5 Fusões e reestruturações

Em diversos países europeus, assim como nos países asiáticos, houve um processo de agrupamento dos IPPs, relacionado tanto à diminuição dos recursos públicos como à busca de meios mais eficientes de gestão destas instituições (COCCIA; ROLFO, 2008; XIWEI; XIANGDONG, 2007; SUH, 2000; LIM, 1999).

Coccia e Rolfo (2008) mostram que os institutos de pesquisa italianos aumentaram de tamanho em decorrência de um processo amplo de unificação. Com as reformas, os institutos passaram a administrar um número maior de unidades, aumentando seus esforços administrativos e os procedimentos burocráticos.

Em alguns países da Ásia também pode-se observar uma tendência à fusão dos IPPs. Na China, por exemplo, as reformas dos anos 80 também direcionaram esforços para a unificação dos IPPs, visando o aumento da eficiência de sua atuação e administração. No entanto, as maiores mudanças dos institutos neste país foram as privatizações e as vendas para departamentos de P&D de empresas (XIWEI; XIANGDONG, 2007).

Na Coreia do Sul, Lim (1999) mostra que os IPPs foram repetidamente reorganizados e passaram por um processo de fusão nos anos 80 e 90. O autor defende que as reformas foram necessárias, uma vez que as disputas políticas entre ministérios, nos anos anteriores, muitas vezes resultaram na multiplicação do número de IPPs, no desperdício de esforços e no excesso de burocracia.

A partir de 1999, com a publicação, pelo governo sul-coreano, do ñ*Act on Establishment, Management and Promotion of Government-funded Research Institutes (GRIs)*ò, foram criados dois conselhos para organizar os IPPs, o *Korea Research Council for Industrial Science and Technology* (ISTK) e o *Korea Research Council of Fundamental Science and Technology* (KRCF). A organização dos IPPs sob os dois conselhos ï que não significa a unificação dos IPPs em um único instituto, mas uma forma de organizá-los ï visa melhorar o planejamento e a gestão dos institutos, além de criar mecanismos para avaliá-los. Há 13 IPPs filiados em

cada um dos conselhos (KOREA RESEARCH COUNCIL FOR INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY).

No Japão, os IPPs passaram por um processo recente de fusão. O governo japonês reuniu diversos institutos pertencentes a uma agência governamental denominada *Agency of Industrial Science and Technology* (AIST) em um único instituto de mesmo nome.

O novo *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* (AIST) foi criado, em 2001, pela fusão do Instituto de Pesos e Medidas (*Weights and Measures Training Institute*) com os 15 institutos de pesquisa anteriormente ligados à agência governamental AIST. Desde então, passou a ser a maior instituição pública de pesquisa do Japão, com 3.209 funcionários (destes, 2.505 são pesquisadores e 704 são funcionários ligados às áreas administrativas) e 5.250 pesquisadores visitantes, entre alunos de pós-graduação, graduação, pesquisadores de empresas, universidades e institutos estrangeiros (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2005-2006).

4.6 Criação de Empresas e Privatizações

Os casos mais conhecidos de criação de empresas por IPPs são os da China, mas Upstill e Symington (2002) e Kim (2007) também relatam a criação de empresas como *spin-offs* de IPPs na Austrália e na Coreia do Sul. Também é possível identificar programas de incentivo à criação de *spin-offs* nos Institutos Fraunhofer, na Alemanha, e no TNO, na Holanda (FRAUNHOFER INSTITUTE, 2008a; TNO, 2009)

Além da criação de empresas por IPPs, na China e na Coreia do Sul pode-se observar um processo de privatização dos institutos. Xiwei e Xiangdong (2007) apontam que as reformas no sistema de C&T chinês, a partir de 1999, tiveram como prioridade acelerar a comercialização dos resultados da pesquisa pública e que, entre as medidas adotadas pelo governo, estava a transformação dos institutos públicos de pesquisa aplicada em empresas de alta tecnologia ou em empresas de

prestação de serviços técnicos. O primeiro alvo foi os 242 institutos de pesquisa filiados ao *State Committee for Economics and Trade*. Destes, 131 juntaram-se a grupos de empresas; 40 foram transformados em empresas de C&T, sob a regulação de governos locais; 29 foram transformados em grandes corporações de C&T pertencentes ao governo central; 18 tornaram-se agências; e os 24 que restaram fundiram-se a universidades ou foram fechados.

Ao final de 2003, dos 1.149 institutos que inicialmente pertenciam ao governo, 1.003 tinham sido transformados em empresas ou passado a fazer parte de empresas. Em boa medida, essas mudanças explicam o rápido aumento do número de pesquisadores e dos gastos em P&D nas empresas, que se tornaram a força principal das atividades de pesquisa tecnológica na China.

Xiwei e Xiangdong (2007) também apresentam que nos anos 90 muitos IPPs e universidades encorajaram seus pesquisadores a estabelecerem seus próprios negócios, especialmente nos setores de alta tecnologia. Em 1991, o governo publicou um guia para a administração das empresas criadas por IPPs e universidades. Os IPPs ofereciam facilidades como a garantia dos salários dos empreendedores, diminuindo riscos e funcionando como um capitalista de risco.

A *Chinese Academy of Sciences* (CAS) fundou uma empresa de capital de risco ï a *China Science and Technology Promotion and Economic Investment Company* ï para dar suporte às *start-ups* criadas pelos pesquisadores. Em 2004, a CAS tinha investido em mais de 400 novos empreendimentos. A empresa mais conhecida e de maior sucesso foi a *Lenovo Group Limited*, que recebeu tratamento especial, o que incluía autonomia nas tomadas de decisão, recursos financeiros, apoio no recrutamento de funcionários, uso do nome da instituição e acesso aos recursos da CAS. Como forma de pagamento, a *Lenovo* destinava uma quantia fixa anual à CAS (CHEN; KENNEY, 2007).

Upstill e Symington (2002), estudando a experiência da CSIRO na Austrália, também ressaltam a criação de *spin-offs* como parte das ações da instituição para a transferência de tecnologia. Para os autores, o aumento da importância relativa da criação de empresas pela CSIRO, em comparação a outros mecanismos de transferência de tecnologia (como as vendas de pesquisas e serviços), deveu-se a

fatores como o desenvolvimento interno de competências comerciais e o aumento da disponibilidade de capital de risco[40].

Nos relatórios anuais de vários institutos também é possível encontrar programas de incentivo à criação de *spin-offs*. Nos Institutos Fraunhofer, por exemplo, foi criada a *Fraunhofer Venture* que, desde 2002, apoiou cerca de 120 *spin-offs* e 70 empreendedores.

Os Institutos Fraunhofer também incentivam a criação de *spin-offs* por meio do programa *Fraunhofer Fosters Entrepreneurship* (FFE), que oferece suporte financeiro aos projetos ï para a elaboração de planos de negócios, finalização das pesquisas e pagamento de mão-de-obra no primeiro ano da empresa ï, e do programa *Fraunhofer Promotes Management* (FFM), que oferece formação gerencial aos pesquisadores e empreendedores. Em 2008, o FFE apoiou 41 projetos de *spin-offs* e ajudou a criar 11 empresas. O FFE também atua como co-investidor, tanto comprando ações das novas empresas como participando com ativos tecnológicos. A Sociedade Fraunhofer possui ações em 68 empresas de diferentes setores, somando investimentos de 3,1 milhões de euros.

4.7 Projetos Cooperativos

Dos estudos levantados na revisão bibliográfica, dois abordam o tema dos projetos cooperativos de pesquisa realizados entre IPPs e empresas.

Kim (2007) mostra que, nas décadas de 60 e 70, o governo da Coreia do Sul chegou a criar mecanismos para forçar a realização de pesquisas cooperativas entre os IPPs e as empresas, investindo grande quantia de recursos em projetos a serem coordenados pelos IPPs. O autor ressalta que houve algumas grandes parcerias de pesquisa, mas os resultados foram frustrantes por diferenças de interesses dos parceiros.

[40] O tema das *spin-offs* na CSIRO será retomado na seção 7. A equipe de transferência de tecnologia desta Organização aponta que a escolha pela abertura deste tipo de empresa depende das características das tecnologias.

O autor destaca que, naquela época, a maioria dos cientistas e engenheiros dos IPPs sul-coreanos vinha de instituições acadêmicas, ou de organizações de P&D avançada, e os serviços especializados que eles podiam oferecer estavam muito além das necessidades da indústria. Além disso, os pesquisadores desses institutos não tinham conhecimento para o desenvolvimento de protótipos, muito procurados no início da industrialização, o que fazia que eles não conseguissem competir com as licenças estrangeiras, no fornecimento de projetos detalhados ou de outras especialidades industriais.

Yim (2004) tem uma visão crítica a respeito da atuação dos IPPs no desenvolvimento tecnológico da Coreia do Sul nas décadas de 1980 e 1990. O autor aponta que o governo investiu 207 milhões de dólares em projetos de P&D nos IPPs, entre 1982 e 1990, ressaltando que, dos projetos cooperativos com a indústria, apenas 30,9% obtiveram sucesso de mercado, e que, dos projetos totalmente financiados pelo governo, apenas 4,1% tiveram sucesso comercial.

Para o autor, uma das principais causas do fracasso dos projetos foram as debilidades na gestão de projetos de P&D. Yim (2004) também ressalta que as dificuldades de desempenho dos IPPs estariam relacionadas à falta de consenso, entre as autoridades do governo e a alta gerência dos IPPs, quanto às missões institucionais dos institutos; ao excesso de monitoramento feito pelo governo; e à instabilidade dos orçamentos.

O tema dos projetos cooperativos entre institutos públicos de pesquisa e empresas aparece de forma mais detalhada em Mohan e Rao (2005). Estes autores, analisando as relações entre IPPs e empresas na Índia, identificam três modelos para a produção e comercialização das pesquisas: o modelo clássico (impulsionado pela oferta tecnológica), o modelo de mercado (impulsionado pela demanda da firma) e o modelo de parceria, que os autores julgam ser o mais proveitoso para os IPPs. As características dos três modelos são apresentadas no quadro 1 abaixo.

Modelo	*Visão*	*Estratégia*	*Gestão*	*Relação*
Modelo clássico	A indústria compra a tecnologia desenvolvida	Impulsionada pela oferta tecnológica	Pesquisador	O pesquisador define as linhas de pesquisa
Modelo de mercado	As necessidades do mercado guiam as pesquisas	Impulsionada pela demanda do mercado	O pesquisador recebe o *feedback* da indústria	O programa de pesquisa é estabelecido a partir das exigências do mercado
Modelo de parceria	Estratégica	Balanço entre as estratégias acima	Ambos os parceiros	Simbiótica

Quadro 1 - Atributos para Caracterizar a Interação Instituto-Indústria
Fonte: traduzido de Mohan e Rao (2005).

Mohan e Rao (2005) investigam as capacitações que os institutos poderiam desenvolver para atrair parcerias da indústria, enfatizando que os projetos cooperativos de pesquisa deveriam ser mais incentivados e mais procurados pelos IPPs. Seus resultados mostram que o *Council of Scientific and Industrial Research* (CSIR), maior organização de institutos de pesquisa da Índia, apresenta poucas parcerias para o desenvolvimento de pesquisas colaborativas com a indústria, prevalecendo os contratos no modelo de mercado, em que as pesquisas são definidas a partir das demandas dos clientes e não de forma conjunta.

Os autores identificam questões que devem contribuir para a construção do modelo de parceria com as empresas, tais como: quais os meios para a identificação e escolha de institutos pelas firmas, para a construção de parcerias? Quais os fatores considerados pelas empresas quando pretendem realizar uma parceria com IPPs? O que as firmas esperam do negociador da tecnologia no IPP? Quais os fatores mais relevantes para que as parcerias tenham sucesso?

O trabalho deMohan e Rao (2005) busca responder às questões acima. Nesse sentido, estes autores mostram que 70% das firmas identificam os IPPs por meio de suas publicações. Por isso, sugerem que os institutos tenham uma lista atualizada de clientes, e potenciais clientes, para a divulgação de suas pesquisas e serviços; identifiquem revistas e jornais de boa reputação para a divulgação dos seus resultados; e utilizem a *internet* como um canal para atrair clientes.

Seus resultados também mostram que os fatores decisivos que levam as firmas a realizar uma parceria com um IPP são: a qualidade do corpo técnico do instituto; o comprometimento da alta administração do IPP com a parceria; o foco no cliente; o planejamento e gestão efetivos de projetos; uma cultura organizacional flexível; e a possibilidade da firma ter acesso a competências complementares às suas.

Os autores também indicam que 80% dos gerentes de P&D da indústria identificaram como relevantes os conhecimentos técnicos e científicos do IPP, e 78% apontaram ser importante a existência de pesquisas de vanguarda. Por isso, os autores defendem a necessidade de se identificar áreas prioritárias para a P&D nos IPPs. A pesquisa também mostra que 65% das empresas consideram importante o histórico da relação com os IPPs, referente ao cumprimento de prazos de entrega, clareza dos relatórios, gestão dos projetos e cumprimento de termos de contrato.

Nesse sentido, Koza e Lewin (1998) também ressaltam que a participação das empresas em projetos cooperativos está relacionada à experiência destas firmas em projetos anteriores. Estes autores acrescentam que a existência de tais experiências no setor em que a empresa está inserida, e a presença de condicionantes culturais e regulatórios, também podem ser fatores importantes para explicar a participação das empresas em pesquisas cooperativas.

Enfim, o tema das pesquisas colaborativas entre IPPs e empresas é mais bem explorado nas seções da PARTE II, que investigam o papel que vem sendo desempenhado pelos IPPs, a partir das mudanças que têm ocorrido no processo de inovação, o qual vem se tornando cada vez mais complexo, envolvendo conhecimentos tanto mais científicos como multidisciplinares.

PARTE II

AS NOVAS EXPERIÊNCIAS DOS IPPs E OS CASOS DOS INSTITUTOS FRANHOFER, DA CSIRO E DO KAIST.

A partir dos estudos e das considerações apresentados nas seções que compõem a PARTE I deste trabalho, as seções seguintes têm como objetivo mostrar e discutir algumas iniciativas de instituições públicas de pesquisa em projetos cooperativos envolvendo universidades, empresas e outros parceiros.

A seção 5 foi organizada a partir das informações contidas nos relatórios anuais e nos textos informativos dos IPPs, encontrados nas suas páginas da *internet*. As seções 6, 7 e 8 apresentam, respectivamente, os resultados de pesquisa de campo realizada nos Institutos Fraunhofer, na Alemanha, na *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO), na Austrália, e no *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST), na Coreia do Sul. Finalmente, a seção 9 analisa as principais questões que decorrem da pesquisa de campo nestas instituições.

A princípio, foram investigados 13 IPPs, sendo eles: Sociedade Fraunhofer, *Federal Institute for Materials Research and Testing* (BAM) e *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB[41]), na Alemanha, *National Physical Laboratory* (NPL), no Reino Unido, *Netherlands Organization for Applied Scientific Research* (TNO), na Holanda, *National Institute of Standards and Technology* (NIST), nos EUA, *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* (AIST), no Japão, *Korea Institute of Science and Technology* (KIST), na Coreia do Sul, *Industrial Technology Research Institute* (ITRI), em Taiwan, *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO), na Austrália, *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR), na África do Sul, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e Instituto Nacional de Tecnologia (INT), no Brasil.

A identificação dos IPPs deu-se da seguinte forma: inicialmente, foi utilizada uma lista de institutos públicos de pesquisa, de um relatório da empresa de consultoria

[41] O PTB é um instituto nacional focado em ciências naturais e em ciências das engenharias. Este instituto é também a mais alta autoridade técnica em metrologia da Alemanha.

A.T. Kearney, contratada pelo IPT para realizar um estudo comparativo de IPPs. Nesta lista constava, além do IPT: Institutos Fraunhofer, BAM, PTB, TNO, NIST, CSIRO, CSIR e KITECH. Destes, foi desconsiderado o KITECH, da Coreia do Sul, devido à ausência de informações sobre este instituto. O NPL e o INT foram acrescentados por conhecimento prévio da atuação destes IPPs, no Reino Unido e no Brasil, respectivamente. O ITRI e o KIST foram acrescentados devido às referências encontradas na literatura (KIM, 2007; MINA; CONNELL; HUGHES, 2009). A lista foi completada por buscas na *internet*, usando as palavras ñinstituto de pesquisaò e ñuniversidadeò, por meio das quais foi encontrada a experiência do AIST, no Japão.

Em seguida, para a identificação de projetos cooperativos coordenados pelos IPPs, com a participação de universidades e empresas, passou-se à leitura dos relatórios anuais e das informações contidas nas páginas da *internet* destes institutos. Nesta fase, procurava-se por quaisquer indícios de colaboração em pesquisa entre os IPPs com universidades e empresas. Deste modo, após esta primeira análise, foram encontradas iniciativas com as características procuradas nos seguintes IPPs: AIST, CSIRO, Institutos Fraunhofer, ITRI, NIST, NPL, KIST, IPT e TNO[42].

No entanto, após uma apreciação mais aprofundada das experiências, foram selecionados alguns destes IPPs para a continuidade das investigações. Os IPPs suprimidos foram ITRI, NPL, KIST, TNO e IPT. Entre os motivos de exclusão destes IPPs estavam: o fato de haver alguns projetos e não programas estruturados, a falta de informações mais precisas sobre os tipos de atividades relacionadas à cooperação com universidades e empresas, ou o fato de as iniciativas terem um caráter informativo e não o desenvolvimento de projetos colaborativos de P&D.

Assim, para prosseguir as investigações, com vista à realização de pesquisa de campo, foram considerados os seguintes institutos e seus programas: o AIST, no Japão, e sua experiência na coordenação do programa *Full Research*; a CSIRO, na Austrália, e o *National Flagship Program*; os Institutos Fraunhofer, na Alemanha, e o

[42] Neste ponto, cabe a ressalva de que pode haver institutos que desenvolvem projetos cooperativos como o descrito acima que, no entanto, não foram identificados pelo método de busca. Um dos motivos é que o instituto pode não ter destacado estes projetos em seus relatórios anuais ou nas suas páginas de *internet*.

Fraunhofer Innovation Clusters; e NIST, nos EUA, e o *Technology Innovation Program*.

Em seguida, teve início os contatos para explicar o motivo da pesquisa e solicitar a participação dessas quatro entidades. As tratativas foram feitas por trocas de *e-mail*, com as equipes de pesquisadores e demais funcionários dos IPPs, durante os cinco meses que antecederam a pesquisa de campo.

No AIST, o primeiro contato foi realizado com o Diretor de Planejamento do instituto, responsável pelo acompanhamento do programa *Full Research*. A partir deste Diretor, foram contatados os demais diretores e pesquisadores para o agendamento das entrevistas e da visita ao Instituto.

Na Sociedade Fraunhofer, as atividades tiveram o apoio da ñ*business development*ò do Instituto Fraunhofer IGB, que ajudou a identificar e sugeriu alguns pesquisadores e coordenadores dos *Clusters*. Por meio desta funcionária, também chegou-se ao Gerente Geral do Programa *Fraunhofer Innovation Clusters*.

Na CSIRO, o primeiro contato foi realizado com o *Executive Officer* e, em seguida, com o gerente operacional *National Flagship Program*. Por meio destes dois funcionários, foram contatados os pesquisadores e diretores dos *Flagships*, assim como os gerentes das áreas administrativas.

No NIST, o contato foi feito com a Diretora do *Technology Innovation Program*.

Durante as negociações com todos os quatro IPPs, foi solicitada, além das entrevistas, a permanência nos institutos pelo período aproximado de três semanas. O motivo era ter condições de compreender melhor as atividades destes IPPs, assim como o funcionamento dos programas, tanto pela leitura de documentos como pelas conversas diárias com os pesquisadores.

Além disso, os roteiros de entrevista (apresentados no Apêndice A) foram enviados aos potenciais participantes da pesquisa de campo em dezembro de 2010, de modo que eles pudessem analisar as questões com antecedência. As equipes dos IPPs também enviaram, com antecedência, documentos que foram úteis para a comprensão do funcionamento dos programas.

Durante as negociações, a coordenação do *Technology Innovation Program*, no NIST, informou que não seria possível a realização de entrevistas com pesquisadores ou com os diretores dos projetos, ou seja, as entrevistas estariam limitadas à equipe administrativa do Programa.

Pelo motivo acima, optou-se por não incluir o NIST na pesquisa de campo, uma vez que não se teria a mesmo conjunto de informações que poderia ser obtido nos outros IPPs.

Deste modo, foram selecionados para a pesquisa de campo, os Institutos Fraunhofer, a CSIRO e o AIST.

Cabe apontar que, além da experiência destas instituições em programas de interesse deste trabalho, a pesquisa nestes IPPs tornou-se especialmente atraente devido à relevância destas instituições para os seus países e: no caso dos Institutos Fraunhofer, a contribuição histórica da infraestrutura pública de C&T alemã para o desenvolvimento tecnológico industrial deste país; em relação ao AIST, no Japão, devido à ênfase dada por este IPP ao modelo *Full Research*, indicando em documentos a reestruturação da instituição por meio deste programa; no caso da CSIRO, devido a esta Organização ter passado por um amplo processo de reestruturação e modernização na última década, por meio, principalmente, do *National Flagship Program*.

As visitas foram agendadas, com as equipes dos IPPs, para os meses de março e abril de 2011. No entanto, durante as entrevistas nos Institutos Fraunhofer, que ocorreram nas três primeiras semanas de março deste ano, foi preciso desmarcar, subitamente, a visita ao AIST, no Japão, devido às catástrofes naturais (tsunami, seguido de acidente nuclear) acontecidas neste país, na segunda semana de março de 2011. A opção que surgiu, naquele momento, foi a realização da pesquisa de campo nas instituições de pesquisa da Coreia do Sul.

Com o apoio da Embaixada do Brasil na Coreia do Sul, foram identificadas e contatadas instituições de pesquisa cujas experiências pudessem servir ao propósito deste estudo. Durante a primeira semana neste paíes, foram solicitadas entrevistas a 17 instituições de pesquisa, das quais cinco responderam ao convite: o *Electronics and Telecommunication Research Institute* (ETRI); a *Pohang University of Science*

and Technology (POSTECH), universidade que atua em áreas da engenharia e está ligada à empresa siderúrgica Posco; a *Daedeok Innopolis*, instituição que administra o parque tecnológico onde está localizada uma grande concentração de institutos de pesquisa, públicos e privados, e empresas; e o KAIST, universidade com forte atuação em áreas da engenharia.

Após as entrevistas concedidas por pesquisadores e dirigentes dessas cinco instituições, os casos que mais cabiam aos objetivos deste estudo foram os apresentados pelo KAIST, relativos à coordenação dos projetos *Mobile Harbour* e *Online Electric Vehicle* (OLEV). Deste modo, a experiência desta universidade é apresentada na seção 8.

Finalmente, participaram da pesquisa de campo, nove funcionários dos Institutos Fraunhofer, 10 da CSIRO e 10 pessoas na Coreia do Sul, ligadas a diferentes instituições. Os nomes e cargos de todos os entrevistados são apresentados no Apêndice B. Os roteiros de entrevista são mostrados no Apêndice A.

5 AS NOVAS EXPERIÊNCIAS DOS IPPs EM PROJETOS COOPERATIVOS COM UNIVERSIDADES E EMPRESAS

As informações contidas nesta seção foram extraídas dos relatórios anuais dos IPPs, de entrevistas dos seus dirigentes e de encartes informativos dos institutos, encontrados nas suas páginas de *internet*.

Foram analisados 13 IPPs: Sociedade Fraunhofer, BAM e PTB, na Alemanha; NPL, no Reino Unido; TNO, na Holanda; NIST, nos EUA; AIST, no Japão; KIST, na Coreia do Sul; ITRI, em Taiwan; CSIRO, na Austrália; CSIR, na África do Sul; IPT e INT, no Brasil. Estas entidades têm em comum o fato de serem multidisciplinares e atuarem em áreas de conhecimento que compreendem a engenharia (civil, mecânica, elétrica), química, biotecnologia, geologia, meio ambiente, nanotecnologia, TICs, algumas áreas ligadas à saúde, dentre outras.

Esses institutos diferem, por exemplo, quanto às fontes dos seus orçamentos e aos serviços oferecidos aos clientes. Seus serviços podem abranger pesquisas tecnológicas, realização de testes, ensaios, serviços metrológicos, laudos técnicos, produção de materiais de referência, entre outros. A ênfase nos serviços metrológicos varia entre os institutos. Entre os 13 IPPs, os que possuem forte atuação em áreas da metrologia são o *National Institute of Standards and Technology* (NIST), nos EUA, o *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB), na Alemanha, e o *National Physical Laboratory* (NPL), no Reino Unido.

Foram identificadas algumas tendências comuns a esses institutos. Por exemplo, na maioria dos IPPs, foi constatado um esforço de aproximação das universidades, mesmo entre aqueles que não possuíam os projetos cooperativos de interesse deste estudo. Vários IPPs mencionavam, nos seus relatórios anuais, os memorandos de entendimento e outros acordos para pesquisa e ensino com as universidades, como o NIST, nos EUA, o NPL, na Inglaterra, o TNO, na Holanda, o CSIR, na África do Sul e a CSIRO, na Austrália.

Se na maioria dos IPPs foi possível notar um movimento de aproximação da universidade, em quase todos também pode ser constatada a preocupação com a

melhoria da transferência dos resultados de pesquisa para o mercado. Esta atenção se traduzia em diferentes ações, tais como as iniciativas para aprimorar o relacionamento com os clientes, a promoção de empresas *spin-offs* e o desenvolvimento de projetos em cooperação com empresas.

Todos os IPPs também selecionaram algumas novas áreas tecnológicas para investimento, entre elas, as áreas de novos materiais, nanotecnologia e biotecnologia. Isto é, os institutos que historicamente agem em função da demanda das empresas ï e isso está relacionado à missão para a qual foram criados ï selecionam pesquisas nas quais atuam à frente da demanda.

Além disso, em vários IPPs foi possível identificar um tipo de pesquisa exploratória ï realizada com financiamento próprio ï , situada entre a pesquisa básica e a pesquisa aplicada a um produto ou processo para o cliente. Estes projetos podem envolver poucos ou muitos recursos financeiros, podem ser desenvolvidos por um único pesquisador ou por uma equipe.

O Quadro 2 apresenta os 13 IPPs selecionados e suas experiências em projetos cooperativos envolvendo universidades e empresas. As experiências dos IPPs nos projetos variam quanto ao tipo e intensidade de envolvimento com as universidades, o desenvolvimento de pesquisa básica, os recursos investidos por projeto, o prazo e o tipo de inovação almejada.

As informações contidas no Quadro 2 são dos IPPs que divulgaram os projetos em seus relatórios anuais ou nas suas páginas na *internet*. Em seguida, o Quadro 3 apresenta as áreas em que os IPPs têm atuado nos projetos cooperativos.

No entanto, a princípio, pode haver institutos que indicaram possuir esse tipo de experiência, mas cujos projetos sejam poucos efetivos. A melhor leitura que se pode fazer do Quadro 2, e dos relatórios analisados, é a importância que os IPPs e seus dirigentes dão ao tema, ao apontarem suas iniciativas de promoção dos projetos cooperativos. Participar de projetos de pesquisa com as universidades e outros parceiros, certamente, não é algo novo para os institutos. No entanto, eleger esses projetos como um mecanismo especial de atuação parece ser uma novidade no modo de agir dos IPPs.

Instituto	País	Ano de Fundação	Áreas de Atuação	Experiência
Institutos Fraunhofer	Alemanha	1949	Adaptrônica, construção, energia, TIC, engenharia médica, saúde, meio ambiente, microeletrônica, nanotecnologia, tecnologias de superfície, fotônica, produção, engenharia de trafego e logística, defesa, segurança, materiais e componentes.	*Fraunhofer Innovation Clusters*, projetos em cooperação com universidades, empresas e governo em áreas tecnológicas selecionadas.
NPL - *National Physical Laboratory*	Reino Unido	1900	Acústica, materiais, biotecnologia, eletromagnetismo, metrologia, ciências da computação, nanociências, fotônica, fenômenos quânticos, tempo e frequência.	Programa de cooperação com a Universidade de *Surrey* para transformar resultados de pesquisa em inovação de grande impacto para o Reino Unido. Memorandos de entendimento com *Imperial College London* e *University of Bath* para pesquisas colaborativas.
NIST - *National Institute of Standards and Technology*	EUA	1901	Biociências, saúde, construção, química, matemática, física, TIC, energia, ambiente, manufatura, materiais, nanotecnologia, segurança pública, transporte.	Programa *Technology Innovation Program* (TIP) e acordos assinados com a Universidade de *Meryland* em pesquisas conjuntas para a promoção de negócios tecnológicos.
AIST - *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*	Japão	2001*	Ciências da vida, biotecnologia, TI e eletrônica, nanotecnologia, materiais, manufatura, ambiente, energia, geologia, metrologia.	Programa *Full Research* implantado em 2005 como modelo para todo o AIST. Estratégia de estabelecer-se como ñhub da inovaçãoò entre pesquisa acadêmica e indústria.
KIST - *Korea Institute of Science and Technology*	Coreia do Sul	1965	Biociências, saúde, materiais, robótica, energia, ambiente, nanotecnologia, ciências da computação.	Menciona o objetivo de fomentar parcerias e se constituir em um centro de colaboração entre universidades, institutos de pesquisa e indústrias.
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo	Brasil	1899	Transportes, energia, segurança, petróleo e gás, meio ambiente, metrologia e sistemas de medição, construção civil, mineração, saúde, TIC, calçados e têxteis.	Projetos Gaseificação de Biomassa e Materiais Compósitos, como experiências piloto em coordenação de projetos cooperativos envolvendo empresas, universidade e outros institutos.

				(continuação)
Instituto	**País**	**Ano de Fundação**	**Áreas de Atuação**	**Experiência**
BAM - *Federal Institute for Materials Research and Testing*	Alemanha	1995	Química, materiais, tecnologias de superfície, meio ambiente, segurança de estruturas, testes não destrutivos, acreditação.	n.d.
PTB - *Physikalisch-Technische Bundesanstalt*	Alemanha	1887	Metrologia em mecânica e acústica, eletricidade, ótica, química, engenharia de precisão, radiação ionizante, radiação syncrotron, física médica.	n.d.
TNO - *Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek*	Holanda	1932	Segurança pública, defesa, saúde, alimentos, ambientes construídos, meio ambiente, energia, materiais, TIC.	Informação não encontrada. No entanto, o TNO foi responsável pela criação do *Host Centre*, em 2005, instituto que tem como objetivo facilitar projetos cooperativos entre universidades e empresas, em pesquisas pré-competitivas, até o estágio de demonstração, em áreas de microeletrônica (MINA et al. 2009)
ITRI - *Industrial Technology Research Institute*	Taiwan	1973	TIC, optoeletrônica, manufatura, materiais, engenharia química, tecnologias biomédicas, energia, meio ambiente, nanotecnologia.	Criação do *Open Innovation Center* (OIC) para reunir institutos de pesquisa, empresas e academia. O OIC tem um caráter informativo, para promover a cooperação em P&D entre empresas nacionais e multinacionais.
CSIR - *Council for Scientific and Industrial Research*	África do Sul	1945	Biociências, ambientes construídos, defesa, segurança, TIC, materiais, manufatura, meio ambiente, recursos minerais, tecnologia espacial, modelagem.	n.d.
CSIRO - *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*	Austrália	1926	Astronomia, mudanças climáticas, energia, meio ambiente, alimentos, saúde, TIC, manufatura, materiais, mineração, oceanos, transporte e infraestrutura.	*National Flagship Program*, programa de incentivo a projetos multidisciplinares, com potencial de grande impacto econômico e social na Austrália.
INT - Instituto Nacional de Tecnologia	Brasil	1921	Química, tecnologia dos materiais, engenharia industrial, energia e meio ambiente.	n.d.

Quadro 2 - IPPs e suas Experiências em Projetos Cooperativos com Universidades e Empresas
Fonte: elaboração própria.
* O AIST foi criado, em 2001, por meio de de uma fusão de 15 institutos de pesquisa e o instituto de pesos e medidas do Japão.

Instituto	País	Experiências	Áreas dos Projetos Cooperativos
Institutos Fraunhofer	Alemanha	Programa *Fraunhofer Innovation Clusters*, projetos em cooperação com universidades, empresas e governo em áreas tecnológicas selecionadas. Foco regional.	Mecatrônica, tecnologias digitais, nanotecnologia, saúde humana, polímeros, segurança, estruturas leves, materiais multifuncionais etc.
NIST - *National Institute of Standards and Technology*	EUA	Programa TIP - *Technology Innovation Program* - e acordos assinados com a Universidade de *Meryland* para pesquisa colaborativas para a promoção de negócios tecnológicos.	Infraestrutura civil, comunicações, sistemas complexos, energia, abastecimento de água, manufatura, robótica, nanotecnologia, química verde, saúde e sustentabilidade. (Os editais de 2008 e 2009 foram nas áreas de tecnologias de sensoriamento para infraestrutura civil e novos materiais para manufatura). Nanomanufatura e nanometrologia (com Univ. de *Maryland*).
AIST - *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*	Japão	Programa *Full Research* e estratégia de estabelecer-se como õ*hub* da inovaçãoò entre pesquisa acadêmica e indústria.	Ciências da vida e biotecnologia; tecnologia de informação e eletrônica; nanotecnologia, materiais e manufatura; energia e meio ambiente; geociências aplicadas; metrologia.
CSIRO - *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*	Austrália	*National Flagship Program*, programa de incentivo a projetos multidisciplinares, com potencial de grande impacto econômico e social na Austrália.	Adaptação climática, energia, alimentos, manufatura, metais leves, mineração, saúde preventiva, agricultura sustentável, água e oceanos.

Quadro 3 - Pesquisas Cooperativas entre IPPs, Universidades e Empresas e Áreas dos Projetos
Fonte: Elaboração própria.

Apesar das informações disponibilizadas pelo KIST, na Coreia do Sul, apresentá-lo como um centro de colaboração entre universidades e empresas, nenhum programa específico foi identificado no seu relatório anual ou na sua página de*internet*.

Quanto aos projetos cooperativos no NPL[43], foi assinado, em 2009, um acordo de colaboração entre este instituto e a Universidade de *Surrey,* com o objetivo de transformar resultados de pesquisa em inovação no Reino Unido. Segundo informações publicadas pelo instituto, a parceria *Surrey*-NPL foca alguns temas das áreas de comunicação, materiais para os setores automotivo e aeroespacial, nanotecnologia e fotônica. O NPL indica o caráter tripartite da parceria com esta universidade, uma vez que é buscada a participação da indústria nos projetos. O instituto também aponta ter desenvolvido um sistema para monitorar os efeitos do programa na economia do país (NATIONAL PHYSICAL LABORATORY, 2010).

A parceria *Surrey*-NPL recebe apoio financeiro do *Engineering and Physical Sciences Research Council* (EPSRC), por meio da *Knowledge Transfer Account* (KTA), no valor de 4 milhões de libras. Parceiros industriais e a própria Universidade de *Surrey* investem, juntos, 6 milhões de libras na parceria. A KTA é uma iniciativa ï lançada em outubro de 2009, com duração prevista de três anos ï que tem o objetivo definanciar pesquisas com o engajamento da indústria, visando acelerar a exploração de novas tecnologias pelo mercado.

No NIST, nos EUA[44], foi identificado o *Technology Innovation Program* (TIP), iniciativa para promover projetos cooperativos com universidades e empresas,

---

[43] O NPL, fundado em 1902, é o instituto nacional de metrologia do Reino Unido. Esta entidade tem como missão dar suporte à indústria, oferecendo-lhe pesquisa tecnológica, serviços de metrologia, de calibração, testes e consultorias técnicas. Seus principais setores de atuação são: manufatura avançada; defesa e segurança; saúde, farmacêutica e biotecnologia; indústria nuclear; espaço e comunicações; emonitoramento ambiental.

[44]O NIST é um instituto, fundado em 1901, com a missão de promover a inovação e a competitividade da indústria norte-americana. Esta entidade está ligada ao Departamento de Comércio dos EUA. O NIST está organizado em: laboratórios de pesquisa que dão suporte à indústria no desenvolvimento ou melhoramento de produtos e serviços (*NIST Laboratories*); o programa de melhoria da qualidade, oferecido para a indústria, empresas prestadoras de serviços, instituições educacionais, sistemas de saúde e organizações não governamentais (*Baldrige National Quality Program*); o programa de suporte técnico e gerencial a PMEs, em parceria com centros locais (*Hollings Manufacturing Extension Partnership*); e o programa que promove pesquisas em tecnologias avançadas, em parceria com a indústria e as universidades, com foco nas necessidades consideradas críticas para o país (*Technology Innovation Program*) (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 2010).

visando fomentar as inovações. Para receber o apoio do Programa, os projetos de pesquisa precisam ter algumas das seguintes características: estar inseridos em áreas críticas para a sociedade americana; apresentar grande potencial de retorno social, associado a elevado risco; focar temas capazes de promover o avanço do estado da arte das tecnologias; contribuir para a base científica e tecnológica dos EUA; incentivar a reunião de pequenas e médias empresas, universidades, laboratórios nacionais e outras instituições de pesquisa sem fins lucrativos; pertencer a áreas nas quais é justificada a atenção do governo, tanto devido à magnitude do problema como aos recursos financeiros necessários. (TECNOLOGY INNOVATION PROGRAM, 2008).

O Programa foi criado, em 2007, por meio do òAmerica Competes Actó[45], como parte da estratégia do governo americano de fortalecer a educação, a pesquisa científica, as empresas tecnológicas, atrair talentos para os EUA e prover formação profissional (TECHNOLOGY INNOVATION PROGRAM, 2010).

Diferentemente dos programas de outros institutos, o TIP é direcionado, exclusivamente, para Pequenas e Médias Empresas (PMEs). Além das PMEs, são elegíveis ao Programa, as universidades, as organizações de pesquisa sem fins lucrativos, os laboratórios nacionais e os consórcios de pesquisa formados pela reunião dessas entidades.

O programa ocorre por meio de chamadas públicas em áreas selecionadas. Os recursos são de US$ 3 milhões para uma única empresa proponente ï para projetos com duração máxima de 3 anos ï e de US$ 9 milhões para pesquisaspropostas por consórcios ï com duração máxima de 5 anos. A contrapartida do proponente deve representar 50% do valor total do projeto, somados os recursos financeiros e econômicos.

Segundo documentos do NIST, os projetos selecionados demonstram a preferência deste instituto pelos projetos multidisciplinares, apresentados por consórcios de empresas e universidades, uma vez que, dos 29 projetos selecionados, entre 2008 e 2009, 17 eram projetos deste tipo. No Quadro 8 (Apêndice C), são apresentados os principais projetos selecionados nos editais destes dois anos.

[45] O documento também pode ser encontrado com o título: *America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science Act*.

O NIST também indica acordos, iniciados em 2003, com a Universidade de *Maryland*, para a expansão das pesquisas colaborativas em nanometrologia, nanomanufatura e áreas afins. As ações para promover atividades conjuntas incluem: o compartilhamento de equipamentos e equipes; o oferecimento de cursos, na universidade, por pesquisadores do NIST; o uso dos laboratórios do NIST pelos docentes e alunos da universidade; ações para atrair cientistas e engenheiros de reconhecimento nacional e internacional para os projetos; programas conjuntos de pós-doutoramento e cursos técnicos para as novas áreas de pesquisa; entre outros (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 2003).

No AIST, no Japão, é indicado uma profunda reestruturação do instituto para torná-lo apto a coordenar projetos cooperativos com a participação de universidades eempresas[46].

Documentos disponibilizados pelo AIST propõem que suas unidades de pesquisa atuem como um ñ*hub*ò da inovação entre universidades e empresas. As informações também indicam que a postura da entidade é embasada na legislação japonesa de fomento à cooperação entre academia e indústria, especificamente na *Science and Technology Basic Law*, de 1995, e, posteriormente, no *Science and Technology Basic Plan* (AIST MANAGEMENT POLICY AND RESEARCH STRATEGY, 2007)

As equipes do AIST têm trabalhado no desenvolvimento de um modelo próprio para atuar em inovação, denominado *Full Research*, o qual compreende o desenvolvimento, coordenado e simultâneo, de três tipos de pesquisas ï que o instituto denomina de ñpesquisas básicas do tipo 1ò, ñpesquisas básicas do tipo 2ò e ñpesquisas para o desenvolvimento do produtoò. Conforme descrito pelo presidente desta instituição:

> Under this concept, we engage in óType 2 Basic Researchô while undertaking óType 1 Basic Researchô, and developing the project all the way to óProduct Realization Researchô concurrently and continuously. In the future, I hope our Full Research concept will develop to become a model for basic

[46] O AIST ï *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* ï foi criado, em 2001, como resultado da fusão do Instituto de Pesos e Medidas do Japão com 15 institutos de pesquisa anteriormente ligados a uma agência também denominada AIST (*Agency of Industrial Science and Technology),* vinculada ao MITI *(Ministry of International Trade and Industry*). Desde então, o AIST passou a ser a maior instituição pública de pesquisa do Japão, com 8 institutos localizados em Tsukuba e os demais distribuídos em 7 cidades. Este instituto está organizado em 7 grandes áreas de pesquisa: Ciências da Vida e Biotecnologia; Tecnologia da Informação e Eletrônica; Nanotecnologia, Materiais e Manufatura; Ambiente e Energia; Geologia; e Metrologia.

research as well as industrial technology research in Japan. (YOSHIKAWA, apud NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2007b, p.2)

O modelo *Full Research* é apresentado na Figura 1.

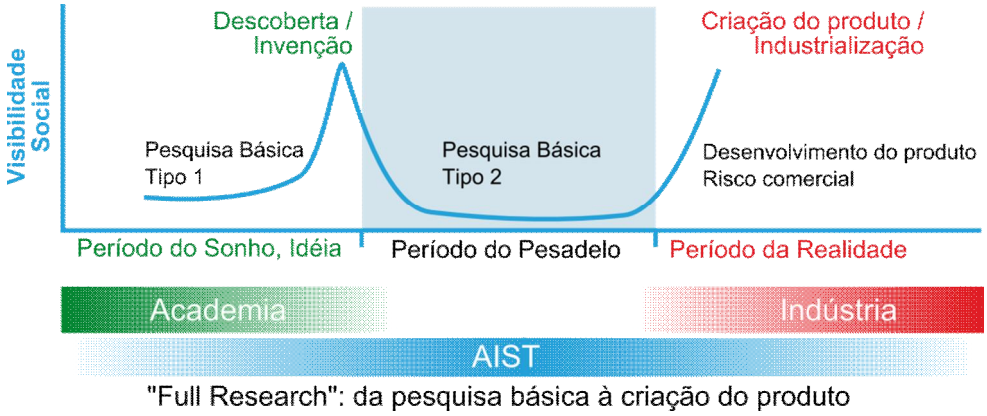

Figura 1 - O Modelo *Full Research* do AIST
Fonte: traduzido de National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (2007b)

Relatos de alguns projetos ï apresentados no Quadro 9 (Apêndice D) ï mostram que os projetos de pesquisa básica do tipo 2 começaram a partir de resultados de pesquisa básica do tipo 1. Mas, mesmo tendo início as pesquisas do tipo 2 e os projetos para o desenvolvimento do produto, as pesquisas do tipo 1 tiveram continuidade.

Para a implantação do modelo, foi preciso uma ampla reorganização das unidades de pesquisa do instituto. Com as mudanças, cada unidade de pesquisa passou a ser composta por 3 tipos de pesquisadores: os engajados em pesquisas básicas do tipo 1, os que realizam as pesquisas básicas do tipo 2 e os que fazem pesquisas para o desenvolvimento de produtos. Segundo dados do instituto, o desafio passou a ser o de fazer os pesquisadores trabalharem juntos e de forma coerente. É ressaltado que o fato de cada unidade de pesquisa possuir, em média, 50 pesquisadores em tempo integral, tem permitido a estruturação do programa (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2005).

A missão de implantar o novo modelo ficou a cargo de 10 coordenadores, responsáveis pelas 7 grandes áreas de pesquisa do AIST. Eles têm a tarefa de alinhar as operações das unidades de pesquisa aos objetivos da *Full Research*.

Informações publicadas pelo AIST apontam que o instituto tem trabalhado para disseminar, internamente, o modelo *Full Research*. Neste sentido, foram realizados 50 *workshops,* desde 2005, para a divulgação e discussão do modelo entre pesquisadores, diretores das unidades, vice-presidentes e funcionários das áreas administrativas[47].

Para incentivar a adoção do novo modelo, também foi criado um prêmio, concedido aos gestores de projetos mais bem sucedidos, como uma forma de divulgar as experiências e, ao mesmo tempo, promover o aprendizado entre os pesquisadores (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2006a).

É proposto que as universidades cooperem com o AIST nas pesquisas básicas de tipo 1, a serem desenvolvidas em ambas as instituições. O instituto deve desenvolver as duas etapas restantes, sendo que a terceira tem a participação da indústria. Segundo informações do instituto, essa abordagem pode prover às universidades uma ponte para a colaboração com a indústria, ao mesmo tempo que ajuda a diminuir seus custos com as colaborações[48].

O instituto enfatiza que, em muitas áreas, a operação do modelo demanda o suporte de financiamento público, uma vez que, quanto maior for a novidade do resultado (e, por isso, o risco) da pesquisa básica do tipo 1, menor o volume de recursos privados disponíveis para as demais pesquisas (tipo 2 e desenvolvimento do produto).

É mostrado também que, nos casos em que a indústria relevante não está organizada, os pesquisadores dos projetos são encorajados a abrir empresas[49].

---

[47]Os *workshops* foram organizados em quatro temas: ñPesquisa Básica do Tipo 2ò, ñProdutos da *Full Research*ò, ñPesquisa Básica do Tipo 1 para a *Full Research*ò e ñEstratégias para a *Full Research*ò. Segundo o AIST, os *workshops* foram importantes para fazer ajustes no modelo e para criar uma linguagem comum sobre os objetivos do instituto.

[48] O instituto declara ter realizado 395 pesquisas conjuntas com universidades (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2007a).

[49]Até abril de 2007, 84 empresas haviam sido criadas a partir do AIST. O instituto fundou o *AIST Innovation Center for Start-ups* para fomentar o surgimento de novas empresas.

Documentos do AIST apresentam o argumento que a colaboração entre instituto, universidades e empresas, por meio do modelo *Full Research*, pode ajudar a transpor as etapas mais difíceis do desenvolvimento tecnológico. No entanto, o instituto indica que o modelo apenas está definido em linhas conceituais e que o seu modo de operar ainda precisa ser mais bem desenvolvido na prática, com os projetos em execução (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY 2005; NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2007b).

Nesta seção foi apresentado um levantamento das iniciativas dos IPPs para promover a cooperação com universidades e empresas. A análise destas ações foi importante para a elaboração das questões dos roteiros de entrevista para a pesquisa de campo. A partir da revisão da literatura, apresentada nas seções anteriores, e do estudo destas iniciativas, foram definidos os temas para as entrevistas nos institutos selecionados.

Nas três seções que seguem, são apresentados os resultados de pesquisa de campo, que permitem uma análise mais detalhada das experiências desses institutos.

6 OS INSTITUTOS FRAUNHOFER E O PROGRAMA FRAUNHOFER INNOVATION CLUSTERS

Esta seção apresenta os Institutos Fraunhofer, na Alemanha, e as principais características do *Fraunhofer Innovation Clusters*, programa que promove o desenvolvimento de pesquisas com a participação de universidades e empresas.

6.1 Os Institutos Fraunhofer

A Sociedade Fraunhofer (FhG) foi fundada em 1949, em Munique, como parte das reformas do sistema de pesquisa alemão. Nos primeiros anos, sua função era essencialmente administrativa e constituía em levantar recursos de órgãos de governo e doações para investimentos em projetos de pesquisa na indústria. As primeiras atividades eram direcionadas à indústria da Bavária, enquanto as áreas de pesquisa se relacionavam à mineração, engenharia mecânica, ferro e aço.

Em 1952, a FhG passou a ser oficialmente reconhecida como o terceiro pilar da infraestrutura de pesquisa alemã, ao lado da Fundação Alemã de Pesquisa e da Sociedade Max-Planck[50].

A partir de 1956, a Sociedade Fraunhofer tornou-se responsável pelo desenvolvimento de projetos para o Ministério de Defesa, o que, posteriormente, mostrou-se muito benéfico para a FhG. Esses projetos significaram uma fonte adicional e permanente de recursos para a entidade, representando, durante muito tempo, mais da metade deseu orçamento para pesquisa. Além disso, o uso

[50] A Fundação Alemã de Pesquisa ï *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (DFG) ï é a agência de fomento à pesquisa na Alemanha, criada em 1951. Ela financia estudos nas áreas de ciências, engenharias e humanidades. A Sociedade Max-Planck (MPG), fundada em 1948, é uma associação não governamental formada por 80 institutos de pesquisa, que atuam em ciências básicas, nas áreas das ciências naturais, da vida, sociais e humanidades. Ambas são mantidas com recursos dos governos Federal e dos Estados. Vale apontar que há 17 prêmios Nobel concedidos aos pesquisadores da Sociedade Max-Planck.

compartilhado destes recursos em projetos civis auxiliava o desenvolvimento tecnológico da instituição.

Em 1965, a entidade foi novamente beneficiada por recomendação do Conselho de Ciências Alemão de expandir as instituições de pesquisa não acadêmicas, o que incluía a Sociedade Fraunhofer como uma instituição de pesquisa aplicada. Associados à proposição do Conselho de Ciências, ocorreram reformas estruturais e um substancial programa de desenvolvimento da FhG.

Atualmente, a Sociedade Fraunhofer é a maior organização de pesquisa aplicada da Europa, com 18 mil funcionários alocados em 60 institutos,na Alemanha. A instituição também mantém centros de pesquisa e escritórios de representação nos EUA e em outros países da Europa, da Ásia e do Oriente Médio. Suas principais áreas de pesquisa são: adaptrônica[51], tecnologias de construção, energia, tecnologias da informação e comunicação (TICs), engenharia médica, saúde, meio ambiente, tecnologias de superfícies e fotônica, produção, engenharia de tráfego e logística, defesa e segurança, materiais e componentes.

A Sociedade Fraunhofer apresenta como missão a promoção e o desenvolvimento de pesquisa aplicada, de relevância internacional, que tenha utilidade direta para empresas públicas e privadas, e que ajude a reforçar a capacidade competitiva da Alemanha e de suas economias regionais, assim como da Europa. Também afirma que suas atividades de pesquisa devem promover o desenvolvimento econômico com atenção ao bem-estar social e às questões ambientais.

Outro item apontado como missão da Sociedade Fraunhofer é a transferência de *know-how* tecnológico a empresas e outras instituições da Alemanha, por meio da formação, treinamento e transferência de pesquisadores da FhG para outras entidades. Segundo a Sociedade Fraunhofer, os conhecimentos e habilidades adquiridos pelos membros de suas equipes os capacitam para, posteriormente, assumir posições de responsabilidade em outras instituições.

[51] Adaptrônica é a ciência que desenvolve materiais capazes de se adaptar a circunstâncias do ambiente, amenizando vibrações, ruídos ou sinalizando a presença de falhas estruturais. A adaptrônica investiga materiais que reagem ao calor, à eletricidade, à luz e ao magnetismo e utiliza-os para o desenvolvimento de sistemas adaptativos.

Em 2010, o orçamento da Sociedade Fraunhofer foi de 1,65 bilhão de euros, dos quais dois terços, aproximadamente, vieram de contratos de pesquisa ï seja com empresas ou com agências de fomento ï e um terço de dotação do Governo Federal e dos governos locais (FRAUNHOFER INSTITUTE, 2011). Os pesquisadores da FhG indicam que essa proporção se mantém aproximadamente constante ao longo dos anos, e que os recursos públicos financiam as pesquisas ñbásicasò (orientadas para aplicações futuras), enquanto os recursos da indústria financiam as pesquisas de aplicação industrial e o desenvolvimento de protótipos.

Abaixo são apresentados alguns indicadores da produção científica e tecnológica da Sociedade Fraunhofer. Em 2010, os pesquisadores da instituição comunicaram 695 invenções a seus institutos. Destas, 505 foram convertidas em pedidos de patentes. No mesmo ano, a FhG possuía 5.459 direitos de propriedade intelectual ativos, dos quais 2.493 eram patentes licenciadas no mercado alemão.

O gráfico 2 mostra a evolução das patentes da instituição na última década.

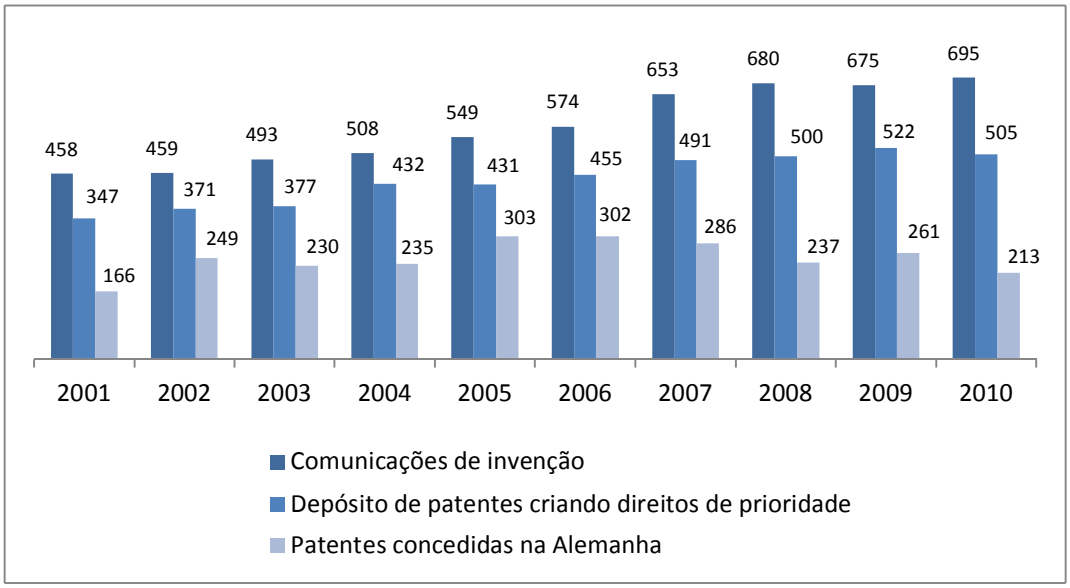

Gráfico 2 - Invenções e patentes dos Institutos Fraunhofer (2001-2010)
Fonte: Fraunhofer Institute (2011, tradução nossa)

Dados da instituição também indicam a publicação, em 2010, de 7.107 trabalhos científicos, entre artigos em revistas científicas e em congressos, capítulos de livro, dissertações e teses. Pode-se constatar, por meio de buscas em bases de dados,

que os Institutos Fraunhofer tinham 362 e 434 artigos indexados nas bases ISI e *Derwent*, respectivamente, naquele mesmo ano (FRAUNHOFER INSTITUTE, 2011).

A subseção que segue apresenta e analisa o programa *Fraunhofer Innovation Clusters*, a partir dos resultados de pesquisa de campo. A subseção é baseada, principalmente, em nove entrevistas com pessoas ligadas ao programa, entre elas: o coordenador do programa, coordenadores de *clusters*, gerentes de áreas temáticas dos *clusters* (responsáveis por um conjunto de projetos), coordenadores de projeto, pesquisadores e funcionários da administração.

As pessoas entrevistadas estavam vinculadas aos seguintes institutos: *Fraunhofer Institute for Chemical Technology* (ICT), em Karlsruhe; *Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation* (IPA), em Stuttgart; *Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics, Ernst-Mach-Institut* (EMI), em Freiburg; *Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology* (IPK), em Berlim; e à administração central da Sociedade Fraunhofer.

6.2 O *Fraunhofer Innovation Clusters*

O programa de interesse deste estudo nos Institutos Fraunhofer (FhG) é o *Fraunhofer Innovation Clusters*. A iniciativa, criada em 2008 ï com duração prevista até 2015 ï , visa fomentar a inovação por meio de projetos cooperativos de pesquisa entre os institutos, universidades e empresas de uma mesma região. Os projetos devem solucionar demandas ou desafios tecnológicos das empresas e, ao mesmo tempo, fortalecer a competitividade das economias regionais (FRAUNHOFER INSTITUTE, 2008b).

A direção do *Fraunhofer Innovation Clusters* informa que o objetivo do Programa é encurtar o caminho entre as ideias e o produto, entre a universidade e a indústria, contribuindo para que as empresas alemãs desenvolvam novos produtos de forma mais rápida e eficiente que seus competidores internacionais. Parte-se do entendimento que, para o sucesso da inovação, é preciso tornar mais eficaz a

cooperação entre P&D e produção. Por isso, busca-se estreitar a colaboração entre os prestadores de serviços de P&D e a indústria.

O Programa surgiu na esteira do *Pact for Research and Innovation*, acordo assinado, em 2005, entre o Governo Federal, os governos locais e as principais organizações alemãs de pesquisa (Sociedade Max Planck, Associação Leibniz, Associação Helmholtz, Fundação Alemã de Pesquisa e Sociedade Fraunhofer). O acordo visa buscar a excelência da ciência e tecnologia alemãs, aumentar a contribuição destas para a competitividade das empresas, reforçar a cooperação em pesquisa e encontrar novas abordagens para o seu desenvolvimento. Os governos se comprometem com o aumento gradual dos recursos financeiros para as instituições, associado ao desempenho e cumprimento de metas. (PACT FOR RESEARCH AND INNOVATION, 2011).

Os *clusters* funcionam como plataformas regionais de pesquisa, cujos projetos são financiados pela indústria, pelos governos estaduais e pela Sociedade Fraunhofer. Eles estão relacionados às seguintes áreas: automotiva, nanotecnologia, segurança, sistemas mecatrônicos, sistemas de adaptrônica, tecnologias digitais, materiais multifuncionais, tecnologias óticas, saúde humana, tecnologias de polímeros, tecnologias para construção com materiais leves, tecnologias para turbinas e desenvolvimentos virtuais (FRAUNHOFER INSTITUTE, 2008b).

Atualmente, há 19 *clusters* no Programa, distribuídos por várias regiões da Alemanha. No Quadro 4, há informações sobre os *clusters* que participaram da pesquisa de campo feita por este trabalho.

Nome do *cluster/ Região*	Institutos e universidades participantes	Empresas	Descrição	Áreas Temáticas
KITe hyLITE Technologies for Hybrid Lightweight Construction **Karlsruhe**	Fraunhofer Institute for Chemical Technology (ICT) **(coordenador/ entrevistado).** Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials. Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability. Universidade de Karlsruhe (Institute of Materials Science and Engineering; Institute of Machine Tools and Production Science; Institute of Vehicle Science and Mobile Machines; e Institute of Product Development).	Daimler AG; Porsche AG; AUDI AG e mais de trinta outros parceiros da academia e da indústria.	Tecnologias para a construção de materiais leves híbridos com aplicação no setor automotivo. Os projetos desenvolvem os materiais, as tecnologias de produção e métodos para produção industrial no setor automotivo.	-Desenvolvimento de materiais compósitos e tecnologias de produção para a implantação de soluções integradas que utilizem materiais leves. -Implantação das soluções nos processos de produção industrial dos setores automotivo e de máquinas-ferramentas.
Digital Production Innovation Cluster **Stuttgart**	Fraunhofer Institute for Industrial Engineering **(coordenador)** Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation **(IPA)(entrevistado)** Institute for Human Factors and Technology Management at the University of Stuttgart Institute of Industrial Manufacturing and Management at the University of Stuttgart	Andreas Stihl AG & Co.KG; C.&E. Fein GmbH; Carl Zeiss AG; Daimler AG; FESTO AG & Co.KG; INA Schaeffler KG; Voith AG; MARQUARDT GmbH, além de diversas outras empresas, de diverentes portes e setores.	Tecnologia de informação aplicada ao planejamento, controle e monitoramento da produção, com foco no setor automotivo (fabricantes de veículos e fornecedores). O objetivo é aumentar a inserção de novas tecnologias no setor, tornando-as acessíveis a um número maior de empresas. As ações incluem o treinamento da mão-de-obra das empresas.	-Produtos inteligentes, sistemas de produção e assistência para produtos sob encomenda. -Manufatura para produção digital, tecnologias para otimizar qualidade e desempenho em processos de manufatura e montagem. -Redes de negócios, processos de negócios inteligentes para produção e desenvolvimento colaborativo. -Tecnologia de informação para produção digital, sistemas de suporte e tecnologias para implementar a produção digital. -Gestão, estratégias, métodos e rotinas para produção digital.
Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Traffic (MRO) Innovation Cluster **Berlim**	Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology **(IPK) (coodenador/ entrevistado).** Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration. Universidade Tecnológica de Berlim (Institute for Land and Sea Transport; Institute for Aeronautics and Astronautics; Institute for Machine Tools and Factory Management). Federal Institute for Materials Research and Testing. Universidade Tecnológica de Brandemburgo (em Cottbus).	Airbus Deutschland; Alstom Power Service; Amovis; Berliner Verkehrsbetriebe; DB Mobility Fernverkehr; Fuss EMV; Havelländische Eisenbahn; Hegenscheidt-MFD; Heidelberger; Druckmaschinen; Berliner Stadtreinigungsbetriebe; MAN-Turbo; MTU Maintenance; Rolls-Royce Deutschland; Siemens Energy Sector.	Desenvolvimento de novos processos e tecnologias para tornar mais eficientes as atividades de manutenção, reparo e revisão (MRO) de plantas industriais e máquinas dos setores de energia e transporte.	-Detecção de estado e diagnóstico. -Planejamento e suporte digital para MRO. -Limpeza. -Tecnologias de reparação.

				(continuação)
Nome do *cluster/ Região*	**Institutos e universidades participantes**	**Empresas**	**Descrição**	**Áreas Temáticas**
Secure Identity **Berlim**	Fraunhofer Inst. for Production Systems and Design Technology **(IPK) (coodenador/ entrevistado).** Fraunhofer Inst. for Open Communication Systems. Fraunhofer Inst. for Telecommunications, Heinrich-Hertz-Institut. Fraunhofer Inst. for Applied Polymer Research. Fraunhofer Inst. for Reliability and Microintegration. Universidade Livre de Berlim; Universidade Humboldt de Berlim; Universidade Tecnológica de Berlim; Universidade de Potsdam; e Universidade Tecnológica Wildau.	Bundesdruckerei GmbH; Corrsys 3D Sensor AG; Daimler AG; IABG GmbH; Prisma GmbH; Sagem Orga GmbH; Telekom AG; Laboratories Berlin; TES Frontdesign GmbH; Testing Technologies IST GmbH; XETOS AG.	O *cluster* está voltado para desenvolver tecnologias, processos e produtos que garantam a identificação inequívoca de pessoas, objetos e propriedade intelectual, com aplicações no mundo real e digital.	As áreas temáticas estão relacionadas ao processamento, proteção e comunicação de dados para identificação, havendo dois projetos líderes: -Future ID-Card Systems. -Future ID-based Communication.
Future Security **Freiburg**	Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics, Ernst-Mach-Institut **(coordenador/ entrevistado)** Fraunhofer Institute for Applied Solid-State Physics Fraunhofer Institute for Chemical Technology Fraunhofer Institute for Information and Data Processing. Fraunhofer Institute for Physical Measurement Techniques. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research. Universidade de Freiburg (Department of Microsystems Engineering); Universidade de Karlsruhe (Institute for Materials Testing and Research); Universidade de Stuttgart (Institute for Materials Testing); Max Planck Institute for Foreign and International Criminal Law.	Bruker Optik GmbH; Diehl BGT Defence GmbH & Co.KG; EADS; Ed.Züblin AG; EnOcean GmbH; Interior Ministry of Baden-Württemberg; Ionic Liquid Technologies GmbH & Co.KG; JLM Innovation Securiton GmbH; entre outras.	A proposta é combinar conhecimentos para o desenvolvimento de tecnologias inovadoras relacionadas a segurança. As instituições parceiras possuem *expertise* nas áreas de sensores, eletrônica, engenharia civil, engenharia de microssistemas e ciências da vida.	-Proteção de infraestruturas de tráfego/ Paredes robustas com sensores. -Detecção e identificação de explosivos. -Segurança e Sociedade: aceitação e pesquisa causal. -integração de sistema.

Quadro 4 -Projetos do Fraunhofer Innovation Clusters
Fonte: Elaboração própria.

O coordenador do *Fraunhofer Innovation Clusters* apresentou alguns aspectos dos Institutos que são importantes para entender as características do Programa.

O primeiro deles é o relacionamento com as universidades e as empresas. Os Institutos Fraunhofer têm uma longa tradição de cooperação com a academia, favorecida pelo fato de serem construídos, geograficamente, ao lado dos *campi* universitários. Junto a isso, muitos dos líderes dos Institutos têm um cargo acadêmico, sendo comum que pesquisadores coordenem um departamento ou grupo de pesquisa na universidade e outro no Instituto. Este contexto tem contribuído para aproximar as duas instituições ao longo da história[52.] Por outro lado, os Institutos Fraunhofer estão organizados para vender serviços e pesquisas para a indústria, uma vez que foram criados para dar suporte ao seu desenvolvimento. Assim, os Institutos transitam entre universidade e indústria, entre pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento de produto, e convivem com financiamento público e privado.

Também foi indicado que a relação permanente dos Institutos Fraunhofer com universidades e empresas é reforçada pela mudança de emprego dos indivíduos entre as diversas instituições. É comum que pesquisadores deixem a academia para trabalhar nos Institutos, ou deixem estes para se alocar na indústria, e vice-versa. Em muitos casos, as pessoas permanecem nas mesmas regiões, o que facilita que mantenham contato com a entidade para a qual trabalhavam. A mobilidade de pessoas favorece tanto os vínculos entre as instituições como a transferência do conhecimento.

Outro aspecto necessário para uma boa compreensão do *Fraunhofer Innovation Clusters* é o conjunto de temas apoiáveis pelo Programa. Os temas devem estar entre os 12 que a FhG elegeu como prioritários para o investimento em inovação, a partir de 2004. São áreas tecnológicas vistas como oportunidades para o país no futuro[53].

---

[52]A divisão de trabalho no sistema de inovação alemão talvez leve à diminuição da concorrência entre esses institutos e a universidade, uma vez que a universidade concentra-se em pesquisa básica e aplicada, enquanto as pesquisas nos institutos estejam mais próximas do desenvolvimento de produto. A dupla função dos pesquisadores também ajudaria a realizar a divisão do trabalho.
[53]Sob o lema *Driving Forward an Innovation Offensive*, o objetivo da seleção das áreas é apontar as melhores oportunidades para a indústria na Alemanha. A ideia é focar produtos, processos e serviços

Finalmente, um terceiro elemento para entender o Programa é o fato da Sociedade Fraunhofer ter como missão estatutária o desenvolvimento regional, por meio da inovação, além da contribuição para o desenvolvimento da Alemanha e Europa.

Assim, é ressaltado que o histórico de cooperação com a universidade e a indústria, a seleção de temas prioritários e a atenção da Sociedade Fraunhofer ao desenvolvimento regional, somados à concentração geográfica de empresas de um mesmo setor, são elementos que já estavam presentes quando o Programa foi criado e que contribuíram para a sua elaboração.

Como os aspectos de um *cluster* já existiam ï ou seja, a concentração geográfica de empresas e instituições de P&D e a cooperação entre elas ï , o Programa constituiu uma estrutura formal para organizar os projetos e as cooperações informais. A novidade foi a criação de uma marca e a busca de apoio institucional e financeiro dos governos locais, da indústria e da Sociedade Fraunhofer para o desenvolvimento de novos projetos.

Ao criar uma marca, a iniciativa reforçou o fato de as regiões serem conhecidas por áreas tecnológicas, tornando-as ainda mais atrativas para setores específicos. Exemplos são as tecnologias ligadas à produção, nas regiões de Berlim, de Stuttgart e de Aachen, as tecnologias para segurança nas regiões de Freiburg e de Berlim e as tecnologias óticas em Jena.

Por isso, cabe notar que o Programa tem características que o tornam atraente tanto do ponto de vista dos institutos como do governo. Favorece os institutos, por alavancar recursos públicos e privados para novos projetos, mas também tem um aspecto de política de desenvolvimento regional, uma vez que ajuda a desenvolver setores específicos em determinadas regiões.

---

de maior qualidade, para os quais os consumidores estejam dispostos a pagar um preço mais elevado. As áreas selecionadas são: eletrônica para ambientes inteligentes; politrônica (*displays* de plástico); medicina digital; desenvolvimento rápido e customizado de medicamentos; interação intuitiva de homem-máquina; produção integrada (desenvolvimento rápido de produto); logística; estruturas adaptativas (para diminuir efeitos de vibração etc.); simulação (modelagem de processos e produtos); ótica e fotônica; ultravioleta aplicada a nanotecnologia; e soluções customizadas em energia (tanto para aparelhos portáteis como para construção). (FRAUNHOFER PRESS RELEASE, 2003).
Durante a entrevista também foi apontado que, em 2011, a Sociedade Fraunhofer considerou seis grandes áreas como desafios para pesquisa: saúde, segurança, energia, comunicação, ambiente e mobilidade. Mas, para os *clusters*, foram consideradas as 12 áreas.

Na Sociedade Fraunhofer, foi enfatizado que o Programa tem sido importante para estimular a pesquisa em áreas tecnológicas específicas, para dar mais visibilidade aos projetos e às regiões industriais e alavancar um volume maior de recursos públicos e privados para os projetos.

a) Funcionamento do Programa e Orçamento

Para a abertura de um novo *cluster*, os Institutos devem enviar suas propostas para o Departamento de Planejamento de Pesquisa da Sociedade Fraunhofer, responsável pela coordenação do Programa e pelo processo de seleção. Este Departamento apresenta sua análise a um grupo formado pelo Conselho de Diretores e oito pessoas dos Institutos Fraunhofer.

Foi mostrado que, no início, a aprovação cabia somente ao Conselho de Diretores, baseada em documentos apresentados pela coordenação do Programa. Com a entrada dos oito novos membros, novas competências foram envolvidas. O novo grupo deve discutir tanto os casos de abertura como os resultados dos *clusters.*

Junto à proposta, o instituto candidato deve apresentar cartas de intenção que demonstrem o interesse e a disposição do governo local e das empresas de sua região em aportar recursos para o novo *cluster.* Por isso, há um trabalho dos institutos, anterior à apresentação das propostas, de convencimento dos potenciais parceiros e de discussão sobre os temas dos *clusters*.

No Instituto Fraunhofer IPK (*Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology*), por exemplo, foram relatadas visitas a 29 empresas, anteriormente à abertura do *cluster* MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Transport*). O *cluster* é voltado para o desenvolvimento de processos e tecnologias para manutenção e reparo de plantas industriais nos setores de energia e transporte, nas regiões de Berlim e Brandemburgo.

A partir das visitas, foram obtidas 14 adesões e identificados os temas de interesse da indústria para subsidiar a proposta do *cluster.* As empresas assinaram cartas de intenção mostrando interesse em aportar 300 mil euros, cada uma, em projetos específicos e bilaterais relacionados ao tema do *cluster*.

Após aprovado, cada *cluster* tem orçamento igual ou maior a 10 milhões de euros, por um período de três anos, sendo um terço aportado pela Sociedade Fraunhofer, um terço vindo dos governos locais e um terço das empresas da região.

Os *clusters* funcionam como plataformas de pesquisas, em que os projetos vão sendo propostos, respeitando-se o escopo aprovado inicialmente pelos parceiros. Geralmente, os governos locais aportam recursos para projetos a serem desenvolvidos pelas universidades locais ou pelos Institutos Fraunhofer, ao passo que os recursos da Sociedade Fraunhofer e da indústria financiam projetos dos Institutos.

Considerando a média de 10 milhões de euros por *cluster*, e o fato de haver 19 *clusters*, o valor total do Programa seria de 190 milhões de euros. Deste valor, cerca de 63 milhões de euros representariam o investimento da Sociedade Fraunhofer, a ser distribuído em três anos de Programa. Estes valores, no entanto, são aproximados, uma vez que os *clusters* não foram criados todos ao mesmo tempo. Assim, o investimento anual da Sociedade Fraunhofer (cerca de 21 milhões de euros) corresponderia a apenas 4% dos recursos recebidos como dotação do Governo Federal (de aproximadamente 550 milhões de euros)[54.]

Apresentados deste modo, os números sugerem que o *Fraunhofer Innovation Clusters* seja pouco relevante para a Sociedade Fraunhofer, em relação ao orçamento total da instituição - ainda que o Programa represente uma alternativa para levantar novos recursos dos governos locais e da indústria.

Entretanto, alguns institutos consideram relevante o impacto do Programa em seus orçamentos. É o caso, por exemplo, do Instituto Fraunhofer IPK, coordenador do *cluster* MRO. O orçamento deste *cluster* é de 15 milhões de euros, a serem gastos no período de três anos, ou seja, cinco milhões de euros por ano, o que significa 20% da soma dos orçamentos anuais do Instituto IPK e da Universidade Tecnológica de Berlim, de 25 milhões de euros.

[54] A dotação recebida do Governo Federal representa, aproximadamente, um terço do orçamento da Sociedade Fraunhofer, de 1,64 bilhão de euros,em 2010. O restante do orçamento vem, em partes iguais, da venda de serviços para a indústria e de recursos de chamadas públicas para projetos.

Também foi indicado haver um grande interesse do Governo Federal e, principalmente, dos governos locais, nos projetos. Os governos locais demandam respostas sobre a evolução dos trabalhos, uma vez que aplicam recursos financeiros e que há um impacto político relacionado aos seus investimentos. Segundo o entrevistado na Sociedade Fraunhofer, do ponto de vista dos institutos, há o peso político e a responsabilidade de mostrar resultados, uma vez que o trabalho em grupo traz mais visibilidade aos projetos.

b) Gestão do Programa e dos clusters

A equipe que gerencia o Programa é formada por 10 pessoas ligadas ao Departamento de Planejamento de Pesquisa. Este grupo recebe suporte das equipes de gerência de cada *cluster*.

Não foi identificado, pela gerência do *Fraunhofer Innovation Clusters*, que tenha sido necessária a aquisição de novas capacitações gerenciais para a operação do Programa. Foi esclarecido que o trabalho de gestão do Programa é muito próximo das atividades ï de avaliação de novas tecnologias, negociação com governos locais entre outras ï já desempenhadas pelo Departamento.

Por outro lado, foi apontado que a gestão no nível dos *clusters* pode demandar estruturas mais complexas, dependendo do número de projetos e de participantes. Assim, a estrutura para gerir os projetos em cada *cluster* pode variar muito.

Como exemplo de estrutura de gestão mais sofisticada, foi citado o *cluster* da região de Bremen, *Multifunctional Materials and Technologies (MultiMaT*), coordenado pelo *Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Applied Materials Research* (IFAM). Neste caso, foi criado um conselho do qual fazem parte representantes do governo local, da indústria, da universidade e da Sociedade Fraunhofer. O conselho é responsável por decidir a condução geral do *cluster*, como as decisões sobre o envolvimento das partes, as mudanças ao longo do Programa etc.

Também foi mostrado que, em algumas regiões, a indústria e os institutos já estão organizados em associações e é possível usar essas estruturas para gerenciar os *clusters*.

Nos institutos que participaram da pesquisa de campo, foi indicada a formação de conselhos, ou alguma estrutura semelhante, para a tomada de decisões estratégicas relativas à condução dos *clusters.* Entretanto, na maioria dos casos, apenas os Institutos Fraunhofer diretamente envolvidos nos *clusters* faziam parte desses grupos.

Algumas vezes, foi indicada a participação de universidades no conselho, como no caso do *KITe hyLITE Innovation Cluster,* criado para o desenvolvimento de materiais leves para a indústria automotiva. A Universidade de Karlsruhe e o *Fraunhofer Institute for Chemical Technology* (ICT) participam das decisões referentes a este *cluster*.

Também foi indicado não ser comum a participação das empresas nesse nível de tomada de decisão, sendo explicado que as empresas participam, principalmente, das escolhas relacionadas aos seus projetos.

c) A organização dos projetos conforme as fontes de financiamento

Como apresentado, o Programa *Fraunhofer Innovation Clusters* é constituído por três fontes de financiamento: orçamento da Sociedade Fraunhofer, governos locais e empresas. Dependendo do tipo do projeto, ele pode ser financiado por uma, duas ou três fontes. Foi mostrado ser comum haver projetos internos de pesquisa ï que darão subsídios a pesquisas futuras ï financiados apenas com recursos da Sociedade Fraunhofer; projetos desenvolvidos pelas universidades locais ï em temas relacionados aos *clusters* ***ï*** pagos com recursos dos governos locais; e projetos bilaterais financiados, parcial ou totalmente, pelas empresas ï em pesquisas bem aplicadas, voltadas às necessidades específicas das empresas.

Nos *clusters* coordenados pelo *Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics, Ernst-Mach-Institut* Institutos Fraunhofer (EMI), pelo *Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation* (IPA) e pelo *Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology* (IPK), foi mostrado ser comum o co-financiamento dos projetos.

No Instituto Fraunhofer EMI, foi esclarecido que, nos projetos do *cluster Future Security,* voltados ao desenvolvimento de tecnologias de segurança, os recursos públicos podem ser aportados em projetos com participação das empresas, desde que sejam aplicados nos Institutos[55].O financiamento público depende do porte das empresas, variando de 40 a 60% do valor dos projetos, nas parcerias com grandes empresas, e de mais de 70%, no caso das PMEs (pequenas e médias empresas). Também foi indicado que a metade dos investimentosfeitos pelas empresas nos projetos deve ser de recursos financeiros aplicados nos Institutos, e o restante deve ser de recursos de contrapartida econômica.

No Instituto Fraunhofer IPA, que participa do *cluster Digital Production,* para o desenvolvimento de tecnologias de informação aplicadas à produção no setor automotivo, foi apontado que os projetos recebem 50% de financiamento público e o restante de investimento da empresa, entre contrapartida financeira e econômica.

Já no *cluster Secure Identity,* coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, voltado para tecnologias de identificação segura de pessoas e objetos, foi dado exemplo do projeto de processamento de imagem para a segurança em documentos impressos, em que há financiamento do governo de Berlim, da Sociedade Fraunhofer e de empresa de tecnologia da área de segurança (*Bundesdruckrei GmbH*).

Uma forma diferente de organização dos projetos foi apontada no *cluster* MRO ï *Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Transport* ***ï***, também coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK. O modo de organização dos projetos do *cluster* é distinto dos outros, devido à exigência dos governos locais (de Berlim e Brandemburgo) de não haver envolvimento direto da indústria nos projetos financiados pelo governo, de modo que o conhecimento desses projetos sejapúblico.

Deste modo, o *cluster* MRO está organizado em 12 grandes projetos, em temas de interesse da indústria, identificados a partir das visitas às empresas[56].Esses projetos são financiados, igualmente, pela FhG e pelos governos locais de Berlim e de Brandemburgo, e são desenvolvidos pelos institutos Fraunhofer com a participação

[55] Nesse *cluster*, foi mostrado que 25% do orçamento vêm da Sociedade Fraunhofer, 25% vêm do governo de Freiburg e 50% são recursos (financeiros e econômicos) das empresas.
[56]No Instituto IPK, foi apresentado que, após a definição dos 12 temas, foram solicitadas novas cartas de intenção às empresas, para garantir que elas investiriam em projetos bilaterais relacionados aos temas dos 12 projetos que estavam sendo criados.

da universidade. Os resultados gerados pertencem à Sociedade Fraunhofer e às instituições científicas parceiras.

Apesar de não haver envolvimento direto da indústria nesses projetos, e dos resultados de pesquisa serem públicos, para cada um dos 12 projetos há um conselho, no qual há representantes das empresas (cerca de quatro empresas por projeto), além dos parceiros tecnológicos. Esse conselho, que se reúne cerca de duas vezes por ano, deve contribuir para o direcionamento das pesquisas.

Quando cada um desses projetos atinge um certo estágio de desenvolvimento, tem-se projetos bilaterais com a indústria, em pesquisas mais aplicadas. Foi apresentado que, atualmente, existem 30 projetos bilaterais com a indústria em temas relacionados aos 12 projetos estruturantes. (Cabe destacar que, para a abertura do *cluster* MRO, o compromisso da indústria era o de investir nos projetos bilaterais).

Os institutos também apontaram que parte do aporte das empresas nos projetos dos *clusters* ocorre na forma de contrapartida econômica. No *Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation* (IPA), foi indicado que, por regra, as empresas não precisam oferecer contrapartida financeira para os projetos, enquanto no *Fraunhofer Institute for Chemical Technology* (ICT), parte considerável do aporte das empresas nos projetos do *cluster* refere-se ao pagamento de seus próprios pesquisadores envolvidos.

Em ambos os Institutos, IPA e ICT, foi destacada a importância da contrapartida econômica das empresas, na forma de horas técnicas empregadas nos projetos. O trabalho dos engenheiros e pesquisadores das empresas nos projetos seria muito importante para a efetiva transferência da tecnologia e do *know-how* para a empresa.

d) Sobre o tipo de conhecimento produzido

Apesar do foco do Programa ser o desenvolvimento de tecnologias, foi indicadaa produção ï em menor grau ï de diversos tipos de conhecimento, entre ciência básica, aplicada, desenvolvimento de produto e estudos econômicos, enfatizado o

caráter multidisciplinar dos projetos e apontado que os distintos tipos de conhecimentos podem ser produzidos por diferentes parceiros do Programa.

Foi indicada também a relação entre os desenvolvimentos dos diferentes tipos de conhecimento. Nesse sentido, foi apresentado que, em alguns casos de desenvolvimento de produto para a indústria, foi preciso a produção de ciência básica para se chegar a uma determinada tecnologia. No entanto, quando o conhecimento científico foi aplicado, e se chegou à etapa da tecnologia, constatou-se ser necessário continuar os estudos científicos.

Como exemplo, foram citados os projetos do *cluster* da região de *Kaiserslautern* (*Digital Commercial Vehicle Technology Cluster*), relacionados ao desenvolvimento de modelos matemáticos para aplicação em sistemas digitais para veículos. Foi apresentado o fato do desenvolvimento dos sistemas, algumas vezes, ter demandado modificações no modelo matemático, apontando-se para uma estreita ligação entre ciência e experiência prática.

No Instituto Fraunhofer ICT, foi apontado que, apesar de haver a produção dos diferentes tipos de conhecimentos, o desenvolvimento da tecnologia representa a maior parte dos esforços dos projetos do *cluster KITe hyLITE*, uma vez que o foco dos projetos é o produto final (novos materiais leves para a indústria automotiva). Também foi ressaltado que a maior parte dos conhecimentos em ciência básica utilizados nos projetos já está pronta, apesar de haver produção de conhecimentos específicos durante o projeto.

No *cluster* MRO, coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, foi indicado haver um pouco de modelagem matemática e de ciência aplicada em alguns projetos, mas a maioria dos projetos seria mais bem caracterizada como desenvolvimentos de produtos e processos, chegando-se a um protótipo testado e à sua viabilidade econômica.

No Instituto Fraunhofer IPA, o conhecimento produzido nos projetos do *cluster Digital Production* foi caracterizado como ciência aplicada e produção de tecnologia. Entretanto, foi apontado que a base de conhecimento dos projetos do *cluster* é derivada de um projeto de quase 20 anos, do qual o Instituto participou com outras 15 instituições de pesquisa, e que era centrado na produção de ciência básica. O

conhecimento acumulado naquela época deu origem a vários projetos de pesquisa aplicada que estão sendo desenvolvidos no período recente.

Foi apresentado por esse Instituto que, também como resultado daquele projeto, o laboratório da universidade foi remodelado para abrigar pesquisas conjuntas com o Instituto Fraunhofer, reunindo os conhecimentos de computação, da universidade, e de manufatura, do Instituto. Foi apontado que a parceria tem sido muito frutífera, porque a universidade tem o conhecimento dos fundamentos da tecnologia e o Instituto Fraunhofer entende de que forma ela é usada pela indústria.

Nos demais Institutos, também pode-se constatar o caráter multidisciplinar e colaborativo da pesquisa aplicada. No *cluster Future Security*, foi apontada a união de desenvolvimentos de construção civil com microeletrônica. No *cluster KITe hyLITE*, cujos projetos estão direcionados para o desenvolvimento de novos materiais leves para a indústria automotiva, foi mostrado que, para se atingir os objetivos, é necessário produzir e integrar conhecimentos que incluem desenvolvimento de materiais, *design* de produto, simulações matemáticas, integração de processos, estudos de legislação etc.

Nos Institutos Fraunhofer EMI e IPK, que coordenam os *clusters Future Security* e *Secure Identity*, respectivamente, foi destacada a participação das pesquisas de humanidades e ciências sociais nos projetos.

No *cluster Secure Identity* as pesquisas em ciências sociais devem ajudar a entender a receptividade do público para os cartões eletrônicos de identidade. Já em relação ao *cluster Future Security*, foi explicado que, como os projetos desenvolvem tecnologias relacionadas à segurança, é preciso haver estudos complementares ligados a legislação, ética, sociologia e psicologia, para se entender o impacto das propostas tecnológicas para os usuários.

No *cluster Future Security*, foi citado projeto para o desenvolvimento de um sistema de identificação de risco (para casos de desabamentos por enchentes, terremotos etc.), em que os estudos depsicologia definiram o modo e o conteúdo da informação transmitida às pessoas, para evitar que as informações gerem pânico na população.

Em todos os institutos, foi identificada uma divisão do trabalho com as universidades. No Instituto Fraunhofer EMI, foi citado o projeto para a construção de prédios mais seguros. Neste projeto, parte da ciência aplicada ï relacionada ao desenvolvimento de sensores para identificar a estabilidade das construções após catástrofes como colisões de aviões ï está sendo produzida pelo Instituto de Tecnologia de Micro-sistemas da Universidade de Freiburg. A universidade está desenvolvendo o sistema de aproveitamento de energia para sensores, procurando entender como capturar energia do ambiente de forma a manter os sensores funcionando mesmo em situações adversas.

No Instituto Fraunhofer ICT, foi mostrado que o *Karlsruhe Institute of Technology* (KIT), da Universidade de Karlsruhe, tem desenvolvido pesquisa fundamental nas áreas de construção de matérias leves e tecnologia de polímeros para o *cluster KITe hyLITE for Hybrid Lightweight Construction* (focado no desenvolvimento de materiais leves híbridos e suas tecnologias de produção, com aplicação no setor automotivo).

Ainda outro exemplo é o do *cluster Secure Identity*, coordenado pelo Instituto IPK, onde foi apontado que os estudos mais próximos da ciência básica são desenvolvidos pela Universidade Tecnológica de Berlim. No mesmo *cluster*, os pesquisadores do IPK são responsáveis por estudos de ciência aplicada, enquanto os desenvolvimentos próximos da produção são feitos pelas empresas. Foi explicado também que a produção desses conhecimentos está organizada em projetos distintos.

e) O processo de escolha dos temas dos projetos

Os institutos foram questionados sobre o processo de escolha dos temas dos projetos de pesquisa, ou seja, se os temas são demandados pelas empresas ou são propostos pelos institutos. Foi constatado que, apesar de haver variações entre os casos, o principal caminho é o instituto sugerir a proposta de pesquisa para a empresa, a partir do conhecimento que ele tem da firma e da tecnologia.

Nos Institutos ICT e IPA, foi ressaltado que, idealmente, a proposta deveria vir da empresa, por ela conhecer o mercado, mas que o caminho mais frequente é o Instituto sugerir o projeto.

Alguns dos motivos pelos quais isso ocorre é que, por um lado, os Institutos são conhecedores das necessidades das empresas, uma vez que lhes prestam serviços. Por outro, conhecem a tecnologia e, ao mesmo tempo, acompanham o seu desenvolvimento em outras instituições tecnológicas no mundo. Este conjunto os torna capazes de propor novas ideias para a indústria.

No Instituto Fraunhofer IPA foi enfatizado que os temas para os projetos de pesquisa são idealizados durante a prestação de serviços para as empresas. As propostas surgem após muitas discussões informais, e podem ou não tornarem-se novos projetos.

Nos *clusters Secure Identity* e *Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Traffic* (MRO), ambos coordenados pelo Instituto Fraunhofer IPK, foi apontado um caminho duplo para a proposição dos temas dos projetos, ou seja, tanto o Instituto sugere o projeto para asempresas, como atua em projetos sob demanda. Apesar de serem frequentes os projetos que surgem da demanda das empresas, foi mostrado que o Instituto tem uma base de conhecimento que, às vezes, o permite fazer algo totalmente novo. Assim, ele busca empresas que possam aplicar o conhecimento.

Outro ponto levantado é que há cinco Institutos Fraunhofer participando do *cluster Secure Identity* (relacionado à identificação segura de pessoas e documentos) e que, juntos, possuem um potencial de pesquisa maior do que a indústria da região de Berlim é capaz de absorver. Por isso, os projetos dos Institutosno *cluster* acabam ficando limitados ao que as empresas precisam.

Já no *cluster Future Security*, ligado ao Instituto Fraunhofer EMI, em Freiburg, foram apontados projetos cujos temas foram demandados pelo usuário final, como a Organização para Reconstrução de Desastres e a Brigada de Incêndio. Entidades como estas procuram o Instituto para pesquisar como podem melhorar sua ação, em em caso de um desastre ou de um grande incêndio.

Foi explicado que, nesses casos, o Instituto Fraunhofer EMI acompanha a entidade usuária para apresentar a proposta de projeto a um fabricante que, por sua vez, desejará saber o potencial mercado da nova tecnologia. Portanto, também foram apontadas como tarefas do Instituto aproximar o usuário ï que no caso são instituições públicas, como polícia, brigada de incêndio, etc. ï da empresa fabricante e participar das negociações, ajudando a definir um escopo de projeto que beneficie a ambos.

O que se pode extrair das experiências dos Institutos é que, mesmo que sejam eles a apresentarem as propostas para as empresas, eles precisam conhecer as necessidades técnicas destas, para propor-lhes os projetos. Por isso, constata-se como é importante, para o trabalho dos institutos, que eles estejam próximos aos seus clientes. Em alguns casos, pode-se verificar a aproximação entre Instituto e empresa, a tal ponto que alguns entrevistados tenham dificuldade de identificar quem propõe o tema.

f) *Cooperação: coordenação dos projetos, divisão dos trabalhos e dos resultados das pesquisas*

Coordenação dos projetos

Há dois níveis de coordenação, a dos *clusters* e a dos projetos. Como mencionado no item (b), sobre a ñgestão do Programa e dos *clusters*ò, para a coordenação dos *clusters* pode haver a constituição de um conselho, com representantes da universidade, da indústria e do governo. Mesmo nestes casos, a palavra final é do Instituto coordenador. Outra situação é o conselho ser formado apenas por representantes dos Institutos Fraunhofer participantes do *cluster*.

Em relação à coordenação dos projetos, esta sempre está a cargo de um pesquisador do Instituto. Também nos projetos pode haver a constituição de um comitê, dos quais podem participar as empresas, as universidades e demais parceiros, para dar apoio na tomada de decisões.

No Instituto Fraunhofer EMI (*Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics, Ernst-Mach-Institut*), foi apresentado que as regras sobre quem decide em um projeto são

estabelecidas em contrato. Neste, geralmente, consta a criação de um grupo gestor ï que pode tomar decisões que não envolvam mudanças no orçamento ou na estrutura de parceiros ï e uma espécie de conselho de orientação ï do qual participam os diretores-presidentes das empresas ï , responsável por tomar decisões em assuntos estratégicos relacionados a orçamento, mudanças na composição dos parceiros, aprovação de planejamento etc.

Como esses conselhos se reúnem de uma a duas vezes por ano, as decisões cotidianas ficam a cargo dos coordenadores dos *clusters* e dos coordenadores dos projetos, ligados aos Institutos Fraunhofer.

No cluster *Maintenance Repair and Overhaul in Energy and Traffic* (MRO), foi indicado que as decisões sobre a entrada de novos parceiros no *cluster* estão a cargo do coordenador do *cluster*, que também é responsável pela busca destes novos parceiros, enquanto a aprovação de novos projetos bilaterais com a indústria é de responsabilidade dos gerentes das áreas temáticas.

No *cluster Secure Identity*, foi apontado que cabe aos líderes dos Institutos Fraunhofer e das empresas parceiras as decisões nos projetos. As decisões são tomadas em conjunto e cada uma das partes administra suas tarefas no projeto. Foi assinalado que o governo, apesar de aportar recursos para o *cluster*, não participa da gestão dos projetos, por se tratarem de decisões de ordem técnica. O governo participa no início da abertura do *cluster*, ocasião em que decide se irá financiá-lo, e nas avaliações anuais dos resultados.

Cooperação e divisão do trabalho

Nos Institutos, foi mostrado haver divisão de trabalho entre os parceiros (Institutos, universidades e empresas) em um *cluster.* Entretanto, as entrevistas mostraram haver mais interação, durante o desenvolvimento dos projetos, com as empresas que com as universidades. Também foi indicado ser frequente a participação de vários Institutos Fraunhofer em um mesmo projeto ou *cluster*, levando ao entendimento de que os projetos têm contribuído para a aproximação dos Institutos.

No *cluster* MRO, ligado ao Instituto IPK, foi indicado, pelo responsável por uma das áreas tecnológicas, o trabalho cooperativo dos Institutos Fraunhofer e da universidade no projeto de monitoramento de superfície para o sistema ferroviário. Esse projeto combina informações de vibração, acústica e imagem, obtidas por sistemas de câmeras e de sensores instalados na via férrea, e gera informações, em tempo real, sobre as condições da superfície das rodas.

Este projeto, coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, tem a participação do Instituto Fraunhofer IZM (*Fraunhofer Institute for Assembly and Packaging Technologies for Microelectronics, Microsystems and Power Electronics*), que desenvolve os nós sensores e o sistema de captação de energia. O Instituto de Sistemas Ferroviários da Universidade Tecnológica de Berlim faz as análises de acústica e vibração, em decorrência de sua experiência com rodas e ferrovias, e as empresas *Deutsch Bahn* e *U-Bahn* acompanham os resultados parciais do projeto, dão sugestões e permitem a instalação dos sistemas de sensores nos trens e trilhos para a realização dos testes.

A respeito do relacionamento com as universidades, os Institutos Fraunhofer têm a peculiaridade de estarem muito próximos de algumas delas, com contratos de cooperação de longo prazo.

Membros dos Institutos afirmaram não haver dificuldades na cooperação com a universidade a respeito dos prazos de entrega dos projetos. Isso se deve, em grande medida, a ser comum que o coordenador do projeto no Instituto Fraunhofer também seja o coordenador do projeto na universidade. Ou seja, a mesma pessoa organiza os prazos em ambas as entidades parceiras.

No Instituto Fraunhofer ICT, por exemplo, foi indicado não haver dificuldades em projetos cooperativos com a universidade, quanto ao cumprimento de cronograma e gestão de recursos financeiros que, segundo apresentado, são muito precisos. Contudo, foi apontada a transferência de um funcionário do Instituto para liderar os projetos do *cluster* pelo lado da universidade, sendo esclarecido que esta tem sido uma maneira de aproximar as equipes e solucionar possíveis dificuldades nos prazos de entrega dos projetos.

Nesse Instituto ainda foi apresentado que as ideias de projeto com a universidade são propostas por aquele e não por esta, e que as propostas precisam estar focadas no interesse da indústria. Por isso, nos conselhos, o grupo delimita o escopo da pesquisa da universidade com vistas a custos e prazos. Conforme apresentado:

> Nós queremos estar ligados ao mundo da indústria e não ao mundo da academia. O que acontece no *cluster* é que as ideias de projetos precisam estar associadas aos resultados almejados. Nos conselhos, o grupo ou o Instituto Fraunhofer delimita o escopo da pesquisa da universidade. Uma proposta de pesquisa pode ser muito inteligente, mas não interessar ao cliente. Às vezes, é demandado da universidade não tentar 50 soluções de materiais possíveis, mas os três mais promissores, por causa de custos e prazos. (Informação verbal)[57]

Como resultado das entrevistas, pode-se constatar que o papel da universidade nos projetos dos *clusters* é, principalmente, o de solucionar dificuldades científicas encontradas para o avanço das tecnologias.

Em relação à participação das empresas nos projetos, essa pode compreender desde o desenvolvimento de parte das pesquisas, como o desenvolvimento do produto ou o fornecimento de dados para a realização das pesquisa pelos Institutos. Entretanto, mesmo nos casos em que as atividades de pesquisa estejam concentradas nos institutos, a necessidade de troca de informações pode fazer com que a relação entre institutos e empresas seja muito próxima.

Foi apresentado pela coordenação do Programa que a divisão de trabalho entre Institutos e empresas depende do porte destas. Uma pequena empresa, geralmente, participa somente com recursos financeiros, por não possuir um departamento de P&D, ou mesmo pesquisadores no seu quadro de funcionários. Como exemplo, foram citadas as pequenas firmas de manufatura de *laser* do *cluster* da região de Dresden (*Nano for Production Cluster*). Por outro lado, se o parceiro for uma grande empresa, é provável que ele realize parte da pesquisa.

Apesar de não serem comuns, foram identificados casos em que o pesquisador da empresa trabalha dentro do instituto, como em projetos do *cluster* da região de Aachen (*Turbine Production Technologies Cluster*). Neste, algumas empresas pagam uma taxa para seus pesquisadores usarem salas e equipamentos do Instituto

[57] Informação obtida através de entrevista com o gerente geral do Instituto Fraunhofer ICT.

Fraunhofer. Costuma-se, nesses casos, assinar acordos de confidencialidade, por haver projetos de empresas concorrentes nos institutos.

No *cluster Secure Identity*, também foi indicada a presença de pesquisadores da indústria trabalhando, temporariamente, no Instituto Fraunhofer IPK, usando os equipamentos para algumas atividades dos projetos. No entanto, é mais comum que os pesquisadores das empresas desenvolvam suas atividades nos projetos dentro da própria empresa, e não nos Institutos.

No Instituto Fraunhofer EMI, foi apontado não haver pesquisadores das empresas trabalhando nas instalações do Instituto, embora trabalhem nos projetos dentro das próprias empresas. No entanto, foi indicado haver alunos de doutorado, financiados pela indústria, trabalhando nos projetos do *cluster* no Instituto, e que esses alunos deverão retornar à indústria quando terminarem o doutorado.

A respeito do envolvimento dos parceiros nos projetos, em termos de pesquisadores participantes, os resultados são apresentados a seguir.

No Instituto Fraunhofer EMI, foi indicado haver 20 pesquisadores do Instituto envolvidos nos projetos do *cluster Future Security*, distribuídos em cinco projetos, e 20 pesquisadores, com dedicação parcial, na Universidade de Freiburg. Foi indicado que esta universidade possui um gerente, com dedicação em tempo integral, para a cooperação com o *cluster*. O coordenador do *cluster*,no EMI, também indicou haver, ao todo, 10 pesquisadores dos outros Institutos Fraunhofer envolvidos nos projetos, e pesquisadores de outras universidades, que se relacionam diretamente com os outros Institutos.

No *cluster Maintainance*, *Repair and Overhaul in Energy and Traffic* (MRO), coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, foi indicado haver 30 pesquisadores trabalhando nos projetos do *cluster*, entre pesquisadores dos Institutos Fraunhofer IPK e IZM e da Universidade Tecnológica de Berlim.

No *cluster Secure Identity*, também coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, foi apontado haver 12 pesquisadores do Instituto com dedicação parcial aos quatro projetos do *cluster*, e igual número de pesquisadores dos outros quatro Institutos Fraunhofer parceiros. Também foi indicada a participação de 14 pesquisadores das

universidades. Já em relação às empresas, foi apontado que estas têm pesquisadores participantes nos projetos. No entanto, o contato entre a coordenação do *cluster* e as firmas costuma ser mediado por um número restrito de funcionários destas. Assim, a gestão do *cluster* não tem conhecimento de quantos pesquisadores das empresas estejam envolvidos nos projetos. (Foi apresentado que, ao todo, 15 empresas participam de projetos do *cluster*, das quais duas são de grande porte).

g) Divisão dos resultados das pesquisas

Em relação à propriedade intelectual dos resultados das pesquisas, foi mostrado que a Sociedade Fraunhofer possui um modelo de contrato com universidades que é usado pelos Institutos, inclusive para os projetos ligados ao *Fraunhofer Innovation Clusters*. Nesse modelo de contrato de cooperação, se há alguma propriedade intelectual em um projeto, a universidade transfere a propriedade para o Instituto. Este arca com os custos das patentes e, se houver retorno financeiro, os inventores da universidade são remunerados.

Assim, os projetos são negociados somente entre o Instituto e a empresa, o que torna o processo mais fácil e rápido. Esse modelo de contrato com a universidade foi apontado por todos os Institutos entrevistados.

No *cluster* MRO, foi mostrado que a propriedade intelectual nos 12 grandes projetos com financiamento público é do Instituto Fraunhofer e, normalmente, pertence às empresas nos 30 projetos bilaterais. Foi mostrado que esse *cluster* tem projetos desenvolvidos em estreita colaboração com o Instituto de Máquinas-Ferramenta e Gestão de Fábricas (IWF), da Universidade Tecnológica de Berlim (TU) e que, nos projetos em que há a transformação de conhecimento básico da TU em aplicação pelo Instituto Fraunhofer, apropriedade intelectual é do Instituto.

No Instituto Fraunhofer EMI (*Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics, Ernst-Mach-Institut*), foi mostrado que a partilha da propriedade intelectual ï assim como as demais regras ï é definida em um contrato de cooperação com os parceiros e que depende de negociação. Nos projetos em que há recursos públicos, geralmente, cada parceiro fica com a parcela da propriedade intelectual proporcional ao seu

trabalho. Além disso, cada parceiro pode usar todo o conhecimento que está sendo gerado, sem o pagamento de *royalties*, para fins de pesquisa, durante o projeto.

Em geral, foi mostrado nos Institutos Fraunhofer que, nos projetos bilaterais, se a indústria procura o Instituto para desenvolver pesquisas específicas, é usual que a propriedade intelectual pertença à indústria.

No Instituto Fraunhofer EMI, foi apresentado que muito raramente ocorre a partilha de propriedade intelectual com a indústria. Isso, no entanto, pode acontecer, nos casos de projetos que tenham recursos do Instituto Fraunhofer e da indústria. Foi explicado que, caso a indústria deseje se tornar a única detentora da propriedade intelectual, ela poderá optar por aportar recursos extras ao projeto. Já em relação a projetos com divisão da propriedade intelectual, foi dado como exemplo um trabalho de pesquisa para o desenvolvimento de um tipo de concreto resistente a explosões, em que 70% dos direitos depropriedade intelectual são de uma PME e 30% pertencem ao Instituto.

No mesmo Instituto, foi esclarecido que, no *cluster Future Security*, há projetos com recursos públicos e privados, mas que o Instituto e a indústriasão detentores da propriedade intelectual de projetos distintos. Nos casos em que, nas etapas finais de um projeto de pesquisa, a indústria faz um desenvolvimento de produto relacionado ao projeto, a propriedade intelectual do produto pertence a ela.

No Instituto Fraunhofer IPA, foi indicado que, no caso de partilha da propriedade intelectual entre o Instituto e as empresas, é comum que o Instituto não receba *royalties* dos parceiros empresariais dos projetos, mas tenha a liberdade de licenciar para terceiros.

Finalmente, em alguns Institutos foi demonstrado haver dificuldades em negociar a propriedade intelectual com universidades com as quais não haja acordos pré-estabelecidos com a Sociedade Fraunhofer. Foram assinalados a complexidade do aparato jurídico das universidades na Alemanha e o fato das universidades, geralmente, não aceitarem partilhar a propriedade intelectual com as empresas, o que torna as negociações muito difíceis.

h) Contribuição dos parceiros nos projetos e características das empresas participantes

Foi apresentado que as universidades têm participado dos projetos dos *clusters* desenvolvendo pesquisas em áreas das ciências exatas e das ciências sociais. Entretanto, vários entrevistados pareceram ter dificuldades para apontar a relevância da contribuição da universidade nos projetos, dando a entender que é dada mais importância à participação das empresas.

Já em relação à participação das empresas, foi apontado, por praticamente todos os institutos, que sua principal contribuição é o conhecimento do mercado, o que influencia tanto a escolha dos projetos como os rumos do seu desenvolvimento. Foi apontado que a participação ou o aval das empresas é o sinalizador mais seguro de que os resultados dos projetos têmapelo comercial. Esta foi apontada como a contribuição diferenciada das empresas. Em seguida, e não menos importante, foi destacado o papel das empresas em aportar recursos financeiros aos projetos.

A respeito do número de empresas participantes por projeto, foi mostrado que, em geral, há apenas uma firma por projeto. Nos casos citados em que há mais de uma empresa, na maioria das vezes, as diversas participantes fazem parte da mesma cadeia produtiva, ou, então, não competem no mesmo mercado. No entanto, também ocorrem algumas exceções a esta tendência.

No Instituto IPA, quanto aos projetos do *cluster Digital Production*, foi apontado haver tanto empresas da mesma cadeia produtiva participando de consórcios, como de diferentes setores em um mesmo projeto. Cada companhia usará a tecnologia desenvolvida em aplicações diferentes. Segundo relatado, a experiência com empresas concorrentes em um mesmo projeto não foi bem sucedida. A dificuldade é que o Instituto Fraunhofer produz, principalmente, pesquisas aplicadas e, nessas etapas de desenvolvimento, os resultados dos projetos interferem diretamente na concorrência entre as empresas.

No Instituto ICT, foi apontado haver mais de uma empresa por projeto, sendo que, nos casos em que os projetos estão relacionados ao desenvolvimento de produto, as empresas são da mesma cadeia produtiva e, portanto, não concorrentes. Nos

casos em que os projetos se propõem a resolver questões legislativas, de processo ou ambiental, há empresas concorrentes no mesmo grupo.

Já no Instituto Fraunhofer, em referência aos projetos do *cluster Future Security,* foi indicado haver empresas de diferentes setores participando do mesmo projeto, assim como empresas concorrentes em alguns projetos de pesquisa pré-competitiva co-financiados pela União Europeia ï em que há companhias alemãs e francesas. Os exemplos dados de pesquisa pré-competitiva foram o de uma prospecção de uma tecnologia e a criação de um banco de dados e instrumento para identificar a situação de segurança de construções.

No *cluster Maintainance*, *Repair and Overhaul in Energy and Traffic* (MRO), coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, foi mostrado haver consórcios entre as empresas participantes. Nesses consórcios, as firmas não são concorrentes, atuando em etapas diferentes de um mesmo projeto, e estabelecem acordos de cooperação para troca de informações. Como exemplo, foi citado projeto para o sistema ferroviário, em que cada companhia ficou responsável por uma etapa como o desenvolvimento dos nós sensores, de algoritmos, aplicação, instalação etc. Vale destacar que os participantes desse *cluster* são grandes empresas do setor de transporte e energia.

i) ***Características da inovação produzida e estratégia em relação aos setores***

Foi apontado, pela coordenação do *Fraunhofer Innovation Clusters*, que o Programa foi desenhado para tecnologias que possam ser desenvolvidas em três anos de projeto. Por isso, apesar de haver novos desenvolvimentos, o Programa deve atuar em áreas tecnológicas em que os Institutos já possuam *expertise* considerável. Nesse sentido, foi esclarecido que os Institutos demorariam de quatro a cinco anos para poder oferecer alguma cooperação em pesquisa em uma área que fosse totalmente nova para eles, porque primeiro seria preciso criar uma base de conhecimento para se chegar a um estágio em que a colaboração fosse interessante para a indústria.

Essa abordagem também foi apresentada no Instituto ICT, a respeito do *cluster KITe hyLITE Technologies for Hybrid Lightweight Construction*, cujos projetos estão relacionados ao desenvolvimento de produtos, processos e estudo de comportamento de materiais compósitos leves, para aplicação nas indústrias automotiva e de máquinas-ferramenta.

Nesse *cluster*, foi apresentado que o objetivo é aproximar o conhecimento acadêmico das empresas. Apesar de as tecnologias serem novas para as empresas, este conhecimento tem sido construído a partir de uma base já existente no Instituto e na universidade, o que é importante para se obter resultados em três anos. Também foi apontado que o foco dos projetos não são as inovações radicais.

Por outro lado, nos Institutos Fraunhofer EMI, em relação ao *cluster Future Security*, e IPK, quanto aos *clusters Secure Identity* e MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Traffic*), foi indicada a produção de tecnologias novas para o mundo nos projetos.

Nesses Institutos, foi esclarecido que os projetos precisam ter duração de três anos, por causa do Programa. Por isso, há tecnologias que estarão prontas para serem comercializadas nesse período, e outras que precisarão de novos investimentos e continuidade nos desenvolvimentos. Foi explicado que, mesmo para as tecnologias que não poderão ser finalizadas em três anos, o período serve para se obter importantes subprodutos da plataforma de pesquisa.

Em geral, as tecnologias que poderão ter um impacto a longo prazo nos negócios das empresas são aquelas para as quais serão precisos novos projetos, após os três anos do Programa, para se chegar aos resultados comerciais. Os projetos relacionados a melhorias incrementais de produtos e processos têm duração menor que três anos.

No *cluster Secure Identity*, coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, foi enfatizado que as tecnologias desenvolvidas nos projetos ou são novas para o mundo ou novas para a Alemanha, sendo capazes de gerar negócios completamente novos para as empresas parceiras. O exemplo de inovação mundial mencionado foi o desenvolvimento de polímeros com uma eletrônica integrada. O projeto mencionado investiga como integrar eletrônica de três dimensões em cartões de plástico com

espessuras muito finas, com aplicação para a segurança de documentos e em novos cartões de identidade.

Nesse *cluster*, foi mostrado que os resultados dos três primeiros anos de projeto darão início a um processo de desenvolvimento mais longo e que, apesar de ser provável que não se chegue a um produto pronto ao final do período, as empresas parceiras terão o conhecimento para desenvolver o produto comercial.

No *cluster* MRO, também coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, novamente foi indicado que as inovações produzidas são novas para o mundo. O exemplo dado foi o desenvolvimento de tecnologia para sistema ferroviário que permite a identificação das condições da estrutura e dos equipamentos em tempo real. A tecnologia coleta informações e imagens por meio de nós sensores instalados nas superfícies das rodas.

Por fim, no Instituto Fraunhofer EMI, do mesmo modo, foi indicado que a maioria das tecnologias desenvolvidas nos projetos do *cluster Future Security* é nova para o mundo, havendo pesquisas semelhantes nos EUA.

Foi ressaltado que as tecnologias têm sido desenvolvidas por meio da reunião de empresas de diferentes setores. Foi explicado que as empresas pertencem a setores já estabelecidos e relevantes da indústria alemã, mas os projetos trazem a possibilidade de negócios completamente novos para esses setores. Como exemplo, foram mencionados os projetos relacionados à segurança de infraestruturas, que reúnem pesquisas de novos materiais na construção civil e novos dispositivos de microeletrônica.

Ainda foi apontado que, apesar dos projetos demandarem períodos diferentes, a maioria das tecnologias precisará de continuidade após os três anos de Programa. A ideia é que as pesquisas continuem depois deste período e que mesmo os resultados próximos de serem comercializados permaneçam em desenvolvimento dentro da indústria. Entre os resultados comerciais bem sucedidos, foi citado o projeto relacionado à construção de grandes edifícios resistentes a colisão de aviões.

Tipos de resultado dos projetos

Os institutos também mostraram que os projetos são bem diversificados quanto aos resultados almejados, ou seja, se devem resultar em um novo produto ou processo, próximos de serem comercializados, ou na produção de um conjunto de conhecimentos. Há uma combinação desses resultados.

Como o objetivo do Programa é desenvolver tecnologias que possam ser aplicadas pela indústria, em três anos, é comum que muitos projetos tenham como resultado esperado os protótipos das tecnologias.

Isto foi apontado, por exemplo, no *cluster* MRO, onde foi enfatizado que os projetos chegam até a fase dos protótipos para a demonstração dos sistemas, sendo que os resultados devem ser usados em projetos adicionais com a indústria, para o desenvolvimento de soluções e aplicações comerciais.

A respeito dos projetos que resultam em uma base de conhecimento para aplicação futura, podem-se citar, por exemplo, os do *cluster Future Security*, coordenado pelo Instituto Fraunhofer EMI. Neste Instituto, foi apresentado que alguns projetos são mais bem caracterizados pela produção de conhecimento, mesmo que o objetivo principal seja produzir inovação que possa ser comercializada pelas empresas ï como um produto ou processo. Os projetos apontados foram o de desenvolvimento de um modelo para construção de edifícios mais seguros contra impactos (colisões de aviões), que foi um trabalho de doutorado financiado por uma empresa, e um projeto que desenvolveu um sistema de gestão de risco (para enchentes, terremotos etc.). Em ambos, houve a necessidade de novos projetos para o desenvolvimento de um produto comercial.

No *Secure Identity*, também foi mostrado, inicialmente, que os projetos do *cluster* estão mais relacionados à produção de conhecimentos que serão usados pelas empresas para desenvolverem seus próprios produtos. Mas, algumas vezes, os projetos chegam bem próximos do desenvolvimento do produto. Foi apontado que o Instituto oferece para a indústria o desenvolvimento de protótipos e o conhecimento de como a tecnologia funciona.

Estratégia em relação aos setores

A coordenação do *Fraunhofer Innovation Clusters* apresentou que a ideia do Programa não é investir no desenvolvimento de novos setores para a Alemanha, mas ñfortalecer o que é forteò, ou seja, promover a inovação tecnológica em setores que já são importantes para o país. O Programa deve focar a demanda da indústria local, e não criar algo que não tenha raízes na região. Além disso, o setor precisa ter certo valor, em termos de geração de riqueza e de número de empresas.

Entretanto, foi lembrado que, em alguns casos, os projetos têm sido usados para fortalecer setores que estejam perdendo competitividade ou para promover o desenvolvimento de regiões economicamente estagnadas. Pode-se citar, como exemplo, a criação de alguns *clusters* no leste da Alemanha, como o de Leipzig, relacionado ao desenvolvimento de tecnologias de polímeros.

Os Institutos Fraunhofer ï especialmente aqueles que indicaram a produção de inovações radicais nos projetos dos *clusters* ï também apontaram que as tecnologias desenvolvidas nos projetos podem ter aplicação para diferentes setores, apesar de estarem sendo produzidas para setores específicos.

No *cluster Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Traffic* (MRO), foi indicado que a tecnologia desenvolvida para o sistema ferroviário ï que permite a identificação das condições da estrutura e dos equipamentos em tempo real ï poderá ser aplicada em outros ramos do setor de transportes, como o aeronáutico. Conforme demonstrado, alguns conhecimentos ï de como medir e avaliar sinais de vibração e como identificar imagens de estruturas ï também podem ser aplicados em estruturas que não rodas.

No *Secure Identity*, igualmente foi apontado que os projetos podem ter aplicações em diferentes setores. O desenvolvimento dos cartões de identidade para o governo, que usa eletrônica integrada aos plásticos, é um projeto com esta potencialidade.

Além dos exemplos acima, outros Institutos também indicaram que os resultados gerados nos projetos poderão ter aplicações em setores diferentes dos que estão financiando a tecnologia.

j) Sobre as responsabilidades dos Institutos nos projetos

Foi mostrado pelos Institutos Fraunhofer que suas funções nos projetos dos *clusters* são bem variadas, compreendendo a pesquisa tecnológica, o co-financiamento, a gestão e a negociação dos projetos com potenciais parceiros da indústria e do governo. Entretanto, quando questionados sobre quais seriam suas principais contribuições nos projetos, ou seja, aquelas que os diferenciam dos demais parceiros tecnológicos ou empresariais, foi apontado que, além do desenvolvimento de pesquisas tecnológicas de qualidade ï considerado como tarefa essencial dos Institutos ï está a comunicação e a busca de potenciais parceiros da indústria e do governo.Essas duas últimas foram apontadas pela maioria dos entrevistados entre as tarefas mais importantes dos Institutos nos projetos dos *clusters*.

Também foi destacadaa função de identificar, corretamente, os tópicos de pesquisas tecnológicas que serão importantes para o futuro. Ou seja, os Institutos devem ter a capacidade de identificar os desafios que eles e a indústria irão enfrentar, e propor as pesquisas.

Já o papel dos Institutos como comunicadores foi destacado em vários sentidos: compreende a coleta e divulgação das informações entre as empresas de um mesmo projeto ou entre projetos do mesmo *cluster*, a oferta de informações para governos e outros parceiros institucionais, troca de informações entre os institutos e divulgação das capacitações dos institutos do *cluster* para atrair empresas a novos projetos.

Nesse ponto, foi enfatizada a função dos Institutos de negociadores dos projetos, cabendo a eles conseguir atrair novas empresas para os projetos dos *clusters*, assim como levantar os recursos necessários junto aos governos locais e agências de fomento.

Finalmente, ainda foi destacada a tarefa dos Institutos de aproximar empresas que não se conhecem, mas que tenham potencial de gerar tecnologias completamente novas em projetos conjuntos. Foi explicado ser mais comum que empresas de uma mesma cadeia de suprimentos se relacionem e trabalhem juntas. E que os Institutos podem intermediar a reunião de empresas de diferentes setores, as quais não tenham tido um contato prévio, mas que possam ter interesses comuns.

k) Capacitações gerenciais e tecnológicas

A princípio, nos Institutos Fraunhofer participantes da pesquisa de campo, foi apontado não ter sido necessária a aquisição de novas capacitações gerenciais para coordenar os projetos ou os *clusters*. A explicação foi que, para gerir os projetos dos *clusters*, eram necessárias habilidades que os Institutos já possuíam. Ou seja, pessoas com experiência em preparar acordos de cooperação e propostas para clientes, em trabalhar com a indústria, em desenvolver pesquisa aplicada etc.

Entretanto, na maioria dos Institutos, foi indicada a contratação do gerente do *cluster*. O coordenador de um dos *clusters* explicou que, no Instituto em que atua, havia pesquisadores com experiência de gestão de projeto, mas a capacidade de acompanhar vários projetos cooperativos ao mesmo tempo e ainda intermediar as relações entre pesquisadores, gerentes de projetos e diretores das empresas era uma necessidade nova trazida pelo Programa. Foi explicado que a maioria dos diretores dos Institutos Fraunhofer tinha essa capacidade, mas era uma competência nova no nível dos gerentes dos *clusters*.

O coordenador de outro *cluster* indicou que foi necessário desenvolver a capacidade de negociação dos gerentes, uma vez que os projetos dos *clusters* envolvem o trabalho de diversos Institutos dentro da Sociedade Fraunhofer, os quais têm diferentes prioridades em relação às demandas dos projetos. Foi ainda ressaltada a dificuldade de coordenar o trabalho de pessoas que não estão subordinadas ao mesmo departamento.

Ainda em outro Instituto ï no qual também foi indicado não ter sido necessário o desenvolvimento de novas capacidades gerenciais para a gestão dos *clusters* e projetos ï foi apresentado que são feitos encontros, entres as equipes dos *clusters*, para a troca de experiências sobre a gestão, o modelo de desenvolvimento e o financiamento, com a finalidade de melhorar o desempenho dessas funções, além da troca de informações sobre as tecnologias em desenvolvimento.

Assim, o que se pode concluir a partir das entrevistas é que, apesar de não ter havido grandes mudanças estruturais nos Institutos, para operar o Programa, houve

algumas mudanças administrativas e aquisições de competências por meio da contratação de recursos humanos. Além disso, os coordenadores dos *clusters* que anteriormente eram pesquisadores da instituição também tiveram aprendizados com a experiência de gerenciar os *clusters.*

De forma geral, a coordenação de cada *cluster* é formada por um coordenador e um ou dois auxiliares. Esse grupo é apoiado pela estrutura existente nos institutos.

No *Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology* (IPK), por exemplo, foi apresentado que a gerência do *cluster* MRO é formada por quatro pessoas: um gerente, uma pessoa responsável pelo *marketing* dos projetos (ambos em período parcial) e duas pessoas na área financeira. Subordinados a esta equipe estão os gerentes das áreas de inovação (sendo elas: ñcondições para monitoramento e diagnósticoò; ñplanejamento e assistência digital para manutenção, reparo e revisãoò; ñlimpezaò; eñtecnologias para reparos e revisãoò). Os coordenadores de projetos e os pesquisadores estão vinculados a um dos quatro gerentes de áreas de inovação.

Nesse *cluster*, foi apresentado haver, ao todo, 30 pesquisadores envolvidos nos projetos, entre profissionais dos Institutos Fraunhofer IPK e IZM e da Universidade Tecnológica de Berlim. Foi explicado que essa equipe (de gerência e de pesquisa) respondia pelos 12 projetos com financiamento da Sociedade Fraunhofer e dos governos de Berlim e de Brandemburgo e pelos projetos bilaterais com a indústria.

Finalmente, em relação às capacitações tecnológicas adquiridas para o Programa, os Institutos Fraunhofer demonstraram que os projetos foram usados para atuar em novos temas de pesquisa, a partir das áreas científicas e tecnológicas já existentes nos Institutos. Foi enfatizado que os projetos têm sido construídos a partir de uma base de conhecimento do Instituto, em que se somam novos conhecimentos desenvolvidos internamente para os projetos, assim como os conhecimentos adquiridos de terceiros, por meio da participação de parceiros com capacitações específicas. Esses conhecimentos são integrados e desenvolvidos nos projetos, para adequá-los às necessidades dos clientes.

No *cluster Future Security,* por exemplo, foi esclarecido que o Instituto Fraunhofer EMI já tinha uma unidade de pesquisa em segurança, mas que a unidade cresceu

com os projetos do *cluster*. Foram atraídos novos setores (como o de construção civil) e passou-se a desenvolver pesquisas completamente novas.

I) Fatores críticos de sucesso, pontos fortes e fracos

Fatores Críticos de Sucesso

Foram apontados, pela coordenação geral do Programa, três fatores críticos para o sucesso dos *clusters*: a liderança dos seus coordenadores, a tecnologia a ser desenvolvida e as empresas das regiões. O primeiro item diz respeito à necessidade de encontrar coordenadores para os *clusters* que representem a área tecnológica que irão coordenar. Devem ser nomes reconhecidos pela indústria e pela universidade, pessoas que inspirem confiança, e que transmitam a imagem de estarem gerenciando o projeto para todos. Tratam-se de pessoas que irão assumir um cargo de representante político e científico dos *clusters*. O segundo item é a tecnologia em questão ser realmente relevante e inovadora, e o terceiro é haver, na região, uma concentração importante de empresas, de modo que possa haver muitos projetos e que estes gerem resultados econômicos.

Foi mostrado que o *Fraunhofer Innovation Clusters* tem sido um estímulo para atrair novas empresas para projetos. Por isso, é fator critico que as empresas apresentem bons resultados comerciais, a partir das parcerias com os Institutos, para que elas demandem novos projetos no futuro, após encerrado o Programa.

Outro fator crítico destacado é o aprendizado de trabalhar em equipe. O Programa deve ser uma oportunidade para que empresas e institutos desenvolvam projetos juntos e criem relações de confiança, uma vez que as equipes de ambas as entidades passaram a se conhecer melhor. Além disso, deve ser uma oportunidade para que os Institutos Fraunhofer aprendam a trabalhar entre si e conheçam mais as capacidades uns dos outros. É esperado que essa experiência favoreça o surgimento de novos projetos cooperativos após o término do Programa.

Além desses aspectos, no Instituto Fraunhofer IPA (*Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation*), que coordena o *cluster Digital Production,* foi apontado, como fator crítico para o sucesso do Programa, a correta

avaliação sobre o estágio da tecnologia, ou seja, se ela poderá ser desenvolvida e pronta para ser usada até o término do Programa.

No *cluster Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Traffic* (MRO), coordenado pelo *Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology* (IPK), foi enfatizado o papel do *marketing* para o sucesso do Programa. A divulgação dos resultados dos projetos é considerada importante para dar impulso a novas áreas de atuação do Instituto e para atrair novos clientes para os projetos[58].

No *cluster* MRO, também foi enfatizado ser crucial que os projetos ï tanto os que têm financiamento público como os que são financiados pela indústria ï gerem resultados que realmente sejam necessários para a indústria. Ou seja, que o Instituto ofereça não apenas conhecimento, mas soluções de produtos a partir das necessidades dos clientes.

No *cluster Future Security,* também coordenado pelo Instituto Fraunhofer IPK, ainda foi enfatizada a importância da comunicação com os financiadores, para que vejam o benefício trazido pelo Programa. A lista inclui o Governo Federal, governos locais, a Sociedade Fraunhofer e as empresas.

Pontos Fortes

A respeito dos pontos fortes do *Fraunhofer Innovation Clusters*, foi destacado pela coordenação do Programa a mudança na composição da equipe que aprova a abertura dos *clusters*. Foi explicado que, no início, a aprovação era feita pelo Conselho de Diretores, que aprovava a abertura de um novo *cluster* baseando-se em documentos apresentados pela direção do Programa. Atualmente, além do Conselho de Diretores, a equipe é formada por mais oito pessoas dos Institutos Fraunhofer, com diferentes formações e experiências, tornando a seleção mais qualificada. Essa equipe também dá mais visibilidade ao Programa.

[58] No Instituto Fraunhofer IPK, foram indicadas, entre as ações de *marketing,* a promoção de conferências, como a *International Conference MRO ï Maintenance, Repair and Overhaul*, e a participação em feiras, como a *ILA ï International Aerospace Fair*, do setor de aviação, e a *INNOTRANS ï International Trade Fair for Transport Technology Innovative Components, Vehicles and Systems*. Foi indicado que o *cluster* MRO deve participar de cinco feiras em 2011.

Ainda de acordo com a coordenação do Programa, outro destaque é o fato de o *Fraunhofer Innovation Clusters* ter conquistado um bom respaldo político junto aos governos locais, Governo Federal e ministérios.

Já os Institutos apresentaram que os *clusters* têm se mostrado um bom instrumento tanto para criar novas áreas de pesquisa, como para expandir seus trabalhos com a indústria. Especialmente em alguns Institutos, foi indicado que os projetos estão desenvolvendo aplicações completamente novas a partir do que eles já faziam e que têm atraído novos clientes e, ao mesmo tempo, aumentado os contratos com as empresas que já eram parceiras.

Também foi indicado que estão surgindo novos projetos a partir do *clusters.* São projetos que tiveram o *cluster* como ponto de partida e que são propostos pela indústria. Foi apontado que o Programa oferece um estímulo para iniciar uma cooperação com um novo cliente, uma vez que 60% da pesquisa são pagos pela Sociedade Fraunhofer e pelo governo.

Ainda outro ponto apresentado é que o Programa também força os Institutos a focar as necessidades da indústria, uma vez que somente recebem o financiamento da Sociedade Fraunhofer e dos governos locais se conseguirem a participação destas empresas. Isso evita que eles invistam em pesquisas que não sejam do interesse da indústria.

Pontos Fracos e Aprendizados

A respeito das dificuldades enfrentadas no Programa e do aprendizado ao longo do seu desenvolvimento, os temas principais apontados pelos Institutos Fraunhofer referem-se à colocação das tecnologias no mercado, ao envolvimento das empresas nos projetos, à cooperação com as universidades e à comunicação interna e externa.

Em relação às dificuldades para a comercialização das tecnologias, foi mostrado que, em alguns casos, havia otimismo quanto a elas estarem próximas de serem comercializadas. Mas, ao longo dos projetos, tomou-se conhecimento de que as empresas não seriam capazes de implementar, rapidamente, as tecnologias

desenvolvidas, uma vez que isso exigiria mudanças dispendiosas no seu sistema de produção, e que ainda havia pouca pressão do mercado para essas mudanças.

Sobre esta questão, foi argumentado que a falta de visão em relação ao mercado dessas tecnologias poderia ter sido solucionada se o tema também tivesse sido tratado nos *workshops* do início dos *clusters,* que, em geral, estavam focados nos desafios técnicos dos projetos.

Outro ponto levantado foi as dificuldades enfrentadas devido à falta de empresas dos setores específicos em algumas regiões. Esta situação ocorreu no *cluster Secure Identity*, da região de Berlim e Brandemburgo, agravada pelo fato dos governos locais não financiarem empresas de outras regiões. Foi comentado que, no início, havia recomendações muito fortes para que o financiamento fosse destinado somente a empresas locais, mas, devido à falta de parceiras, outras empresas alemãs têm sido aceitas, excepcionalmente.

Visando solucionar o problema, a coordenação do *cluster Secure Identity* também tem ido em busca das pequenas empresas. No entanto, argumenta-se que esta tarefa seja um tanto difícil, uma vez que empresas de pequeno porte fazem poucos investimentos em P&D.

Também foi apresentada a preocupação de que os três anos do Programa não seriam suficientes para desenvolver projetos com as pequenas empresas, uma vez que era preciso certo tempo para convencê-las a fazer negócio com o Instituto. Preocupadas com a produção e sem tempo, dinheiro ou pessoas para os projetos de pesquisa, estas empresas, no início, investiam em projetos de baixo custo e direcionados para pequenos melhoramentos, e não para novos produtos. Seria preciso desenvolver alguns pequenos projetos para que essas empresas adquiram confiança e busquem o instituto para trabalhos mais relevantes para elas.

Também quanto à participação das empresas, em alguns *clusters* foi destacado que um ponto a ser melhorado é haver mais de uma empresa por projeto, por se considerar que a cooperação entre elas pode gerar produtos e processos mais inovadores.

A respeito da cooperação com as universidades, foram apontadas algumas dificuldades de relacionamento entre estas, de um lado, e Institutos Fraunhofer e empresas, de outro, em decorrência da diferença das lógicas que regem essas instituições. Mas, como ressaltado, justamente essas diferenças são uma das motivações do Programa.

Foi indicado que, às vezes, os pesquisadores das universidades consideram pobres, ou com poucos desafios científicos, as propostas de pesquisa dos Institutos. Entretanto, o fato é que as universidades são chamadas a preencher as lacunas científicas dos projetos, e sua participação no Programa deve estar subordinada aos objetivos dos projetos. Além disso, o orçamento dos projetos dos *clusters* também causa restrições sobre o escopo da pesquisa das universidades.

Por fim, em relação à comunicação, foram apontadas as dificuldades de trabalhar com as equipes dos diferentes Institutos Fraunhofer nos projetos. Não há dúvidas de que a participação conjunta de Institutos abre um leque de oportunidades em novas tecnologias, mas a cooperação também trás dificuldades adicionais de gestão para os coordenadores dos projetos e dos *clusters*. Por outro lado, foi mostrado que a experiência no Programa tem proporcionado um aprendizado nessa direção.

Também foi apontado como aprendizado a importância da comunicação com os parceiros. Fato ilustrativo é dado pelo *cluster* MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul in Energy and Traffic*), coordenado pelo Instituto IPK (*Fraunhofer Institute for Production Systems and Design Technology*). Foi mostrado que fez-se muita propaganda na época da aprovação formal do Programa ï pelos governos de Berlim e de Brandemburgo, Sociedade Fraunhofer e indústria ï , em março de 2009. Mas ainda gastou-se um ano para se assinarem os contratos com os governos locais, uma vez que foi preciso enquadrar os projetos nos modelos solicitados por eles.

Depoisdo lançamento do Programa, o Instituto ainda tinha que definir os projetos, estabelecer os escopos, determinar as entregas, entre outras tarefas, o que demorou nove meses. Além disso, o processo de aprovação dos projetos pelos governos locais foi demorado, porque eles não estavam preparados para o Programa. Não havia entendimento dos procedimentos que precisavam ser tomados.

Assim, após um ano de lançamento oficial do Programa, os parceiros industriais e a sociedade perguntavam por resultados, que não existiam. Houve uma falha de comunicação sobre o processo, o que trouxe frustração para os parceiros, no início. Entre os aprendizados apontados por essa experiência estão: primeiro, que todos os procedimentos poderiam ter sido preparados antes do lançamento oficial do *cluster* e que, segundo, é preciso haver uma comunicação constante com os parceiros e a sociedade para que possíveis desentendimentos não afetem, negativamente, as expectativas em relação ao projeto.

m) Mecanismos de avaliação

Foi apresentado pela coordenação do Programa que os *clusters* são periodicamente avaliados pela Sociedade Fraunhofer e governos locais. A cada ano, os coordenadores dos *clusters* fazem uma apresentação para o Conselho Diretor do Fraunhofer (e equipe), em que devem mostrar as pesquisas, a execução do cronograma, os resultados parciais ou finais dos projetos, os resultados comerciais (se houver), as demonstrações financeiras etc. Foi explicado que, a partir dessas apresentações e painéis de discussão, pode haver cortes no orçamento, mas que, até o momento, tal medida não foi necessária.

n) Considerações

Esta seção apresentou várias características do *Fraunhofer Innovation Clusters*. O Programa tem a proposta de aumentar a produção tecnológica relevante para a indústria alemã, de modo a contribuir para o aumento da sua competitividade, por meio da inovação. Para tanto, os esforços buscam tornar mais eficaz a cooperação entre P&D e produção, o que se propõe fazer por meio dos projetos cooperativos entre Institutos, empresas e universidades. A colaboração entre Institutos e empresas visa o desenvolvimento de tecnologias realmente relevantes para as empresas, ao passo que as universidades contribuem com a solução de determinados desafios científicos ao longo dos projetos.

O Programa também é destacado pela própria Sociedade Fraunhofer como um instrumento para acelerar a definição de áreas prioritárias nos Institutos, e reforçar suas competências em determinadas áreas. Ao direcionar recursos para temas específicos, incentiva a especialização dos Institutos. A concentração de esforços, tanto em pesquisa como financeiros, por sua vez, pode favorecer a excelência do conhecimento em determinadas áreas.

Foi apontado que o *Fraunhofer Innovation Clusters* tem sido um meio para aumentar os projetos de P&D de mais longo alcance nos Institutos, a partir das competências já existentes. Apesar de haver muitas diferenças, vários casos foram caracterizados como produção de tecnologia nova para o mundo. Nesse ponto, deve-se ter em mente que a maior parte dos esforços em P&D dos Institutos ï cerca de 70%, segundo indicado ï está concentrada na solução de problemas de curto prazo das empresas. Deste modo, o Programa tem permitido o redirecionamento de parte dos esforços de alguns institutos para pesquisas mais inovadoras e de impacto de mais longo prazo. Foi apontado que os projetos têm sido usados para a atuação em novas áreas, assim como para criar uma cadeia de inovação no médio prazo.

O Programa também é apontado como um impulso para atrair novos clientes para projetos de pesquisa com os Institutos Fraunhofer, uma vez que as pesquisas são subsidiadas pela Sociedade Fraunhofer e pelos governos locais. Espera-se que a experiência nos projetos do Programa incentive as empresas a continuarem tais cooperações além da duração do Programa.

Do ponto de vista dos governos locais, o *Fraunhofer Innovation Clusters* pode ser considerado uma ação de política pública capaz de reforçar a vocação industrial das regiões, criar novos empregos e atrair empresas dos mesmos setores para a região.

Em relação à cooperação com universidades e empresas pode-se observar, por meio das entrevistas, que, na maioria dos casos, esses agentes não participam dos mesmos projetos, mas de projetos complementares. Talvez seja uma alternativa administrativa eficiente, que dê mais agilidade às pesquisas.

Apesar de apontada a participação das universidades nos projetos, as entrevistas mostraram que o foco do Programa e a preocupação dos pesquisadores é estreitar a cooperação com a indústria, e não com a universidade. Esta postura é coerente com

a missão dos Institutos. O principal papel da universidade no Programa é encontrar soluções científicas para possíveis entraves ao desenvolvimento da tecnologia.

Outra questão que decorre da pesquisa de campo é a relevância dos recursos do governo e das reservas dos institutos para o financiamento de projetos internos, com caráter de pesquisa exploratória, que poderão ter aplicações futuras. Os projetos internos podem servir para demonstrar alguns resultados necessários para a apresentação de uma proposta para as empresas.

Também foi explicado que os projetos internos podem ter características bem diversas. Podem ser pequenos, envolver apenas um Instituto e ter duração de um ano ï se for para preparar alguns resultados básicos, focando diretamente um ou dois potenciais clientes. Ou ser mais estratégicos, com duração de quatro ou cinco anos, envolver vários Institutos Fraunhofer de áreas diferentes, visando abrir novas áreas ou preparar novos grandes projetos. Além disso, os projetos internos podem ser, inclusive, projetos de doutorado.

Nos Institutos, ainda foi enfatizado que nos projetos internos é preciso apontar as aplicações e os setores que poderão ser beneficiados no futuro pelos resultados da pesquisa. Além disso, os pesquisadores dos Institutos são incentivados a convidar uma empresa para exercer a função de consultora durante o desenvolvimento do projeto, cabendo a ela fazer avaliações parciais e sugestões.

A pesquisa de campo também mostrou que o Programa passou a demandar um perfil profissional no nível da gerência ï para os coordenadores dos *clusters* ï que antes era uma exigência apenas para os cargos dos diretores. Em outros termos, passou a requerer profissionais capazes de lidar tanto com assuntos estratégicos como operacionais, pessoas com capacidade de representação e de negociação com os agentes externos à Sociedade Fraunhofer e, ao mesmo tempo, com competência para acompanhar um conjunto de projetos.

Por fim, o caráter multidisciplinar dos processos de desenvolvimento tecnológico apresentados leva a propor mecanismos que facilitem a comunicação e o trabalho conjunto das áreas ou unidades dos Institutos. Isso é importante para que as diversas equipes dos Institutos conheçam as capacidades dos demais, e o

surgimento de novas tecnologias seja favorecido pelas combinações das competências.

Na seção seguinte são apresentados os principais resultados da pesquisa de campo na CSIRO.

7 A CSIRO E O NATIONAL FLAGSHIP PROGRAM

Esta seção apresenta a *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO), na Austrália, e as principais características do *National Flagship Program*, utilizado para uma extensa modernização da instituição ao longo da última década.

A pesquisa de campo realizada por este trabalho entrevistou colaboradores em diversas funções, tais como: diretores dos programas, pesquisadores, os gerentes dos programas *National Flagship Program* e *Flagship Collaboration Fund*, a gerente de ñpropriedade intelectual e licenciamentoò, o gerente de ñciência, estratégia e investimentoò e o assessor da Diretoria Executiva de Operações. Os pesquisadores e diretores entrevistados estavam vinculados ao *CSIRO ICT Centre* e aos programas: *Water for a Healthy Country Flagship*, *Future Manufacturing Flagship*, *Food Futures Flagship* e *Energy Flagship*.

7.1 A CSIRO

A *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) originou-se do *Council for Scientific and Industrial Research* (CSIR), criado em 1926 com o objetivo de desenvolver pesquisas na área da agricultura. No final dos anos 1930, a missão do CSIR foi expandida para a produção de pesquisas que dessem suporte à indústria australiana. Em 1949, a entidade foi reestruturada, recebendo seu nome atual (CSIRO). A partir desta época, teve uma expansão gradual em suas áreas de atuação.

Desde o ano 2000, a CSIRO passou por importantes transformações, as quais buscavam reposicioná-la no sistema de inovação da Austrália. As mudanças incluíram reestruturações dos departamentos, redirecionamento das pesquisas, melhor alinhamento às necessidades nacionais, entre outras. Um instrumento

importante para a renovação da Organização foi o *National Flagship Program*, objeto deste trabalho e que será mais bem explorado nesta seção.

Atualmente, a CSIRO conta com 6.600 funcionários ï dos quais cerca de 4.500 são pesquisadores ï distribuídos em 56 unidades na Austrália. As pesquisas da entidade estão organizadas nos seguintes temas: astronomia, mudanças climáticas, energia, meio ambiente, alimentos, saúde, tecnologias da informação e comunicação (TICs), manufatura, materiais, mineração, oceanos, transporte e infra-estrutura.

A CSIRO é regida segundo o *Science and Industry Research Act* (*SIR Act, 1949*) ï documento que a constituiu ï e a seção 9 do *Commonwealth Authorities and Companies Act* (CAC Act, 1997). Entre suas funções sob o *SIR Act* (1949) estão o desenvolvimento de pesquisas científicas que beneficiem a indústria e a comunidade australianas, os esforços para a aplicação dos resultados destes estudos e o treinamento de pesquisadores (COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION, 2010).

Para cumprir suas funções, a entidade está habilitada a se engajar em ações que incluem a formação de parcerias em pesquisa com instituições nacionais e internacionais, a participação em *joint ventures*, a criação de empresas *spin-offs*, o licenciamento de tecnologias, entre outras.

A ñDeclaração de Expectativasò, documento apresentado à CSIRO pelo ñMinistério da Inovação, Indústria, Ciência e Pesquisaò ï ao qual a Organização está vinculada ï também é útil para a compreensão das expectativas do Governo Australiano[59] sobre a atuação da entidade no sistema de inovação nacional. Seguem alguns temas tratados no documento:

É esperado que a pesquisa produzida pelas equipes da CSIRO vá ao encontro dos desafios nacionais e seja de qualidade mundial. A qualidade dos trabalhos deve ser medida por meio de estudos que comparam os resultados da CSIRO ï as publicações de artigos científicos e seus impactos, a obtenção de prêmios nacionais e internacionais etc. ï com os de outras instituições internacionais.

[59] Apesar de a Austrália constituir uma federação, a denominação ñGoverno Federalò não é usada no País. Esta instância é chamada em documentos oficiais de *Australian Government*. Por isso, este trabalho usará a tradução Governo Australiano para se referir a esta mesma instância.

As atividades da entidade devem ser complementares e, quando couber, associadas à indústria e às outras organizações de pesquisa da Austrália. A instituição também deve empenhar-se em transferir os resultados das pesquisas para a comunidade e facilitar a comercialização destes pelas empresas. A CSIRO deve, ainda, permitir o acesso, de forma adequada, das empresas e das outras organizações às suas instalações de pesquisa.

Além disso, a Organização deve contribuir para a formação de pessoas, por meio da supervisão de trabalhos de graduação e pós-graduação ï o que também favorece o desenvolvimento da ciência. Mais uma vez, a entidade deve facilitar o acesso desses estudantes às sua infraestrutura de pesquisa.

O último item a ser destacado da ñDeclaração de Expectativasò é o fato de a CSIRO dever compartilhar seus resultados de pesquisa com a sociedade. Isso deve ser feito tanto pela publicação de artigos científicos, transferência de tecnologia e oferecimento de serviços para clientes, como por ações que tornem conhecidos os benefícios potenciais de sua pesquisa científica para a comunidade em geral. Neste sentido, a entidade também deve conduzir programas de educação científica para professores e alunos de ensino fundamental e médio[60].

Finalmente, o trecho extraído do planejamento estratégico da CSIRO, para o período 2011-2015, ilustra como a instituição busca se posicionar nos próximos anos. Em consonância com a ñDeclaração de Expectativasò, verifica-se a prioridade para as pesquisas relacionadas aos desafios nacionais. Além disso, pode ser identificada a atenção aos projetos de grande porte e multidisciplinares e a proposta de agir como um agente catalisador das cooperações entre as demais instituições do sistema de inovação:

> *This strategy supports the nation by embracing our distinct role as the nationôs leading large scale, multidisciplinary, mission-directed science and technology organization. It stands on the shoulders of our transformation that began in 2002 with our first investment in Flagships. It emphasizes two new areas of focus that will further differentiate our organization over time. The first is building our role as a trusted advisor on issues of science on the most significant challenges and opportunities faced by the nation. The second is our vision of creating global-scale research precincts, national scale*

[60] Informações sobre as atividades da CSIRO em educação para a ciência, voltada para crianças e adolescentes, podem ser encontradas na página do ó*CSIRO Discovery Centre*ô (http://www.csiro.au/places/Discovery.html) ou em http://www.csiro.au/resources/Education.html

> *centres and vibrant regional sites in Australia. A country of Australia's size, with our small population, means CSIRO can play a role of catalyst in building deep connections across the innovation system.* (Mensagem do Presidente Simon McKeon e da Diretora Executiva Megan Clark, COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION, 2011a, p.5).

Publicações e patentes

Quanto aos indicadores de inovação, os bancos de dados da USPTO ï agência que registra patentes nos EUA ï e da SpaceNET ï base que abrange patentes depositadas em 80 países ï indicam que a CSIRO tinha, em 2010, 18 e 134 patentes, respectivamente. Também é indicado nas bases de dados ISI e *Derwent* que os pesquisadores desta entidade publicaram, em 2010, 44 e 56 artigos, respectivamente. Por outro lado, os números de patentes e publicações científicas apresentados pela instituição são consideravelmente maiores que os encontrados nessas bases, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Propriedade intelectual e Publicações da CSIRO de 2005/06 a 2009/10					
	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Patentes[1]					
Vigentes ouno aguardo de aprovação	4084	3922	3787	3710	3379
Vigentes	2113	2067	1933	1625	1630
Pedidos correntes no PCT[2]	74	91	111	97	90
Invenções					
Invenções[3]	780	734	741	743	712
Novas invenções[4]	90	84	67	80	99
Novas invenções/pesquisador	0,049	0,045	0,035	0,040	0,047
Publicações[5]					
Artigos em periódicos	1.945	2.198	2.239	2.542	2.542
Livros/capítulos	238	227	234	363	237
Artigos em congressos	1.852	1.830	1.525	1.911	1.664
Relatórios Técnicos	620	676	613	145	216
Total	**4.655**	**4.931**	**4.611**	**4.961**	**4.659**
Número de pesquisadores	1.847	1.876	1.912	1.990	2.052
Citações por artigo[6]	10,46	11,09	12,17	12,56	13,83
Publicações/pesquisador	2,5	2,6	2,4	2,5	2,3

[1]O CSIRO também publica informações sobre registros de desenhos e de marcas, cujos números não são apresentados neste trabalho.
[2]O PCT (*Patent Cooperation Treaty*) é um tratado para a concessão de patentes do qual 108 países são signatários. As patentes são analisadas por um escritório central e solicitadas aos países de interesse do requerente.
[3]Invenções que estejam associadas a pelo menos uma patente no aguardo de aprovação ou vigente. Uma invenção pode estar relacionada a uma patente ou a um conjunto delas e as patentes podem ter sido solicitadas em um país ou em vários.
[4]Novas invenções são aquelas que geraram novas patentes para protegê-las, as quais estão no aguardo de aprovação pelo órgão responsável. A maioria das patentes foi solicitada na Austrália.
[5]Publicações dos programas *National Research Flagships* e *Core Research and Services*.
[6] A análise compreende o período de 1 de janeiro de 2000 a 28 de fevereiro de 2010.
Fonte: Elaborado pela autora com dados da *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (2010)

Orçamento

O orçamento da CSIRO no período 2010-2011 foi de 1,25 bilhão de dólares australianos[61]. Do total, 57% originaram-se de dotação do Governo Australiano e os 43% restantes, de fontes externas, ou seja, de contratos de pesquisa ou serviços

[61]O ano orçamentário é de julho do ano corrente a junho do ano seguinte. Em relação ao valor da moeda, 1 dólar australiano correspondia a 1,03 dólar americano, conforme cotação do Banco Central do Brasil, de 24 de outubro de 2011.

coma indústria ou governos locais (COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION, 2011b).

O Governo Australiano aporta recursos na instituição por meio de um tipo de contrato de gestão ï o sistema é denominado PBS, *Portfolio Budget Statement* ï em que a CSIRO se compromete com o cumprimento de metas relacionadas aos quatro principais programas ï *National Research Flagships; Core Research and Services; Science Outreach: Education and Scientific Publishing; e National Research Infrastructure: National Facilities and Collections*[62].

A previsão de orçamento para recebimento dos recursos do Governo Australiano ï assim como a estratégia da CSIRO para aplicá-los ï é feita para períodos de quatro anos.

Estrutura de governança

A direção da CSIRO, entrevistada para este trabalho, explicou que todas as pesquisas da entidade estão vinculadas a uma das cinco Diretorias Executivas, sendo elas: ñIndústrias de Alimentos, Saúde e Ciências da Vidaò, ñEnergiaò, ñMeio-ambienteò, ñManufatura, Materiais e Mineraisò e ñCiências da Informaçãoò. No organograma apresentado na Figura 2 pode-se identificar as Diretorias, as Divisões e os *Flagships*.

A adoção de uma organização matricial fez parte da reestruturação da entidade. Estas mudanças foram feitas, em grande medida, por meio do National Flagship Program. Todos os pesquisadores da CSIRO estão alocados em uma das Divisões, mas parte considerável dos recursos é destinada aos Flagships, que contratam os trabalhos das Divisões.

O National Flagship Program é formado por vários Flagships, que são plataformas de pesquisas que reúnem os projetos em um mesmo tema.

[62]Segundo consta no ñ*CSIRO Portfolio Budget Statement 2011-12*ò, a partir de julho de 2011 a entidade passou a administrar um novo programa em nome do Governo, o ñ*Science and Industry Endowment Fund* (SIEF)ò.

Quando os recursos são investidos em um *Flagship*, a Direção deste define o escopo das pesquisas, os pesquisadores necessários, as entregas e a estratégia para atingí-las. Desse modo, os recursos financeiros são repassados para as Divisões, para o pagamento de salários e outros custos. Como exemplo, foi citado o *Climate Adaptation Flagship*, que envolve pesquisas de quatro Divisões (veja Figura 3)[63].

Foi explicado que 45% do orçamento da CSIRO são gastos por meio dos *Flagships*, 40% com pesquisas que não fazem parte deste Programa e os 15% restantes são investidos nas Divisões, por meio dos *Capability Development Funds* ï fundo destinado a investimento em novas áreas, em pesquisas exploratórias que ainda não foram vendidas etc.

Contudo, é indicado no planejamento da CSIRO para 2011-15 que o *National Flagship Program* e o *Capability Development Funds* passem a corresponder, respectivamente, a 65% e 20% do orçamento da entidade.

[63]Foi apontado que o orçamento anual do *Climate Adaptation Flagship* é de 40 milhões de dólares australianos. Também foi mostrado que os dirigentes dos *Flagships* têm o cargo de diretores, enquanto os dirigentes das Divisões são chefes, indicando que os primeiros tenham um cargo mais importante que os segundos.

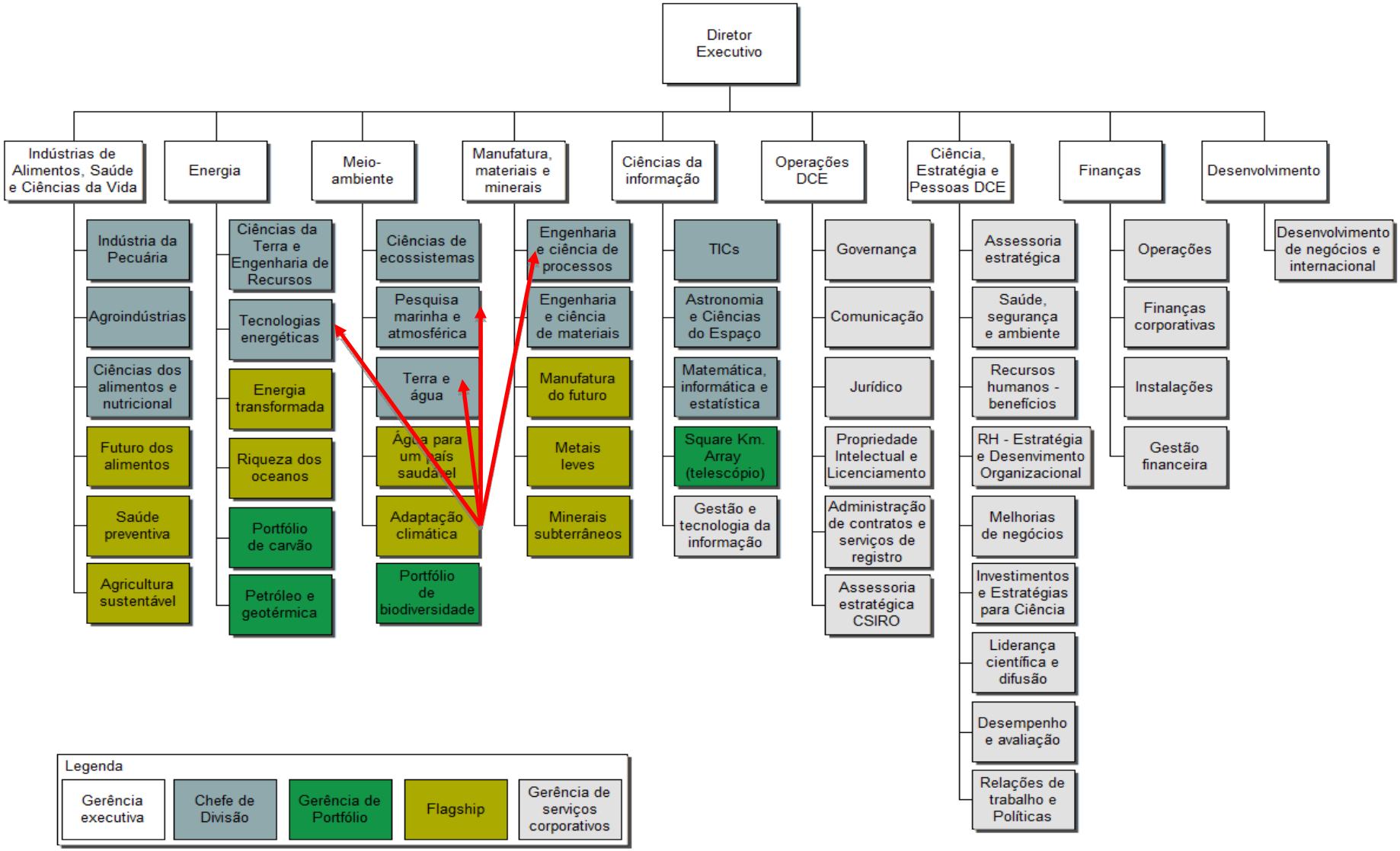

Figura 2 - Organograma da CSIRO (2010-11) e o exemplo do *Flagship* de ñAdaptação Climáticaò
Fonte: Elaborado e traduzido por Vallone (2011) (idem nota de rodapé 104)

7.2 *O National Flagship Program*

Segundo apresentado, no final da década de 1990, a perda de importância da CSIRO diante do governo e da sociedade gerou uma crise interna, que estimulou a mudança da instituição. Naquela época, o Governo Australiano decidiu realizar consideráveis investimentos nas instituições científicas do País, a fim de fomentar a inovação tecnológica. No entanto, nenhum recurso foi repassado à CSIRO, ou seja, o maior mantenedor da entidade não enxergava os benefícios desta para a sociedade. O trecho da entrevista concedida por um representante da CSIRO esclarece o que aconteceu naquela época:

> Em certo sentido, o Programa (*National Flagship Program*) foi motivado por uma crise. Na década de 1990, a CSIRO passou por um período bem difícil. A instituição era organizada em Divisões de Pesquisa e não havia muita comunicação entre estas. Os chefes das Divisões recebiam os recursos e decidiam como investir. A decisão sobre o que a CSIRO fazia era, principalmente, uma escolha deles, ou seja, não havia uma estratégia geral para a instituição.
> A política governamental ó*Backing Australia Ability*ô fez dois grandes investimentos: no primeiro, em 1999, alguns bilhões de dólares foram investidos no sistema de inovação australiano, nas entidades indicadas pelo Governo. Mas a instituição CSIRO não recebeu um só dólar, nem mesmo foi mencionada pela política. Nós não estávamos inclusos no que o Governo reconhecia como importante. Esse fato foi um grande marco para a instituição.
> Depois, em 2001, havia uma nova Diretoria Executiva na CSIRO, que começou a dialogar com o Governo, a indústria e os colaboradores da CSIRO, para entender a natureza da Organização. Em poucos meses, tinha-se a visão que a instituição estava em crise. Havia muito pouca confiança, externamente, na entidade e, internamente, as pessoas trabalhavam isoladamente. Houve a percepção de que, a não ser que mudasse drasticamente, era melhor que a organização fosse fechada, que os institutos fossem transferidos para universidades ou outras instituições e 80 anos de história chegariam ao fim. (tradução de entrevista concedida por Michael Edwards, Gerente Geral de Avaliação e Performance da CSIRO).

Assim, buscando o reposicionamento da CSIRO no sistema de inovação australiano, foi criado o *National Flagship Program*. O novo programa tinha como princípios: mirar os principais desafios e oportunidades nacionais de longo prazo ï associado a isso, investir em capacitações em ciência, tecnologia e engenharia que fossem relevantes no futuro ï ; selecionar temas para os quais a CSIRO pudesse ter uma contribuição relevante; priorizar projetos de grande porte e multidisciplinares, capazes de interligar as diversas Divisões de Pesquisa; focar a aplicação da

tecnologia pela indústria ou pela sociedade; e investir em tecnologias com potencial de grande impacto econômico e social.

As primeiras iniciativas do *National Flagship Program* foram financiadas somente pela realocação de recursos do orçamento da CSIRO. Em seguida, foram apresentados ao Governo o conceito do Programa e as mudanças em curso. Como consequência, a entidade foi contemplada com recursos da segunda etapa da política de fomento à inovação ï a ñ*BAA2 - Backing Australia Ability*òï , que ocorreu em meados de 2004.

Foi apresentado que o Programa levou a uma ampla reavaliação das pesquisas desenvolvidas e a cortes no número de Divisões, que passou de 30 para 16.

A entidade também se tornou mais transparente e aberta à participação do Governo e da sociedade civil, umavez que estas instituições passaram a ser consultadas durante o processo de seleção dos grandes temas de pesquisa para investimento.

A equipe do *National Flagship Program*, analisando os acontecimentos da última década, avaliou que o Programa foi uma boa escolha para promover uma mudança bem sucedida na organização. Foi explicado que o Programa foi o principal mecanismo usado para a reestruturação da CSIRO e que os *Flagships* explicam o que esta entidade é hoje, ou seja, uma instituição cujas pesquisas priorizam os desafios e oportunidades do País.

a) Funcionamento e Orçamentodo Programa

O Programa é organizado em plataformas de pesquisa que, atualmente, abrangem dez temas. Os *Flagships* são: *Energy* (2003[64]), *Preventive Health* (2003), *Light Metals* (2003), *Food Futures* (2004), *Wealth from Oceans* (2004), *Water* (2004), *Climate Adaptation* (2008), *Minerals* (2008), *Future Manufacturing* (2009) e *Sustainable Agriculture* (2010).

Cada *Flagship* é dividido em algumas áreas de pesquisa, às quais os projetos estão vinculados. Cada área de pesquisa ï e por consequência, cada *Flagship* ï deve ser

[64] Entre parênteses estão os anos de lançamento dos Flagships.

formada por projetos de curto, médio e longo prazos, de modo a se ter um equilíbrio nas entregas. Foi citado, como exemplo, o planejamento do *Minerals Down Under Flagship* (Quadro 5), que está dividido em 6 áreas de pesquisa[65].

Em seguida, no Quadro 6, são apresentados os *Flagships*, seus objetivos e áreas temáticas.

	Curto prazo 1-3 anos	Médio prazo 4-9 anos	Longo prazo 10+ anos
Promovendo a sustentabilidade por meio de inovações de sistemas	Desenvolver conceitos para reduzir gases de efeito estufa e uso de água Avaliar as implicações de futuros plausíveis	Prova de conceito para novas tecnologias eco-eficientes Novas ferramentas de planejamento para dar suporte à licença social para operação	Demonstração de abordagem de sistema completo Ferramentas de negociação social embarcadas em tecnologia e desenvolvimento de projetos
Descobrindo os recursos minerais da Austrália	Identificar novas ferramentas de exploração Habilitar a interoperabilidade de dados Construir colaborações multi-parte	Novas ferramentas de exploração 3D desenvolvidas e aplicadas a depósitos enterrados e novos sítios *Greenfield*	Visualização, modelagem e direcionamento 3D incorporados como um padrão da indústria, levando a novas descobertas
Transformando a mina do futuro	Envolvimento com a indústria para desenvolver conceitos inovadores de mineração e estabelecer investimentos	Testes em campo de novos sistemas seletivos contínuos e automatizados de mineração e sistemas integrados de perfuração de baixo peso	Adoção de novos sistemas de perfuração e de extração e separação de rochas. Um setor de serviços de tecnologia de mineração destacado
Garantindo o futuro da indústria de materiais de aço-carbono da Austrália	Desenvolver infraestrutura para caracterização precisa de minério de ferro e coque Construir relacionamento com a indústria	Melhorias em processos de beneficiamento e aglomeração sendo comissionadas com ganhos de eficiência resultantes	Minérios de ferro de baixo teor ganhando impulso nos mercados de exportação da Austrália
Criando riqueza por meio de tecnologias avançadas de processamento	Testes de laboratório de novas técnicas de caracterização de minerais, de concentração de minerais e de extração de minerais / metais	Melhorias contínuas de fábricas existentes Planta piloto e testes em campo de novas técnicas	Novas reservas de minérios em exploração Lixiviação in-situ viável Tecnologia australiana de processamento mineral preferida
Transformando a produtividade por meio de análise *online*	Projetos colaborativos para desenvolvimento de conceitos Testes de tecnologia com a indústria	Parcerias com a indústria para desenvolvimento de plataformas Spin-offs e comercialização	Análise online incorporada a operações australianas com ganhos significativos de eficiência e redução dos custos mínimos para viabilizar a exploração econômica

Posição atual

Quadro 5 - Planejamento do *Minerals Down Under Flagship*
Fonte: traduzido do *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (2011b) (idem nota de rodapé 104)

[65] O gerente do Programa apontou que cerca de 40% das pesquisas dos *Flagships* são projetos de curto prazo e que a proposta é não ultrapassar esta porcentagem.

Nome, Início e Orçamento*	***Objetivo Geral***	***Áreas Temáticas***
Energy Transformed Flagship (2003) A$ 35.1M	Reduzir pela metade as emissões de gases de efeito estufa e dobrar a eficiência energética na oferta e no uso final da energia.	*1)ñCarbon Futuresò; 2) ñSustainable Stationary Energy and Transportò; 3) ñLocal Energy Systemsò*
Preventive Health Flagship (2003) A$ 40.8M	Melhorar a saúde e o bem-estar dos australianos e economizar A$ 2 bilhões em custos diretos de saúde até 2020, por meio da prevenção e identificação precoce de doenças.	*1) ñColorectal Cancer & Gut Healthò; 2)ñNeurodegenerative Diseasesò; 3)ñObesity & Healthò*
Light Metals Flagship (2003) A$ 34.9M	Liderar uma revolução global em metais leves, dobrando a receita de exportações e gerando novas indústrias para a Austrália na década de 2020, buscando, ao mesmo tempo, reduzir o impacto ambiental.	*1) ñAluminaò; 2) ñAluminium productionò; 3) ñMagnesium productionò; 4) ñTitaniumò; 5) ñAluminium and magnesium manufacturingò*
Food Futures Flagship (2004) A$ 37.2M	Transformar a competitividade internacional do setor agro-alimentar australiano, acrescentando A$ 3 bilhões anualmente, por meio da aplicação de tecnologias de ponta em indústrias com alto potencial.	*1) ñFuture grainsò; 2) ñBreed Engineeringò; 3) ñDesigned food and biomaterialsò; 4) ñQuality biosensorsò*
Wealth from Oceans Flagship (2004) A$ 63.3M	Posicionar a Austrália até 2020 como uma referência internacional na entrega de riquezas econômicas, sociais e ambientais, com base na sua liderança em compreender os sistemas e processos oceânicos.	*1) ñThe Dynamic Oceanò; 2) ñOur Resilient Coastal Australiaò; 3) ñSustainable Ocean Ecosystems and Living Resourcesò*
Water for a Healthy Country Flagship (2004) A$ 93.2M	Fornecer soluções para a gestão de recursos hídricos, criando ganhos econômicos e, ao mesmo tempo, protegendo ou restaurando os principais ecossistemas de água da Australia.	*1) ñUrban Waterò; 2) ñIntegrated Water Information Systemsò; 3) ñHealthy Water Ecosystemsò; 4) ñRegional Waterò*
Climate Adaptation Flagship (2008) A$ 42,8M	Equipar a Austrália, com opções práticas e eficazes de adaptação às mudanças climáticas e, nessa direção, criar A$ 3 bilhões, por ano, em benefícios líquidos até 2030.	*1)ñPathways to Adaptationò; 2) ñSustainable cities and coastsò; 3) ñManaging species and natural Ecosystemsò; 4)ñAdaptive primary industries, enterprises and communitiesò*
Minerals Down Under Flagship (2008) A$ 77.5M	Auxiliar a indústria de minerais a explorar os novos recursos com um valor *in-situ* de $ 1 trilhão até o ano de 2030; mais que dobrar o tamanho dos setores de tecnologia e de serviços associados para AS $ 10 bilhões por ano até 2015.	*1) ñDriving sustainability through systems innovationò; 2) ñDiscovering Australiaôs mineral Resourcesò; 3) ñTransforming the future mineò; 4)ñSecuring the future of Australiaôs carbon steel materials industryò; 5) ñCreating wealth through advanced Processing technologiesò; 6)ñTransforming productivity through on-line analysisò*
Future Manufacturing Flagship (2009) A$32.6M	Fornecer inovação para a indústria de manufatura australiana, com resultados que assegurem sua competitividade global, melhorem a cadeia de valor e gerem produtos e serviços com alto valor, orientados para a exportação e ambientalmente sustentáveis.	*1)ñAdvanced Fibrous Materialsò; 2) ñSustainable Materialsò; 3) ñFlexible electronicsò; 4) ñAdvanced Engineered Componentsò*
Sustainable Agriculture Flagship (2010) A$ 66M	Fortalecer as indústrias agrícola e florestal australianas, aumentando sua produtividade em 50% e reduzindo as emissões de carbono em pelo menos 50% até 2030.	*1) ñReducing net greenhouse gas emissions while increasing storage of new carbon in our landsò; 2)ñAdvancing Agricultural productivity and environmental healthò; 3) ñInforming land use planning, policy and natural resource managementò; 4) ñAddressing global food and fibre security challenges through partnerships at home and abroadò*

Quadro 6 - *Flagships*, seus objetivos e áreas temáticas
Fonte: Elaboração pela autora.

Os *Flagships* preveem investimentos de longo prazo, com a participação da CSIRO e das empresas. Por isso, os planejamentos podem incluir dez anos de pesquisas pelas equipes da CSIRO e mais 10 ou 20 anos para P&D da indústria e para que as tecnologias tenham o impacto econômico esperado sobre a economia da Austrália.

No processo de criação de um novo *Flagship*, a iniciativa pode surgir tanto dentro da CSIRO como provir da sociedade. Em seguida, a proposta precisa conquistar o apoio das demais partes.

Entretanto, foi apresentado que alguns *Flagships* tiveram início sem o aporte de recursos externos, como o *Sustainable Agriculture* (2010), que ainda é mantido somente com recursos da CSIRO, e que a situação pode permanecer assim por um determinado período.

Foi mostrado que, atualmente, a CSIRO está passando por um processo de escolha de novos *Flagships*, devido à estratégia de aumentar os recursos para o Programa no quadriênio 2011-15. Foi citada, inclusive, a possibilidade de uma nova iniciativa relacionada às tecnologias de informação e comunicação (TICs). Nesse caso, o chefe da Divisão de TICs tem discutido a proposta com a indústria[66].

A tarefa de recomendar a abertura ou o fechamento de um *Flagship* à Diretoria Executiva da CSIRO, assim como a de supervisionar o progresso do Programa, cabe ao *Oversight Committee*, formado por alguns membros da própria Diretoria. Dependendo do assunto, a Diretoria solicitará a aprovação final do Conselho da CSIRO.

Para recomendar a abertura de um novo *Flagship*, esse comitê usa um conjunto de critérios pré-estabelecidos, dentre os quais estão: a capacidade da CSIRO em dar uma contribuição relevante em pesquisa, em relação às metas do setor industrial correspondente; a existência de um objetivo de longo prazo, que possa ser mensurável e entregue em etapas; o interesse da indústria e do Governo em investir os recursos necessários, uma vez que o foco do programa são os projetos de grande escala.

[66]Foi apresentado que, em geral, um *Flagship* leva de 12 a 18 meses para ser preparado.

Após três anos de funcionamento e, daí em diante, a cada três anos, cada Flagship é analisado pelo *Oversight Committee*. Foi indicada a contratação de empresa de consultoria para efetuar essas avaliações[67]. Os *Flagships Climate Adaptation*, *Minerals Down Under* e *Future Manufacturing*, criados em 2008 e 2009, devem passar por essa avaliação, pela primeira vez, em 2011.

Foi apresentada também a relevância de se identificar o momento certo para o encerramento de um *Flagship*, seja porque suas metas tenham sido atingidas ï e as novas pesquisas devam ser conduzidas pela indústria ï , seja porque ele não esteja apresentando os resultados esperados ou não esteja obtendo o investimento da indústria, entre outros motivos.

Enfim, os *Flagships* devem mudar ao longo do tempo, conforme mudam as necessidades e a estratégia do País. Para elucidar a questão, foi citado mais uma vez o *Mineral Down Under Flagship*, que apresenta metas até o ano de 2030. Foi explicado que as atividades de pesquisa da CSIRO neste *Flagship* devem ocorrer até 2020 e, após este período, os esforços devem ser liderados pela indústria[68]. Deste modo, é importante identificar o momento para começar a diminuir os investimentos em um determinada pesquisa, para que a indústria comece a investir em engenharia, protótipos, provas de conceito etc.

Pesquisas multidisciplinares

Com o intuito de mostrar a capacidade do Programa em promover as pesquisas multidisciplinares e o trabalho interativo entre as unidades da CSIRO, no Quadro 7 são relacionados alguns *Flagships* e os institutos participantes.

[67]Oassunto será abordado nas subseções seguintes.

[68]Por isso é considerado fundamental, para se atingir os objetivos de longo prazo, o comprometimento da indústria no Programa.

Iniciativas do Programa:	**Institutos participantes:**
Preventive Health Flagship	*CSIRO Food & Nutritional Sciences* *CSIRO ICT Centre* *CSIRO Materials Science and Engineering* *CSIRO Mathematics, Informatics & Statistics Australian e-Health Research Centre (*uma parceria entre a CSIRO e o Governo de *Queensland)*
Light Metals Flagship	*CSIRO Materials Science and Engineering* *CSIRO ICT Centre* *CSIRO Process Science and Engineering*
Water for a Healthy Country Flagship	*CSIRO Land and Water* *CSIRO Ecosystem Sciences* *CSIRO ICT Centre* *CSIRO Mathematics, Informatics & Statistics* *CSIRO Marine and Atmospheric Research*
Future Manufacturing Flagship	*CSIRO Materials Science and Engineering,* *CSIRO Land and Water* *CSIRO Process Science and Engineering* *CSIRO Mathematics, Informatics & Statistics* *CSIRO ICT Centre* *CSIRO Ecosystem Sciences* *CSIRO Marine and Atmospheric Research*
Sustainable Agriculture Flagship	*CSIRO Plant Industry* *CSIRO Livestock Industries* *CSIRO Ecosystem Sciences* *CSIRO Land and Water*

Quadro 7 - Alguns Institutos do CSIRO participantes dos *Flagships*
Fonte: Elaborado pela autora.

Os institutos da CSIRO participantes do Programa estão localizados em diversas regiões da Austrália ï como *Newcastle, Adelaide, Melbourne (Clayton), Sydney, Perth, Camberra* e *Brisbane*. No *Water Flagship*, por exemplo, há a participação de pesquisadores das unidades de *Sydney, Camberra* e *Adelaide*. No *Mineral Down Under Flagship*, é indicada a participação de pesquisadores do *CSIRO Process Science and Engineering* e do *CSIRO Earth Science and Resource Engineering*, ambos institutos com unidades em *Melbourne (Clayton), Perth, Brisbane* e *Sydney*. Desse modo, o Programa acaba fortalecendo os institutos das diferentes localidades e gerando efeitos positivos sobre o desenvolvimento econômico e tecnológico das regiões.

Orçamento do Programa

O Gerente de Operações do *National Flagship Program* apresentou a evolução do orçamento do Programa ao longo da década de 2000. Foi mostrado que, em 2010, seus gastos já representavam 45% do orçamento da CSIRO e que, no planejamento do período de 2011 a 2015, a expectativa é que corresponda a 65% do orçamento da instituição.

O investimento total no *National Flagship Program*, no período de 2002 a 2011, foi de 2,5 bilhões de dólares australianos, dos quais 1,8 bilhão de dólares australianos foi redirecionado do orçamento da CSIRO e de novos investimentos do Governo Australiano e o restante provido por fontes externas, ou seja, por contratos de pesquisas com a indústria e governos locais.

O gráfico 3 apresenta a evolução do orçamento do Programa. É possível verificar que parte relevante dos recursos para essa iniciativa resultou do redirecionamento do próprio orçamento da CSIRO.

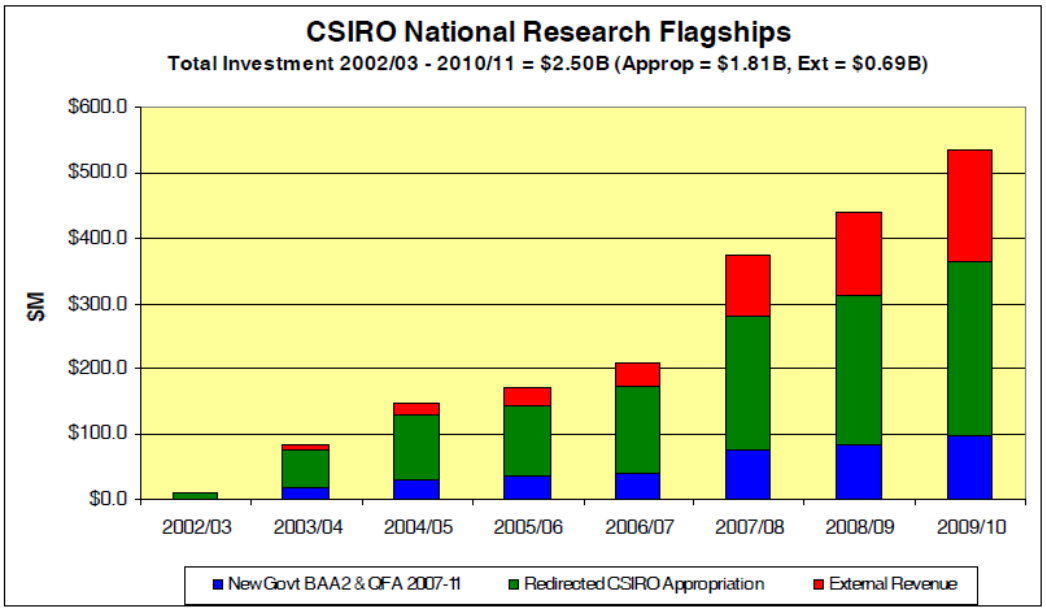

Gráfico 3 - Evolução e composição do orçamento do *National Flagship Program*
Fonte: *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (2011)[69]

[69] extraído de apresentação da equipe do CSIRO durante a pesquisa de campo.

O Governo Australiano também aumentou o apoio ao programa durante a última década. Seu primeiro investimento, em 2003, foi de 20 milhões de dólares australianos, para serem repartidos entre seis *Flagships*. Em 2004, investiu 305 milhões ï por meio da política para a promoção da inovação, denominada ñ*Backing Australia´s Ability*òï, para serem gastos em sete anos (2004-2011). Em 2007, fez novos aportes, no valor de 176 milhões de dólares australianos, a serem gastos em quatro anos, como consequência de uma revisão do Programa, realizada em 2006, que levou à criação de mais três *Flagships*.

Em 2010, o orçamento do *National Flagship Program* foi de 535 milhões de dólares australianos, dos quais 330 milhões procederam de redistribuição do orçamento da CSIRO ou de nova dotação do Governo para o Programa e 205 milhões de fontes externas ï contratos com empresas ou órgãos de governo.

A equipe do Programa observou que, como a proposta é investir em pesquisas que tenham relevância mundial, o menor orçamento de um *Flagship* está entre 30 e 40 milhões de dólares australianos por ano. Acredita-se que esse seja o investimento mínimo a partir do qual seja possível promover um impacto relevante para os setores[70].

b) A organização dos Flagships segundo as fontes de financiamento

Apesar de haver diferenças entre os *Flagships*, de modo geral, as primeiras pesquisas destes são financiadas com recursos da CSIRO ou aportes do Governo Australiano no Programa. A participação das empresas é maior nas fases em que as pesquisas já estão mais próximas da aplicação.

A composição do orçamento entre fontes internas (recursos da CSIRO ou do Governo Australiano) e externas (contratos de pesquisa com empresas e governos), e mesmo em relação à denominação das fontes externas (se empresas ou

[70] Anualmente, as direções dos *Flagships* devem apresentar à gerência de ñestratégia para a ciência e investimentoò a proposta de orçamento para o ano seguinte e a previsão para os três anos subsequentes. Assim, a CSIRO tem a perspectiva dos gastos dos *Flagships*. Naqueles em que predomina a participação da indústria, é mais difícil o planejamento de quatro anos, em relação àqueles com maior participação dos recursos públicos. É tarefa desta gerência analisar as propostas de pesquisas e recomendar os investimentos à Diretoria.

governos), varia conforme os *Flagships*. Alguns recebem mais financiamento público, outros mais aporte privado. Isso depende, em boa parte, das características das tecnologias desenvolvidas nos programas de pesquisa. Em alguns, as empresas participam dos projetos desde o início, em outros, elas licenciam a tecnologia já na fase final do seu desenvolvimento.

Por exemplo, os recursos do *Minerals Down Under Flagship*, no ano orçamentário de 2010, foram de 77 milhões de dólares australianos. Destes, cerca de 30 milhões foram provenientes de investimento da indústria. Seguindo uma proporção semelhante, no *Future Manufacturing Flagship*, o valor médio investido por ano é de 50 milhões de dólares australianos, dos quais 23 milhões provêm das empresas.

Por outro lado, o orçamento do *Food Futures Flagship*, em 2010, foi de 40 milhões de dólares australianos, dos quais apenas 10 milhões foram aportados por empresas. O Diretor deste *Flagship* mostrou que há um esforço sistemático para aumentar a participação destas no programa e que o orçamento anual do *Food Futures Flagship*, segundo o planejamento do quadriênio 2011-2015, passará a ser de 60 milhões de dólares australianos, dos quais 24 milhões deverão vir da indústria[71].

Já no *Water for a Healthy Country Flagship*, 55% dos gastos são provenientes de financiamento do Governo Australiano e o restante de fontes externas que são, majoritariamente, órgãos de governo.

Nos *Flagships*, uma pesquisa pode tanto ser financiada por apenas uma fonte de recursos como por várias. Nos casos de co-financiamento dos projetos, foi apontado modelo que adota a proporção de um para um, ou seja, a CSIRO investe recursos na mesma proporção da indústria.

Por exemplo, as pesquisas de longo prazo e de alto risco do *Energy Flagship*, geralmente, são co-financiadas pela CSIRO, ao passo que as pesquisas de curto prazo são pagas totalmente pelas empresas. Nos projetos de alto risco deste *Flagship*, a média do subsídio para as empresas está em torno de 50%. Também foi

[71] No *Food Flagship* foi mostrado que a receita vinda do licenciamento da tecnologia é contabilizada como receita de fontes externas, para a avaliação da composição orçamentária do *Flagship* entre fontes internas e externas.

indicado que é comum que haja mais investimentos da CSIRO nos estágios iniciais das pesquisas e que estes diminuam nas etapas finais, quando aumenta a aplicação dos recursos das empresas.

No *ICT Centre*, foi indicado haver muito mais pesquisas co-financiadas pela CSIRO, que aquelas totalmente pagas pelas empresas. Foram citados os projetos com a Universidade de *New South Wales* ï para criar uma ferramenta de tecnologia de informação que faça resumos automáticos de textos ï e com a empresa estatal *Centrelink* ï para melhorar o oferecimento de serviços pela *internet*. No caso do projeto com a *Centrelink*, a CSIRO foi responsável por 40% do investimento. Também foi citado um grande projeto com a *Boeing* que, inicialmente, recebia recursos da CSIRO, mas que passou a ser totalmente financiado pela empresa quando foi caracterizado como prestação de serviços.

Finalmente, foi mostrado pelas equipes dos Flagships que a expectativa de obtenção de investimentos das empresas e dos governos é fator relevante para a decisão de como distribuir os recursos entre as áreas temáticas de um *Flagship* ï e mesmo para a distribuição dos investimentos entre os vários ramos de pesquisa dentro de uma área temática. Quanto maior as expectativas de investimento, maior a aplicação de recursos pela CSIRO.

c) Sobre o tipo de conhecimento produzido

As equipes que participaram da pesquisa de campo indicaram a produção de diversos tipos de conhecimentos nos projetos dos *Flagships*, ou seja, ciência básica, aplicada, desenvolvimento de produtos, processos etc. Isso é consistente com o objetivo do Programa de produzir inovações de grande impacto, assim como pelofato deste investir em projetos de curto, médio e longo prazos.

A ciência básica relacionada aos *Flagships* é produzida, em parte, pelos institutos da CSIRO e também pelas universidades. No entanto, maior ênfase é dada para a produção de ciência aplicada e, em seguida, para o desenvolvimento de protótipos de processos e produtos.

No *Future Manufacturing Flagship*, por exemplo, há uma combinação entre produção de pesquisas básicas, aplicadas, engenharia e desenvolvimento de produtos, sendo que de 60% a 70% dos trabalhos correspondem a pesquisas aplicadas, que podem ser usadas pelas empresas. A Diretora deste *Flagship* observou que, para obter 46% do orçamento por meio de contratos de pesquisa com a indústria, é preciso focar a ciência aplicada, direcionada paraos problemas específicos dos clientes. Por outro lado, há investimentos em pesquisa fundamental, que somente estará no mercado em um períodode cinco a dez anos.

No *Water for a Healthy Country Flagship*, também foi dada ênfase à pesquisa aplicada, apesar de haver produção de pesquisa básica (de longa duração) e de desenvolvimento de produto. Também foi apontado o investimento em plantas piloto, como um recurso para comprovar a viabilidade de certas tecnologias para a indústria ou para a comunidade.

No *Energy Flagship*, também foi apontado o desenvolvimento de plantas piloto, além da produção de pesquisa aplicada e alguns trabalhos em pesquisa fundamental. Foi dado o exemplo da planta piloto PCC *(post-combustion capture)*, construída na China, com o objetivo de testar tecnologia para capturar e armazenar o dióxido de carbono (produzido nas plantas de geração de energia por queima de carvão). O projeto envolveu, principalmente, aumentar a escala do que já era feito em laboratório. Foi apontado que a próxima etapa será a construção de uma planta em escala de demonstração[72].

No *ICT Centre*, foi enfatizado que, em um mesmo projeto, há a produção de ciência básica e aplicada, chegando à tecnologia e ao protótipo do produto. Esta foi a Divisão em que mais foi destacada a produção de ciência básica[73].

Também no ñ*Food Futures Flagship*òï o qual envolve muitas pesquisas em genética e cujos principais clientes são as indústrias de alimentos, carne e de aquicultura ï foi ressaltado que, geralmente, os projetos começam com a pesquisa básica e chegam muito próximos do desenvolvimento do produto.

---

[72] O *Energy Flagship* passou por uma mudança recente: projetos relacionados às energias não-renováveis deixaram de fazer parte do Flagship para compor um programa específico.
[73] Está em discussão a proposta de o *ICT Centre* coordenar um novo Flagship na área de TIC.

Enfim, vale ressaltar que, em todos os *Flagships*, foi enfatizado o caráter multidisciplinar das pesquisas, mostrando que a pesquisa aplicada é, essencialmente, multidisciplinar[74].

d) O processo de escolha dos temas dos projetos

As equipes da CSIRO mostraram que, em alguns *Flagships*, é mais comum os pesquisadores proporem os temas dos projetos para as empresas, enquanto em outros o caminho contrário é mais freqüente, isto é, a iniciativa parte das firmas. Mesmo nos casos em que as propostas surgem dos pesquisadores da Organização, é comum que a ideia dos temas decorra da experiência com o setor do cliente.[75]

Exemplo desta situação ocorre no *Future Manufacturing Flagship*. Nesta plataforma, o procedimento usual é que os pesquisadores da CSIRO proponham projetos para as empresas com as quais eles já tenham uma relação de longa data. Isso permite que eles tenham condições de sugerir projetos de interesse dos clientes. Por outro lado, no mesmo *Flagship*, foi mostrado haver trabalhos que se originam da demanda das empresas. E também projetos que surgem do desenvolvimento próprio, sem visar um parceiro específico, e posteriormente são oferecidos a novos clientes.

No *ICT Centre*, foi apontado haver equilíbrio entre os projetos propostos pelos pesquisadores da CSIRO e pelos clientes. Também foi enfatizado que, para a aprovação dos projetos, são consideradas as prioridades nacionais estabelecidas pelo Governo Australiano. Apesar de serem consideradas um tanto genéricas, elas dão a direção de quais pesquisas devem ser selecionadas.

O exemplo dado foram os projetos desenvolvidos para a empresa estatal *Centrelink*, que realiza pagamentos de benefícios aos cidadãos (como aposentadorias, bolsas estudantis, auxílio maternidade etc). Inicialmente, houve a decisão do Governo de melhorar os serviços prestados, incluindo as operações desta empresa. Para isso,

---

[74] No *ICT Centre*, por exemplo, foi indicado que os projetos requerem conhecimentos em comunicação, interação homem-computador, tecnologias de linguagem e *software*, e que ainda caberia a participação de pesquisadores das ciências sociais.

[75] Foi lembrado que a primeira questão a ser considerada para a aprovação de um projeto é se este está alinhado à estratégia de alguma das áreas de pesquisa dos *Flagships*, de modo a também estar alinhado aos objetivos gerais de longo prazo do Programa.

houve a constatação de que seria preciso investir em algumas pesquisas. Em seguida, ocorreu a aproximação das equipes do *ICT Centre* e da *Centrelink*. A empresa apresentou os desafios e a equipe da CSIRO mostrouas soluções que era capaz de oferecer à cliente.

Os projetos com a *Centrelink* também são válidos para mostrar que os temas das pesquisas nascem da interação com os clientes. Foi lembrado pela equipe do *ICT Centre* que a ideia de um dos projetos comesta empresa ï relacionado a monitorar mídias sociais ï nasceu de um problema apresentado por outro cliente, o Departamento de Migração.

No *Water for a Healthy Country Flagship*, os temas de 80% dos projetos são definidos com a participação do governo, principal cliente deste *Flagship*[76]. Nos projetos restantes, é mais comum que a equipe da CSIRO proponha o tema de pesquisa ou oferte a tecnologia para as empresas.

No *Food Futures Flagship*, os temas das pesquisas são propostos, principalmente, pela equipe da CSIRO. O procedimento habitual é a realização de algumas atividades antes de se apresentarem as propostas às empresas. Estes procedimentos incluem experimentos para testar a viabilidade técnica das propostas, análises econômicas, levantamento do valor de projetos específicos, resultados alcançáveis, cronogramasetc.[77]

O exemplo citado foio projeto para produção de Omega 3 de fibra longa, a partir de semente de canola (trata-se do tipo mais benéfico de Omega-3, presente, na natureza, somente em peixes e algas marinhas). Foram desenvolvidas pesquisas, internamente, até se chegar a uma prova de conceito que demonstrou que a proposta era viável. Então a indústria começou a participar do projeto, com um

[76]O exemplo dado no *Water for a Healthy Country Flagship* foi um projeto com o governo de *Queensland*. A situação do Estado era de crescimento populacional, queda nas reservas de água e poucas opções de novos recursos hídricos. O governo investiu 8 bilhões de dólares australianos para desenvolver um sistema de tratamento e reciclagem de água, o que era um grande desafio técnico, uma vez que não havia estes sistemas em grande escala na Austrália. As equipes da CSIRO e do governo trabalharam juntas para identificar o problema e definir o projeto.

[77]Foi enfatizado o fato de os estudos de viabilidade econômica fazerem parte do processo de seleção dos projetos dentro do *Flagship*. Outro ponto apresentado foi que a equipe do CSIRO costuma propor projetos mais desafiadores para as empresas, ao passo que, em geral, as empresas procuram a instituição buscando soluções para problemas mais específicos, ou seja, relacionadas a inovações incrementais.

investimento de 50 milhões de dólares.

Neste *Flagship*, foi observado ser comum que os parceiros da indústria sejam procurados quando as pesquisas já estejam em fases bem adiantadas, apesar da identificação dos potenciais parceiros fazer parte das primeiras atividades de planejamento dos projetos.

No *Energy Flagship*, foi indicado que os temas dos projetos surgem, igualmente, de três formas: as pesquisas são desenvolvidas pela equipe da CSIRO por alguns anos, sem que haja um parceiro, até que a tecnologia esteja pronta para ser apresentada para a indústria; os projetos são desenvolvidos em conjunto com as empresas; e as pesquisas são resultado de demandas específicas dos clientes.

A predominância de um caminho ou outro é função da maturidade do setor industrial em que o cliente atua. Nos projetos ligados à indústria de carvão, ocorre, principalmente, o atendimento a demandas específicas dos clientes. O motivo é que esta indústria é madura, conhece bem a tecnologia e, por isso, procura o instituto para solucionar problemas específicos. Também há projetos em que as equipes da CSIRO e das empresas trabalham juntas na identificação dos gargalos das tecnologias e das soluções.

Por outro lado, se a indústria é nova, como no caso das tecnologias para energias renováveis, em que ainda há muito poucas empresas no mercado, é usual que a equipe da CSIRO proponha a ideia de pesquisa para as empresas. Nesses casos, é comum o desenvolvimento das tecnologias até um estágio em que elas possam ser apresentadas para o potencial cliente.

As equipes dos *Flagship*s também destacaram que, em geral, o cliente lhes apresenta o problema, e não o tema de pesquisa. Entender o problema do cliente e identificar os conhecimentos (científico e tecnológico) que podem ser aplicados para a solução é um tipo de competência sistematicamente desenvolvido pelos pesquisadores dos institutos de pesquisa.

Outra questão apresentada é que, raramente, se vende uma proposta pronta para o cliente. Na maioria das vezes, o projeto final contratado é resultado de um processo interativo entre o instituto e o cliente, em que a proposta inicial do instituto é

modificada a partir do conhecimento que o cliente tem do seu problema e do mercado.

Finalmente, foi indicado que a responsabilidade de aprovar um novo projeto em um *Flagship* é dada aos líderes das áreas temáticas, que são responsáveis pelo planejamento estratégico das áreas e pelo cumprimento das metas. Foi explicado que ficaria muito difícil para o diretor de um *Flagship* assumir a função de aprovação de novos projetos, devido à quantidade e variedade de projetos dentro de um Programa[78].

e) Cooperação: coordenação dos projetos, divisão dos trabalhos e dos resultados das pesquisas

A cooperação com a indústria e a universidade

Buscou-se entender como ocorre a cooperação entre os parceiros nos projetos dos *Flagship*s. O principal tipo de relação entre instituto e empresa mostrou ser o fornecedor-usuário, como nos exemplos apresentados pelas equipes do *Food Futures Flagship*, do *Water for a Healthy Country* e dos projetos do *ICT Centre*. Em alguns casos, como no *Future Manufacturing Flagship* e no *Energy Flagship*, foi apontada a participação das empresas no desenvolvimento das pesquisas.

As universidades também participam de alguns projetos com as empresas, apesar de a CSIRO ter criado um programa específico ï o *Flagship Collaboration Fund* ï para a cooperação com a academia. As equipes dos *Flagship*s destacaram que as colaborações em pesquisa com as universidades têm contribuído para a geração de conhecimentos complementares aos produzidos pelas equipes da Organização. Por outro lado, foi observado que as equipes das universidades ficam pouco confortáveis em relação às regras da cooperação, as quais vinculam os pagamentos ao cumprimento de metas.

No *Future Manufacturing Flagship*, há projetos em que as atividades de pesquisa são divididas entre as equipes da CSIRO, das empresas e das universidades. O

[78] O *Flagship* ligado à saúde preventiva, por exemplo, tem áreas de pesquisa que tratam desde a identificação precoce do câncer, como de alimentos que possam ajudar a preveni-lo.

exemplo citado foi um projeto na área de eletrônica flexível, que tinha a participação de colaboradores da Organização, de duas universidades (*Monash University* e *Melbourne University*) e de três empresas (ligadas às áreas de manufatura de impressão, produtos de construção e tecnologias para filmes)[79].

Nos projetos com participação de empresas, foi apontado ser raro haver pesquisadores das firmas trabalhando dentro da CSIRO, sendo mais comum os pesquisadores desta entidade trabalharem, temporariamente, na indústria, para a implantação da tecnologia.

Além disso, em muitos projetos, é frequente haver a participação de poucos funcionários das empresas. O mais comum é que, por parte da empresa, haja a participação de um profissional capacitado para tomar as decisões e um especialista técnico. Enquanto que, da parte da CSIRO, haja dois ou três pesquisadores, além de um pesquisador sênior, o gerente do projeto e o gerente de desenvolvimento de negócios.

No *Future Manufacturing Flagship*, foi indicado haver mais aproximação com as empresas que com as universidades, devido ao viés industrial dos projetos.

A equipe do *Energy Flagship* indicou a participação dos engenheiros da empresa no projeto da planta piloto PCC, para desenvolvimento de tecnologia para captura de dióxido de carbono. Neste projeto, a empresa tinha o conhecimento da engenharia, enquanto os pesquisadores da CSIRO dominavam determinadas tecnologias.

Nos projetos do *Energy Flagship* com a participação de empresas e universidades, é comum haver envolvimento de muitas pessoas das universidades e poucas pessoas das empresas ï geralmente, um ou dois técnicos especialistas, para acompanhamento dos trabalhos. Um dos motivos para isso é que as empresas estão principalmente interessadas no resultado final do trabalho, enquanto o aprendizado ao longo das pesquisas interessa especialmente às equipes das universidades.

---

[79] A CSIRO está aplicando as tecnologias de eletrônica flexível para desenvolver coberturas nos telhados, capazes de captar a energia solar e transformá-la em eletricidade, substituindo as placas de silício usadas atualmente. Uma das empresas, que trabalha com cobertura de superfícies, está desenvolvendo um método de imprimir a cobertura no telhado, que seja barato, seguro e resistente. As pesquisas relacionadas a estas tecnologias têm outra aplicação em um projeto da CSIRO com uma grande empresa japonesa, interessada no seu uso em televisores e computadores.

A equipe deste *Flagship* também indicou que, quando as empresas desenvolvem parte da tecnologia, os profissionais destas se interessam por solucionar problemas pontuais, aprender sobre tecnologias específicas e usar os resultados. Já as equipes das universidade se importam tanto com a tecnologia quanto com o processo para chegar até ela, uma vez que priorizam o aprendizado. Assim, a noção de eficiência dos dois grupos é significativamente diferente.

Já nos projetos apresentados pela equipe do *ICT Centre*, foi caracterizado o tipo de cooperação fornecedor-usuário com a indústria. Não foram identificados projetos com a participação de pesquisadores de empresas nas pesquisas.

Neste Centro, a contribuição das empresas como usuárias da tecnologia tem sido importante para o sucesso dos projetos. Foi ressaltada a relevância do trabalho interativo entre as equipes da CSIRO e das empresas: enquanto estas últimas têm domínio sobre o negócio e conhecem os problemas que precisam ser solucionados, as primeiras sabem o que é possível fazer, em termos de linguagem de programação, de ferramentas de análise etc.

Neste aspecto, novamente pode ser citado um dos projetos com a empresa *Centrelink*, para melhorar a prestação de serviços *online*[80]. No projeto, houve uma forte interação com a equipe de comunicação da empresa. Foi explicado que, primeiro, foi preciso aprender sobre o trabalho de comunicação realizado pela equipe da empresa. Em seguida, pode-se entender o problema a ser resolvido e, a partir daí, vislumbrar os conhecimentos que poderiam ser usados para a solução.

---

[80]O projeto com a *Centrelink* compreendia quatro temas: a melhoria do sistema de busca, para que fizesse sugestões relacionadas ao que o usuário estivesse lendo; a produção automática de textos de acordo com o perfil do beneficiário; o desenvolvimento de uma comunidade *online*, para a comunicação entre a *Centrelink*e os cidadãos, assim como a construção de uma rede de ajuda entre os usuários do sistema para a busca de empregos; e o monitoramento de mídias sociais, com o uso de tecnologias de linguagem para a seleção das informações.

Outro exemplo foi um projeto com a Universidade de *New South Wales*, para o desenvolvimento de uma ferramenta para resumos automáticos de textos, em que houve o oferecimento do banco de artigos para a realização dos testes, pela biblioteca da Universidade. A ferramenta usava técnicas estatísticas para processar a linguagem e identificar a similaridade entre textos. Foi explicado que, quando o *mouse* era posicionado sobre uma citação, o programa oferecia um resumo do artigo citado, em comparação ao artigo que estivesse sendo lido. A ideia era facilitar a decisão do leitor sobre a relevância de ler o artigo citado.

No projeto com a *Centrelink* trabalharam 20 pesquisadores da CSIRO, sendo quatro pesquisadores e um engenheiro do *ICT Centre*, todos com dedicação parcial. O contrato com a empresa foi de 20 milhões de dólares australianos, para cinco anos.

Ainda em relação à cooperação com as empresas, foi mostrado pela equipe do *ICT Centre* que é preciso vender vários pequenos projetos para uma empresa, até que ela contrate projetos maiores, ou seja, o cliente precisa adquirir confiança no trabalho da instituição para contratar grandes projetos.

No *Water for a Healthy Country*, os projetos diferem quanto à necessidade de interação com a empresa usuária. Foi mostrado que algumas tecnologias demandam pouco envolvimento das empresasdurante a etapa em que a equipe do *Flagship* comanda o desenvolvimento das pesquisas. Assim, é preciso apenas o interesse destas em dar continuidade aos investimentos relativos à fase de comercialização da tecnologia.

Quanto às tecnologias que demandam o envolvimento das empresas na fase de desenvolvimento, as interações ocorrem, principalmente, com empresas usuárias (que, no caso do *Water for a Healthy Country*, são empresas de tratamento de água ou de infra-estrutura). Essas companhias não atuam no desenvolvimento das pesquisas. Elas prestam explicações sobre os desafios que enfrentam e fornecem dados de operação para o desenvolvimento das tecnologias.

Como exemplo, foi citado um conjunto de tecnologias desenvolvido para identificar desperdício de água no sistema de fornecimento. A série histórica de dados, necessária para testar uma nova ferramenta, foi fornecida por uma empresa que gerencia o sistema de águas. A participação no projeto não trouxe custos para a empresa, a qual permitiu o acesso da equipe da CSIRO às plantas para a realização dos testes.

No *Water for a Healthy Country Flagship*, ainda foram apresentados dois grandes projetos de pesquisa com a participação de universidades, sendo cada um no valor de 50 milhões de dólares australianos, com duração de cinco anos. Um dos projetos foi feito com o governo de *South East Queensland*, com a participação da *University of Queensland*, para solucionar questões relacionadas à gestão de água. O outro projeto, mais recente, foi para o governo de *South Australia*, com a participação de

três universidades australianas, dentre as quais a *South Australia University* e a *Adelaide University*.

Nesses projetos, houve muitos trabalhos conjuntos entre as equipes da CSIRO e das universidades. Para a equipe do *Flagship*, foi possível unir as competências complementares dos profissionais das diversas instituições, e substituir a competição pela cooperação. A apresentação sugeriu haver concorrência entre o trabalho dos institutos de pesquisa e das universidades.

No *Food Futures Flagship*, também foram apresentados projetos nos quais houve uma relação característica de fornecedor e usuário para o desenvolvimento da tecnologia. Os projetos citados eram relativos ao melhoramento genético do salmão, com a indústria da Tasmânia, e ao escalonamento da produção de rações especiais para crescimento de camarão[81].

Comunicação, organização e gestão de projetos

Buscou-se entender como o conhecimento era partilhado entre os parceiros durante o desenvolvimento das pesquisas e como era a organização e gestão dos projetos que faziam parte dos *Flagship*s.

São utilizados diferentes mecanismos, formais ou informais, para gerenciar os projetos, dependendo do tamanho e complexidade destes. Nos projetos maiores, é comum a criação de Comitês Técnicos ou até mesmo Comitês Gestores (envolvendo diretores das empresas), para as decisões referentes aos projetos. Em projetos menores há uma organização mais informal, em que os técnicos da CSIRO e das empresas podem trabalhar muito próximos.

Há bastante controle do progresso das pesquisas por meio das entregas parciais de relatórios. De modo geral, as metas e as entregas parciais são estabelecidas junto com os clientes e os pagamentos ao instituto são realizados mediante o cumprimento das tarefas.

[81]No *Food Futures Flagship* ainda foram apontados projetos que já apresentam resultados comerciais, como os grãos BARLEYmax™, enriquecidos com ômega-3 de cadeia longa, o melhoramento genético de camarões e as rações para camarões. A tecnologia da ração para camarões está sendo vendida para empresas da Austrália, do Brasil e de alguns países da Ásia.

No *ICT Centre*, foi ressaltado que os meios utilizados para o gerenciamento das pesquisas e para a comunicação com os parceiros depende do tamanho dos projetos e das partes envolvidas. No trabalho com a *Boeing*, por exemplo, a comunicação era estritamente formal, havia um líder de projeto na empresa, e toda a comunicação era feita por meio dele. Como a equipe da companhia ficava em *Seattle*, EUA, ocorreram poucos encontros presenciais. No entanto, nas fases finais do projeto, passaram a ocorrer encontros mensais por telefone e *internet* entre os grupos. Já no projeto com a *University of New South Wales* havia um contato mais próximo e informal entre as equipes da CSIRO e da universidade.

No projeto com a *Centrelink*, foram ressaltadas tanto a proximidade quanto a comunicação formal entre as equipes. Apesar de os grupos conquistarem certa familiaridade, eram feitos relatórios mensais para a CSIRO, havia prazos estritos e o contrato previa a apresentação de relatórios trimestrais para a empresa. Todas as informações chegavam à alta administração da CSIRO. Devido ao tamanho do projeto, também foi usada ferramenta de *software* para dar acesso às equipes da CSIRO e da empresa a todos os relatórios. O instrumento facilitou a gestão compartilhada do projeto.

Nos grandes projetos do *Water for a Healthy Country Flagship* com os governos locais, faz parte da estrutura de gestão a criação de um Conselho, do qual participam representantes dos governos e das empresas. O Conselho, em geral, se reúne duas vezes ao ano.

No projeto com o governo de *Queensland*, com duração de cinco anos, há revisões anuais com a equipe deste governo para avaliar se as questões relevantes para pesquisa continuam pertinentes. Neste projeto, há reuniões quatro vezes ao ano com representantes do governo de *Queensland* e encontros duas vezes ao ano com outros interessados (representantes de outras instâncias de governo, empresas do setor etc.). Destes encontros podem participar empresas que não fazem parte do Conselho, ou seja, firmas que,apesar de não investirem no projeto, tenham interesse nos resultados. O objetivo é discutir os desenvolvimentos das pesquisas.

Devido ao fato de os projetos do *Water for a Healthy Country Flagship* tratarem de temas de interesse público, o programa de comunicação visa atingir toda a

comunidade de interesse, não somente os investidores. Por isso, busca-se uma ampla comunicação do andamento das pesquisas, por meio de mídia impressa e eletrônica, relatórios de pesquisa, entre outros meios.

No *Food Futures Flagship*, foi apontado que o grau de formalidade da organização dos projetos pode variar notavelmente. No projeto com a *Bayer CropScience*, na Alemanha, foi criado um Comitê Gestor para decisões estratégicas sobre a direção das pesquisas, além das reuniões entre os grupos de cientistas. Em outros projetos, como o da produção de Omega-3 a partir de semente de canola, foi formado um Comitê Técnico, com a participação de especialistas das empresas. Se há a participação de membros da universidade nos projetos, os encontros com eles ocorrem, geralmente, a cada três meses, para discutir o andamento dos programas de pesquisa. Por outro lado, a comunicação entre as equipes da CSIRO são bastante mais informais e ocorrem conforme a necessidade.

No *Future Manufacturing Flagship*, os consórcios de pesquisa têm encontros regulares, a cada trimestre ou mesmo a cada mês, quando se discute o progresso das pesquisas em relação ao cronograma e se produzem os relatórios para atender às exigências do governo. Também foi indicada a criação de Comitês Diretores para a gestão de dois consórcios, nos quais há a participação das universidades.

Em relação à organização do projeto da planta piloto para captura de dióxido de carbono, coordenado pelo *Energy Flagship*, os governos da Austrália e da China apresentaram a demanda, enquanto as equipes da CSIRO e de uma empresa parceira chinesa fizeram o planejamento do projeto (em relação aos custos, prazos, entregas e responsáveis pela execução das tarefas). Os engenheiros da empresa de pesquisa *Thermal Power Research Institute* (*TPRI*) (subsidiária da igualmente chinesa *Huaneng Group*) trabalhavam em conjunto com os pesquisadores da CSIRO. Cada uma das equipes, australiana e chinesa, era formada por um cientista líder, um gestor do projeto e vários cientistas e engenheiros.

f) O Flagship Collaboration Fund como instrumento de cooperação com a universidade

Em 2005, a direção da CSIRO criou o *Flagship Collaboration Fund*, para promover a cooperação com outras instituições de ciência e tecnologia, em áreas de interesse dos *Flagship*s. A iniciativa recebeu aporte do Governo Australiano, no valor de 114 milhões de dólares australianos, para serem gastos em sete anos. A gerente do Fundo mostrou que cerca de 96 milhões de dólares australianos já foram comprometidos, como um indicador do sucesso deste empreendimento.

O *Flagship Collaboration Fund* está organizado em quatro tipos de ação: a promoção de consórcios de pesquisa entre universidades ou outras instituições de C&T, denominados *Flagship Research Clusters*; o fomento apesquisas de curta duração; o oferecimento de bolsas de pós-graduação; e um programa para atração de pesquisadores visitantes.

Até 2010, haviam sido contratados 24 *Research Clusters*, 94 projetos de curta duração, 30 bolsas para pesquisadores visitantes e 122 bolsas de pós-graduação[82].

Os projetos de curta duração financiam algumas pesquisas ligadas a projetos maiores dos *Flagship*s. Anualmente, os Diretores dos *Flagship*s têm de 300 a 400 mil dólares disponíveis para contratar pequenas pesquisas fora da Organização.

O programa para pesquisadores visitantes tem o objetivo de atrair competências de interesse da CSIRO. A maioria das bolsas, até 2010, tinha sido concedida a estrangeiros. As bolsas servem para pagar a universidade ou instituição para a qual o pesquisador/professor trabalha, de modo que a entidade possa conceder licença ao profissional e contratar um substituto temporário.

A gerência do Fundo também indica que têm sido oferecidas, em média, 30 bolsas de mestrado e doutorado por ano. Os alunos trabalham nas pesquisas dos

[82] O aporte financeiro para os *clusters* é de três milhões de dólares australianos, em projetos de três anos, sendo que está em discussão o aumento no valor do auxílio, que passará a ser de seis a 10 milhões de dólares australianos. Os projetos de curta duração recebem recursos no valor de 100 mil a 200 mil dólares australianos, e podem durar de um a dois anos. O auxílio para pesquisadores visitantes é de 100 mil dólares australianos, com duração de um ano. As bolsas de doutorado são de 80 mil dólares australianos (mais 100 mil dólares para despesas específicas), com duração de três anos.

*Flagship*s, são orientados por um docente na universidade e recebem co-orientação de um pesquisador da CSIRO.

A maior parte dos recursos do Fundo é investida no *Flagship Research Clusters*. A finalidade da iniciativa é adquirir os conhecimentos que faltam às equipes dos *Flagship*s. Ao todo, cerca de 37 universidades já participaram destes consórcios de pesquisa promovidos pela CSIRO, incluindo seis universidades estrangeiras.

Para o lançamento de um *Research Cluster*, as propostas dos *Flagship*s passam por um processo interno de seleção. Elas devem conter informações sobre o tema e o objetivo da pesquisa, o conhecimento procurado etc. Também é pedido que a equipe explique o que ela não quer como pesquisa, a fim de ajudar os candidatos.

Após a escolha dos *Flagship*s que receberão investimento, são lançadas as chamadas públicas para a seleção das universidades ou outras instituições de pesquisa. A gerência do Fundo ressaltou as características competitiva e transparente do processo de seleção, com ampla divulgação das chamadas nas mídias eletrônica e impressa.

As propostas das universidades precisam apresentar um modelo de colaboração, uma vez que não há interesse em financiar consórcios de pesquisa com apenas uma universidade ou com a participação de poucos pesquisadores. Universidades estrangeiras também podem participar, até mesmo como proponentes. A média tem sido de 25 pesquisadores por consórcio, com dedicação parcial. Estas equipes irão interagir com os pesquisadores dos *Flagship*s durante as pesquisas.

O processo de seleção ï do lançamento da chamada à contratação ï tem duração de seis meses. Neste período, os grupos são encorajados a procurar as equipes dos *Flagship*s para o esclarecimento de dúvidas e entendimento das necessidades e expectativas da CSIRO. Com este objetivo, são organizados *workshops* pela gerência do Fundo.

A escolha das propostas das universidades é feita pelo *Oversight Committee*, formado por executivos do CSIRO, o qual pode ser auxiliado por um comitê externo. Podem ser selecionadas até três propostas por tema.

Após aprovado, o consórcio de pesquisa receberá três milhões de dólares australianos para aplicar em projetos de até três anos. As universidades precisarão dar uma contrapartida, geralmente, econômica (trabalho, equipamentos etc.), no mesmo valor dos recursos recebidos.

A equipe do *Research Clusters* cuida para que os candidatos tenham acesso ao modelo de contrato desde o lançamento das chamadas, uma vez que é adotado um contrato padrão, com pouca abertura para a negociação das cláusulas. As regras para propriedade intelectual, por exemplo, seguem o padrão adotado pela CSIRO (ou seja, é partilhada na proporção dos investimentos dos partícipes). Ao mesmo tempo, a equipe do programa fica atenta para que o contrato contemple a possibilidade de mudança nos rumos das pesquisas, caso isto se mostre necessário ao longo dos três anos.

Além de relatórios anuais, há entregas parciais e avaliações a cada quatro meses, tanto das pesquisas como das finanças. Os pagamentos são feitos após cada entrega.

A equipe do programa na CSIRO apontou certa dificuldade para o recebimento dos relatórios quadrimestrais das universidades. O motivo é que, apesar de o *Research Clusters* ter se tornado popular entre as universidades, por oferecer uma oportunidade nova de recursos e por tratar de temas que representam desafios nacionais, as requisições burocráticas e o cronograma de entregas do programa exigem mais dos pesquisadores das universidades, em comparação aos procedimentos adotados pelas agências de fomento.

Finalmente, não é buscada a cooperação com as empresas nos *Research Clusters*, ainda que elas possam participar dos projetosï investindo nas pesquisas e se beneficiando dos conhecimentos gerados, desde que não recebam auxílio financeiro do programa. A participação de empresas pode ser desejável nas pesquisas que envolvem aplicação industrial, como os projetos das áreas de mineração e de materiais leves. Entretanto, há poucos projetos do programa com a participação empresarial, o que pode ser explicado pelo fato das pesquisas dos *Research Clusters* estarem mais próximas à ciência básica.

g) A comercialização das tecnologias

A gerente de ñpropriedade intelectual e licenciamentoò da CSIRO apontou, entre as ações para a comercialização das tecnologias, a realização de seminários, conferências, grupos temáticos e a criação do portal *Deal Pipeline* para apresentar as tecnologias em desenvolvimento e as que estão disponíveis para serem comercializadas.

Entretanto, o caminho mais frequente de acesso às tecnologias desenvolvidas é as empresas terem conhecimento sobre as patentes, em decorrência de um relacionamento de longo prazo com a CSIRO, por meio de contratos de serviços e projetos de P&D. Na maioria das vezes, as tecnologias são licenciadas para empresas que já são clientes da Organização.

A relação com a indústria pode ocorrer tanto por meio de contratos de cooperação em pesquisa, como pelo licenciamento dastecnologias. O predomínio de um ou outro modo depende das características dos Programas[83]. Exemplos são os *Flagship*s de alimentos e o de energia. No primeiro, a cooperação ocorre, geralmente, com uma instituição pública de pesquisa e, por isso, é mais usual o licenciamento das tecnologias para a indústria, em fases bem adiantadas de desenvolvimento. Foi citado o projeto dos grãos ñ*Barleymax*™ò, que já estão sendo comercializados. No setor de energia, é mais frequente a participação das empresas desde o início das pesquisas.

Todas as negociações e contratos referentes à comercialização das tecnologias desenvolvidas pelos pesquisadores da CSIRO passam pela ñgerência de propriedade intelectual e licenciamentoò. A equipe é formada por 30 funcionários, divididos, igualmente, entre os cargos de ñgerente de propriedade intelectualò e ñgerente de comercializaçãoò.

[83]Comparando um e outro modo, a gerente de ñpropriedade intelectual e licenciamentoòconsiderou ser mais frequente o licenciamento da propriedade intelectual das tecnologias para as empresas, que os projetos cooperativos com a participação destas desde o início dos trabalhos. Ainda acrescentou ser mais comum a parceria com outras instituições científicas para o desenvolvimento das pesquisas. Neste assunto, o gerente do *National Flagship Program* mostrou que a situação ideal é as empresas participarem desde o início dos projetos e que isto tem ocorrido cada vez mais, apesar de ainda haver bastante progresso a ser feito nesta direção.

As funções básicas desta gerência são negociar a propriedade intelectual e comercializar as tecnologias. Mas também fazem parte das suas tarefas: avaliar as melhores opções para comercializar as tecnologias, analisar as áreas nas quais as tecnologias podem ser aplicadas e tratar da criação das empresas *spin-offs.* A equipe também possui conhecimentos especializados para trabalhar em contratos comerciais complexos, como aqueles que envolvem dois ou três parceiros internacionais.

O trabalho desta equipe é complementar às atividades dos ñgerentes de desenvolvimento de negóciosò, os quais têm a função de auxiliar os pesquisadores a formarem parcerias em pesquisa entre a CSIRO e empresas. As atividades destes gerentes incluem auxiliar as equipes da CSIRO e das empresas a definir aspectos dos projetos tais como os escopos, as competências necessárias para desenvolver as pesquisas, a divisão dos trabalhos entre as equipes e os custos.

Os gerentes de propriedade intelectual, de comercialização e de desenvolvimento de negócios estão alocados nas diferentes unidades da Organização, trabalhando próximos aos pesquisadores[84].

<u>As regras da propriedade intelectual</u>

A divisão da propriedade intelectual com as empresas ou outras instituições de pesquisa é negociada considerando-se os recursos investidos. A preferência da CSIRO são os contratos em que há um único detentor legal da propriedade intelectual, a fim de facilitar a comercialização das tecnologias. Nestes contratos, é prevista a remuneração aos ñdetentores beneficiáriosò, ou seja, parceiros que contribuíram com recursos financeiros e econômicos para o desenvolvimento dos projetos.

Na maioria das vezes, a CSIRO é a detentora legal da propriedade intelectual. De modo geral, as empresas aceitam o procedimento, desde que tenham retorno

[84] É adotada a organização matricial, ou seja, apesar de a ñgerência de propriedade intelectual e licenciamentoòestar subordinada à Diretoria de Operações, seus membros também respondem aos chefes das Divisões. Os gerentes de desenvolvimento de negócios estão ligados à Diretoria de Desenvolvimento.

comercial apropriado e sejam consultadas sobre a comercialização das tecnologias[85]. Nos casos em que as empresas são as proprietárias legais das tecnologias, a Organização recebe o direito de uso destas para a finalidade de pesquisa.

Foi ressaltada a necessidade de a CSIRO esclarecer às empresas a conduta adotada quanto a propriedade intelectual, desde o início da aproximação entre as entidades. Isto é importante porque, frequentemente, as empresas têm a expectativa de serem as únicas detentoras da propriedade intelectual, uma vez que estão contratando os projetos.

No entanto, mesmo nos casos em que as empresas financiam as pesquisas, a remuneração não cobre os ñcustos de 30 ou 40 anos de trabalhoò. São estes conhecimentos acumulados em décadas que permitem, inclusive, que as tecnologias desenvolvidas tenham múltiplas aplicações. Por isso, o procedimento adotado é ceder, às empresas, a propriedade intelectual das aplicações específicas aos seus setores industriais.

Em geral, os projetos apresentados pelas equipes dos *Flagship*s seguiam estes procedimentos, ou seja, um detentor legal e a cessão da propriedade intelectual para as empresas apenas para determinadas aplicações da tecnologia. Um exemplo diverso foi apresentado no *Energy Flagship*, sobre um projeto em que a propriedade intelectual de algumas tecnologias pertenciam à CSIRO, outras pertenciam aos parceiros e ainda outras eram partilhadas. Isso dificultou a comercialização do projeto. Entretanto, foi apontado que estas situações são recorrentes nos projetos deste *Flagship*. Foi ressaltado que,se por um lado a divisão da propriedade intelectual dificulta a comercialização, por outro ela é o reconhecimento da contribuição e investimento dos parceiros.

[85] Nestes casos, pode haver um comitê em que a empresa é consultada sobre as decisões relacionadas à comercialização das tecnologias. Em geral, elas não têm poder de veto, as decisões são tomadas pela maioria.

O programa de spin-offs

Entre as ações para a transferência de tecnologia, foi apresentado um programa para a criação de empresas *spin-off*. A opção pela abertura de uma empresa deste tipo, geralmente, está relacionada a tecnologias que têm múltiplas aplicações ou que representam um novo negócio, no qual ainda não existam empresas atuando.

Além disso, transferir um programa de pesquisa para uma empresa *spin-off* ï o que pode significar a mudança dos cientistas responsáveis pelo desenvolvimento da tecnologia para a empresa ï pode ser um meio de obter acesso aos fundos necessários para a comercialização das pesquisas.

É raro que a proposta de abertura de uma empresa surja dos pesquisadores. Habitualmente, é a CSIRO, por meio da ñgerência de propriedade intelectual e licenciamentoò, que chega à conclusão de que esta seja a melhor opção para a tecnologia. Como os pesquisadores, algumas vezes, não desejam se desligar da instituição, a empresa pode ser formada por pessoas de fora.

Para a decisão de abrir uma *spin-off*, são considerados os resultados de um plano de negócios, as possibilidades de capital e os pesquisadores que poderão ser transferidos para a nova empresa ï ou a equipe que, permanecendo na CSIRO, poderá oferecer-lhes suporte. Foi mostrado também que, geralmente, são procurados investidores de risco.

Foi enfatizado que, para a CSIRO, criar uma *spin-off* significa comprometer-se com o seu sucesso. Por isso, há muito envolvimento das equipes da Organização no início do novo empreendimento. A *spin-off* será uma empresa privada que licencia a tecnologia da CSIRO e a tem como sócia.

Como acionista, a Organização pode comprometer-se a fornecer recursos e assistência, tais como alguns serviços de secretariado, de contabilidade, de *marketing* e de consultoria técnica (sob contrato). Em geral, a CSIRO vende sua parte na *spin-off* quando não está mais envolvida no fornecimento das pesquisas ou quando sua saída já não representa um risco para a empresa.

Na história desta Organização há 150 empresas *spin-offs*, sendo 29 nos últimos oito anos.

h) Contribuição dos parceiros nos projetos e características das empresas participantes

As equipes dos *Flagship*s mostraram que, entre as contribuições mais importantes das empresas nos projetos do Programa, estão o conhecimento sobre o mercado e sobre o problema que precisa ser solucionado e o fato de elas oferecerem acesso a informações necessárias para o desenvolvimento das tecnologias.

Nos projetos do *Future Manufacturing Flagship*, foram destacados o conhecimento da produção e a transformação do conhecimento de engenharia em produtos e processos. As empresas conhecem qual o apelo do produto para o mercado. Além disso, elas informam, à equipe de pesquisa, as características e as funcionalidades que as tecnologias precisam ter para se adequarem aos processos ou produtos das empresas, ou seja, para que as tecnologias possam ser, mais facilmente, adotadas. Este é um tipo de informação que é obtida durante os projetos, pela interação entre as equipes do instituto e das empresas.

No *Food Futures Flagship*, foi enfatizado o conhecimento das empresas sobre os processos regulatórios. Elas cuidam para que os processos de pedido de aprovação dos novos produtos nos órgãos regulatórios sejam feitos corretamente. Isso evita desperdícios de recursos.

O processo para regulamentação de um novo produto começa no início das pesquisas e demanda uma estreita interação entre as equipes da CSIRO e da empresa. No desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas, por exemplo, os processos regulatórios têm início com a concepção do projeto, quando se fazemas buscas das possíveis reações das substâncias contidas nas plantas com o corpo humano.

A pesquisa de campo realizada por este trabalho também mostrou que há várias iniciativas dos *Flagship*s com a participação de mais de uma empresa por projeto, principalmente empresas da mesma cadeia de suprimentos.

No *Energy Flagship*, foi citado projeto com três empresas, não concorrentes. A equipe deste *Flagship* relatou já ter coordenado um projeto com participação de

empresas concorrentes. Era um projeto de longo prazo. A cooperação entre as empresas visava diminuir riscos e dividir custos, mesmo que isso representasse a perda de vantagem competitiva de uma em relação a outra.

No *Food Futures Flagship*, apesar de ter sido indicado ser mais comum haver uma só empresa por projeto, também há empresas concorrentes em projetos de pesquisas pré-competitivas. Os casos apontados são os projetos relacionados à diminuição de açúcares e gorduras nos alimentos. Por se tratar de temas de interesse geral da indústria, e de natureza pré-competitiva, foram criados consórcios de empresas para os projetos.

Nestes consórcios, participam em torno de cinco empresas. Quando os projetos dos consórcios terminarem, poderá haver pesquisas entre a CSIRO e cada uma das empresas, em temas de interesse específico destas.

No *Future Manufacturing Flagship*, os projetos com a participação de mais de uma empresa são mais frequentes com o setor automotivo, mais colaborativo, que com o setor aeroespacial, mais competitivo. Mas, quando se tratam de projetos para desenvolver um produto que irá criar uma vantagem competitiva para as empresas, é mais comum que a parceria aconteça com empresas da cadeia produtiva. Foi dado o exemplo de um projeto com a participação de nove PMEs ï três do mesmo setor e as demais de setores diferentes ï, em que as empresas estavam interessadas em aplicações diferentes da tecnologia.

i) Características da inovação produzida e estratégia em relação aos setores

No conjunto dos *Flagship*s ocorre, principalmente, o desenvolvimento de tecnologias caracterizadas como inovações radicais e inovações para a Austrália. As tecnologias consideradas inovações apenas para as empresas vêm em seguida.

No *ICT Centre*, foi apontado que os projetos, além de apresentarem uma solução para os clientes, precisam produzir ciência de qualidade. Em vários projetos, há a produção de inovações radicais. Também foi apresentado que alguns projetos trouxeram a possibilidade de negócios completamente novos para as empresas.

No *Water for a Healthy Country Flagship*, foi apontado que cerca de 25% das tecnologias desenvolvidas nos projetos são novas para o mundo (e enfatizado que a Austrália é líder mundial em muitas pesquisas no tema da água); 25% das tecnologias são novas para a Austrália; e 50% são aplicações de conhecimento já existente em projetos de interesse do governo ou da indústria. Neste *Flagship*, há algumas soluções de curto prazo, mas as pesquisas buscam, principalmente, as mudanças e impacto de longo prazo.

No *Energy Flagship*, as tecnologias desenvolvidas são, principalmente, novas para o país ou novas para o mundo. Um exemplo de inovação com relevância mundial é o desenvolvimento e operação da planta piloto para captura de dióxido de carbono, para a indústria de carvão. No entanto, foi apontado que esta indústria demanda, principalmente, o desenvolvimento de tecnologias para resolver gargalos específicos, ou seja, inovações incrementais.

No *Food Futures Manufacturing*, os exemplos de inovações para o mundo foram as rações especiais para crescimento de camarões, o melhoramento genético de camarões e a produção de Omega-3 a partir de semente de canola.

No *Future Manufacturing Flagship*, a maioria das tecnologias desenvolvidas nos projetos são novas para o país. Em seguida, estão as tecnologias novas para o mundo e depois as que são novas somente para as empresas. Exemplo de inovação de relevância mundial são os projetos de eletrônica flexível, que desenvolvem células solares orgânicas e utilizam eletrônica impressa em um filme de plástico. Exemplo de tecnologia nova para a Austrália são os projetos com carros elétricos, uma vez que outros países também estão fazendo pesquisas nessa direção. Entre as tecnologias novas somente para as empresas estão os melhoramentos dos processos de produção das firmas.

As equipes dos *Flagship*s mostraram que algumas tecnologias desenvolvidas podem ser aplicadas em diferentes setores. No *Future Manufacturing Flagship*, por exemplo, há tanto a produção de conhecimentos que podem ser usados por diferentes setores, como aqueles direcionados a setores específicos. Vários projetos desenvolvidos para o setor aeroespacial têm aplicações em outros setores. Por

outro lado, há projetos específicos para o setor têxtil que, dificilmente, terão aplicações em outra indústria.

Nos *Flagship*s, as centenas de projetos diferem em relação às soluções buscadas: se representam ganhos de curto prazo para os negócios das empresas, ou têm a capacidade de causar mudanças de longo prazo, podendo significar novos negócios para as firmas. Há uma combinação das pesquisasem relação ao impacto e aos prazos. Um dos *Flagship*s apontou que os projetos de curta duração geram os recursos para financiar os de longo prazo[86].

Os participantes dos *Flagship*s mostraram que a proposta do Programa é trabalhar com os setores relevantes para a Austrália, aqueles setores industriais que já são fortes no País, pela geração de riqueza e competência acumulada. O objetivo dos *Flagship*s não é investir em novos setores.

Tipos de resultado dos projetos

As equipes dos *Flagship*s indicaram haver uma combinação entre três tipos de resultados de projetos: desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de processos, e a produção de conhecimentos que poderão ser usados pelas empresas para desenvolverem seus próprios produtos e processos, em momento posterior. Apesar do tipo de entrega variar com os Programas, na maioria deles o resultado da pesquisa é o protótipo do produto ou a demonstração do novo processo.

No *Future Manufacturing Flagship*, por exemplo, há os três tipos de resultado. Neste *Flagship*, é comum a busca de tecnologias para melhorar os processos já existentes nas empresas, apesar de também haver projetos cujos resultados são o melhoramento ou o desenvolvimento de um novo produto.

[86] No *Energy Flagship* há muitos projetos de curto prazo. A pessoa entrevistada explicou que há uma pressão da Diretoria da CSIRO para que o *Flagship* redirecione seus esforços de pesquisa para projetos maiores e de prazo mais longo, e deixe de atuar em uma grande quantidade de projetos pequenos. Segundo o entrevistado, um dos benefícios da mudança de estratégia é que muito esforço é feito para se estabelecer um projeto (planejamentos, contratos, gestão etc.). Por isso, é mais eficiente operar em menos projetos, de prazo mais longo e de maior escala.

No *Food Futures Flagship*, há predomínio de projetos que chegaram até a fase de protótipo de produto. Inclusive, foram apontados vários produtos que já estão sendo comercializados pelas empresas, na Austrália e em outros países.

Por outro lado, no *Water for a Healthy CountryFlagship*, os resultados são, sobretudo, caracterizados como um conjunto de conhecimentos, que poderão ser aplicados para novos produtos e processos. Apenas 5% dos resultados dos projetos estão prontos para serem comercializados.

No *ICT Centre*, os resultados das pesquisas são caracterizados, principalmente, como produção de um conjunto de conhecimentos (que pode ser usado pelos clientes) e, em seguida, como desenvolvimento de protótipos.

j) Sobre as responsabilidades dos institutos nos projetos

A respeito das principais funções da CSIRO nos projetos, as equipes dos *Flagship*s destacaram o desenvolvimento de pesquisa de qualidade ï tido como essencial para que as empresas queiram trabalhar com os institutos ï e a interlocução com as empresas.

Na visão dos representantes da CSIRO, uma boa interlocução com a indústria compreende: a capacidade de trabalho em conjunto com as empresas, o estabelecimento de uma comunicação franca, o entendimento das necessidades técnicas das empresas ï de modo a oferecer produtos e processos com alto potencial de sucesso comercial ï e o cumprimento dos prazos dos projetos.

Foi ressaltado que os papéis da CSIRO nos projetos (de financiador, desenvolvedor das pesquisas, interlocutor etc.) estão interligados, ou seja, são dependentes um do outro. Por exemplo, não se desenvolvem bem as pesquisas se não se tem o financiamento, mas não se tem o financiamento se falta a interlocução com as pessoas.

k) Capacitações gerenciais e tecnológicas

Nesta subseção, são apresentadas a forma de organização, as práticas e as iniciativas adotadas pela CSIRO para gerenciar o *National Flagship Program*. Elas são indicativas das capacitações gerenciais desenvolvidas para operar o Programa.

A gerência do *National Flagship Program* é formada porum gerente, uma auxiliar administrativa e a gerente do *Flagship Collaboration Fund*. Há também os Diretores dos *Flagship*s e suas equipes administrativas, as quais são constituídas por um assistente executivo, um gerente de desenvolvimento de negócios (na maioria das vezes) e um gerente de comunicação (para comunicação interna e externa). Nos grandes *Flagship*s, como no *Minerals Down Under*, há o cargo de vice-diretor ou de diretor científico, que auxiliam o Diretor na definição da estratégia e na administração. Subordinados aos Diretores estão os líderes das áreas temáticas[87].

A equipe do *Flagship Collaboration Fund* é formada por uma gerente, uma auxiliar administrativa (que também auxilia o gerente do *National Flagship Program*), um funcionário na área financeira (em tempo parcial) e um para assuntos jurídicos (também em tempo parcial). Esta equipe recebe suporte das equipes administrativas nos *Flagship*s.

A gerência do *National Flagship Program* destaca a relevância da criação de dois comitês para o desenvolvimento do Programa: o *Flagship Oversight Committee*, formado por diretores executivos da CSIRO, e o *Flagship Advisory Committee*, composto por representantes da sociedade.

O *Flagship Oversight Committee* tomou as primeiras decisões para a criação do Programa. Suas principais atribuições são: recomendar a abertura e o fechamento dos *Flagship*s; propor o valor do investimento no Programa, assim como a divisão dos recursos entre as áreas temáticas; avaliar o desenvolvimento dos *Flagship*s em relação aos seus objetivos de longo prazo; avaliar, periodicamente, os mecanismos usados pelas equipes para identificar o interesse da indústria e do governo nos projetos; supervisionar os trabalhos dasempresas de consultoria, contratadas para

[87]Como uma referência do número de pesquisadores envolvidos em uma plataforma de pesquisa, a direção do *Food Futures Flagship* apresentou que já houve 230 pesquisadores e técnicos, em período parcial, trabalhando nos projetos deste *Flagship*. Atualmente, há em torno de 138 pessoas em período integral.

avaliar o Programa ou para elaborar os estudos de viabilidade econômica, garantindo que as recomendações destas empresas sejam postas em prática pelas equipes dos institutos; e supervisionar o funcionamento do *Flagship Collaboration Fund*.

Já os *Flagship Advisory Committees* são comitês criados para cada um dos *Flagship*s. Eles devem aconselhar os Diretores dos Programas em relação a assuntos como: o apelo do Programa sob o ponto de vista dos clientes; a composição do *portfólio* de projetos; as oportunidades em relação a temas de pesquisa; a comercialização das tecnologias; entre outros. Devido ao entendimento que os membros deste comitê adquirem, eles acabam atuando como representantes ou defensores dos *Flagship*s em alguns Fóruns.

A Direção da CSIRO apontou que a organização matricial adotada pela entidade também exige especial esforço de gestão, uma vez que o trabalho dos pesquisadores está aplicado em projetos de diferentes Diretorias.

Nos exemplos dados pelas equipes do *Food Futures Flagship* e da ñgerência de propriedade intelectual e licenciamentoò, foi possível identificar a capacitação comercial das equipes da CSIRO, que definem a estratégia para melhor explorar, comercialmente, as tecnologias[88].

Uma competência gerencial das equipes dos *Flagship*s, desenvolvida ao longo do Programa, é a capacidade de gerenciar projetos de grande porte. Isso ocorreu devido à Organização passar a priorizar esses projetos.

Ainda outro tipo de competência dos pesquisadores da entidade é o entendimento dos processos aos quais a indústria está sujeita. O fato de os profissionais do instituto entenderem razoavelmente os processos pelos quais a empresa precisa passar ï como, por exemplo, o licenciamento para a comercialização dos produtos ï facilita a interação entre as equipes.

[88]Um exemplo no *Food Futures Flagship* foi o desenvolvimento de uma pesquisa que poderia ter grande impacto na indústria de camarões. No entanto, a equipe da CSIRO identificou que este ramo era pouco expressivo na Austrália, e que a aquicultura dos países da Ásia e do Oriente Médio, que movimenta bilhões de dólares, representaria uma grande oportunidade de negócios. Deste modo, com a participação de PMEs australianas, foram desenvolvidos instrumentos, sistemas e serviços que poderiam ser oferecidos à indústria global de camarões. Como resultado, são produzidas as matrizes de camarões geneticamente melhorados (variedadesmaiores e que se desenvolvem mais rápido), rações e sistemas de produção para esta indústria.

Neste sentido, foi explicado que, para contratar projetos com os institutos, as empresas julgam que as pesquisas têm alta qualidade. A partir desta consideração, elas esperam que a instituição de pesquisa tenha outras competências, tais como a capacidade de trabalhar em equipe, de cumprir prazos etc.

Os pesquisadores dos institutos também desenvolvem a capacidade de traduzir o problema apresentado pelas empresas em um tema de pesquisa. É um tipo de competência cultivada pelo fato destes pesquisadores estarem em contato permanente com os seus clientes.

Também foi ressaltada a vasta capacidade tecnológica das equipes da CSIRO, com a possibilidade de desenvolvimento de pesquisas em áreas muito diversas. As capacidades tecnológicas de longo prazo estão, sobretudo, relacionadas aos temas dos *Flagship*s, ou seja, concentram-se nas áreas de energia, saúde, metais leves, alimentos, água, mudanças climáticas, manufatura, minerais, agricultura e riquezas extraídas dos oceanos.

I) Fatores críticos de sucesso, pontos fortes e fracos

Fatores Críticos de Sucesso

As equipes dos *Flagship*s destacaram os fatores críticos para o sucesso do Programa, entre os quais estão:

Os projetos precisam gerar ciência de qualidade e, ao mesmo tempo, as soluções de interesse dos clientes. Ou seja, precisam ser bem sucedidos do ponto de vista da CSIRO (e das demais instituição de pesquisa) e dos clientes (governos locais e empresas).

É fator decisivo a capacidade de trabalhar em grupo, seja entre os pesquisadores das diferentes Divisões da CSIRO, seja entre os pesquisadores desta entidade e as equipes das empresas e outras instituições de pesquisa.

É necessário o esclarecimento das expectativas dos parceiros desde o início dos trabalhos. Como os projetos têm participação de instituições com culturas e

motivações muito diferentes, é comum que haja diferenças em relação aos resultados esperados dos projetos.

Sobre este fator, foi citado o fato da universidade, geralmente, considerar como bom resultado dos projetos a qualidade da ciência produzida, o aprendizado gerado no processo e a publicação de bons artigos. Já para a indústria, um bom resultado pode ser a solução de um problema específico ou um produto novo. Por isso, é preciso que todos os envolvidos no trabalho tenham clareza sobre os resultados que deverão ser gerados e os prazos em que as atividades serão cumpridas.

Outro fator crítico para o sucesso do Programa é o estabelecimento de uma relação de confiança com os clientes. Foi indicado pelas equipes da CSIRO que pode ocorrer a escolha de um pesquisador desta Organização para desenvolver um relacionamento mais próximo com uma empresa, a fim de ajudá-la a adquirir confiança para mostrar, abertamente, seus problemas técnicos para o instituto.

A relação deconfiança entre os parceiros também é importante para que as empresas forneçam ao instituto informações mais precisas sobre sua satisfação em relação às pesquisas. Isto é, para que o instituto conheça em que medida as tecnologias desenvolvidas estão atingindo as necessidades ou expectativas dos clientes.

Ainda a respeito do relacionamento com os clientes, foi enfatizada a relevância do cumprimento dos prazos de entrega dos projetos, uma vez que bons resultados de pesquisa podem perder valor se demorarem para chegar ao alcance das empresas.

A direção de um dos *Flagship*s indicou a importância da competência dos grupos decisórios dos Programas em manter a estratégia de longo prazo destes e, ao mesmo tempo, o seu alinhamento comas prioridades dos agentes externos à CSIRO, deste modo, mantendo o engajamento dos governos e a participação das empresas.

Também foi indicada a relevância de se ter pessoas no grupo gestor dos *Flagship*s que entendam do funcionamento do governo e sejam capazes de gerenciar esta relação.

Finalmente, em relação aos fatores críticos para o sucesso do *Flagship Collaboration Fund*, a gerência do Fundo destacou a importância de uma avaliação cuidadosa dos riscos potencias dos projetos ï e a prevenção destes em contrato ï e a adoção de procedimentos claros com os parceiros. Nesse sentido, a equipe do Fundo se esforça para esclarecer os direitos e deveres dos parceiros, estabelecidos em contrato, e auxiliar os candidatos a solucionar dúvidas no preenchimento das propostas e a entender as expectativas da CSIRO em relação às metas das pesquisas. Foi explicado que boas instruções e contratos claros diminuem os riscos de cancelamento destes, favorecendo a reputação da CSIRO, evitando a perda de recursos financeiros e o desgaste nas relações com as universidades.

Pontos Fortes

Entre os pontos fortes do *National Flagship Program* estão a produção de ciência de qualidade, a competência técnica diversificada das Divisões ï que permite ir ao encontro de amplas oportunidades ï e a capacidade de trabalhar em grupo, que resultou de aprendizado ao longo do Programa. Algumas equipes também destacaram uma boa relação com os clientes.

Os resultados dos projetos têm alcançado sucesso comercial e gerado o retorno econômico almejado. Por isto, as equipes gestoras têm conseguido manter o apoio financeiro dos governos locais e das empresas nos projetos. Além disso, elas também têm conseguido sustentar a estratégia de longo prazo dos Programas.

Segundo a gerência do *Flagship Collaboration Fund*, os pontos fortes desta iniciativa são os procedimentos claros sobre o funcionamento do Fundo, as instruções para a participação das universidades nos programas e um processo competitivo e transparente de seleção.

Pontos Fracos e Aprendizados

As equipes da CSIRO foram questionadas sobre os aspectos a serem melhorados em suas atividades, especialmente em relação ao *National Flagship Program*.

A ñgerência de propriedade intelectual e licenciamentoò indicou ser preciso aperfeiçoar a formação dos pesquisadores em relação ao processo de obtenção da propriedade intelectual e de licenciamento das tecnologias, e quanto à importância destes procedimentos para a instituição. Os esforços nesta direção incluem uma série de treinamentos internos, com seminários nas unidades da CSIRO. Os encontros tratam de temas básicos sobre propriedade intelectual, sua importância para a instituição e o que a entidade oferece para apoiar os pesquisadores. Os seminários também têm a função de aproximar os pesquisadores dos gerentes de propriedade intelectual e de comercialização,alocados nas unidades.

Segundo a mesma gerência, também é preciso melhorar a compreensão dos clientes sobre as regras e o modo de trabalho da CSIRO. O exemplo dado foi o fato desta entidade, habitualmente, requerer livre acesso à tecnologia para a continuidade das pesquisas e não licenciar as múltiplas aplicações de uma tecnologia para uma única empresa.

Para o representante de um *Flagship*, é preciso dimensionar melhor as áreas de apoio (financeira, jurídica etc) para aumentar a eficiência da gestão dos projetos. Foi apontado que a falta de investimento nas áreas de apoio é uma dificuldade cultural e um desafio para as organizações de pesquisa, as quais têm a tendência de dar mais atenção aos investimentos em pesquisa. No entanto, se não houver equilíbrio entre investimentos nas áreas técnicas e de apoio, o sistema passa a não funcionar bem.

A equipe de um dos *Flagships* levantou a necessidade de aumentar a eficácia dos canais internos de comunicação, nos projetos que envolvam alta gerência e as equipes dos *Flagship*s. Para explicar a questão, foi citado um contrato em que havia negociações entre as Direções da CSIRO e da empresa e o relacionamento entre os pesquisadores das duas entidades. A principal dificuldade estava na comunicação entre as instâncias da Organização. Várias vezes, os pesquisadores não conseguiam acompanhar as decisões da diretoria, o que dificultava o andamento do projeto. O envolvimento da alta administração foi considerado positivo, por possibilitar o investimento em projetos de grande porte, cabendo a ressalva de que, nestes casos, seja preciso uma boa comunicação interna.

O representante de outro *Flagship* indicou ser desejável aprimorar o dimensionamento das pesquisas, especialmente em relação ao volume de trabalho dos pesquisadores. Ao alocar pesquisadores em um novo projeto, é preciso ter o cuidado deverificar se eles já não estão sobrecarregados com outras atividades. Isto é importante para o cumprimento de prazos dos projetos.

Outro aspecto a ser aprimorado é a gestão de desempenho dos pesquisadores. Foi explicado que, quando se busca promover o trabalho em equipe, é preciso criar mecanismos de incentivo alinhados a este objetivo. Logo, é importante que as avaliações dos grupos cheguem até o desempenho individual, para não haver pesquisadores que, não executando seus trabalhos corretamente, prejudiquem o conjunto. As equipes devem poder avaliar seus colegas e os gestores precisam poder tirar do grupo os profissionais que não estejam trabalhando bem.

As equipes da CSIRO também apontaram os aprendizados durante os projetos dos *Flagship*s. Elas destacaram a relevância da comunicação e da atenção ao gerenciar as expectativas dos parceiros. Foi ressaltado que os resultados esperados por cada um dos parceiros precisam ser precisamente determinados, desde o início dos projetos. Além disso, é necessária muita clareza quanto aos prazos das pesquisas.

É importante também manter encontros frequentes e favorecer os diálogos com os parceiros, evitando a comunicação somente por *e-mails* e cartas. Esta proximidade facilita o entendimento entre as entidades e permite melhores resultados a longo prazo, visto que há a intenção de manter as parcerias com essas empresas no futuro.

Quanto à franqueza na comunicação com os parceiros, um pesquisador de um dos *Flagship*s observou que, quando há insatisfação com o andamento de um projeto, é melhor manifestá-la às entidades parceiras que esperar que o projeto fracasse. Foi citado um projeto com a participação do governo e da universidade. Neste, deveria ter sido mostrado ao governo que seria muito difícil contar com a colaboração da equipe da universidadee, ao mesmo tempo, atender às entregas no prazo demandado. Por outro lado, deveria ter havido mais clareza com a universidade em relação às condições para sua participação no projeto.

No projeto em questão, o governo assinou o contrato com a CSIRO, e cabia a esta contratar a universidade. Neste sentido, a intenção era simplificar o processo de contratações e acompanhamento do projeto. Assim, a Organização ficou responsável por todas as entregas diante do governo ï somado o fato de os pagamentos estarem vinculados às entregas. A partir desta situação, a equipe da CSIRO reconheceu a necessidade de firmar contratos em que estejam claras as responsabilidades dos parceiros nos projetos, e que estabeleçam uma divisão adequada dos riscos.

Finalmente, a experiência dos projetos dos *Flagship*s desenvolveu a aptidão dos pesquisadores trabalharem em grupo. Esta capacidade foi enfatizada pelas equipes como uma relevante mudança cultural na Organização.

m) Mecanismos de avaliação

A gerência de ñestratégia para a ciência e investimentoò da CSIRO apoia os diretores dos *Flagship*s e os chefes das Divisões na revisão dos seus planos estratégicos a cada quatro anos. Estas avaliações servem para realimentar a estratégia de investimento da instituição[89].

São usados cinco indicadores para medir o desempenho dos *Flagship*s. Eles devem medir se: há evidências de impacto econômico, social e ambiental (*Key Performance Indicators*, KPI 1); houve aumento ou manutenção do número de publicações (KPI 2); houve aumento ou manutenção do aporte financeiro dos parceiros (KPI 3); foi mantida a satisfação dos clientes (KPI 4); o investimento no *Flagship Collaboration Fund* está ocorrendo conforme planejado (KPI 5).

O gerente do Programa explicou que os *Flagship*s são avaliados tanto pelos resultados das pesquisas, como pelo grau de comprometimento dos parceiros. Estas

[89]Entre as funções desta gerência está a análise de desempenho da CSIRO. São avaliadas a qualidade da ciência produzida, a capacidade de atrair investimentos de terceiros e a eficiência das ações (isto é, quanto custa realizar os trabalhos). As avaliações da CSIRO incluem a comparação com outras instituições de pesquisa na Austrália e no mundo. Entre os estudos comparativos estão as análises de tendência, para cada período de dez anos, do número de publicações em periódicos com revisão de pares, das citações por artigo, das citações por disciplina etc. Geralmente, são escolhidas quatro ou cinco instituições internacionais para a comparação por áreas disciplinares. Também é contratada empresa de consultoria para revisar o desempenho das áreas de pesquisa da CSIRO, a cada quatro anos. A consultoria deve avaliar o retorno econômico do investimento na ciência. Todas as avaliações são compartilhados com o Governo Australiano.

duas dimensões são importantes, uma vez que se espera que as pesquisas sejam usadas pela indústria e pelos governos locais e gerem impactos na economia e na sociedade.

Também foi indicada a contratação de uma consultoria para a avaliação econômica dos projetos dos *Flagship*s. Cada *Flagship* deve passar por uma primeira avaliação externa após três anos de funcionamento e, a partir daí, a cada três anos. A avaliação da consultoria deve incluir os seguintes itens:

- conferir se os desafios das pesquisas são compatíveis com o seu cronograma e, consequentemente, se os resultados serão entregues no período planejado;
- avaliar se é factível o caminho proposto para se atingir os impactos anunciados pelos *Flagship*s, isto é: se os projetos são compatíveis com as metas do *Flagship*, se estão sendo realizadas atividades não técnicas que sejam necessárias para assegurar a adoção das tecnologias, se estão sendo consideradas e tratadas as barreiras que podem dificultar a adoção das tecnologias;
- analisar a capacidade de pesquisa da CSIRO e dos parceiros, incluindo a capacidade de entrega no tempo previsto;
- investigar se há equilíbrio das entregas (entre curto, médio e longo prazos) e se elas são suficientes para se atingir os objetivos;
- estimar a efetividade da cooperação com outros grupos de pesquisa, com as organizações que podem usar as tecnologias e com parceiros capazes de influenciar os resultados planejados.

Dois exemplos de mudanças que decorreram das avaliações periódicas do Programa foram a decisão recente, da Diretoria da CSIRO, de encerrar o *Flagship* relacionado a tecnologias para minerais leves e a exclusão das pesquisas de petróleo e gás do *Energy Flagship*.

No primeiro caso, o motivo foi a conclusão de que já não cabia mais à CSIRO, e sim à indústria, investir nas pesquisas do programa de materiais leves. Os investimentos das empresas também não estavam acontecendo conforme esperado.

O motivo das mudanças no *Energy Flagship* foi o fato de as pesquisas de petróleo e gás e de energias renováveis serem muito diferentes, não havendo qualquer trabalho conjunto ou interação entre as equipes. As avaliações mostraram que, se a proposta era transformar a geração de energia na Austrália, isto se daria pelas fontes renováveis, uma vez que as tecnologias para a utilização do carvão como energia trariam apenas inovações incrementais, as quais, apesar de serem importantes, não eram o foco das pesquisas dos *Flagship*s.

Em consonância com os indicadores, as equipes dos *Flagship*s ressaltaram que na avaliação dos projetos devem ser considerados tanto a qualidade da ciência produzida quanto o impacto comercial dos resultados das pesquisas ï em termos de valor adicionado para a indústria. Por isso, para a avaliação dos resultados alcançados são consideradas as metas financeiras que foram propostas para cada programa[90].

No *Food Futures Flagship*, em relação à avaliação externa, foi mostrado haver uma pessoa da consultoria que interage com os cientistas e com a indústria, para se chegar às projeções sobre quanto pode valer um projeto específico.

A direção deste programa também indicou ter desenvolvido, internamente, um instrumento para medir a probabilidade de sucesso dos projetos em desenvolvimento. Se, por exemplo, um projeto não tem a participação da indústria, há uma diminuição da probabilidade de sucesso deste e um ôavisoô de que é preciso pensar na direção a ser tomada em relação ao projeto. Além disso, foi apontada haver, periodicamente, uma revisão dos estudos de viabilidade econômica, uma reavaliação do mercado e da concorrência em torno da tecnologia.

[90] Por exemplo, o objetivo de longo prazo do *Food Futures Flagship* é adicionar, anualmente, 3 bilhões de dólares australianos para a indústria agroalimentar da Austrália.

n) Considerações

Entre os aprendizados que decorrem da experiência da CSIRO, para este trabalho, podem ser destacados:

- A adoção de um programa como instrumento para reestruturar uma organização inteira, do porte da CSIRO, levando tanto ao redirecionamento dos esforços de pesquisa como à melhor conexão dos trabalhos das equipes das diversas Divisões. Nesse contexto, ainda pode ser destacado o redirecionamento do orçamento já pertencente à instituição para a execução da estratégia ï além dos novos recursos aportados pelo Governo Australiano e pelas empresas.

- O planejamento das entregas dos *Flagship*s ï com projetos de curto, médio e longo prazos ï , possibilitando que, ao mesmo tempo que se tem projetos com impacto esperado a longo prazo, há resultados que podem ser experimentados pelas empresas e governos locais a curto prazo.

- A inclusão, no Programa, de metas relacionadas ao valor adicionado para a indústria.

- O sistema periódico de avaliação do desempenho dos *Flagship*s e a contratação de uma consultoria para validar as avaliações, o que possibilita maior imparcialidade nas análises e, ao mesmo tempo, pode diminuir as chances de fracasso do Programa a longo prazo.

- A ideia de uma vida útil para os *Flagship*s, ou seja, a proposta de diminuir os investimentos nas pesquisas à medida que se aproxima das fases de aplicação ou de aumento de escala (quando se espera que haja os investimentos das empresas).

- A importância do relacionamento próximo com os clientes ï seja pela venda de serviços, seja pela cooperação em projetos de P&D ï para que se possa propor pesquisas que sejam relevantes para eles.

- A importância do envolvimento das empresas nos projetos, devido ao seu conhecimento qualificado sobre o mercado e sobre os problemas técnicos a serem solucionados.

- Finalmente, a experiência do *Flagship Collaboration Fund* para a cooperação com as universidades nos temas de interesse do Programa. Alguns aspectos a ressaltar são: o direcionamento dos temas para solucionar problemas específicos dos *Flagship*s; o estabelecimento de entregas para o pagamento das pesquisas; o processo de seleção competitivo para a escolha das universidades; e o fato do programa possibilitar a separação dos projetos com as universidades e com as empresas, o que facilita a contratação e condução dos projetos.

8 A EXPERIÊNCIA DO KAIST NA COREIA DO SUL

Esta seção tem o objetivo principal de apresentar a experiência das equipes do *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST), na Coreia do Sul, na coordenação de dois grandes projetos de pesquisa e desenvolvimento: o *Mobile Harbour*e o *Online Electric Vehicle* (OLEV).

Estes projetos foram escolhidos pela Diretoria do KAIST para o investimento em pesquisas de grande desafio científico e tecnológico, que contribuíssem para dar destaque a esta universidade no cenário científico mundial, nas áreas relacionadas a estes estudos e, ao mesmo tempo, proporcionassem novos negócios para a economia sul-coreana, com vista ao mercado mundial.

O desenvolvimento econômico da Coreia do Sul apresenta algumas características bastante peculiares, como uma política de desenvolvimento econômico com forte atuação do governo, e a capacidade deste em coordenar essas ações ao longo de décadas. Estas características podem ser observadas nos casos analisados neste País.

Apesar de o KAIST não ser um instituto de pesquisa tecnológica, e sim uma universidade, esses dois casos podem trazer um importante aprendizado para este trabalho, a respeito da gestão de projetos de grande porte, que tenham o envolvimento de instituições de pesquisa e empresas.

Como os projetos ainda estão em andamento, não será possível uma análise completa dos seus efeitos para a universidade e para a economia sul-coreana.

No KAIST, foram entrevistados um coordenador de área de pesquisa e um pesquisador, ligados ao Projeto *Mobile Harbour*, e um coordenador de área de pesquisa do Projeto OLEV. Todos eles também exerciam a função de docente nesta universidade. Na *Korea Innovation Cluster Foundation*, entidade que administra a *Daedeok Innopolis* ï empreendimento imobiliário onde está instalado o KAIST ï participaram das entrevistas um analista de tecnologia e uma gerente de projetos, ambos vinculados ao ñCentro de Comercialização de Tecnologiasò

A primeira subseção contém uma breve apresentação da *Daedeok Innopolis* ï na região norte da cidade de *Daejeon*, a cerca de 150 km ao sul da capital do País ï onde está localizado o KAIST e muitos outros institutos públicos de pesquisa. Em seguida, são apresentados o KAIST e as experiências do *Mobile Harbour* e do OLEV.

8.1 *Daedeok Innopolis*

A infra-estrutura básica para o desenvolvimento da ciência e tecnologia na Coreia do Sul começou a ser estabelecida na década de 1960, com a criação do Ministério de Ciência e Tecnologia, do *Korea Institute of Science and Technology* (KIST) ï o primeiro instituto público de pesquisa do país ï , em 1966, e a publicação do *Technology Development Promotion Act*, em 1967.

Na década de 1970, adquiriram força as iniciativas do Governo Sul-Coreano para a promoção da indústria nacional, com foco em medidas para internalizar as tecnologias importadas. Datam desta época a criação do KAIST, em 1971, e da *Daedeok Innopolis*, denominada *Daedeok Science Town* até o ano de 2005.

A *Daedeok Innopolis* é um empreendimento imobiliário criado pelo Governo, em 1973, como estratégia de reunir instituições de pesquisa e empresas de tecnologia e assim gerar um ambiente propício ao desenvolvimento tecnológico e à inovação.

O plano do Governo era transferir os institutos públicos de pesquisa e as universidades para a região e, deste modo, atrair as empresas, favorecendo a criação de novos negócios. Durante as décadas de 1970 e 1980, foram construídas as instalações para a mudança dos institutos públicos de pesquisa para a *Daedeok Innopolis*, assim como fundados novos institutos de pesquisa no local. Em 1979, lá foi inaugurado um escritório de representação do Ministério de Ciência e Tecnologia.

Na década de 1990, ocorreram a transferência do KAIST e de algumas agências públicas de apoio às empresas para a *Daedeok Innopolis.* No final daquela década,

a infra-estrutura de pesquisa deste empreendimento estava instalada. Mas, apesar dos consideráveis investimentos e de importantes desenvolvimentos[91]dos institutos de pesquisa, até o início dos anos 2000 ainda havia poucas empresas na região[92].

No início da década de 2000, começaram a surgir as empresas de tecnologia de informação, criadas com o apoio de capital de risco, o que deu um novo incentivo ao desenvolvimento da *Daedeok Innopolis*. A partir de 2005, o Governo voltou a realizar consideráveis investimentos e novas ações para atrair as empresas para a região.

Os projetos *Mobile Harbour* e OLEV estão inseridos nesses novos investimentos do Governo. Além disso, a equipe da *Korea Innovation Cluster Foundation* mostrou que estão sendo propostas iniciativas para incentivar empresas e instituições de pesquisa a se instalarem na *Daedeok Innopolis*.

Entre as ações estão, por exemplo, o oferecimento de 200 mil dólares, para pagamento de funcionários, no primeiro ano de funcionamento dos laboratórios de P&D de empresas estrangeiras, que queiram se instalar na *Daedeok Innopolis.* Este subsídio é complementado pelo oferecimento de mil dólares, por empregado, para gastos com treinamento e pela concessão de incentivos fiscais. Em contrapartida, os institutos estrangeiros precisam desenvolver pesquisas em conjunto com os institutos sul-coreanos. Também foram indicadas ações para promover a comercialização das patentes geradas nos institutos de pesquisa instalados na *Daedeok Innopolis*[93].

A administração da *Daedeok Innopolis* apresenta que esta, atualmente, é formada por:

---

[91]São desta época desenvolvimentos como CDMA (*Code Division Multiple Access*), tecnologia utilizada para comunicação em telefonia celular e para rastreamento via satélite (GPS); o ñ*Super High Density* DRAMò(*Dynamic Random Access Memory*); a fibra ótica; o TDX-1; e o reator de nuclear HANARO.

[92]Kim (2007) apresenta como frustrada a estratégia do Governo Sul-Coreano, uma vez que a transferência dos institutos públicos de pesquisa para *Daejeon* não conseguiu atrair as empresas, como esperado.

[93] O ñCentro de Comercialização de Tecnologiasò, vinculado à *Korea Innovation Cluster Foundation*, assume a tarefa de encontrar interessados e de negociar com eles o licenciamento das patentes. Em troca, o detentor da propriedade intelectual cede para esta entidade o valor dos *royalties* dos dois primeiros anos de licenciamento das patentes.

- 18 institutos públicos de pesquisa[94].

- 38 institutos de pesquisa pertencentes a empresas ï entre eles, dois institutos da *Samsung*, dois da *SK* (nas áreas de química, petróleo e energia), quatro da *LG*, um da *Basf* e três da *Hanwha* (nas áreas aeroespacial, automotiva e de defesa).

- 75 empresas de ñnovas tecnologiasò ï as empresas de ñ*up-to-date technologies*ò, como são denominadas, são aquelas que possuem direitos de patentes nacionais e internacionais nas áreas de rápida mudança tecnológica ï tais como biotecnologia, nanotecnologia e as tecnologias de informação e comunicação ï e comercializam produtos associados a essas patentes. Esta denominação é dada às firmas pelo Governo Sul-Coreano.

- 21 empresas constituídas com capital de risco e listadas na KOSDAQ[95].

- 16 empresas de pesquisa.

- Nove empresas públicas, entre prestadoras de serviços e agências regulatórias[96].

- Sete universidades.

- Cinco agências governamentais[97].

---

[94]*Korean Basic Science Research Institute (KBSI), Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI), Korea Automatic Energy Research Institute (KAERI), Korea Aerospace Research Institute (KARI), Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control (KINAC), Korean Astronomy and Space Science Institute (KASI), Korea Institute of Energy Research (KIER), Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM), Korea Institute of Nuclear Safety (KINS), Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources (KIGAM), Korea Institute of Oriental Medicine (KIOM), Korea Institute of Toxicology (KIT), Korea Ocean Research & Development Institute (MOERI), Korean Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), Korean Research Institute of ChemicalTechnology (KRICT), Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS), National Fusion Research Institute (NFRI), National Institute for Mathematical Sciences (NIMS).*

[95] A KOSDAQ é uma bolsa de valores eletrônica, criada em 1996, para negociar ações de PMEs.

[96]*Korea Electric Power Research Institute, Korea Institute of Construction Materials, Korea Institute of Aerospace Technology, Korea Minting & Security Corporation, Korean Register of Shipping, Land Research Institute, Nuclear Engineering & Technology Institute, Korea Water Resource Corporation, Korea Railroad Corporation*.

[97]*Small & Medium Business Administration* (ligada ao Ministério de Comércio e Indústria)*; Korea Intellectual Property Office; Korea International Trade Association; Korean Trade-Investiment Promotion Agency; e Korea Technopark Association.*

A administração da *Daedeok Innopolis* ainda indicou haver 15 convênios, em andamento, com institutos de pesquisa e parques tecnológicos estrangeiros. Entre os objetivos destes acordos estão a cooperação em pesquisa tecnológica com institutos internacionais, o treinamento de recursos humanos, a troca de experiência em gestão de parques tecnológicos entre outros.

As empresas e instituições de pesquisa localizadas na *Daedeok Innopolis* atuam, principalmente, nas áreas de telecomunicações, nanofabricação, biotecnologia, água, energia hídrica e nuclear, fusão nuclear, *design*, tecnologias de medição, engenharia mecânica, células de combustível, aeronáutica, novos materiais, robótica, novas medicamentos e tecnologias ambientais[98].

8.2 *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST)

O KAIST é uma universidade pública, fundada em 1971, direcionada para a pós-graduação em ciências e engenharia. O propósito da sua criação era investir em ciência básica e inovação tecnológica que pudesse ter impacto relevante para a indústria nacional. No início, seus docentes e pesquisadores eram engenheiros e cientistas sul-coreanos que voltavam dos estudos noexterior, principalmente nos EUA.

Esta universidade é formada por sete faculdades ï *ñNatural Scienceò, ñLife Science & Bioengineeringò, ñEngineeringò, ñInformation Science & Engineeringò, ñCultural Scienceò, ñBusinessò, ñInnovationò* ï, oito institutos de pesquisa e cinco escolas afiliadas. Em 2009, havia no KAIST 842 docentes e 8.000 alunos, dos quais 3.452 estavam matriculados nos cursos de graduação e o restante distribuído, igualmente, entre os cursos de mestrado e doutorado.

As pesquisas no KAIST são desenvolvidas por um dos oito institutos de pesquisa ï denominados ñKIsò (*KAIST Institutes*). São eles: *ñKI for BioCenturyò, ñKI for Information Technology Convergenceò, ñKI for Design of Complex Systemsò, ñKI for*

[98]Há sete mil doutores empregados nas empresas e institutos de pesquisa da *Daedeok Innopolis*.

*Entertainment Engineering*ò, ñ*KI for the NanoCentury*ò, ñ*KI for Eco-Energy*ò, ñ*KI for Urban Space and Systems*òe ñ*KI for Optical Science and Technology*ò.

Desde meados da década de 2000, essa universidade tem realizado uma série de mudanças e investimentos, com a meta de se tornar uma das dez melhores universidades internacionais de ciências e engenharia nas áreas de energia, ambiente, água e sustentabilidade.

Entre as medidas adotadas pelo KAIST, estão as aulas ministradas em inglês, a cobrança de mensalidades para alunos com baixo desempenho (a universidade é pública), a avaliação dos professores por pares (o que levou à renovação de 25% do corpo docente), e a contratação de docentes estrangeiros. Além disso, o orçamento desta universidade quadruplicou, atingindo o valor de 421 milhões de dólares, em 2010, dos quais 167 milhões foram obtidos de empresas e de doações de cidadãos sul-coreanos.

O resultado dos esforços do KAIST pode ser avaliado por alguns estudos que comparam universidades de diferentes países. Segundo a pesquisa publicada pela agência *QS/The London Times*, o KAIST ocupava, em 2009, a 69ª posição na classificação geral das melhores universidadesdo mundo, progresso notável se considerado que, em 2005, esta universidade estava na 243ª posição. Pela mesma pesquisa, o KAIST foi classificado como a 21ª melhor universidade de engenharia e tecnologia de informação e a 39ª em ciências.

Esta universidade possui 2.694 patentes domésticas e 723 patentes internacionais. Em 2008, seus docentes publicaram 1.716 artigos internacionais em periódicos indexados pelo ISI, o que correspondia a 4 artigos científicos por docente naquele ano (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2011)

Junto aos investimentos e às reformas no ensino, iniciados em 2006, foi definida uma estratégia para as pesquisas desta universidade, que passou a focar as ciências e engenharias nas áreas de energia, ambiente, água e sustentabilidade. Ao mesmo tempo, foram selecionados os projetos *Mobile Harbour* e OLEV para desenvolver inovações relevantes para a indústria sul-coreana e posicionar o KAIST na comunidade científica e tecnológica internacional.

Nas subseções seguintes, são apresentadas as experiências dos projetos *Mobile Harbour* e OLEV, com ênfase nas mesmas questões formuladas para os projetos dos Institutos Fraunhofer, na Alemanha, e da CSIRO, na Austrália.

8.2.1 *Mobile Harbour*

O Projeto *Mobile Harbour* consiste, principalmente, no desenvolvimento de um sistema hidráulico capaz de carregar e descarregar navios em alto mar. A proposta é criar um porto móvel que vá até os navios. Entre as vantagens do sistema estão a redução do congestionamento nos portos ï e dos custos relacionados ao tempo de espera dos navios para carga e descargaï, a diminuição da necessidade de construção de novos portos e a possibilidade de uso de grandes embarcações em regiões de águas rasas[99]. Além disso, a proposta é que as tecnologias desenvolvidas diminuam o tempo de carga ou descarga, de 1 hora para 5 minutos.

A equipe do *Mobile Harbour* apresentou que o Projeto teve inicio em junho de 2009, com previsão de ser concluído em 2012. Nos dois primeiros anos do Projeto, o Governo Sul-Coreano investiu 28 milhões de dólares. Em 2010, empresas sul-coreanas investiram 2 milhões de dólares, aplicados no desenvolvimento das pesquisas no KAIST. Neste mesmo ano, duas empresas investiram cerca de 23 milhões de dólares para o detalhamento dos projetos de determinadas tecnologias e o desenvolvimento de alguns produtos.

O Projeto está dividido em cinco áreas temáticas: ñplataforma flutuanteò; ñsistema de carregamentoò; ñancoragemò; ñprojeção do sistema e transporte de containeresò; e ñinterface com o portoò. O KAIST é responsável pela coordenação e acompanhamento de todas as áreas ï constituídas por 52 projetos ï e pelo desenvolvimento das pesquisas nas áreas de ñplataforma flutuanteò (oito projetos), ñancoragemò (sete projetos) e ñsistema de carregamentoò (20 projetos). Os projetos

[99] A equipe do Projeto mostrou que o volume do transporte marítimo tem crescido a uma taxa de 8% ao ano, levando a indústria a aumentar o tamanho das embarcações. Isto, consequentemente, tem trazido a necessidade de novas infra-estruturas de portos.

vinculados às demais áreas são desenvolvidos pela Universidade Nacional de *Pusan* e pelo Instituto de Pesquisas em Engenharia Oceânica e Marítima (MOERI), ambas instituições sul-coreanas.

Tipo de conhecimento produzido e cooperação

A equipe do *Mobile Harbour* apontou que, como o objetivo do Projeto é o desenvolvimento de um sistema como um todo, são necessárias pesquisas em várias disciplinas das engenharias. Além disso, foi mostrado que o Projeto demanda a produção de ciência aplicada, de tecnologias e de alguns conhecimentos específicos em ciência básica, necessários para o desenvolvimento das tecnologias.

Como exemplo de produção de ciência básica foi citado o desenvolvimento de teorias de controle ï para auxiliar o desenvolvimento das tecnologias de controle dos guindastes ï e teoria de *design* axiomático. A produção de ciência básica é feita tanto por alguns departamentos do KAIST como por universidades parceiras.

Apesar de a maioria dos conhecimentos gerados no Projeto ser produzida pelos diferentes departamentos do KAIST, há colaborações importantes em pesquisa e desenvolvimento com as seguintes instituições sul-coreanas: Universidade de *Ulsan*, Universidade Nacional de *Pusan*, Universidade Nacional de *Seul*, Instituto de Máquinas e Materiais da Coreia (*Korea Institute of Machinery and Materials, KIMM*), Instituto de Pesquisas em Engenharia Oceânica e Marítima (*Maritime and Ocean Engineering Research Institute, MOERI*), Instituto Marítimo da Coreia (*Korea Maritime Institute, KMI)* e a Agência de Registro Marítimo da Coreia (*Korea Register of Shipping, KR*).

Algumas vezes, o KAIST recebe as propostas de pesquisa desses parceiros, mas,normalmente, esta universidade é que propõe às instituições os temas e os projetos de pesquisa a serem contratadoscom os recursos recebidos do Governo.

O KAIST é responsável pelo desenvolvimento dos projetos conceituais, dos projetos básicos e das principais tecnologias. As equipes desta universidade também realizam os estudos de viabilidade econômica que são utilizados para a apresentação das tecnologias e sua negociação com os parceiros. As universidades

e institutos parceiros contribuem com o desenvolvimento das pesquisas (básica e aplicada) e das tecnologias. As atividades das empresas no Projeto estão relacionadas a consultorias técnicas, ao detalhamento dos projetos das tecnologias, ao desenvolvimento dos produtos, à produção e ao *marketing.*

Há um trabalho conjunto com as empresas nas fases de especificação dos projetos ï o que demanda reuniões semanais entre as equipes do KAIST e das firmas. Por exemplo, as equipes do KAIST desenvolvem o conceito dos guindastes e da ancoragem e as empresas trabalham no detalhamento dos projetos e na construção dos protótipos destes equipamentose sistemas. Não há engenheiros ou colaboradores das empresas trabalhando dentro do KAIST.

Vale observar que os entrevistados indicaram haver um relacionamento significativamente mais próximo com as empresas que com outros parceiros científicos e tecnológicos, como as universidades.

A equipe do *Mobile Harbour* destacou as participações da *Hyundai WIA Corporation* e da *Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Company*, como principais empresas financiadoras do Projeto (ao menos até o momento da entrevista). A primeira, pertencente ao grupo *Hyundai*, investiu 6,25 milhões de dólares no desenvolvimento dos guindastes. A segunda empresa investiu 16,6 milhões de dólares no desenvolvimento do sistema *Mobile Harbour* como um todo. Os recursos das empresas não são aplicados nas pesquisas do KAIST, mas investidos nas etapas desenvolvidas pelas próprias companhias. A equipe do Projeto explicou que também há recursos do Governo para a construção dos protótipos. São investimentos que complementam os aportes das empresas.

Além dessas empresas, também foram indicadas a participação das seguintes firmas: *OSME, STX Offshore & Shipbuilding, Keumwon Engineering* e *KOMAC (Korea Maritime Consultants Co. Ltd.)*. Em alguns temas também há o envolvimento de órgãos públicos como, por exemplo, as agências portuárias.

Por fim, a equipe do Projeto apontou que a motivação para reunir governo, empresas e outras instituições de pesquisa foi criar a capacidade, financeira e tecnológica, para desenvolver o sistema *Mobile Harbour*. O Projeto não seria viável com um baixo investimento financeiro ou com as capacitações de algumas poucas

empresas. Isso levaria à produção de várias pesquisas, de pequeno porte, desarticuladas.

Gestão do Projeto

O *Mobile Harbour Center* foi criado, como parte da estrutura do KAIST, para a gestão do Projeto. A equipe deste Centro é formada por um diretor-geral e seiscoordenadores de áreas de pesquisa, que também são docentes nesta universidade. Estes coordenadores são responsáveis por acompanhar todas as pesquisas das equipes do KAIST e dos parceiros e de zelar para que o cronograma do Projeto seja cumprido.

Subordinados aos coordenadores de área estão os líderes dos projetos. No relacionamento com as empresas, por exemplo, este líderes tratam sobre os assuntos técnicos das pesquisas, enquanto os coordenadores de área discutem os assuntos comerciais relacionados aos projetos.

A equipe do *Mobile Harbour* mostrou que o número de pesquisadores diretamente envolvidos no Projeto varia conforme as pesquisas. No primeiro ano, havia 200 pessoas trabalhando nas pesquisas, entre as equipes do KAIST e dos parceiros. No KAIST, participam, atualmente, cerca de 15 docentes, 50 pesquisadores, em tempo integral, e estudantes de pós-graduação.

Todos os recursos do Projeto são repassados do Governo ao KAIST, responsável por contratar as pesquisas das universidades, dos institutos e das empresas. Na maioria das vezes, o KAIST negocia os projetos diretamente com as universidades ou com os institutos de pesquisa. Poucas vezes são abertas chamadas públicas para a contratação dessas entidades.

Segundo os pesquisadores entrevistados, no início, havia encontros semanais com os grupos das pesquisas, mas estes tornaram mais espaçados com a definição dos projetos. Ainda foi explicado que as reuniões para o acompanhamento dos projetos não reúnem todas as equipes. Estas são feitas separadamente, ou seja, as equipes ou as instituições participam somente das decisões e dos temas nos quais estão diretamente envolvidas.

Também as empresas não estão juntas nos mesmos projetos, isto é, elas desenvolvem diferentes componentes da tecnologia e não partilham o conhecimento produzido, a não ser que seja necessário.

Principais contribuições dos parceiros no Projeto

Os pesquisadores entrevistados apontaram que a maior contribuição das empresas no Projeto é a construção final dos produtos. Já o apoio das universidades dá-se pelo trabalho em alguns temas específicos de pesquisa, uma vez que as atividades do Projeto estão bem concentradas no KAIST. Por fim, foi apontado que as tarefas mais importantes do KAIST no *Mobile Harbour* são propor o conceito do Projeto, desenvolver as tecnologias e combiná-las para formar o sistema.

Resultados das pesquisas e características da inovação produzida

A equipe do *Mobile Harbour* apresentou que o resultado esperado do Projeto é um conjunto de produtos prontos para serem fabricados pela indústria. As principais tecnologias desenvolvidas são novas para o mercado mundial, com a possibilidade de promover os negócios da indústria naval sul-coreana. Neste aspecto, esta equipe enfatizou o fato de as novas tecnologias diminuírem o tempo de carregamento e descarregamento de um navio, de uma hora, para cinco minutos. Também foi apontado que as tecnologias desenvolvidas são específicas para o setor naval, sem a possibilidade aparente de aplicação em outros setores.

Os pesquisadores esclareceram também que o intuito é oferecer produtos para diferentes mercados, isto é, para atender a diferentes volumes de carga e necessidades de deslocamento. O Projeto prevê entregas de produtos a curto prazo (associados a projetos denominados do ñTipo Aò) e a longo prazo (projetos do ñTipo Bò).

O exemplo dado de entrega a curto prazo foi o ñMH A1-250ò. As principais tecnologias que compõem este produto são um sistema de encaixe (uma espécie de

braço-robô), que fixa o *Mobile Harbour* ao navio porta-container, e um sistema de estabilização para carga e descarga em condições de mar aberto.

A primeira demonstração pública desta tecnologia ocorreu em dezembro de 2009, em um tanque de provas no KAIST, com um protótipo em escala de 1/25. Em junho de 2011, foi realizada uma demonstração, em mar aberto, do sistema de acoplamento (braço-robô), em escala real, e dos sistemas de encaixe automático e de estabilização para carga e descarga, em escala de 1/3. O produto deve ser lançado até o final de 2012.

Ainda foi explicado que o ñMH A1-250ò é adequado para o transporte de pequenos volumes de cargas e para pequenas distâncias. O lançamento deste produto também terá a convencer a indústria sobre o conceito das tecnologias do *Mobile Harbour*.

Entre os produtos do ñTipo Aò, os pesquisadores também citaram o ñMH A1-700/1200ò, cujas tecnologias são projetadas para servir a embarcações de grande porte e para transporte de média e longa distâncias.

Já em relação aos produtos do ñTipo Bò ï relacionados a projetos de mais longa duração ï foi explicado que estes devem apresentar, separadamente, os sub-sistemas de carga/descarga e o de transferência. A linha de produtos do ñTipo Bò está sendo desenhada para atingir altas estabilidade e eficiência operacional para servir portos com grandes volumes de containeres.

A equipe do KAIST aponta que já foram concedidas duas patentes para as tecnologias do *Mobile Harbour*e que há pedidos de outras 49 patentes.

<u>Competências gerenciais e tecnológicas desenvolvidas para o Projeto</u>

A equipe do KAIST explicou que esta universidade não tinha um grupo de pessoas com experiência em gerenciar uma iniciativa do porte do *Mobile Harbour*, ainda mais se considerada a meta de desenvolver um produto comercial ï e não relatórios de pesquisa ou protótipos em escala reduzida. Por isso, a gestão do Projeto foi uma experiência importante para os pesquisadores desta universidade. Os

coordenadores das áreas de pesquisa precisavam acompanhar os trabalhos das equipes do KAIST e dos parceiros tecnológicos, os desenvolvimentos dos componentes pelas empresas e ainda tomar providências em relação aos procedimentos junto aos órgãos regulatórios. Foram criados um Centro (*Mobile Harbour Center*), para a gestão do Projeto, e uma empresa, para facilitar a comercialização das tecnologias produzidas.

Além disso, foi indicada a produção de relevantes conhecimentos científicos e tecnológicos durante o desenvolvimento do Projeto. Foi explicado que, a partir da base de conhecimento já existente no KAIST, foi possível desenvolver conceitos completamente novos.

Pontos críticos, fracos e fortes

Os pesquisadores apontaram que, até o atual estágio de desenvolvimento do Projeto, os pontos críticos para o sucesso deste foram, principalmente:

- conseguir cumprir os prazos de entrega dos produtos, devido ao fato de que os atrasos na apresentação dos resultados desestimulam a participação das empresas no Projeto;
- aumentar a confiança das empresas construtoras de navios a respeito da segurança das tecnologias, uma vez que estas, por serem completamente novas, podem causar desconfiança nos fabricantes. Neste sentido, foi apontado que têm sido buscados os certificados das instituições públicas como o *KR* (*Korea Register of Shipping*).
- apresentar a viabilidade econômica das tecnologias. Isto tem sido feito por meio de apresentação de estudos e longas discussões com as empresas.

A equipe do KAIST ainda apontou que pode ser aprimorado o relacionamento desta universidade com as empresas, de modo a haver mais pesquisas conjuntas entre estas entidades. Também foi sugerida a criação de mecanismos para facilitar a participação de pequenas e médias empresas nos projetos com esta universidade, uma vez que algumas tecnologias poderiam ser fabricadas por estas firmas.

8.2.2 OLEV ï *Online Electric Vehicle*

O Projeto OLEV tem a proposta de desenvolver veículos elétricos que sejam recarregáveis em interação com a pista, enquanto estejam em movimento. Estes veículos também devem ser munidos de uma pequena bateria, para dar-lhes autonomia nas estradas que não possuem o sistema. O OLEV é a proposta do KAIST para solucionar as dificuldades encontradas nos veículos elétricos, tais como a curta duração das baterias e o tempo gasto para recarregá-las, além do peso destas e dos custos.

Os principais desafios do Projeto são o desenvolvimento da tecnologia para a transmissão da energia, da pista para o carro, sem a utilização de cabos ï denominada ñ*wireless power transmition*ò ï , assim como a aplicação desta tecnologia em uma escala de demonstração.

O OLEV foi lançado pelo KAIST em 2009. Em 2010, ocorreram o desenvolvimento dos primeiros protótipos. Estes estão sendo aprimorados para o uso comercial. O desenvolvimento das principais tecnologias do Projeto deve acontecer até o final de 2012 e sua comercialização deve ocorrer a partir de 2013.

O pesquisador entrevistado, coordenador de uma das áreas de pesquisa, explica o surgimento do Projeto. A diretoria do KAIST procurava selecionar uma proposta que significasse elevado desafio científico e tecnológico para a universidade, fosse capaz de gerar inovação relevante para o mercado mundial e tivesse potencial de alto retorno econômico para a indústria sul-coreana. Também deveria ser um projeto que envolvesse o desenvolvimento de um amplo sistema, e não de apenas uma única tecnologia, e compreendesse pesquisas de vários departamentos desta universidade.

Ocorreram reuniões entre os docentes de vários departamentos do KAIST ï da física nuclear, da eletrônica, das engenharias mecânica e elétrica entre outros ï para a proposição de ideias. Estes pesquisadores fizeram a proposta à diretoria do KAIST, com algumas demonstrações do conceito e de como a tecnologia poderia funcionar.

O novo sistema, ao viabilizar a comercialização dos veículos elétricos, deve contribuir para a redução das importações de petróleo da Coreia do Sul, a diminuição das emissões de CO2 e promover o crescimento dos setores industriais de geração de energia, de eletrônica, de construção civil e automotivo.

O pesquisador entrevistado mostrou que, até agosto de 2011, o Governo Sul-Coreano havia investido 37,5 milhões de dólares no Projeto. Entretanto, documentos do KAIST apontam que o valor total de investimento em P&D é de 650 milhões de dólares, sendo 250 milhões oriundos do Governo (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2009). O fato é que a implantação da tecnologia exige investimentos em infra-estrutura e planejamento urbano. No mesmo documento, por exemplo, é mostrado que estão previstos 207 milhões de dólares para asfaltar 77 mil km de estrada com o novo sistema ï o que representa 30% das estradas da Coreia. O pesquisador citou que para a instalação do sistema, em uma extensão de 375m, no *Seoul Grand Park* e a modificação de um veículo estavam sendo gastos um milhão de dólares.

O Projeto OLEV está dividido em quatro áreas de pesquisa: ñeletrônicaò, ñveículosò, ñplataformas e gestão do sistemaò e ñtestes e segurançaò. O pesquisador entrevistado é coordenador da área de ñveículosò.

<u>Tipo de conhecimento produzido e cooperação</u>

O coordenador da área de ñveículosò destacou o caráter multidisciplinar das pesquisas do Projeto e explicou que estas demandam a produção de diversos tipos de conhecimentos de ciência básica e aplicada e, especialmente, conhecimentos das engenharias elétrica, mecânica, industrial e eletrônica.

Devido à amplitude dos conhecimentos necessários para o desenvolvimento do sistema OLEV, as atividades de pesquisa são divididas entre os departamentos do KAIST e outras universidades e institutos de pesquisa ï apesar de a maioria das pesquisas ser desenvolvida pelos departamentos desta universidade.

Os principais institutos que participam do Projeto são: ñ*Korea Automotive Technology Institute*ò (KATECH), o ñ*Korea Electrotechnology Research Institute*ò

(KERI), o ñKorea Electronics Technology Instituteò (KETI), o ñHyundai Calibration & Certification Technologiesò, o ñResearch Institute of Industrial Science and Technologyò (RIST), o ñKorea Apparel Testing & Research Instituteò (KATRI), o ñKorea Institute of Radiological & Medical Sciencesò e o ñKorea Electric Power Research Instituteò (KEPRI).

As universidades participantes do Projeto OLEV, além do KAIST, são as sul-coreanas: ñ*Seoul National University*ò, ñ*Hoseo University*ò, ñ*Hanyang University*ò, ñ*Dankook University*ò e ñ*University of Ulsan*ò.

O trabalho com as universidades para o Projeto ocorre de forma mais independente, isto é, o contato com as equipes do KAIST não é tão próximo como acontece com as empresas ou com os órgãos regulatórios. Geralmente, as universidades demandam as informações das equipes do KAIST e, após definido o escopo das pesquisas, realizam encontros mais espaçados.

A interface com determinados institutos de pesquisa e com as agências regulatórias deve-se à necessidade de realizar testes e validar as tecnologias. Neste sentido, foi explicado que o Projeto demanda uma série de ensaios e testes, e precisa atender a uma variedade de especificações de produto e de processo, que não são necessários em um projeto comum de pesquisa. Mas são obrigatórios para a comercialização das tecnologias. Como exemplo, foram citados os testes de segurança e os certificados emitidos pelo Instituto de Pesquisa e Testes Automotivos da Coreia (KATRI), que participa do Projeto.

Como ainda não havia procedimentos para certificar várias tecnologias que estão sendo desenvolvidas no Projeto, foi criado um comitê, por iniciativa do KAIST, para a definição das medidas de segurança para as novas tecnologias. As instituições que formaram este comitê foram o Instituto de Pesquisas em Segurança Elétrica (ESRI), a Empresa de Segurança Elétrica da Coreia (KESC) e a Empresa de Energia Elétrica da Coreia (KEPCO).

Este comitê definiu os testes e o que era preciso para garantir a segurança das novas tecnologias. Seus membros se reuniam quinzenalmente para a entrega dos trabalhos em seis meses. Várias vezes, os pesquisadores do KAIST eram chamados a participar das reuniões, para apresentar informações sobre as tecnologias.

O envolvimento dos órgãos de governo ocorre pela necessidade de elaboração das leis e regulamentações para permitir o uso comercial das tecnologias do OLEV. Os governos locais também participam por meio do planejamento das cidades e da construção da infra-estrutura para possibilitar o uso da tecnologia.

O representante do OLEV apontou a participação, até o momento, de 24 empresas no Projeto, envolvidas, principalmente, com a produção dos componentes do veículo elétrico. As empresas não participaram do conceito do Projeto, ou das tecnologias, mas passaram a contribuir a partir das primeiras demonstrações feitas pelas equipes do KAIST.

Também foi indicado que alguns pesquisadores do KAIST trabalham, temporariamente, nas empresas, durante o desenvolvimento de determinados componentes. Por outro lado, não há funcionários das empresas trabalhando no Projeto dentro dos laboratórios do KAIST.

Foi investido o valor de cinco milhões de dólares nas empresas ï recursos do Governo para o Projeto ï para o desenvolvimento dos componentes do sistema OLEV. Para participar do desenvolvimento de um componente, a empresa devia investir 30% do valor aplicado pelo KAIST[100].

Foi explicado que há empresas concorrentes participando do Projeto OLEV, apesar de não participarem dos mesmos projetos. O motivo é que, para conseguir preços melhores dos componentes, foi adotado o procedimento de obter cotações de mais de uma empresa. O resultado é que as empresas estão trabalhando em distintos componentes do novo sistema.

Algumas empresas participantes do Projeto OLEV são: *Korea Electric Power Corporation (KEPCO), SK Energy, Hyunday Heavy Industries, CT&T, DND, Mando Corporation, Nextech, Green Power, Korea Expressway Corporation, LS Cable, Hankuk Fiber, Roam e Forhuman.*

As grandes empresas, como a *Hyundai Heavy Industry,* a *Daewoo Bus Corporation* e a *SK Energy,* trabalham no desenvolvimento dos motores, dos veículos e das

[100] Inicialmente, o pesquisador entrevistado indicou que toda a propriedade intelectual do Projeto OLEV pertencia ao KAIST. Em seguida, comentou que não saberia dar informações precisas sobre o assunto.

baterias. As PMEs desenvolvem determinados componentes dos veículos elétricos. A KEPCO ï a Empresa de Energia Elétrica da Coreia ï deve construir a infra-estrutura de distribuição de energia, assim como desenvolver novos materiais de eletricidade e os sistemas de cobrança para o novo sistema.

A equipe do KAIST que trabalha no Projeto é de 60 a 90 pesquisadores, com dedicação em tempo integral, além de alguns professores e pesquisadores que cooperam esporadicamente. Cerca de 75 funcionários das empresas participam do Projeto, em tempo parcial.

Gestão do Projeto

A estrutura de gestão do Projeto OLEV é formada por um diretor geral e quatro coordenadores de área de pesquisa que respondem a ele. As áreas de pesquisa são ñeletrônicaò, ñveículosò, ñplataformas e gestão do sistemaò e ñtestes e segurançaò. Todos os projetos estão ligados a uma destas quatro áreas.

Vinculado ao diretor geral do Projeto também está o escritório de desenvolvimento de negócios. O grupo de desenvolvimento de negócios realiza atividades de planejamento, relações públicas, gestão e outros assuntos administrativosdo Projeto.

Esta estrutura está subordinada a um Comitê Executivo formado pelo presidente e diretores do KAIST. Determinados assuntos estratégicos e financeiros relacionados ao Projeto cabem a este Comitê.

O KAIST, como instituição coordenadora do Projeto, é responsável, perante o Governo Sul-Coreano, pelo emprego dos recursos e pelo cumprimento das metas tecnológicas do OLEV. Todos os recursos do Governo para o Projeto são repassados para esta universidade, quecontrata as competências necessárias para o Projeto.

Os recursos do Governo são provenientes de diferentes órgãos: do Ministério de Educação, Ciência e Tecnologia (MEST); do Ministério da Economia do Conhecimento (MKE); do Ministério dos Assuntos Agrários, Marítimos e de

Transportes (MLTM); do Ministério das Finanças; e do Congresso. Com cada um destes órgãos ocorreram negociações e contratos específicos.

O processo decisório do Projeto OLEV é interno ao KAIST, não havendo a participação de empresas ou outras universidades.

Na maioria das vezes, as equipes do OLEV procuram, diretamente, alguns laboratórios das universidades que possam desenvolver a pesquisa, apresentam o trabalho de que estejam precisando e escolhem a proposta que se adéqua melhor às suas necessidades. Poucas vezes, a equipe do Projeto propõe os temas às universidades na forma de chamadas públicas.

As informações sobre o Projeto OLEV não são partilhadas com todos os participantes, isto é, a comunicação com as outras universidades, institutos e empresas é feita somente em relação aos assuntos específicos nos quais estes estejam diretamente envolvidos.

Para participar do Projeto, as universidades e os institutos, geralmente, assinam termos de sigilo e confidencialidade. Por isso, não há troca de informação entre estas instituições, a não ser que estejam trabalhando juntas em um projeto. Também as empresas somente compartilham informações quando necessário aos desenvolvimentos de projeto nos quais estejam trabalhando.

Principais contribuições dos parceiros no Projeto

Foi apontado que, até o momento, as principais contribuições das empresas foram a fabricação e a integração dos componentes para a produção dos protótipos (de ônibus e de carro de passeio). Foi esclarecido que o KAIST coordenou os trabalhos e os encontros entre os vários fornecedores, e que uma das empresas fez a montagem dos veículos.

As universidades e institutos contribuíram com o desenvolvimento de pesquisas específicas, a pedido do KAIST. O trabalho de alguns institutos e agências reguladoras tem sido muito importante para a realização dos testes e obtenção dos certificados necessários para a comercialização das tecnologias do OLEV.

Quanto à contribuição das equipes do KAIST, foram destacados o desenvolvimento das pesquisas e a capacidade de integração do sistema.

Resultados das pesquisas e características da inovação produzida

O representante do OLEV apresentou que o resultado esperado do Projeto é um produto pronto para ser comercializado. Além disso, as tecnologias desenvolvidas foram classificadas como novas para o mundo, uma vez que, apesar de as tecnologias dos veículos elétricos já existirem, grupos de pesquisa de vários países ainda procuram soluções para carregar as baterias destes veículos.

Também foi apontado que as tecnologias desenvolvidas no Projeto OLEV podem ser aplicadas em diversos outros setores. Por exemplo, o novo modo de transmissão de energia pode eliminar todos os cabos de eletrodomésticos e computadores, pode ser usado para recarregar a bateria de celulares e para o carregamento contínuo das baterias de robôs. No caso dos robôs, a nova tecnologia pode permitir a locomoção e rotação que antes eram limitadas por fios. Mesmo no setor de transporte, essas tecnologias podem ser usadas para os trens de alta velocidade.

As primeiras versões comerciais do OLEV devem chegar ao mercado no final de 2013. Até lá, deve haver demonstrações da tecnologia. Um dos ônibus que circula pelo *campus* do KAIST adota a tecnologia OLEV.

Em 2010, o sistema começou a ser implantado, para testes, em algumas cidades da Coreia do Sul, como em Seul e na província de Jeju. O acordo com os governos destas duas localidades é que os testes e as demonstrações durem por 10 anos[101]. Em 2011, novos acordos preveem a implantação do sistema OLEV nas cidades sul-coreanas de Daejeon, Sejong e Dogtan.

A equipe do OLEV também está negociando a implantação da tecnologia, para demonstração, em um aeroporto em Boston, nos EUA.

O representante do OLEV explicou que podem ser precisos duas décadas para que a tecnologia seja implantada em todo o pais, devido à necessidade de planejamento

[101] O Governo Sul-Coreano investiu 25 milhões de dólares para a implantação do sistema em Seul.

urbano.

Estudos realizados pela equipe do OLEV apontam que o preço previsto para os carros com tecnologia OLEV, em 2016, é de 18 mil dólares[102]. O mesmo documento também estima o gasto anual com energia, para um carro OLEV, de quatro mil dólares, considerando um deslocamento de 13.286 km (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2009).

Competências gerenciais e tecnológicas desenvolvidas para o Projeto

Como competências gerenciais desenvolvidas ao longo do Projeto, o representante do OLEV ressaltou a capacidade de lidar, ao mesmo tempo, com vários aspectos concernentes ao desenvolvimento de um projeto de grande porte. Entre estes estão o acompanhamento das equipes de pesquisa ï tanto do KAIST como dos parceiros ï , a supervisão do trabalho das empresas, a interface com os órgãos regulatórios, a negociação com os financiadores entre outros.

Também foi indicada a criação de uma empresa, a *Online Electric Vehicles Ltd*., para facilitar a comercialização da tecnologia.

A respeito das competências tecnológicas, assim como no Projeto *Mobile Harbour*, foi apontado que, no OLEV, foram desenvolvidos conhecimentos completamente novos a partir de uma capacidade tecnológica já existente. A liderança do KAIST neste projeto também permitirá que esta universidade proponha o padrão internacional relativo a esta tecnologia.

Pontos críticos, fracos e fortes

O representante do OLEV explicou que o sucesso do Projeto pressupõe, de um lado, o desenvolvimento tecnológico bem sucedido, e de outro, a comercialização bem sucedida da tecnologia. Ele apontou que o primeiro aspecto já está bem encaminhado e que, por isso, os fatores críticos para o sucesso do Projeto, nesta

[102]A taxa de conversão considerada foi de 1 dólar para 1.146,00 wons.

etapa em que este se encontra, estão relacionados, principalmente, à definição das melhores estratégias para a comercialização da tecnologia[103].

Entre as dificuldades para o desenvolvimento do Projeto foram indicadas os desafios referentes ao trabalho em equipe.

A respeito dos aprendizados a longo do Projeto, foi apontada necessidade de se dar atenção aos aspectos regulatórios desde início das pesquisas. Devido ao descuido em relação a este aspecto, a equipe precisou refazer vários trabalhos, uma vez que os resultados não atendiam às normas. O entrevistado observou que essa era a diferença entre pesquisas cujos resultados esperados fossem relatórios sobre um desenvolvimento científico e tecnológico e aquelas cujos resultados fossem um produto comercial.

Entre os pontos que têm sido importantes para o desenvolvimento tecnológico do Projeto foram indicados:

- A liderança da diretoria do KAIST e a proximidade com o Governo. Foi apontado que há encontros periódicos entre estas duas entidades para tratar de assuntos do Projeto.

- A amplitude da capacidade de pesquisa do KAIST, fazendo com que muitas dúvidas possam ser solucionadas internamente, o que favorece o progresso das pesquisas.

- Os recursos financeiros investidos pelo Governo.

- A ñinfra-estrutura socialò existente na Coreia do Sul, isto é, a presença de laboratórios e empresas capazes de realizar testes, desenvolver componentes, montar os sistemasrelacionados à tecnologia etc.

[103]As entrevistas para a pesquisa de campo ocorreram em abril de 2011. Em outubro de 2011, por meio de acesso à *internet*, foi constatado que a tecnologia OLEV foi licenciada por uma empresa *start-up*, com sede na Califórnia, EUA, que oferece ônibus com o sistema OLEV para sistemas de transporte em circuito fechado, como é o caso dos aeroportos.

8.3 Considerações

Valem três principais considerações a respeito do desenvolvimento dos Projetos *Mobile Harbour* e OLEV pelas equipes do KAIST.

A primeira é que esta universidade não tinha uma equipe de gestão que fosse capaz de gerenciar empreendimentos desse porte, ainda mais se consideradas as metas dos projetos, de desenvolver produtos comerciais, e não relatórios de pesquisa ou protótipos de tamanho reduzido. Foram criados centros específicos para gerir os projetos e empresas para facilitar a comercialização das tecnologias.

Além disso, as equipes do *Mobile Harbour* e OLEV tiveram que aprender a administrar, além das pesquisas dos grupos do KAIST, os trabalhos das demais instituições de pesquisa, das empresas e agências de governo. Os assuntos deixaram de ser somente os científicos e tecnológicos, e precisaram envolver as diversas questões que poderiam impedir o sucesso da adoção da tecnologia, como a adequação às normas, a viabilidade econômica etc.

Durante as entrevistas, foi indicado que o aprendizado que derivou da organização e gestão do *Mobile Harbour* contribuiu para a estruturação do OLEV, projeto maior que o primeiro em relação aos recursos humanos e financeiros. O fato é que, mesmo sendo experiências novas para esta universidade, as equipes destes projetos têm conseguido desenvolver uma considerável capacidade de gestão e têm atingido as metas no período planejado.

Outra observação é a característica mais centralizadora do KAIST nas decisões relativas aos projetos (em comparação às experiências dos Institutos Fraunhofer e da CSIRO). Como indicador deste aspecto pode ser apontado o fato de não haver encontros para a discussão dos projetos com todos os parceiros ï cada entidade participa apenas das discussões relacionadas às tecnologias as quais estão ajudando a desenvolver. Nos processos decisórios também somente tomam parte as equipes do KAIST, sem envolvimento de outras entidades. Outro ponto é a contratação direta das empresas ou das instituições de pesquisa pelo KAIST, em

comparação aos processos públicos de seleção que são comuns, por exemplo, nas iniciativas da CSIRO.

A terceira observação, que também foi indicada pelo representante do OLEV, mas também é aplicável ao *Mobile Harbour*, é o fato de estes projetos poderem contar com a diversidade das competências existentes nas instituições de pesquisa e nas empresas sul-coreanas, o que facilita o desenvolvimento destas tecnologias no País e permite que estas cheguem à fase de comercialização.

9 LIÇÕES DAS EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

Os estudos selecionados por este trabalho enfatizam o papel do avanço técnico como o principal motor do crescimento econômico. Estes estudos também consideram a ação de um extenso conjunto de instituições sobre os processos de avanço técnico e econômico, ou seja, sustentam que é por meio destas instituições, públicas e privadas, com ou sem fins lucrativos, e pela interação entre elas, que as tecnologias e as economias avançam (NELSON, 2006; METCALFE, 1994; SCHUMPETER, 1942).

A literatura também apresenta que as tecnologias e indústrias que lideraram o crescimento econômico em diferentes épocas necessitaram de um conjunto de instituições específicas, indicando a interdependência no desenvolvimento das tecnologias e das instituições. Assim, os arranjos institucionais diferem quanto à sua adequação ao desenvolvimento de determinados tipos de tecnologias e indústrias. Estes estudos apontam ainda que as nações líderes nas distintas épocas foram aquelas que conseguiram construir as instituições apropriadas para o desenvolvimento das tecnologias e dos setores relevantes para o seu tempo (NELSON, 2008).

Deste modo, por ser o conjunto das instituições que irão definir as oportunidades tecnológicas dos seus países, torna-se importante entender a natureza das instituições, seus mecanismos de incentivo, os modos por meio dos quais cooperam, entre outros fatores (METCALFE, 1994).

Cabe ainda realçar dois conjuntos de temas apresentados na literatura: de um lado, a capacidade de inovar antes que os concorrentes, como importante fonte de lucro para as firmas e, de outro, o fato de o avanço da técnica demandar, cada vez mais, conhecimentos científicos e multidisciplinares.

Em relação ao primeiro assunto, Cohen, Nelson e Walsh (2002), em pesquisa envolvendo 1.200 laboratórios de P&D de empresas norte-americanas, destacam o pioneirismo como o principal meio pelo qual as empresas obtêm retorno dos investimentos em inovação. Estes autores apresentam que, apesar de haver

diferenças entre os setores industriais, a maioria das empresas indicou este fator como o mais importante, seguido dos segredos industriais. As patentes vinham em terceiro lugar, sendo classificadas como mais relevantes apenas para alguns setores específicos.

Em seguida, a pesquisa realizada por Cohen, Nelson e Walsh (2002) também expõe que para obter lucro do pioneirismo em inovar, as empresas precisam ser capazes de associar, eficientemente, ou melhor, antes dos seus concorrentes, os investimentos em P&D à produção e comercialização dos produtos. Como consequência destes estudos, estes autores indicam que parte das atividades de P&D precisa ocorrer dentro das empresas, para facilitar as coordenações necessárias entre estas atividades.

Nesta direção, Nelson (2006) mostra que, primeiro, os investimentos na P&D que está relacionada à base do conhecimento das empresas ï como a P&D dos produtos e processos mais relevantes para as companhias ï são destinados aos departamentos de pesquisa das próprias firmas. Segundo, o autor aponta que as empresas buscam fora dos seus limites formais: ou os conhecimentos para as atividades rotineiras e de importância considerada secundária, ou os conhecimentos relacionados a novas tecnologias, sobre as quais elas possuem pouco conhecimento especializado.

O segundo conjunto de temas encontrados na literatura que se deseja destacar refere-se, de um lado, ao fato de o avanço da técnica demandar, cada vez mais, conhecimentos científicos e multidisciplinares. De outro, as implicações de que ciência e tecnologia co-evoluem (METCALFE, 2003; COHEN; NELSON; WALSH, 2002).

Na medida em que o avanço da concorrência e o aumento da renda levam as empresas a buscarem produtos com tecnologias mais sofisticadas, o desenvolvimento destas tecnologias passam a depender, cada vez mais, de conhecimentos científicos e multidisciplinares.

Por outro lado, também cabe lembrar a proposição, destacada por alguns autores, de que o processo de inovação é essencialmente recursivo, isto é, ciência e tecnologia co-evoluem: tanto as descobertas científicas contribuem para o

desenvolvimento tecnológico, como os avanços das tecnologias apresentam novos desafios às ciências. Estas relações são importantes para compreender várias áreas tecnológicas modernas, caracterizadas por relações complexas entre ciência e tecnologia (NELSON, 2006; NELSON, 1990; KLINE e ROSENBERG, 1990; GIBBONS e JOHNSTON, 1974).

Os dois conjuntos de temas apresentados acima apontam para: primeiro, a necessidade de as empresas produzirem inovações mais rápido que seus concorrentes; segundo, a necessidade das empresas investirem em capacitações internas de P&D e; terceiro, a dificuldade das firmas inovarem somente com suas capacidades internas.

Dos assuntos apresentados decorre que, ao mesmo tempo que é imperativo que as empresas invistam em capacitações internas próprias, é necessário que elas tenham acesso a uma base relevante de conhecimentos complementares aos seus. Estes dois fatores juntos darão às empresas a agilidade em inovar e a capacidade de desenvolver inovações sofisticadas.

Em relação às capacitações internas das firmas em P&D, em parte são elas que permitirão às empresas serem mais ágeis que seus concorrentes em proporem novos produtos para o mercado. Além disso, são as competências incorporadas pelas empresas que farão com que elas sejam capazes de reconhecer e assimilar a produção científica e tecnológica desenvolvida pela infraestrutura pública.

Neste sentido, pode-se afirmar, sem receios, que não há infraestrutura pública de C&T que seja capaz de fomentar a inovação em ambientes em que as empresas não desenvolvem seus próprios esforços. Nestas situações, as políticas de desenvolvimento tecnológico tornam-se inócuas para a inovação e o desenvolvimento econômico.

Por outro lado, tem se a necessidade de as empresas poderem contar com uma infraestrutura de C&T adequada, tanto para adquirir novos conhecimentos, fora da sua base atual de conhecimento, como para lhes dar suporte nas tecnologias em desenvolvimento.

O fato que se apresenta é que, se as empresas procuram a infraestrutura pública de C&T para atividades rotineiras ou para adquirirem conhecimentos completamente novos, que poderão vir a lhes servir no futuro, conforme apresentado por Nelson (2006), disto decorre que a atuação destas entidades em relação às empresas está relacionada, de um lado, a oferecer atividades de P&D associadas a algumas inovações incrementais, assim como serviços tais como a realização de testes, calibrações, serviços metrológicos, entre outros. De outro lado, a infraestrutura pública pode fornecer às empresas os novos conhecimentos relacionados a inovações disruptivas, geralmente associados a P&D de elevado risco e altos investimentos.

Em vista dos temas apresentados até aqui, pode-se depreender que torna-se relevante entender a atuação das instituições que compõem os sistemas de inovação, nos quais as firmas estão inseridas. Além disso, cabe investigar, entre estas entidades, os institutos públicos de pesquisa tecnológica (IPPs), tema escolhido por este trabalho, uma vez que foram criados com a missão de auxiliar o desenvolvimento da indústria nos seus países.

A respeito dos IPPs, a história mostra como o surgimento destes esteve interligado aos processos de industrialização das economias em que estão inseridos. É possível constatar que, ao longo do século XX, o apoio dos IPPs para o desenvolvimento da indústria ocorreu em duas principais direções: para a solução de problemas tecnológicos apresentados pelas empresas, assim como, várias vezes, atuavam como indutores do desenvolvimento tecnológico, sendo utilizados como instrumentos dos governos para desenvolver a indústria nacional.

Deste modo, este trabalho se propôs a investigar como os IPPs têm se organizado e quais têm sido suas ações recentes que contribuem com os processos de inovação nas empresas e com o desenvolvimento tecnológico dos seus países. Nesta direção, a pesquisa de campo nas três instituições selecionadas teve o intuito de se obter uma compreensão mais aprofundada das experiências destas instituições.

As lições extraídas das ações recentes dos Institutos Fraunhofer, na Alemanha, da CSIRO, na Austrália, e do KAIST, na Coreia do Sul, concernentes à organização de

programas de fomento à inovação tecnológica, com a participação de empresas e universidades, são abordadas na seção 9.2.

Além disso, para uma melhor análise dos casos, na seção 9.1 são apresentados alguns indicadores relativos aos sistemas de inovação nos quais estas instituições estão inseridas, assim como são retomados alguns aspectos destas entidades.

9.1 Características dos Sistemas Nacionais de Inovação e dos IPPs participantes da pesquisa de campo.

Os indicadores apresentados nesta subseção têm o intuito de caracterizar o ambiente relativo à inovação, nos quais os IPPs estão inseridos.

Em primeiro lugar, vale identificar os esforços de P&D da Alemanha, Austrália e Coreia do Sul em relação ao PIB. Dados da *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OCDE) mostram que, em 2008, a participação dos gastos com P&D no PIB destes países, assim como a parcela que representa o dispêndio em P&D das empresas (em parênteses) eram de: 3.36% (2.53%), na Coreia do Sul, 2.78% (1.88%), na Alemanha, e 2.21% (1.35%), na Austrália.

Os investimentos em P&D destes países, como percentual do PIB, são apresentados no Gráfico 4, elaborado a partir de dados da OCDE. Pode-se observar os melhores índices apresentados pela Coreia do Sul, inclusive em relação à participação das empresas, e o pior desempenho destes indicadores na Austrália.

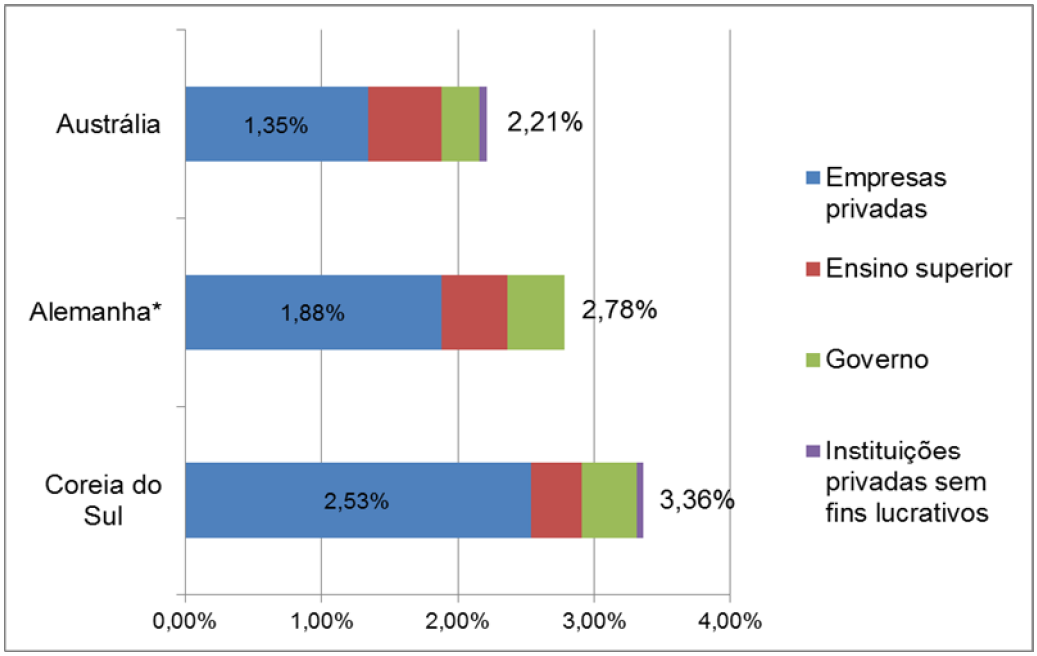

Gráfico 4 - Dispêndios em P&D em relação ao PIB (2008)
Fonte: OCDE (2011)[104]
*Dados de 2009.

Os dados da OCDE também permitem verificar a evolução do dispêndio em P&D destes países (medido em bilhões de dólares dos EUA), assim como o desenvolvimento destes gastos em proporção ao PIB dos países. Estas informações, representadas no Gráfico 5, podem servir como uma medida aproximada da base de conhecimento que pode ser construída por estes países durante as últimas décadas.

[104] Elaborado gentilmente pelo pesquisador Alex Vallone, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), com dados da OCDE.

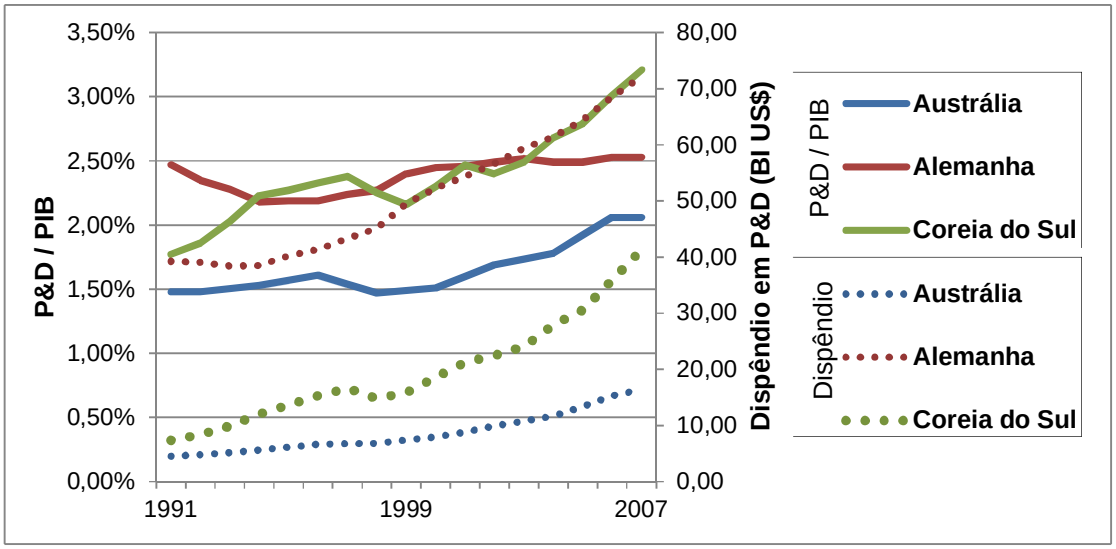

Gráfico 5 ï Evolução do dispêndio em P&D dos países e percentual em relação ao PIB (1991-2007).
Fonte: OCDE (2011)[105]
*Dados de 2009.

Os dados da OCDE também medem o quanto da P&D realizada pelas firmas está sendo financiada com recursos do governo. O indicador do financiamento público para a P&D na indústria, em relação ao total de investimentos em P&D das próprias empresas, é de 4,74, na Coreia do Sul, 4,53, na Austrália, e 4,5 na Alemanha, ou seja, estes índices são muito semelhantes nos três países. Este indicador serve para analisar as informações apresentadas no Gráfico 4, ou seja, estas informações ajudam a avaliar quanto do gasto de P&D da indústria é efetivamente financiado pelas empresas.

Por outro lado, as diferenças das características das firmas destes países podem ser observadas pelo número de pesquisadores empregados nas empresas, para cada mil trabalhadores ativos no país. Estes índices são de 7.76, 4.46 e 2.47 para a Coreia do Sul, Alemanha e Austrália, respectivamente, conforme apresentado no Gráfico 6.

Novamente, a Coreia do Sul apresenta o melhor desempenho, mesmo quando o indicador é o número total de pesquisadores (o que inclui os que estão alocados nas instituições de pesquisa), para cada mil habitantes. Neste último, a Austrália está em segundo lugar, com 8,39 pesquisadores para cada mil habitantes e, em seguida, a Alemanha, com 7,74.

[105] Idem nota de rodapé 104.

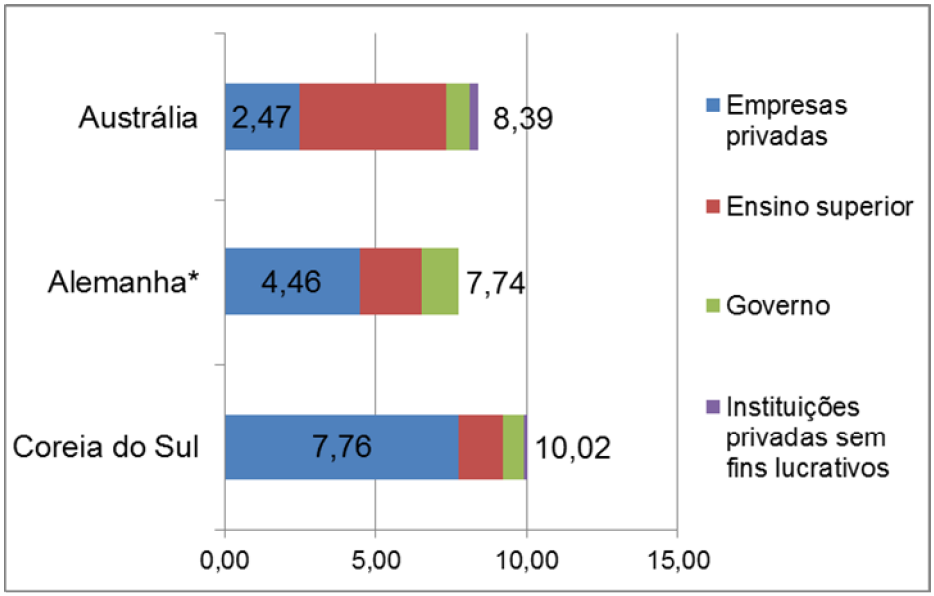

Gráfico 6 - Número de pesquisadores por 1000 trabalhadores ativos (2009)
Fonte: OCDE (2011)[106]
*Dados de 2009.

Cabe salientar que o intuito de apresentar estas informações não é comparar os países, mas levantar algumas características dos seus sistemas nacionais de inovação.

Enquanto os gastos com P&D dos países indicam a capacidade destes de produzir inovações tecnológicas relevantes, os investimentos em P&D das firmas, e o número de pesquisadores nestas, medem a capacidade de absorção das empresas. A literatura mostrou que as empresas que mais investem em P&D interna são também as que mais cooperam com a infraestrutura pública de pesquisa. Isto ocorre porque as capacitações em inovação das empresas são importantes para que elas identifiquem, compreendam e internalizem as pesquisas desenvolvidas pelas instituições públicas (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; MAZZOLENI; NELSON, 2007; METCALFE, 2003).

[106] Idem nota de rodapé 104.

Assim, as empresas que investem em P&D interna tendem a interagir mais com o sistema de C,T&I, uma vez que suas capacitações internas aumentam sua capacidade de absorção (COHEN e LEVINTHAL, 1990; KIM, 2007).

As diferenças destes indicadores nos países estudados poderão ser observadas nas distintas formas de organização dos programas das instituições públicas de pesquisa, uma vez que afetam: a medida que estas entidades conseguem a participação das empresas nos projetos, a necessidade de financiamento público para as pesquisas, o escopo e o horizonte dos trabalhos entre outros.

Em relação às características dos IPPs que participaram da pesquisa de campo, segundo levantamento sobre os institutos de vários países, apresentado na Tabela 1 (seção 4), a Sociedade Fraunhofer, na Alemanha, e a CSIRO, na Austrália, são as duas maiores instituições públicas de pesquisa multidisciplinar em termos de número de colaboradores. Estas entidades possuem, respectivamente, 18 mil e 6,5 mil funcionários. O KAIST, que não está incluso naquele levantamento por não ser um instituto de pesquisa, é a principal universidade de pesquisa em engenharia da Coreia do Sul, revezando com a *Pohang University of Science and Technology* (POSTECH), há quase uma década, a primeira posição na classificação nacional.

Apesar de o número de funcionários da Sociedade Fraunhofer ser quase três vezes maior o da CSIRO, a representatividade destas instituições para os seus países parece ser semelhante, na medida em que a população da Alemanha é quase quatro vezes a da Austrália. Ou seja, o número de funcionários destas instituições em relação à população dos seus países é semelhante[107].

A diferença entre estas instituições diminui em relação aos seus orçamentos. Em 2010, o orçamento da Sociedade Fraunhofer foi de 2,27 bilhões de dólares, enquanto o da CSIRO foi de 1,30 bilhões de dólares. (Se quanto ao número de funcionários a Sociedade Fraunhofer é quatro vezes maior que a CSIRO, em relação

[107] Cabe ressalva de que talvez estejamos comparando instituições muito distintas, uma vez que os Institutos Fraunhofer são especializados em ciência aplicada, enquanto a CSIRO atua em um campo mais amplo dos processos de desenvolvimento científico e tecnológico.

ao orçamento esta diferença cai para 1,75)[108]. O orçamento do KAIST, em 2010, foi de 421 milhões de dólares.

O intuito de apresentar estes números é indicar a representatividade destas duas instituições para o sistema de inovação dos seus países.

Outro aspecto ainda que pode ser observado é em relação às fontes de recursos destas entidades. Na Sociedade Fraunhofer, foi apontado que um terço do orçamento é obtido de dotação do Governo Federal, um terço vem dos contratos de pesquisa com as agências de fomento e o restante são os serviços e pesquisas vendidos para as empresas. Na CSIRO, quase dois terços (57%) são obtidos pela dotação do Governo Australiano e o restante, da venda de serviços e pesquisas para as firmas. No KAIST, foi indicado que cerca de 40% do orçamento, em 2010, foram recebidos de empresas e de doações de cidadãos sul-coreanos.

9.2 Principais aspectos das experiências dos Institutos Fraunhofer, da CSIRO e do KAIST

A seguir, são apresentadas as principais características das ações recentes dos Institutos Fraunhofer, na Alemanha, da CSIRO, na Australia, e do KAIST, na Coreia do Sul, na organização de programas de fomento à inovação tecnológica, com a participação de empresas e universidades. Cabe salientar que a proposta primeira desta seção não é comparar estas experiências, mas aprender com elas. As questões diferem quanto à relevância das lições obtidas para este trabalho.

[108] A cotação das moedas em dólar dos EUA foi de 1,38 para o euro e de 1,04 para o dólar australiano (Banco Central do Brasil, 25 de outubro de 2011).

9.2.1 Características dos programas e a relação com a política industrial

As iniciativas investigadas têm em comum, principalmente, o fato de: visarem promover a inovação tecnológica nas economias dos seus países, por meio do fomento aos projetos cooperativos com universidades e empresas; priorizar áreas de atuação para as entidades; investir na produção cientifica e tecnológica de alta qualidade; e ser um instrumento para desenvolver o trabalho conjunto entre as unidades internas das instituições.

Quanto ao surgimento destes empreendimentos, o *Fraunhofer Innovation Clusters* derivou de um contexto em que o Governo Federal e entidades de pesquisa alemãs se reuniam para investigar instrumentos que pudessem desenvolver pesquisas de excelência e acelerar a aplicação dos resultados pela indústria. Já na CSIRO, o *National Flagship Program* foi criado como parte da estratégia desta Organização para se reposicionar no sistema de inovação australiano. A iniciativa foi usada para a reestruturação das áreas de pesquisa e para redefinir o modo de atuar da entidade. No KAIST, os projetos são parte da estratégia da universidade de se destacar na comunidade científica e tecnológica internacional. No entanto, as ações da CSIRO e do KAIST, apesar de terem surgido destas entidades, passaram a receber importante suporte dos governos dos seus países, na forma de recursos financeiros e destacado apoio institucional.

As iniciativas das três entidades estão associadas a ñfortalecer o que é forteò, ou seja, a promover a inovação tecnológica em setores que já são relevantes para o país ï tanto devido à geração de riqueza como ao conhecimento acumulado. A pesquisa de campo mostrou que, a partir da base industrial existente nestes países, os projetos estão desenvolvendo conhecimentos muito além das capacitações correntes, muitas vezes obtendo como resultado inovações de relevância mundial.

As instituições também indicaram que a decisão de eleger prioridades para os programas, para direcionar os esforços de pesquisa assim como os investimentos, tem o intuito de favorecer a criação de áreas de excelência em pesquisa nestas entidades.

Além disso, ao selecionar áreas prioritárias, os programas ï principalmente nos casos da CSIRO e dos Institutos Fraunhofer ï sinalizam para as empresas onde elas podem encontrar parceiros para o desenvolvimento de tecnologias em temas específicos. Ainda, estas iniciativas também servem como uma marca ou uma bandeira para atrair o apoio, institucional e financeiro, dos governos e da comunidade científica.

Nos Institutos Fraunhofer, foi indicado haver uma considerável variedade entre inovações de relevância para a Alemanha, para o mundo ou somente para as empresas. Os pesquisadores dos *Clusters* esclareceram que, nos projetos relacionados a inovações de relevância mundial, os três anos de programa servem para a obtenção de importantes subprodutos da plataforma de pesquisa, apesar de as tecnologias não ficarem prontas neste período. Na CSIRO, as equipes dos projetos indicaram a predominância de inovações de relevância para o mundo ou para a Austrália. Os projetos do KAIST foram caracterizados como inovações de relevância mundial.

Os programas diferem, por exemplo, quanto aos seus objetivos específicos e à sua duração. O *Fraunhofer Innovation Clusters* foi proposto para solucionar demandas e desafios tecnológicos das empresas alemãs no curto e médio prazos. As pesquisas devem durar até três anos. O *National Flagship Program* visa os desafios de longo prazo da Austrália. O conjunto de projetos dos *Flagship* é planejado com um horizonte que pode alcançar até dez anos de pesquisas na Organização. Já os projetos *Mobile Harbour* e do OLEV, no KAIST, devem gerar tecnologias de grande impacto para a indústria sul-coreana no mercado internacional, e apresentarem os principais desenvolvimentos em cinco anos.

Por outro lado, os pesquisadores apontaram que estes programas têm servido para aumentar os projetos de P&D de mais longo alcance nos IPPs. Nos Institutos Fraunhofer, em que, conforme indicado, cerca 70% dos esforços em P&D estão concentrados na solução de problemas de curto prazo das empresas, o *Fraunhofer Innovation Clusters* tem permitido o redirecionamento de parte dos esforços de alguns institutos para pesquisas mais inovadoras e de impacto de mais longo prazo. Esta característica também é marcante na CSIRO, em relação às ações do *National Flagship Program*, para o qual foi apontado que a ideia é não ultrapassar a

proporção atual de 40% de projetos relacionados a solucionar problemas de curto prazo das empresas.

Deste modo, pode-se observar que, de forma geral, os IPPs têm buscado aumentar sua contribuição em relação à produção de inovações relevantes para os seus países, redirecionando esforços para pesquisas de mais longo alcance.

A análise, principalmente, do *Fraunhofer Innovation Clusters* e do *National Flagship Program* mostra que: de um lado, os pesquisadores de ambos os programas indicaram ocorrer, frequentemente, o desenvolvimento de inovações de relevância mundial, mesmo nos Institutos Fraunhofer, em que o foco do programa é, a princípio, solucionar demandas e desafios tecnológicos das empresas alemãs no curto e médio prazos. Por outro lado, tem-se as diferenças entre os prazos destas iniciativas, sendo de três anos para os Institutos Fraunhofer e de 10 para a CSIRO.

Os dois pontos acima podem indicar o estágio mais avançado do desenvolvimento tecnológico na Alemanha, onde seria necessário um período menor de dedicação em P&D para colocar inovações relevantes no mercado mundial. Esta hipótese está embasada nas informações do Gráfico 6, que mostra os investimentos em P&D dos três países na última década, os quais podem ser um indicador da base de conhecimento científico e tecnológico desenvolvida nesses países no período.

Por outro lado, vale observar que, apesar de o *Fraunhofer Innovation Clusters* ser planejado para três anos, o *cluster Future Security*, por exemplo, onde mais foi enfatizado o desenvolvimento de inovações de relevância mundial, está em um novo período de três anos (o *cluster* passou a ser denominado *Urban Future Security*), ou seja, o primeiro período foi suficiente apenas para alcançar alguns estágios das pesquisas em determinadas tecnologias e o desenvolvimento final em outras. O cenário que se pode extrair do *Fraunhofer Innovation Clusters* é que este programa é mais diversificado em relação às características das inovações produzidas[109].

[109] Apesar de a Sociedade Fraunhofer focar, tradicionalmente, os contratos de pesquisa para inovações tecnológicas que possam ser rapidamente transferíveis para o mercado (como no caso do *Fraunhofer Innovation Clusters*), documentos desta instituição mostram que ela tem buscado realizar alguns esforços em pesquisa pré-competitiva em áreas tecnológicas selecionadas, com suporte de recursos de longo prazo. Com este intuito, foi criada, por exemplo, a ñ*Fraunhofer Future Foundation*ò, mantida por um fundo com recursos do Governo Federal e do Governo da Bavária para investir em

Estes programas também diferem quanto às regras para o lançamento de novos *Clusters* ou *Flagships.*

Para a abertura dos *Clusters*, empresas e governos locais precisam se comprometer a aplicar recursos nas pesquisas. Ao mesmo tempo em que tal procedimento torna mais trabalhosa a abertura dos *Clusters*, este pode favorecer o sucesso do empreendimento. O fato de as empresas precisarem aportar recursos desde o início dos projetos é um modo de garantir o interesse delas nos resultados das pesquisas.

Já na CSIRO, os critérios para a demonstração do interesse das empresas são menos rigorosos ï isto é, elas não necessitam aportar recursos financeiros desde o início das pesquisas ï , mesmo porque os *Flagships* podem operar, por algum tempo, sem as parcerias com as empresas. Neste caso, o risco que se corre é o de as empresas não realizarem os investimentos necessários, após as pesquisas realizadas na CSIRO. Por isso, esta Organização mostra que tem feito esforços para ter o parceiro industrial desde o início das pesquisas.

Em parte, as diferenças nas regras destes dois programas, a respeito da participação das empresas, devem-se ao fato dos *Flagships* serem voltados para pesquisas de longo prazo, o que, algumas vezes, dificulta a adesão das empresas desde o início dos trabalhos. Por outro lado, uma vez que os projetos dos *Clusters*, de modo geral, estão em estágios mais avançados do processo de inovação (isto é, mais perto da comercialização), não faz sentido investir em ações sem a participação das empresas.

Outra diferença entre os programas é que o *National Flagship Program* é cerca de sete vezes maior que o *Fraunhofer Innovation Clusters.* O valor investido no programa australiano, até o momento, equivaleu a 1,9 bilhões de dólares, sendo que, em 2010, o valor médio do investimento em cada *Flagship* foi de 41,6 milhões de dólares. Já o valor aproximado do programa alemão é de 262 milhões de dólares, sendo quase 14 milhões de dólares por *cluster*, para serem gastos em um período de três anos.

---

projetos internos de pesquisas pré-competitivas de longo prazo (FRAUNHOFER ANNUAL REPORT 2008).

Para a CSIRO, o *National Flagship Program* representa 45% do seu orçamento ï devendo passar a 65%, a partir do planejamento do quadriênio 2011-15 ï , enquanto o *Fraunhofer Innovation Clusters* significa apenas 4% dos gastos da Sociedade Fraunhofer. Estes valores indicam, em parte, a relevância dos programas para estas entidades. Para a CSIRO, os *Flagships* representam o seu modo principal de atuação, enquanto a relevância dos *Clusters* está concentrada em determinados Institutos da Sociedade Fraunhofer.

Na Sociedade Fraunhofer, ainda foi destacado que o *Fraunhofer Innovation Clusters* difere das experiências anteriores desta instituição em promover projetos cooperativos, devido à ênfase nas colaborações regionais. Segundo representantes da entidade, focar a participação de instituições localizadas em uma mesma região (o que vale, inclusive, para os diversos Institutos Fraunhofer) deve favorecer a continuidade das cooperações após o término do programa. Por seu caráter regional, o programa também serve para promover o desenvolvimento de regiões economicamente estagnadas.

Outras características que podem ser destacadas das experiências analisadas são os elevados índices de financiamento público nos projetos destas instituições e a prática comum do co-financiamento das pesquisas. Isto pode mostrar como são importantes os investimentos públicos para o fomento do desenvolvimento científico e tecnológico, uma vez que os elevados riscos e custos inerentes a estes processos podem fazer que ocorra sub-investimento, em determinados campos do conhecimento e em fases de pesquisa, pelo setor privado.

Nos Institutos Fraunhofer, 60% do valor dos projetos, em média, são investimentos da Sociedade Fraunhofer e dos governos locais. Na CSIRO, em vários projetos é adotado modelo em que esta Organização investe recursos na mesma proporção da indústria.

Além disso, as iniciativas das instituições participantes da pesquisa de campo indicaram haver uma variedade de pesquisas com financiamento público, privado e, principalmente, projetos co-financiados por empresa e governo.

No *Fraunhofer Innovation Clusters*, cada *Cluster* é planejado para receber um terço dos recursos da Sociedade Fraunhofer, um terço dos governos locais e um terço das

empresas. No entanto, dentro de cada *cluster* os projetos podem diferir quanto às fontes de financiamento.

No *National Flagship Program*, da CSIRO, é encontrada a mesma diversidade quanto à origem dos recursos dos projetos. Por outro lado, os *Flagships* são pensados para receber mais recursos da CSIRO e do Governo Australiano nas fases iniciais destes programas. Os aportes destas entidades devem diminuir ao longo da vida útil dos *Flagships*, à medida que aumenta os investimentos das empresas nas fases finais dos desenvolvimentos das tecnologias.

Nos casos apresentados pelo KAIST, os projetos são principalmente financiados pelo Governo, mas também foi apontado haver aportes da indústria. Os recursos das empresas estavam relacionados, principalmente, ao detalhamento de projetos e ao desenvolvimento dos produtos. Tanto no *Mobile Harbour* como no OLEV o Governo também financiava parte das atividades realizadas pelas empresas.

Outro tema ainda, relacionado ao financiamento dos projetos, é que tanto nos Institutos Fraunhofer como na CSIRO também se tornou visível a relevância de os IPPs reservarem recursos próprios para investimento em pesquisas exploratórias, que darão subsídios a projetos futuros com as empresas. Esta prática é um importante instrumento para os institutos renovarem constantemente sua base de conhecimento e poderem oferecer novos temas de pesquisa para seus clientes. Neste sentido, cabe ainda destacar que nos Institutos Fraunhofer a diretoria desta instituição sugere que os pesquisadores convidem representante de uma empresa para acompanhar as pesquisas.

Enfim, as experiências apresentadas pelos IPPs mostram como eles têm papel ativo no desenvolvimento tecnológico de seus países. As lições que ressaltam destes casos são: o fato de ser adequada a seleção de prioridades para os esforços em pesquisa e investimento, como uma forma de favorecer o desenvolvimento de áreas de excelência, e ainda a capacidade do financiamento público de induzir os processos de desenvolvimento tecnológico.

9.2.2 A relação com as universidades

As experiências apresentadas pelas equipes dos Institutos Fraunhofer, da CSIRO e do KAIST mostram a importância da participação das instituições científicas nos trabalhos das entidades tecnológicas como um meio de favorecer o desenvolvimento de tecnologias mais avançadas. Além disso, a contribuição das universidades torna-se ainda mais destacada à medida que o desenvolvimento das tecnologias mais sofisticadas demanda conhecimentos científicos cada vez mais especializados.

As explicações das equipes sobre o desenvolvimento dos seus projetos indicam a interdependência dos avanços científicos e tecnológicos. Ou seja, os esclarecimentos dos pesquisadores são convergentes com o modelo interativo de inovação, segundo o qual, ora as descobertas científicas contribuem para o avanço da técnica, ora são os avanços tecnológicos que propõem novas questões à ciência (GIBBONS e JOHNSTON, 1974; KLINE e ROSENBERG, 1986; NELSON, 1990).

As experiências apresentadas também vão ao encontro da proposição de Nelson (2006), segundo a qual muitos campos tecnológicos modernos são caracterizados por relações complexas entre ciência e tecnologia. Este autor oferece como exemplo as tecnologias relacionadas aos produtos farmacêuticos, desenvolvimento de motores de aeronaves, materiais sintéticos, computadores, semicondutores entre outras. Alguns programas analisados nos IPPs, inclusive, envolvem as áreas tecnológicas mencionadas acima.

As equipes mostraram que o papel dos parceiros acadêmicos nos projetos é, principalmente, o de solucionar dificuldades científicas específicas, que comprometem o avanço das tecnologias. Dos casos apresentados pelos pesquisadores depreende-se que a atuação dos parceiros acadêmicos nos projetos tem sido, ao mesmo tempo, pontual (isto é, focada na solução de problemas apresentados pelas instituições coordenadoras dos projetos) e muito relevante, uma vez que complementam a base de conhecimento das entidades tecnológicas e oferecem soluções das quais dependem o avanço das tecnologias.

Além disso, pode-se verificar que a contribuição das universidades é mais efetiva à medida que os IPPs conseguem delimitar o escopo e prazo das pesquisas e indicar com clareza o que eles esperam das pesquisas do parceiro acadêmico. Isto evita despender tempo em trabalhos que não sejam de interesse direto dos projetos dos institutos e, como consequência, favorece o desenvolvimento destes.

As experiências das instituições também demonstram que um dos meios pelos quais chega a contribuição da pesquisa cientifica nos projetos dos IPPs são os trabalhos dos alunos de doutorado. Em todos as três entidades foram indicadas a participação destes estudantes nos projetos. As bolsas podem ser, inclusive, financiadas por empresas. Na CSIRO, ainda foi apontado programa desta Organização, que oferece, anualmente, 30 bolsas de pós-graduação, em temas relacionados às pesquisas dos *Flagships*. Estes alunos recebem orientação de um docente na universidade e de um pesquisador da CSIRO.

9.2.3 O relacionamento com as empresas

Todas as equipes entrevistadas ao longo da pesquisa de campo deste trabalho deram ênfase à colaboração das empresas nos projetos. Os pesquisadores mostraram que, mesmo nos casos em que as atividades de pesquisa estejam concentradas nos institutos, a necessidade de troca de informações faz com que a relação entre instituto e empresa seja muito próxima.

Os casos apresentados pelas equipes dos institutos deixam evidente a estreita relação do avanço das tecnologias com o mercado e os processos de produção das empresas (METCALFE, 2003), mostrando ser oportuna a participação das empresas nos projetos de desenvolvimento tecnológico, como um mecanismo de acelerar a adoção, pelas empresas, das tecnologias que estão sendo desenvolvidas nas instituições tecnológicas.

Nas três instituições, as equipes indicaram que a principal contribuição das companhias nos projetos está relacionada ao conhecimento que elas têm do

mercado e da produção, o que direciona o desenvolvimento das pesquisas. Esta contribuição foi apontada como mais importante até mesmo que o financiamento dos projetos.

Na CSIRO, foi destacado também o papel das empresas como usuárias das tecnologias, ou seja, elas instruem os pesquisadores sobre as características que as tecnologias precisam ter para ser mais facilmente adotadas pelas firmas. As equipes do KAIST ainda enfatizaram a relevância da atuação das empresas para a elaboração dos projetos de detalhamento e a produção das tecnologias ou de seus componentes.

Além do conhecimento do mercado e da produção, as equipes ressaltaram que as firmas também conhecem os procedimentos regulatórios necessários para a comercialização das tecnologias. Deste modo, sua participação nos projetos evita que tais assuntos sejam negligenciados durante o desenvolvimento das pesquisas, o que impede, por exemplo, que haja a necessidade de refazer trabalhos.

Nos Institutos Fraunhofer, é frequente a cooperação com as empresas desde o início das pesquisas, o que garante o interesse destas pelas tecnologias. Nesta instituição, também foi destacada a importância dos trabalhos dos engenheiros e pesquisadores das companhias nos projetos, para que ocorra uma efetiva transferência das tecnologias para as firmas.

Já na CSIRO, apesar de haver diferentes casos entre os *Flagships*, predominou o licenciamento das tecnologias em fases mais adiantadas do seu desenvolvimento ï no entanto, há esforços desta Organização no sentido de atrair a participação das empresas desde o início dos projetos. De um lado, o licenciamento das tecnologias na fase mais avançadas das pesquisas pode permitir à entidade escolher as melhores opções de comercialização das tecnologias, quando se atinge esta etapa. Por outro, corre-se o risco de investir em projetos que não sejam de interesse dos potencias parceiros.

A questão apresentada pelos Institutos Fraunhofer, sobre o papel dos engenheiros das empresas nos projetos, indica a relevância da qualidade da contrapartida econômica das empresas. Mais que completar os aportes financeiros destas companhias nos contratos, uma contrapartida econômica efetiva ï principalmente

em termos de horas de trabalho dos engenheiros das empresas nos projetos ï pode garantir o aprendizado das empresas e a efetiva transferência das tecnologias.

As experiências destas entidades também mostram que a possibilidade dos IPPs obterem a participação das firmas desde o início dos projetos, ou desenvolverem as tecnologias até um determinado estágio em que licenciarão para a indústria, depende de haver as empresas relevantes no país.

Os Institutos Fraunhofer se beneficiam do fato de haver, na Alemanha, um parque industrial consolidado, tanto pelo número de empresas como pela capacidade de investimento destas companhias. Já a CSIRO não usufrui das mesmas condições na Austrália.

No KAIST, foi apontado que a existência de empresas, na Coreia do Sul, capazes de desenvolver os componentes e montar os sistemas relacionados às tecnologias, permite a realização destes projetos no país[110].

A diferença das características das firmas destes países pode ser observada pelo número de pesquisadores nas empresas, para cada mil trabalhadores ativos no país, apresentado no início desta seção. Estes valores são de 7.76, 4.46 e 2.47 para a Coreia do Sul, Alemanha e Austrália, respectivamente. Este indicador é uma medida da capacidade de absorção das empresas destes países, o que influencia a sua propensão a cooperar em pesquisas com os IPPs.

Em geral, as experiências estudadas também indicam que é muito adequada a participação da indústria nos projetos desenvolvidos pela infraestrutura pública de pesquisa tecnológica, mesmo que a colaboração das empresas não envolva o aporte de recursos financeiros. Ao passo que os investimentos das firmas são um bom indicador do valor comercial das novas tecnologias desenvolvidas nos IPPs, a participação das empresas traz relevantes conhecimentos para acelerar o processo de desenvolvimento das tecnologias em inovação.

[110] O pesquisador entrevistado comentou que já há dez anos uma universidade da Nova Zelândia desenvolve pesquisas semelhantes ao do projeto OLEV, do KAIST. No entanto, a falta de uma infraestrutura adequada naquele país impede o avanço das pesquisas para as escalas de demonstração e comercial.

Outro aspecto ainda a ser ressaltado é que os pesquisadores dos IPPs mostraram que são principalmente os institutos que sugerem os temas dos projetos de P&D para as empresas. Além disso, é muito comum que os IPPs proponham as pesquisas para as empresas, a partir do conhecimento que eles têm das firmas e das tecnologias. Neste sentido, a prestação de serviços mostrou ser um veículo muito importante para as equipes dos institutos conhecerem as empresas, uma vez que é por meio deste canal que se cria a proximidade e as relações de confiança. Estas relações contribuem para que, em ocasiões subsequentes, as empresas estejam mais aptas a estabelecerem projetos conjuntos com os IPPs.

9.2.4 Características da gestão dos IPPs e dos projetos

O caráter multidisciplinar dos trabalhos apresentados pelas equipes dos IPPs demonstra como é preciso ter atenção às estruturas organizacionais e às ações que promovam a comunicação entre os pesquisadores da própria instituição ï para que as diversas equipes conheçam as capacidades das demais ï e facilitem o trabalho conjunto das diversas unidades. Isto é importante uma vez que as combinações das competências favorecem o surgimento de novas tecnologias.

Neste sentido, representantes da CSIRO apontam para a relevância de se criar mecanismos de incentivo alinhados ao objetivo de promover o trabalho em grupo. Entre eles, foi indicada a importância da avaliação das equipes chegar até o desempenho dos pesquisadores e dos gestores poderem tirar das equipes os profissionais que não estejam trabalhando bem.

Outro tema que vale ser trabalhado nos IPPs são formas estabelecidas para se relacionar com os parceiros acadêmicos.

Nos Institutos Fraunhofer, por exemplo, contratos de longo prazo favorecem a divisão do trabalho com universidades específicas e dão maior agilidade aos projetos ï além de favorecer cooperações duradouras entre estas entidades. A contratação direta dos parceiros científicos nos projetos do KAIST, isto é, sem a

realização de chamadas públicas, também torna mais rápida a seleção das entidades e o andamento das pesquisas. Por outro lado, na CSIRO, as chamadas públicas, apesar de tornar o processo de seleção das universidades mais demorado, possibilita o recebimento de contribuições imprevistas importantes, inclusive de universidades internacionais, como tem ocorrido.

Dos casos apresentados, decorre que pode ser adequado para os IPPs combinar diferentes formas para contratar as universidades, conforme suas necessidades. Nas situações em que é preciso agilidade nas contratações do parceiro acadêmico ï por exemplo, para não atrasar o andamento dos projetos ï a existência de convênios de longo prazo com determinadas universidades pode ajudar a acelerar estes processos. Os acordos de longo prazo dos IPPs com as universidades também podem favorecer a cooperação entre as equipes destas entidades. Por outro lado, pode ser conveniente para os IPPs a escolha dos parceiros por meio de chamadas públicas ï mesmo naqueles casos em que a lei não os obriga ï , visando a atração de especialistas internacionais, a identificação de competências, a divulgação dos projetos para a comunidade científica, entre outros motivos.

De modo geral, o modo de organizar os contratos com os parceiros, públicos e privados, pode proporcionar maior agilidade aos trabalhos. Os pesquisadores dos IPPs mostraram as dificuldades de haver vários parceiros públicos e privados no mesmo projeto. Estas dificuldades estavam relacionadas aos atrasos nas entregas, à gestão de grandes contratos, às diferenças de expectativas entre os participantes.

A partir da análise das experiências, foi possível observar que a melhor opção para a instituição coordenadora foi dividir os projetos em vários subprojetos e realizar contratos separados com os parceiros. As experiências mostraram que, especialmente no caso das universidades, realizar contratos separados com estas instituições dão agilidade aos programas. O risco que se corre é o de haver desvio de foco nos subprojetos, mas este parece ser menor que as chances de ocorrer as dificuldades apontadas acima.

Além disso, na CSIRO, também foi esclarecido que os pagamentos são realizados mediante as entregas dos resultados de pesquisa pelas universidades. Segundo os

representantes desta Organização, tal procedimento, apesar de não agradar aos parceiros acadêmicos, ajuda no cumprimento do cronograma das pesquisas.

As equipes da Sociedade Fraunhofer e da CSIRO também explicaram quais são formas de organização dos projetos que constituem os programas, mostrando que a organização destes pode variar consideravelmente entre os *Clusters* ou os *Flagships*. Ora há a formação de conselhos para conduzir estas iniciativas, ora estas são geridos apenas pelos pesquisadores dos IPPs. Nestes conselhos, em algumas vezes, há representantes de empresas e de instituições acadêmicas, em outras, há apenas pessoas dos próprios institutos. Alguns projetos estabelecem mecanismos formais para a comunicação entre os parceiros, enquanto outros adotam apenas procedimentos informais. Mesmo a composição dos orçamentos varia bastante: os trabalhos podem ser totalmente financiados pelas empresas ou receberem relevantes aportes do governo. Estes projetos também diferem em relação às funções dos parceiros, eles podem desenvolver parte das pesquisas ou não, podem financiá-las ou apenas acompanharem o seu desenvolvimento.

Deste modo, os casos apresentados, especialmente nos Institutos Fraunhofer e na CSIRO, apontam ser adequado que os programas sejam planejados para ser flexíveis. Isto é, estes devem ter uma estrutura que permita aos IPPs organizarem os projetos de acordo com as condições mais favoráveis para o desenvolvimento das tecnologias específicas. A melhor organização dos projetos pode depender das características das tecnologias e dos setores.

Por exemplo, há tipos de pesquisas que demandam mais subsídios públicos, assim como há projetos em que é conveniente a formação de conselhos técnicos. Na CSIRO, por exemplo, foi indicado haver poucas empresas parceiras nos projetos relacionados a setores emergentes. Nestes casos, é mais comum um elevado financiamento público no início das pesquisas e o licenciamento das tecnologias nas fases mais adiantadas do seu desenvolvimento. De outro modo, há parcerias em pesquisas com as empresas pertencentes a setores de tecnologia madura.

De um lado, a definição de uma estrutura geral para os programas, assim como metas averiguáveis para os projetos, são importantes para que os agentes públicos ï que, em geral, estão entre os principais mantenedores dos IPPs ï possam

acompanhar a aplicação dos recursos e mensurar o seu benefício para a sociedade. Entretanto, a definição de regras muito estritas, no nível dos projetos, pode favorecer o desenvolvimento de determinados tipos de tecnologias ï ou seja, daqueles que mais se adaptam às regras estabelecidas ï em detrimento de outros.

Outro aspecto ainda a ser enfatizado é que as entrevistas com as equipes das três instituições demonstraram que, se o objetivo dos IPPs for atuar em projetos cooperativos, é preciso investir na capacitação de pessoas em cargos de gerência.

Primeiramente, a contribuição mais importante dos IPPs nos projetos é o desenvolvimento tecnológico de qualidade, ou seja, é a produção de conhecimentos que sejam relevantes tanto do ponto de vista científico como para a aplicação em produtos e processos. Este é o pressuposto para que as empresas participem das iniciativas. Neste sentido, as explanações dos pesquisadores dos IPPs analisados corroboram a proposição de Mohan e Rao (2005). Em seguida, as equipes destacaram que a contribuição mais relevante dos institutos está relacionada à capacidade de gestão dos projetos, com destaque para a competência na comunicação e negociação (de recursos financeiros, escopo dos projetos, prazos etc.) com os parceiros (empresas, governos e instituições de pesquisa).

Neste sentido, as atuações dos Institutos Fraunhofer, da CSIRO e do KAIST nos projetos se assemelham às dos intermediários da inovação, propostas por Howells (2006)[111]. As instituições estudadas também têm desempenhado atividades nas três etapas dos projetos de inovação caracterizadas por Acworth (2008), ou seja, a elaboração, o financiamento e a gestão de projetos. Este autor mostra que as instituições que desempenham a função de intermediários da inovação conferem diferentes ênfases a estas etapas e sugere ser oportuna a criação de instituições intermediárias que ofereçam bons serviços nas várias etapas.

Entretanto, cabe salientar que a atuação destes institutos nos projetos vai muito além das caracterizações genéricas apresentadas pelo conceito dos intermediários da inovação. Nestes estudos, em que esta denominação é conferida tanto a

[111] Howells (2006) mostra que entre as funções exercidas pelos intermediários da inovação estão: a identificação de tecnologias promissoras, a busca de potenciais parceiros, a procura por financiamento, a gestão de projetos cooperativos, a comunicação e coordenação das diversas expectativas dos parceiros, a colocação de novas tecnologias no mercado etc.

instituições como a ações, ainda é pouco explorado o papel dos IPPs. Deste modo, uma análise mais aprofundada sobre os IPPs torna-se adequada devido às características peculiares dos institutos como intermediários da inovação, uma vez que, além de intermediarem as relações entre instituições, atuam no desenvolvimento de conhecimentos científicos e tecnológicos que são relevantes para a inovação.

Enfim, as equipes das instituições mostraram que o desenvolvimento das tecnologias, de um lado, e a capacidade de gestão dos projetos, e de articulação com as empresas e outras instituições, de outro, são os fatores chave para o sucesso dos programas.

Além disso, cabe observar que as pessoas entrevistadas nos IPPs indicaram que a habilidade de gerir as iniciativas foi arduamente desenvolvida ao longo dos programas. Entre os aspectos destacados estavam o fato deste tipo de competência existir, nestas instituições, nas instâncias das diretorias e muito pouco nas gerências.

As equipes dos Institutos Fraunhofer, por exemplo, apontaram que a capacidade de acompanhar vários projetos cooperativos, ao mesmo tempo, e ainda intermediar as relações entre pesquisadores, gerentes de projetos e diretores das empresas, era uma necessidade nova, trazida pelo programa, para os cargos de gerência.

Deste modo, as experiências dos IPPs mostraram que, primeiro, foi fundamental investir na qualidade das pesquisas. Em seguida, foi apontado ser essencial, para o sucesso dos projetos cooperativos, investir na formação gerencial dos pesquisadores que irão liderar as diversas equipes. Para isto, a criação de programas de treinamento gerencial poderia ter sido uma iniciativa que atenuasse esse problema, uma vez que seria capaz de criar esse tipo de capacitação entre os gerentes.

Outro ponto ainda é o fato de muitos dos novos projetos focarem protótipos de produtos comerciais, o que demanda o controle de outras atividades além das científicas e tecnológicas. Os casos apresentados tornaram evidente que gerar inovação pressupõe a capacidade de administrar os diversos assuntos que poderão afetar a adoção das tecnologias, tais como os aspectos sociais, jurídicos,

econômicos, regulatórios, de produção, entre outros. O fato é que a consideração destes assuntos durante o desenvolvimento das tecnologias pode encurtar o caminho que leva à inovação, isto é, a colocação de novos produtos e processos no mercado.

Neste assunto, tornou-se notório também que a participação das empresas é um modo importante dos IPPs terem acesso aos conhecimentos complementares necessários à inovação, apontados acima. No entanto, a participação das firmas não elimina a relevância dos IPPs desenvolverem a capacidade de administrar estes temas.

As equipes dos projetos *Mobile Harbour* e OLEV, no KAIST, por exemplo, explicaram que esta universidade não tinha grupos de pessoas com experiência em gerenciar iniciativas dos portes destes projetos, ainda mais se considerada as metas de desenvolver produtos comerciais ï e não relatórios de pesquisa ou protótipos em escala reduzida.

Deste modo, estes pesquisadores enfatizaram que a gestão do *Mobile Harbour* e do OLEV foi uma experiência ímpar para os coordenadores das áreas de pesquisa destes projetos, uma vez que eles precisavam acompanhar os trabalhos das equipes desta universidade e dos parceiros tecnológicos, os desenvolvimentos dos trabalhos das empresas e ainda tomar providências em relação aos procedimentos junto aos órgãos regulatórios.

Decorre ainda das apresentações das equipes que o desenvolvimento de competências comerciais nos institutos pode melhorar a colocação das tecnologias no mercado ï isto é, pode ajudar os institutos a definir as melhores opções para a comercialização das tecnologias e identificar as áreas nas quais estas podem ser aplicadas ï possibilitando maior retorno sobre os investimentos em pesquisa.

Os relatos dos pesquisadores dos IPPs também indicaram a importância do desenvolvimento de processos internos que permitam, por exemplo, a clareza e simplificação dos procedimentos, a pontualidade das entregas, entre outros aspectos, que ajudem a melhorar o relacionamento com os clientes.

Na CSIRO, por exemplo, foi apontada a necessidade de se dimensionar adequadamente as equipes, para evitar que pesquisadores sobrecarregados atrasem a entrega dos projetos. Nesta instituição, ainda foi lembrado a relevância de se dimensionar de modo apropriado as áreas de apoio, para aumentar a eficiência da gestão dos projetos.

Os pesquisadores dos Institutos Fraunhofer e da CSIRO também mostraram que as estruturas criadas para a gestão das ações podem variar bastante entre os *Clusters* ou os *Flagships*. Em alguns *Clusters*, foi indicado a formação de conselhos para gerí-los. Nestes conselhos, ora participavam empresas e instituições de pesquisa, ora somente os Institutos Fraunhofer ligados aos projetos. Apesar da decisão final sobre os assuntos dos *Clusters* ser dos Institutos Fraunhofer, de modo geral havia um processo participativo de gestão com os parceiros. No KAIST, as respostas dos pesquisadores indicaram que a gestão dos projetos é um tanto concentrada nesta universidade. Não foi identificado a formação de conselhos, para apoiar a condução dos projetos, em que houvesse a participação das empresas ou de outras instituições de pesquisa ou ensino. Na CSIRO, as entrevistas mostraram que as decisões relacionadas à gestão dos *Flagships* cabiam somente aos membros desta instituição. No entanto, foi apresentada a formação de conselhos consultivos para os *Flagships*, para aconselhar os diretores em assuntos pertinentes aos programas.

De modo geral, as experiências apresentadas mostraram que a formação de conselhos consultivos foi uma das formas mais eficazes para promover a participação das entidades (empresas, universidades, governos locais, entre outras) nos programas. Mesmo nos casos em que os membros destes conselhos não têm poder de decisão, sua contribuição é importante por eles serem os consumidores finais das pesquisas que estão sendo desenvolvidas pelos institutos. No caso dos governos locais, mesmo nas situações em que eles não são os beneficiários finais das tecnologias, sua participação é justificada uma vez que estas entidades são financiadoras dos IPPs. Deste modo, as reuniões dos conselhos são uma oportunidade para validar as ações dos institutos perante os parceiros. Além disso, os conselhos técnicos podem ajudar muito nas decisões relativas ao desenvolvimento das tecnologias.

9.2.5 Propriedade intelectual

As experiências apresentadas pelos IPPs reafirmaram a necessidade de se priorizar contratos de propriedade intelectual ï nos casos de haver vários parceiros nos projetos ï que facilitem a comercialização futura das tecnologias. Este é um aprendizado que pode ser extraído de quase todas as entrevistas. É muito importante que os IPPs encontrem meios de simplificar estes acordos. Arranjos com muitos proprietários podem dificultar enormemente a comercialização das tecnologias.

Neste sentido, pode ser observado que os IPPs evitam partilhar a propriedade intelectual com as empresas, o que nem sempre é possível. As propostas vão no sentido de uma das entidades ser a detentora e a outra obter os direitos de exploração da propriedade intelectual. Além disso, decorre dos casos apresentados que se deve evitar principalmente a partilha da propriedade intelectual entre empresas e universidades nos mesmos projetos. Segundo os relatos, as diferenças institucionais e nos procedimentos burocráticos destas entidades dificultam em muito a comercialização dos resultados das pesquisas.

Os membros das instituições mostraram que, apesar de a propriedade intelectual ser negociada caso a caso, em geral, é pré-definida uma regra de conduta da entidade para tratar o assunto.

A Sociedade Fraunhofer, por exemplo, possui um modelo de contrato de cooperação de longo prazo com algumas universidades. Segundo este modelo, se há alguma propriedade intelectual em um projeto com a academia, esta transfere seu direito à Sociedade, a qual arca com os custos das patentes. Nestas situações, os inventores das universidades são remunerados no caso de haver o licenciamento das patentes. Segundo os pesquisadores dos Institutos Fraunhofer, este procedimento facilita a comercialização das tecnologias. Por outro lado, as pessoas entrevistadas indicaram haver dificuldades em negociar a propriedade intelectual com universidades com as quais não haja estes acordos.

Nos Institutos Fraunhofer, os representantes dos *Clusters* ainda indicaram que, apesar de comumente haver a divisão da propriedade intelectual das tecnologias com as empresas, busca-se, sempre que possível, evitar estes arranjos. Em geral, nos projetos bilaterais, em que as empresas procuram os Institutos para desenvolver pesquisas específicas, é frequente a propriedade intelectual pertencer às firmas. Além disso, caso as companhias desejem se tornar as únicas detentoras da propriedade intelectual, elas poderão optar por aportar recursos adicionais aos projetos.

Na CSIRO, seus representantes indicaram que, nos projetos com as universidades, a propriedade intelectual é partilhada na proporção dos investimentos dos parceiros. (Vale lembrar que esta Organização costuma estabelecer projetos separados com empresas e universidades).

Em relação aos projetos com as empresas, busca-se estabelecer contratos em que há um único detentor legal da propriedade intelectual ï na maioria das vezes, a CSIRO ï , enquanto os demais parceiros que contribuíram com recursos financeiros e econômicos tornam-se ñdetentores beneficiáriosò. Esta Organização também costuma ceder às empresas a propriedade intelectual relativa às aplicações específicas das tecnologias para os seus setores. Nos projetos em que havia várias entidades detentoras da propriedade intelectual, foram demonstradas muitas dificuldades na comercialização das tecnologias.

A equipe da CSIRO esclarece que o procedimento de definir detentores legais e beneficiários facilita a comercialização das tecnologias. Foi indicado que, geralmente, as empresas aceitam este acordo, desde que tenham retorno comercial adequado e sejam consultadas sobre a comercialização das tecnologias. Por outro lado, a equipe observou que as universidades australianas muito dificilmente admitem este tipo de contrato.

No KAIST, a princípio, foi indicado que todos os direitos de propriedade intelectual dos projetos *Mobile Harbour* e OLEV pertencem a esta universidade.

As experiências dos IPPs em relação à propriedade intelectual também mostram como é adequado que estas entidades adotem uma postura flexível em relação a

estas regras. Trata-se de assumir posturas que promovam e facilitem a transferência das tecnologias para o mercado.

Os casos apontados pela CSIRO ainda demonstram como os IPPs devem ficar atentos a não concederem às empresas os direitos de propriedade intelectual para as múltiplas aplicações das tecnologias, o que confere aos institutos a possibilidade de explorá-las em projetos com outros parceiros industriais no futuro. Isto indica como é difícil a negociação da propriedade intelectual em estágios muito iniciais de pesquisas de longo prazo, quando ainda se tem pouca noção dos resultados que serão alcançados.

9.2.6 Mecanismos de avaliação

Os mecanismos de avaliação dos *Flagships* diferem consideravelmente dos procedimentos apontados pela coordenação do *Fraunhofer Innovation Clusters* para a avaliação dos *Clusters*. Nos Institutos *Fraunhofer*, foi apresentado que, anualmente, os coordenadores dos *clusters* fazem uma apresentação para o grupo que avalia o desempenho do programa. Nestas sessões, são analisados os temas dos projetos, o cumprimento do cronograma, os resultados parciais ou finais, inclusive os resultados comerciais, as demonstrações financeiras entre outros.

Supõe-se que as diferenças entre os procedimentos de avaliação dos *Flagships* e dos *Clusters* estejam relacionadas a fatores tais como: os prazos dos projetos, uma vez que projetos de longo prazo como os dos *Flagships* demandam processos de avaliação mais rigorosos. Mas, mais que isto, o fato dos projetos dos *Clusters* contarem mais frequentemente com a participação das empresas, faz que elas próprias façam este papel.

Já os mecanismos de avaliação apontados pelas equipes da CSIRO para o acompanhamento dos *Flagships* trazem contribuições especialmente relevantes para os IPPs de forma geral. A experiência desta Organização indica como pode ser apropriada a adoção destes procedimentos para avaliar o desenvolvimento dos

projetos, assim como a contribuição das pesquisas para a sociedade. Tais procedimentos tornam-se ainda mais pertinentes quando se trata de acompanhar iniciativas de longa duração.

A apreciação dos projetos ligados aos *Flagships* considera tanto a qualidade da ciência produzida quanto os seus efeitos em termos do valor adicionado para a indústria. Por isso, na avaliação das pesquisas são aferidos tanto os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, quanto os seus efeitos econômicos para as empresas. Os resultados econômicos dos projetos ainda são avaliados tendo em vista as metas financeiras propostas para cada *Flagship*.

As equipes da CSIRO indicaram que, nos projetos de longo prazo, há revisões anuais com os parceiros, para analisar se as questões relevantes para pesquisa continuam pertinentes. Além disso, a cada três anos, cada *Flagship* é avaliado por uma consultoria contratada pela Organização para esta finalidade. Entende-se que as apreciações desta empresa concedam maior imparcialidade às análises e, deste modo, aumentem as chances de sucesso do programa a longo prazo.

A consultoria contratada deve examinar diversos aspectos relativos ao desempenho dos *Flagships* (apresentados no item m da seção sete deste trabalho). Além da avaliação da qualidade da ciência produzida, em comparação com algumas instituições internacionais, constam temas como: a compatibilidade das metas dos projetos em relação às metas de longo prazo anunciadas pelos *Flagships*, a realização de atividades não técnicas necessárias para assegurar a adoção das tecnologias, o tratamento das barreiras que podem dificultar a adoção das tecnologias, entre outros assuntos.

Especialmente em relação aos dois últimos itens apresentados acima, ou seja, quanto às atividades complementares e condições necessárias para a adoção das tecnologias pelo mercado, considerando que as empresas, geralmente, têm a *expertise* destes assuntos, a ausência delas nos projetos dos IPPs ï como é o caso de vários projetos dos *Flagships* ï exige maior atenção das equipes dos institutos a estas questões ï assim como demanda a atenção das equipes da CSIRO. Estas questões reforçam o fato das avaliações cuidadosas ao longo dos projetos serem apropriadas para o desenvolvimento de tecnologias comercialmente bem sucedidas.

De forma geral, os aspectos apresentados pelos pesquisadores da CSIRO mostraram como os mecanismos de avaliação podem ser usados para melhorar o desempenho dos programas e, consequentemente, dos IPPs. Os critérios escolhidos criam um aprendizado para as equipes, ou seja, a definição dos indicadores ï por exemplo, os efeitos econômicos para os setores, o grau de ineditismo das tecnologias, etc. ï ensina os pesquisadores a dar atenção a estes aspectos durante as escolhas e desenvolvimento dos projetos.

Por fim, vale ainda destacar a inclusão, nas ações do *National Flagship Program*, das metas relacionadas ao valor adicionado para a indústria. É um tipo de exercício que parece ser pouco frequente nas instituições de pesquisa. O intuito é tentar chegar, da forma mais acurada possível, a um valor que represente o benefício econômico que as tecnologias trarão para os setores industriais. Mesmo na CSIRO, este é um indicador que precisa ser aprimorado. O representante deste programa comentou sobre a necessidade de aperfeiçoar este tipo de avaliação dentro da própria CSIRO, indicando que entre suas principais tarefas, naquele momento, estava a de apurar estes estudos, além de tornar mais ágeis as avaliações dos *Flagships*.

9.2.7 Planejamento das entregas

Cabe considerar atentamente a forma como são planejados os *Flagships*, na CSIRO, e os projetos *Mobile Harbour* e OLEV, no KAIST, compostos por projetos de curto, médio e longo prazos.

No KAIST, os pesquisadores dos projetos *Mobile Harbour* e OLEV enfatizaram que as entregas a curto prazo têm a função de motivar os parceiros e, ao mesmo tempo, convencê-los sobre a segurança das tecnologias.

Na mesma direção, as equipes do *National Flagship Program* explicaram que o planejamento das entregas dos *Flagships* possibilita oferecer algumas tecnologias

às empresas e governos locais já no curto prazo, mesmo que os projetos tenham metas de desenvolvimento de longo prazo relacionadas a estas tecnologias.

Na CSIRO, foi esclarecido que há uma combinação das pesquisas em cada *Flagship*, em relação ao impacto para os negócios das firmas e aos prazos, ou seja, há desenvolvimento de tecnologias que poderão ter efeitos significativos sobre os negócios das empresas, e projetos relacionados a inovações incrementais que causam um efeito marginal nos negócios das empresas. Ao mesmo tempo, há projetos de curto, médio e longo prazo. Os *Flagships* são planejados para que haja um equilíbrio entre os diversos tipos de projeto. O Quadro 5, na seção 7, oferece um exemplo de como é o planejamento dos *Flagships.*

As experiências destas instituições indicam que o equilíbrio nas entregas dos projetos de longo prazo pode trazer um conjunto de benefícios para os empreendimentos dos IPPs. Entre estes benefícios estariam: incentivar as equipes dos próprios IPPs a continuarem as pesquisas, uma vez que elas veem os resultados de curto prazo; gerar lucro para os parceiros desde estágios bem iniciais dos projetos, o que pode motivá-los a dar continuidade aos investimentos; criar confiança nos parceiros a respeito da tecnologia que está sendo desenvolvida; manter a relevância dos projetos dentro das empresas (uma vez que as trocas de funcionários pode fazer que os projetos percam o valor dentro das companhias) entre outros fatores. Além disso, cabe ainda apontar que as entregas intermediárias durante o desenvolvimento das pesquisas de longo prazo podem ser o melhor indicador de que os projetos irão alcançar as metas planejadas.

10 CONCLUSÕES

A literatura aponta o papel da inovação como o principal motor do desenvolvimento econômico. O trabalho precursor de Schumpeter (1942) propõe que as mudanças econômicas ocorrem por meio de um processo de destruição criativa, em que novas tecnologias e firmas substituem ñvelhasò tecnologias e empresas por meio do progresso técnico. Estudos de várias vertentes, posteriores a este autor, também enfatizam o papel da inovação tecnológica para o crescimento econômico (CHEN; DAHLMAN, 2004; FAGERBERG; VERSPAGEN, 2007; NELSON, 2006).

Nesta direção, o aumento da competição tem criado a necessidade de as firmas serem cada vez mais ágeis no desenvolvimento de inovações.

Além disso, a partir do reconhecimento do destacado papel do avanço da técnica para o desenvolvimento econômico, autores que investigam as características do processo de mudança tecnológica mostram que, à medida que as tecnologias têm se tornado mais sofisticadas, estas tem demandado mais conhecimentos científicos e multidisciplinares (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; MANSFIELD, 1991).

O fato de as empresas precisarem inovar cada vez mais rápido, somado ao fato de os processos de inovação requererem cada vez mais conhecimentos científicos e tecnológicos, faz que as empresas necessitem buscar conhecimentos complementares aos seus, fora dos seus limites formais.

Assim, estudos mostram que as empresas adquirem parte dos conhecimentos necessários à inovação tanto por meio de outras empresas ï clientes, fornecedores ou concorrentes ï como por meio da infraestrutura pública de pesquisa ï universidades, institutos de pesquisa entre outros agentes (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; NELSON, 2006).

A literatura também aponta como a infraestrutura pública de pesquisa pode ser relevante para os processos de desenvolvimento tecnológico, por desenvolver a capacidade própria dos países na produção de ciência e tecnologia, diante de regimes cada vez mais restritivos de propriedade intelectual, além de apoiarem as

empresas no desenvolvimento de tecnologias mais adequadas à demanda local (KIM, 2007; MAZZOLENI; NELSON, 2007; NELSON, 2008).

Neste contexto, os institutos públicos de pesquisa tecnológica (IPPs) se destacam por serem instituições criadas para dar suporte ao desenvolvimento industrial dos seus países. A literatura mostra que, ao longo do século XX, o apoio destas instituições para o desenvolvimento da indústria tem ocorrido por meio do oferecimento de uma variedade de serviços e pesquisas tecnológicas, incluindo os relacionados à absorção de tecnologias estrangeiras (FREEMAN, 1995; KIM, 2007).

Assim, este trabalho teve por objetivo pesquisar a atuação recente destes agentes, no seu papel de promotores do desenvolvimento tecnológico. Partindo do princípio de que as mudanças no processo de inovação têm demandado novas formas de organização da pesquisa, buscou-se investigar, especialmente, as ações dos IPPs em relação aos projetos cooperativos com a participação de empresas e universidades.

Para uma investigação mais aprofundada das experiências recentes dos IPPs nestes projetos, foram selecionados três casos para a pesquisa de campo: os Institutos Fraunhofer e o *Fraunhofer Innovation Cluster*s, na Alemanha; a *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) e o *National Flagship Program*, na Austrália; e os projetos *Mobile Harbour* e OLEV, coordenados pelo *Korea Advanced Institute of Science and Technology* (KAIST), na Coreia do Sul.

Nestes IPPs, foram entrevistados pesquisadores, gerentes de projeto, diretores e equipes administrativas, com o intuito de obter uma visão mais diversificada possível sobre as experiências. Buscou-se também a permanência nestes IPPs, com o objetivo de compreender melhor as atividades de trabalho das equipes e o funcionamento dos programas.

A atuação dos institutos pode ser caracterizada como **indutora do desenvolvimento tecnológico**. Nas experiências analisadas, foram os IPPs que procuraram as empresas para propor-lhes os projetos, além de financiarem boa parte dos gastos com pesquisa. Os IPPs, devido ao seu qualificado corpo técnico e

à proximidade com a comunidade científica, nacional e internacional, apresentam novos temas de pesquisa às empresas.

A razão dos IPPs atuarem como indutores do desenvolvimento tecnológico deve-se tanto ao fato destas instituições proporem os temas de pesquisa para as empresas, como parte das suas tarefas cotidianas, como ao fato dos governos destes países utilizarem estas entidades como instrumento deliberado de indução do desenvolvimento tecnológico nas empresas, visando o desenvolvimento de setores específicos.

Vale salientar que o papel de indutor do desenvolvimento tecnológico não é uma função nova para os IPPs. A história destes institutos mostra que, recorrentemente, estas entidades atuaram desta forma, seja por iniciativa própria, seja por determinação dos governos, ao mesmo tempo em que agiam sob demanda das empresas, solucionando problemas tecnológicos apresentados por elas.

Por outro lado, as experiências recentes dos IPPs mostram o estabelecimento de uma relação mais colaborativa com as empresas, inclusive mobilizando recursos financeiros e capacitações, internas e externas, para o desenvolvimento de projetos conjuntos de pesquisa com as firmas. O fato é que os IPPs têm assumido uma postura mais cooperativa tanto com as empresas como com as universidades.

Outro aspecto ainda refere-se ao elevado índice de **financiamento público** das iniciativas e à prática de **co-financiamento** das pesquisas com as empresas. Observa-se a relevância do financiamento público, principalmente para: incentivar os investimentos privados em inovação, investir nos desenvolvimentos de tecnologias selecionadas, e aportar recursos em estágios que carecem dos investimentos das empresas.

Destaca-se o papel do co-financiamento público das pesquisas na medida em que vários projetos relacionados ao desenvolvimento de tecnologias avançadas também são empreendimentos de elevado risco.

Outra característica dos IPPs é a **definição de prioridades** para o investimento em pesquisa, como um meio de favorecer o desenvolvimento de áreas de excelência nestas instituições.

Segundo a literatura estudada para este trabalho, esta postura dos IPPs se faz necessária tendo em vista que os processos de desenvolvimento das tecnologias têm necessitado de uma base de conhecimento cada vez mais ampla e aprofundada e, ao mesmo tempo, têm se tornado cada vez mais caros.

Associado à seleção de prioridades, está o fato de a **qualidade da pesquisa científica** ser fator essencial para dar suporte à inovação nas empresas. Este tem sido o principal motivo para as firmas buscarem as parcerias em pesquisa com os institutos.

Em seguida, detaca-se a necessidade de se investir na **capacidade de gestão** das equipes, para que estas se tornem aptas a administrar, de modo eficiente, os projetos cooperativos envolvendo outros agentes do sistema de inovação.

Os treinamentos das equipes também devem capacitá-las a gerir projetos relacionados às fases mais adiantadas dos processos de desenvolvimento das tecnologias ï em que se encontram os protótipos de produtos e processos ï os quais demandam a administração de diversos assuntos, além dos científicos e tecnológicos ï tais como os aspectos sociais, jurídicos, econômicos, regulatórios, de produção, entre outros ï , que poderão afetar a adoção das tecnologias.

Além disso, o modo de organizar os contratos com os parceiros, públicos e privados, pode facilitar o andamento dos trabalhos. Destaca-se a relevância de se evitar contratos com muitos parceiros, o que geralmente leva a dificuldades de gestão, atrasos nas entregas e complicações relacionadas à falta de entendimento das expectativas. Deste modo, a melhor opção para a instituição coordenadora muitas vezes é realizar contratos separados com os parceiros.

Pode também ser apropriado aos IPPs a realização de contratos de longo prazo com os parceiros acadêmicos, como uma forma de favorecer a cooperação entre as equipes destas entidades. Por outro lado, em alguns casos, as seleções públicas podem ser um instrumento adequado para encontrar as instituições, nacionais e internacionais, com as competências desejadas, ou proporcionar uma ampla divulgação aos projetos.

Em relação à gestão das unidades dos IPPs, é importante a escolha de estruturas organizacionais que favoreçam a comunicação entre os pesquisadores e facilitem o trabalho conjunto, uma vez que o desenvolvimento das tecnologias tem demandado muitos conhecimentos multidisciplinares.

Destaca-se a importância da **participação das empresas** nos projetos. Entre as principais contribuições das firmas estão o seu conhecimento do mercado, da produção e dos procedimentos regulatórios necessários para a comercialização das tecnologias. Além disso, a participação das empresas durante os projetos é importante para que os IPPs tenham acesso ao apelo das tecnologias para o mercado e às características que estas precisam ter para serem adequadas aos processos de produção das firmas.

Assim, a colaboração das empresas nos projetos (mesmo que não envolva o aporte de recursos financeiros) é um meio eficaz de tornar mais ágil o processo que vai do desenvolvimento das tecnologias à apresentação destas ao mercado.

A participação direta das empresas nos projetos está relacionada, sobretudo, às fases de detalhamento dos projetos e de desenvolvimento dos produtos.

As experiências dos institutos analisados convergem com os resultados apontados por Nelson (2006). Segundo este autor, as empresas procuram os IPPs ou para desenvolvimentos incrementais relacionados aos seus produtos e processos ou para investir em produtos e processos completamente novos, para os quais elas não possuem os conhecimentos necessários. Ambas as situações foram encontradas, apesar de os programas investigados se encaixarem mais ao segundo caso.

A qualidade da contrapartida econômica das empresas nos projetos dos IPPs moustrou-se fundamental como meio de garantir o aprendizado das firmas em relação às tecnologias que estão sendo transferidas. Deste modo, uma efetiva contrapartida econômica, na forma de trabalho dos técnicos das empresas nos projetos, também se torna um meio de acelerar o processo de adoção das novas tecnologias pelas empresas.

Por outro lado, as opções entre obter a participação das firmas, desde o inicio dos projetos, ou desenvolver as tecnologias até que possam ser comercializadas, estão

muito relacionadas ao estágio das pesquisas e à presença de empresas relevantes no país. Há casos em que a opção que se apresenta aos IPPs é o desenvolvimento sem o parceiro industrial, nas fases iniciais das pesquisas, e o licenciamento das tecnologias para empresas nacionais ou estrangeiras.

No caso das **universidades**, seu papel nos projetos dos IPSS tem sido o de solucionar questões científicas para o desenvolvimento das tecnologias. A atuação destes parceiros mostrou-se, ao mesmo tempo, pontual e relevante, uma vez que a sua participação nas pesquisas tem permitido a realização de importantes avanços nos projetos.

Deste modo, a colaboração das instituições científicas nos projetos dos IPPs pode ser considerada um meio de favorecer o desenvolvimento de tecnologias mais avançadas.

No entanto, para que a contribuição das universidades seja mais efetiva, é importante que as equipes dos IPPs definam com clareza o que elas esperam das pesquisas acadêmicas, tanto em relação a escopo como a prazo. Isto é importante para que haja um entendimento das expectativas dos parceiros e para que seja favorecido o andamento dos projetos nos IPPs.

Enfim, os institutos de pesquisa têm desenvolvido outras ações que os aproximam das universidades, além dos projetos cooperativos de pesquisa. Entre estas iniciativas estão a formação em pós-graduação, em conjunto com a academia, os laboratórios compartilhados, entre outras.

Em relação à **propriedade intelectual** dos projetos cooperativos coordenados pelos IPPs, ressalta-se ser muito apropriada a seleção de regras que facilitem a comercialização futura das tecnologias, principalmente em iniciativas que envolvam vários parceiros. Nesta direção, os IPPs geralmente têm algumas regras pré-estabelecidas (o que facilita as negociações), ao mesmo tempo em que os contratos são discutidos caso a caso, indicando a adequação de se assumir uma postura flexível em relação ao assunto.

Recomenda-se evitar contratos com a participação de muitos parceiros, principalmente com empresas e universidades. O motivo é que as diferenças na institucionalidade destes agentes dificultam o andamento das iniciativas.

As experiências dos IPPs também indicaram a adequação de um efetivo **planejamento** para projetos de longo prazo, que inclua entregas intermediárias. Entre outros benefícios, estas entregas ajudam a manter o interesse das equipes dos IPPs e da indústria nos projetos, a convencer as empresas sobre a qualidade e a viabilidade das tecnologias que estão sendo desenvolvidas, assim como podem representar um indicador de que as metas de longo prazo serão alcançadas.

Um último aspecto a ser destacado está relacionado à relevância dos **mecanismos de avaliação** para melhorar o desempenho das equipes e dos projetos. Também deve-se ter atenção ao fato de os indicadores selecionados direcionarem o desenvolvimento das capacitações dentro da instituição.

Além disso, os mecanismos de avaliação são especialmente importantes para manterem os projetos alinhados aos objetivos de longo prazo dos programas.

Pode ser apropriado que estas avaliações incluam, além da apreciação da qualidade da ciência produzida, os estudos econômicos e a averiguação das atividades complementares, assim como das condições necessárias para a adoção das tecnologias pelo mercado. Estes três últimos tipos de análise tornam-se mais importantes nos projetos que ainda não contam com a participação das empresas.

Os projetos cooperativos de pesquisa coordenados pelos IPPs, com a participação de universidades e empresas, têm sido um importante instrumento para estes institutos atuarem em temas tecnológicos relevantes para o desenvolvimento industrial dos seus países. Estas ações mostraram como os institutos de pesquisa têm interagido de modo mais intenso e colaborativo com as outras instituições do sistema de inovação, o que permite concluir que a mudança dos IPPs está vinculada às expressivas mudanças no processo de inovação e nos processos de concorrência das empresas.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead, and falling behind. **Journal of Economic History**, v. 46, n. 2, p. 385-406, 1986.

ACWORTH. E. B. University-industry engagement: the formation of the Knowledge Integration Community (KIC) model at the Cambridge-MIT Institute. **Research Policy,** v. 37, p. 1241-1254, 2008.

BALLESTEROS, J. A.; RICO, A. M. Public financing of cooperative R&D projects in Spain: the concerted projects under the National R&D Plan. **Research Policy**, v. 30, n. 4, p. 625-641, 2001.

BEISE, M.; STAHL, H. Public research and industrial innovations in Germany. **Research Policy**, v. 28, n. 4, p. 397-422, 1999.

BESSANT, J.; RUSH, H. Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. **Research Policy**, v. 24, no. 1, p. 97-114, 1995.

BUSH, V. **Science the endless frontier:** a report to the President on a program for postwar scientific research. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1945.

CHEN, D. H. C.; DAHLMAN, C. J. **Knowledge and development:** a cross-section approach. Washington, D.C.: World Bank Policy Research, 2004. (Working Paper, n 3366)

CHEN, K.; KENNEY, M. Universities/research institutes and regional innovation systems: the cases of Beijing and Shenzhen. **World Development**, v. 35, n. 6, p. 1056-1074, 2007.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation**: the new imperative for creating and profiting from technology. Boston, Massachusetts: Harvard University Press, 2003.

COCCIA, M.; ROLFO, S. Strategic change of public research units in their scientific activity. Technovation, v. 28, n. 8, p. 485-494, 2008.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128-152, 1990.

COHEN, W. M.; NELSON, R.; WALSH, J. P. Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 1-23, Jan. 2002.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION ï CSIRO. **Annual Report 2009-2010**. [S.l.]: CSIRO, 2010. Disponível em: <http://www.csiro.au/files/files/psxm.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2010.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION ï CSIRO. **CSIRO Strategy 2011-2015**. [S.l.]: CSIRO, 2011a. Disponível em: <http://www.csiro.au/files/files/p11zr.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2011.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION ï CSIRO. **Porfolio Budget Statement 2011-12**. [S.l.]: CSIRO, 2011b. Disponível em: <http://www.csiro.au/resources/Portfolio-Budget-Statement.html>. Acesso em: 07 set. 2011.

DAVID, P. A. Clio and the economics of QWETY. **American Economic Review**, v. 75, n. 2, p. 332-337, 1985.

DREJER, I.; JORGENSEN, B. H. The dynamic creation of knowledge: analysing public ï private collaborations. **Technovation**, v. 25, n. 2, p. 83-94, 2005.

FAGERBERG, J.; VERSPAGEN, B. Innovation, growth and economic development: have the conditions for catch-up changed? **International Journal of Technological Learning, Innovation and Development**, v. 1, n. 1, p.13-33, 2007.

FRAUNHOFER INSTITUTE. **Annual Report 2008**. 2008a. Disponível em: <http://www.fraunhofer.de/en/Images/Report%20of%20the%20Executive%20Board%202008_tcm63-7981.pdf>. Acesso em: 02 maio 2010.

FRAUNHOFER INSTITUTE. **Success built on cooperation ï Fraunhofer innovation clusters**. 2008b. Disponível em: <http://www.fraunhofer.de/en/publications/brochures/Fraunhoferinnovationclusters_tcm6-63439.pdf>. Acesso em: 02 maio 2010.

FRAUNHOFER INSTITUTE. **We forge the future**. Disponível em: **<**http://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer.html>. Acesso em: 6 jul. 2011.

FRAUNHOFER PRESS RELEASE. **Twelve leading-edge innovations: creating opportunities for Germany**. 2003. Disponível em: <http://www.fraunhofer.de/fhg/archiv/presseinfos2003/pflege.zv.fhg.de/english/press/pi/pi2003/12/pi72.html>. Acesso em: 07 mar. 2011.

FREEMAN, C. The ôNational System of Innovationô in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics,** v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

GIBBONS, M.; JOHNSTON, R. The roles of science in technological innovation. **Research Policy**, v. 3, n.3, p. 220-242, Nov. 1974.

HOWELLS, J. Intermediation and the role of intermediaries in innovation. **Research Policy**, v.35, n. 5, p. 715-728, 2006.

KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, v. 26, n. 1, p. 1-18, 1997.

KIM, L. **Da imitação à inovação**: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coréia. Tradução de Maria Paula G. D. Rocha. Campinas: UNICAMP, 2007. Título original: From imitation to innovation: the dynamics of Korea stechnologicallearning.

KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. The positive sum strategy. Washington, D.C.: National Academy Press, 1986.

KODAMA, T. The role of intermediation and the absorptive capacity in facilitating university-industry linkages ï an empirical study of TAMA in Japan. **Research Policy**, v. 37, n. 8, 2008.

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY -KAIST. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://www.kaist.edu/edu.html>. Acesso em: 18 out. 2011.

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. **On-Line Electric Vehicle.** Daejeon: KAIST, 2009. Disponível em: <http://eews.kaist.ac.kr/test/MHOLEV/D.%20OLEV%20Brochure.pdf>. Acesso em: 18 out. 2011.

KOREA RESEARCH COUNCIL FOR INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://istk.re.kr/eng/>. Acesso em: 10 ago. 2011.

KOZA, M. P.; LEWIN, A. Y. The co-evolution of strategic alliances. **Organization Science**, v. 9, n. 3, May/June 1998.

LALL, S. Technological change and industrialization in the Asian newly industrializing economies. In: KIM, L.; NELSON, R. **Technology, learning, and innovation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

LIM, Y. **Technology and productivity**: the Korean way of learning and catching up. Cambridge, MA: MIT Press, 1999.

LUNDVAL, B.-A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In: DOSI, G. et al. **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988.

MANSFIELD, E. Academic research and industrial innovation. **Research Policy**, v. 20, n. 1, p. 1-12, 1991.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, n. 10, p. 512-1528, 2007.

METCALFE, J. S. Equilibrium and evolutionary foundations of competition and technology policy: new perspectives on the division of labour and the innovation process. Revista Brasileira de Inovação, v. 2, n. 1, jan./jun. 2003.

METCALFE, J. S. Evolutionary economics and technology policy. **The Economic Journal**, v. 104, n. 425, p. 931-944, 1994.

MINA, A.; CONNELL, D.; HUGHES, A. **Models of technology development in intermediate research organisations**. Cambridge: University Cambridge / Centre for Business Research, , 2009. (Working Paper)

MOHAN, S. R.; RAO, A. R. Strategy for technology development in public R&D institutes by partnering with the industry. **Technovation**, v. 25, p. 1484-1491, 2005.

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY - AIST. **AIST Annual Report 2005-2006**. Tokio: AIST, 2007a. Disponível em: <http://www.aist.go.jp/aist_e/annual/2007/index.html>. Acesso em: 10 mar. 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY AIST TODAY 2006b. Message: Full Research as a growth medium for researchers. **AIST Today**, n.19, Winter, 2006b. Disponível em: <http://www.aist.go.jp/aist_e/aist_today/2006_19/pdf/2006_19_p02_05.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **About AIST Management Policy and Research Strategy**. Tokyo: AIST, 2007b. 12p. Disponível em: <http://www.aist.go.jp/aist_e/research_results/publications/strategy/index.html> Acesso em: 10 mar. 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Full Research from Philosophy to Practice. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. **AIST Today**, n. 22, Autumn, 2006a. Disponível em: <http://www.aist.go.jp/aist_e/aist_today/2006_22/pdf/2007_22_p02_p19.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. Message: toward the Second Research Phase. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology. **AIST Today**, n.16, 2005. Disponível em: <http://www.aist.go.jp/aist_e/aist_today/2005_16/pdf/2005_16_p01.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **Consulta geral a homepage.** Disponível em: <http://www.nist.gov/index.html> Acesso em: 20 maio 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. University of Maryland. **Memorandum of understanding between the National Institute of Standards and Technology and the University of Maryland**. Maryland: University of Maryland, 2003. Disponível em: <http://www.nist.gov/public_affairs/releases/univmdmou.cfm> Acesso em: 30 jul. 2010.

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. **Be Amazed. NPL Annual Review 2010**. England, 2010. Disponível em: <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/annualreview2010.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.

NELSON, R. **As fontes do crescimento econômico**. Tradução de Adriana Gomes de Freitas. Campinas: UNICAMP, 2006. Título original: The sources of economic growth.

NELSON, R. Capitalism as an engine of progress. **Research Policy**, v. 19, n. 3, p. 193-214, 1990.

NELSON, R. Economic development from the perspective of evolutionary economic theory. **Oxford Development Studies**, v. 36, n. 1, 2008.

NELSON, R. The changing institutional requirements for technological and economic catch up. **International Journal of Technological Learning, Innovation and Development**, v. 1, n. 1, 2007.

NELSON, R.; WRIGHT, G. The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective. **Journal of Economic Literature**, v.30, p. 1931-1964, 1992.

NORTH, D. Institutions. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 5, n. 1, p. 97-112, Winter, 1991.

OECD. **Science, Technology and Industry Scoreboard**. **Consulta geral a homepage.** Disponível em: http://www.oecd-ilibrary.org/content/book/sti_scoreboard-2011-en?contentType=&itemId=/content/chapter/sti_scoreboard-2011-16-en&containerItemId=/content/serial/20725345&accessItemIds=/content/book/sti_scoreboard-2011-en&mimeType=text/html. Acesso em 26 de outubro de 2011.

PACT FOR RESEARCH AND INNOVATION. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://www.pakt-fuer-forschung.de/>. Acesso em: 12 jun. 2011.

ROSENBERG, N. **Inside the black box**: technology and economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

SCHUMPETER, J. A. **Business cycles**. New York: McGraw-Hill, 1939.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, socialism, and democracy**. New York: Harper and Row, 1942.

SOHN, D.-W.; KENNEY, M. Universities, clusters, and innovation systems: the case of Seoul, Korea. **World Development,** v. 35, n. 6, p. 991-1004, 2007.

SUH, J. **Koreaôs innovation system:** challenges and new policy agenda. [S.l.]: UNU/INTECH 2000. (Discussion Papers). Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.26.1544&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 21 maio 2011.

TECHNOLOGY INNOVATION PROGRAM. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://www.nist.gov/tip/index.cfm>. Acesso em: 10 maio 2010.

TECNOLOGY INNOVATION PROGRAM. **TIP 2008 Annual Report**. Technology innovation program: transforming americaôs future through innovation. [S.l.]: NIST, 2008. Disponível em: <http://www.nist.gov/tip/upload/nist_tip_2008_annual_report.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.

TNO. **TNO Annual Review 2009**. Holanda: TNO, 2009. Disponível em: <http://www.tno.nl/downloads/TNO_annual_review_2009.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2010.

UPSTILL, G.; SYMINGTON, D. Technology transfer and the creation of companies: the CSIRO experience. **R&D Management**, v. 32, n. 3, 2002.

VAVAKOVA, B. Reconceptualizing innovation policy: the case of France. **Technovation,** v. 26, n. 4, p. 444-462, 2006.

WRIGHT, M. et al. Mid-range universitiesôlinkages with industry: knowledge types and the role of intermediaries. **Research Policy**, v. 37, n. 8, p. 1205-1223, 2008.

XIWEI, Z.; XIANGDONG, Y. Science and technology policy reform and its impact on Chinaôs national innovation system. **Technology in Society**, v. 29, p. 317-325, 2007.

YIM, D. S. **Koreaôs national innovation system and the science and technology policy.** Seoul: STEPI, 2004.

YUSUF, S. Intermediating knowledge exchange between universities and businesses. **Research Policy**, v. 37, n. 8, p. 1167-1174, 2008.

REFERENCIAS CONSULTADAS

ACCELERATING INNOVATION BY CROSSING BOUNDARIES. **The Cambridge-MIT Institute 2000-2006.** Disponível em: <http://www.cmi.cam.ac.uk/downloads/cmi_final_report.pdf> Acesso em: 10 ago. 2009.

ARBIX, G. Mecanismos sutís: tecnologia e crescimento econômico. **Novos Estudos, CEBRAP**, São Paulo, n. 77, 2007.

BLIND, K.; GRUPP, H. Interdependencies between the science and technology infrastructure and innovation activities in German regions: empirical findings and policy consequences. **Research Policy**, v. 28, n. 5, p. 451-468, 1999.

CAMBRIDGE-MIT INSTITUTE. **Working in partnership**. Cambridge: MIT Institute, 2008. Disponível em: <http://www.cmi.cam.ac.uk/downloads/working_in_partnership.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2009.

CHANG, H.-J. Kicking away the ladder. In: **Development strategy in historical perspective**. London: Anthem Press, 2002.

CHESBROUGH, H. W. The era of open innovation. **MIT Sloan Management Review,** Spring, 2003.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO. **Annual Report 2008/09.** Disponível em: <http://www.csiro.au/files/files/psxm.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2010.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://www.csiro.au>. Acesso em: 24 abr. 2010.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION ï CSIRO. **Porfolio Budget Statement 2011-12**. Disponível em: <http://www.csiro.au/resources/Portfolio-Budget-Statement.html>. Acesso em: 07 set. 2011.

COSH, A.; HUGHES, A.; LESTER, R. **UK PLC**: just how innovative are we? Findings from the Cambridge -MIT Institute International Innovation Benchmarking. Cambridge, MA.: Industrial Performance Center / MIT, 2006. (Project Working Paper MIT-IPC-06-009).

COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH - CSIR. **África do Sul.** Disponível em: <http://www.csir.co.za>. Acesso em: 24 abr. 2010.

DODGSON, M. Policy for science, technology and innovation in Asian newly industrializing economies. In: KIM, L.; NELSON, R. **Technology, learning, and innovation.** Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

EDQUIST, C.; JOHNSON, B. Institutions and organizations in systems of innovation. In: EDQUIST, C. **Systems of innovation:** technologies, institutions, organizations. London: Pinter, 1997. p. 41-63.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and ómode 2ô to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy,** v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

EUN, J-H; LEE, K.; WU, G. Explaining the ñuniversity-run enterprisesò in China: a theoretical framework for university-industry relationship in developing countries and its application to China. **Research Policy**, v.35, n. 9, p. 1329-1346, 2006.

FEDERAL INSTITUTE FOR MATERIALS RESEARCH AND TESTING - BAM. Alemanha. **Consulta geral a homepage.** Disponível em: <http://www.bam.de/en/index.htm>. Acesso em: 15 maio 2010.

GERMAN RESEARCH FOUNDATION. **Templates for initial/renewal proposals for clusters of excellence**. Disponível em: <http://www.dfg.de/download/formulare/exin304_e/exin304e_rtf.rtf>. Acesso em: 11 jun. 2011.

HARGADON, A.; SUTTON, R. I. Technology brokering and innovation in a product development ýrm. **Administrative Science Quarterly**, v. 42, p. 718ï 749, 1997.

INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE - ITRI. **Consulta geral a homepage em Taiwan.** Disponível em: <http://www.itri.org.tw/eng>. Acesso em: 02 maio 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO ï IPT. **Relatório anual 2009**. São Paulo: IPT, 2009. Disponível em: <http://www.ipt.br/download.php?filename=210-Relatorio_2009.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO ï IPT. **Relatório de administração 2008**. São Paulo: IPT, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA- INT. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://www.int.gov.br>. Acesso em: 24 abr. 2010.

KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY - KIST. **Consulta geral a homepage na Coréia do Sul**. Disponível em: <http://www.kist.re.kr/en/index.jsp>. Acesso em: 05 abr. 2010.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. **World Development**, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.

MCEVILY, B.; ZAHEER, A. Bridging ties: a source of ýrm heterogeneity in competitive capabilities. **Strategic Management Journal**, v. 20, p. 1133-1156, 1999.

MEYER-KRAMER, F.; SCHMOCH, U. Science-based technologies: university-industry interactions in four fields. **Research Policy**, v. 27, n. 8, p. 835-851, 1998.

MOWERY, D. C. et al. **Ivory tower and industrial innovation**: University-industry technology transfer before and after the Bayh-Dole Act. Palo Alto, CA: Stanford University Press, 2004.

NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **President´s Message**: Thoughts for the New Year.. **AIST Today**, n. 35, 2010. Disponível em: <http://www.aist.go.jp/aist_e/aist_today/2010_35/pdf/2010_35_p02_p05.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY - NPL. **Consulta geral na homepage**. Disponível em: <http://www.npl.co.uk> Acesso em: 10 jun. 2010.

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. **Annual review 2008/09**. Middlesex: NPL, 2009. Disponível em: <http://resource.npl.co.uk/docs/about_npl/annual_review/npl_annual_review_2008_2009.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.

NELSON, R. The market economy, and the scientific commons. **Research Policy**, v. 33, n. 3, p. 455-471, 2004.

NELSON, R.; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Tradução de Cláudia Heller. Campinas: UNICAMP, 2000.

PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT - PTB. **Consulta geral na homepage**. Disponível em: <http://www.ptb.de>.. Acesso em: 15 maio 2010.

QUINTAS, P.; GUY, K. Collaborative, pre-competitive R&D and the firm. **Research Policy**, v. 24, p. 325-348, 1995.

RODRIK, D.; SUBRAMANIAN, A.; TREBBI, F. Institutions rule: the primacy of institutions over geography and integration in economic development. **Journal of Economic Growth**, v. 9, p. 131-165, 2004.

ROSENBERG, N.; NELSON, R. American university and technical advance in industry. **Research Policy**, v.23, n.3, p.323-348, 1994.

SMITH, M. The trend toward multiple authorship in psychology. **American Psychologist**, v. 13, n. 10, p. 596-599, 1958.

TNO. **Knowledge for business**. Holanda: TNO, 2010. Disponível em: <http://www.tno.nl>. Acesso em: 15 maio 2010.

TSAI, K-H. Collaborative networks and product innovation performance: toward a contingency perspective. **Research Policy**, v. 38, n. 5, p. 765-778, 2009.

APÊNDICE A - Roteiro de Entrevistas

Title of the doctoral thesis: ñResearch institutes: a hub to university-industry cooperationò

Department: School of Engineering, Dept. of Production Engineering, University of São Paulo, Brazil.

Author: Luciana Oliveira Telles.

Advisors: Renato Castro Garcia[112] e João Fernando Gomes Oliveira[113].

The interview guides, presented in attachments I and II, are part of a doctoral thesis to be submitted to the School of Engineering at the University of Sao Paulo, Brazil. This study, named ñResearch institutes: a hub to university-industry cooperation,ò aims to investigate cooperative research coordinated by public research institutes (PRIs) with the participation of the university, the industry and other partners. It is assumed that these research projects are related to a set of PRI efforts to diversify their actions in order to increase their contribution to innovative products and processes.

Historically, the business models of the majority of the PRIs identified in this study were mainly characterized by providing research and technological services in response to customers' demand. Indeed, that way of acting was strongly linked to their missions, as they were created, since the late nineteenth century, to support industrial development.

Throughout the decades, PRI services were also used by national governments and infant domestic industries as a tool for absorbing foreign technologies, either by doing reverse engineering or offering human training and other services.

However, at the beginning of the twenty-first century, PRIs seemed to diversify their actions, which include the selection of frontier research areas to invest in pre-

[112]Department of Production Engineering, University of São Paulo, Brazil.
[113]Institute for Technological Research of the State of São Paulo, Brazil.

competitive research. They are areas of knowledge that may become new business, but for which there is not yet a fully developed market demand.

Efforts to have a closer relationship with the university could show, to a certain extent, the interest in strengthening their technological knowledge in some advanced areas. This is particularly true if one considers the growing importance of scientific knowledge for the development of advanced technologies. Thus, cooperative research is one of several links between PRIs and universities. Furthermore, PRIs are more concerned with transferring their knowledge to the market. They have been creating spin-off programs, venture capital companies, intellectual property offices as well cooperative research as initiatives to get closer to the market.

Working with cooperative research, we wonder if PRIs are assuming the challenge of joining the university basic and applied knowledge with their technological capabilities and the firmsô product development knowledge to propose high market value technologies. Accordingly, this thesis proposes that this way of acting may imply assuming a somewhat multi-directional and recursive innovation process. This is in contrast to the linear model assumption of innovation, which states that first basic science occurs, then technological knowledge and finally product development occurs in a well-defined sequential way.

Moreover, if those cooperative researches are related to advanced technological areas, they may involve huge technical uncertainties associated with high financial risks. In addition, in case they are related to intermediary phases of innovation, between academic research and product development ï - which include, for example, scaling-up processes and pilot plants ï - they must require a large amount of financial resources. All these aspects may demand considerable public support.

We also suppose that cooperative research is a result of an open innovation process of the firm, which complements its own technological capabilities with knowledge produced outside. To some extent, these changes in firm behavior are related to the way technologies are evolving, increasingly depending on multidisciplinary and scientific knowledge and becoming progressively more expensive.

As theoretical frameworks, we take into account studies about economic and technological development of countries as a catch-up process and the role of

knowledge, technological innovation and learning to industrial development. In this context, we also studied the nature of innovative processes (CHEN; DAHLMAN, 2004; DAVID, 1985; FAGERBERG; VERSPAGEN, 2007; KIM 2007; MAZZOLENI; NELSON, 2007; METCALFE 1994; NELSON, 2006; SCHUMPETER, 1942).

The review of the literature also includes studies on the role of institutions in innovation systems, university-industry cooperation, public research institutes and the functions of intermediaries of innovation. (COHEN; NELSON; WALSH, 2002; FREEMAN, 1995; METCALFE, 2003; NELSON, 2008; ACWORTH, 2008; HOWELLS, 2006; KODAMA, 2008; WRIGHT et al., 2008; YUSUF, 2008).

Finally, in order to obtain a more detailed analysis about PRI experiences in cooperative research involving university and industry, some case studies were selected in South Korea, Germany and Australia.

We hope this study may contribute to a reflection on recent changes in public research institutes and to the understanding of those experiences in cooperative research programs, considering that they may be an efficient way of organizing agents of an innovation system to promote and accelerate advanced technology innovations.

ATTACHMENT I

INTERVIEW GUIDE

(Best to be addressed to an institute director or a program coordinator)

1. Could you talk about the history of the program and the motivations and reasons for creating it?

2. Could you talk about the relevance of the program to the institute?

3. Could you, please, talk about the structure the institute has created to manage the program?

4. Could you tell us about cooperation with partners? Some topics to address could be: how does the coordination of research projects, decision making process, division of labor and share of results (e.g. intellectual property) occur?

5. What do you regard as critical issues to the success of a program like that?

6. What would you point as strengths and weaknesses of the program you are running? Or in another way: what points do you consider important to the success of the program and what you would change for a future experience?

7. Let's talk about the kind of knowledge needed to the development of the projects and also produced by the projects. Here I mean, for example, basic and applied sciences, technological knowledge, product development, economic viability studies etc.

8. How are the subjects of the projects related to the industrial sectors of your country?

9. Now, could you talk about the mechanisms used by the institute to evaluate the program?

10. Do you think there are important issues to understand the program that were not covered by this interview guide? Would you like to talk about them?

ATTACHMENT II
INTERVIEW GUIDE

(Best to be addressed to project coordinators or researchers)

A. RESEARCH SUBJECTS, RESULTS AND IMPACTS.

1. Could you talk about the kind of knowledge needed to the development of the project and also produced by the project? Here I mean, for example, basic and applied sciences, technological knowledge, engineering, product development, economic viability studies etc.

2. How is knowledge shared between partners within the project?

3. What is the process to choose the subject and the scope of the project like?

4. Could you tell me about the total funds invested in the project? What is the budget composition between public and private resources?

5. How would you describe the project expected results? Is it, for example, a product or process ready to be commercialized or a set of knowledge to be used by companies to develop their own products? Could you, please, talk about that?

6. Are there already successful commercial results?

B. COOPERATION AND MOTIVATION

7. How many institute workers are involved in the project, considering administrative staff and researchers? How many workers are involved from the partners?

8. Could you tell us about cooperation with partners? Some topics to address could be: what is the project coordination like, who participates in the decision-making process, the division of labor and share of results (e.g. intellectual property).

9. How could you describe the companies participating in the project: do they compete in the same market, are they part of the same supply chain, or are they from different industrial sectors or markets?

10. What the managerial capabilities did the institute have to acquire to be able to develop and operate the project?

11. What are the responsibilities of the institute in the project?

12. What scientific and technological capabilities did the institute have to develop to be able to develop and operate the project?

13. What do you think were the reasons and motivations to propose this project?

C. CONCLUDING REMARKS

14. What do you consider as critical issues to the success of the project?

15. What would you point as weaknesses of the project? What would you change for a future experience?

16. Are there important issues to understand the program that were not covered by this interview? Would you like to make further comments?

APÊNDICE B - Lista de Pessoas Entrevistadas

Patrick Hoyer	*Research Planning, Fraunhofer Headquarters/ Coordinator, Fraunhofer Innovation Clusterss*
Stefan Tröster	*General Manager, Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT (Technologies for hybrid lightweight construction Innovation Cluster)*
Günter Hörcher	*Head of Strategy & European Relations, Institute Management Committee, Fraunhofer IPA (Digital Production Innovation Cluster)*
Tobias Leismann	*Business Development, Fraunhofer EMI (Future Security Innovation Cluster)*
Bart van Duikeren	*Expert Group Manager, Fraunhofer IPK (MRO Innovation Cluster)* (obs.: este pesquisador participou das atividades para a estruturação do *cluster* MRO)
Markus Röhner	*Head of Department, Manufacturing Technologies Fraunhofer IPK (MRO Innovation Cluster)*
Eckhard Hohwieler	*Head of Department, Division Production Systems, Fraunhofer IPK (MRO Innovation Cluster)*
Thorsten Sy	*Project Manager, Automation Technology, Fraunhofer IPK (Secure Identity Innovation Cluster)*
Tiago Borsoi Klein	*Research Fellow, Manufacturing Technologies, Fraunhofer IPK (MRO Innovation Cluster)*
Kyoung Yong Jee	*Vice-president, Principal Researcher, Professor, ETRI*
Hyun Chul Lee	*Principal Member, Technology Commercialization Strategy Team, Intellectual Property Management Department, ETRI*
Yeongwha Sawng	*Director, Technology Strategy Research Division, Technology Foresight Research Team, ETRI*
Mun-Su Park	*Researcher, University-Industry Cooperation Institute, POSTECH*
Ye Sle Kim	*International research cooperation, Academia-Industry Collaboration Team, POSTECH*
Eunmi Park	*Project Manager, Global Relations Team, Daedeok Technology Commercialization Center*

M.H. Cho	*Senior Technology Valuation Analyst, Global Relations Team, Strategy & Planning Division, Korea Innovation Cluster Foundation*
In-Soo Suh	*KAIST ï associate professor/ OLEV ñvehicleòresearch area coordinator*
Yong Yook Kim	*Research Professor, Division of Ocean Systems Engineering, KAIST (*pesquisador no projeto *Mobile Harbour)*
Phill-Seung Lee	*Associate Professor, Division of Ocean Systems Engineering, KAIST (*coordenador de área de pesquisa no *Mobile Harbour)*
Tom McGinness	*CSIRO - Executive Officer*
Michael Edwards	*General Manager,* *CSIRO Performance & Evaluation*
Scott Keyworth	*Manager, Research Adoption* *CSIRO ï Water for a Healthy Country Flagship*
Roslyn Hore,	*Deputy Director of Innovation,* *CSIRO - Future Manufacturing Flagship*
Cameron Briggs	*Senior Research Scientist,* *CSIRO - Energy Flagship*
Kathy Dunn	*Manager,* *CSIRO - Flagship Collaboration Fund*
Jan Bingley,	*General Manager, IP & Licencing,* *CSIRO Operations*
Cecile Paris	*Principal Senior Research Scientist, CSIRO - ICT Centre*
Bruce Lee	*Director,* *CSIRO - Food Futures Flagship*
Jack Steele	*General Manager, Science Strategy and Investment,* *CSIRO - Office of the Deputy Chief Executive*

APÊNDICE C - Projetos do ñ*Technology Innovation Program*ò do NIST

Projetos	Duração	Recursos TIP (US$)	*Joint Venture*	Descrição
ñ*Fiber Sensing System for Civil Infrastructure Health Monitoring*ò	3 anos	4.030.000	Distributed Sensor Technologies Inc./ Optiphase Inc./ Redfern Integrated Optics Inc./ University of Illinois at Chicago	Sistema de controle para grandes estruturas (pontes, gasodutos etc.), utilizando um único cabo de fibra óptica, em vez dos sensores discretos. O novo sistema diminui os custos de implantação e os problemas de transmissão associados à coleta de dados de um grande número de sensores, também oferece localizações mais precisas do problema. O apoio do TIP é necessário porque a tecnologia exige uma combinação de pesquisas básicas e aplicadas, não apoiada por outros programas federais, além de envolver um risco elevado para o financiamento privado.
ñ*Infrastructure Defect Recognition, Visualization and Failure Prediction System Utilizing Ultrawideband Pulse Radar Profilometry*ò	3 anos	3.119.000	Elxsi Corporation/ UltraScan, LLC./ Louisiana Tech University.	Os EUA têm mais de 1 milhão de km de água canalizada. Falhas nos canais podem trazer doenças causadas pela poluição da água, acidentes rodoviários causados pela erosão do solo etc. A prática corrente é inspecionar a tubulação subterrânea com câmeras de vídeo, de circuito fechado, montadas nos robôs de rastreamento da tubulação. Essas identificam apenas danos superficiais e não a corrosão escondida ou lacunas perigosas no solo, ao redor das tubulações. A tecnologia será capaz de: identificar locais perto da tubulação onde o solo foi arrastado; medir as dimensões e profundidade das rachaduras; medir a espessura da parede do tubo, defeitos, integridade do reforço interno e a quantidade de deformação.
ñ*VOTERS: Versatile Onboard Traffic Embedded Roaming Sensors*ò	5 anos	9.000.000	Northeastern University/ University of Massachusetts at Lowell/ University of Vermont/ State Agricultural College/ Witten Technologies Inc.	O projeto visa eliminar a necessidade de zonas de trabalho de inspeção em estradas, evitando congestionamentos e possíveis acidentes, por meio do desenvolvimento de um sistema automatizado em veículos comuns (a ser usado durante o curso regular dos veículos). O projeto VOTERs visa reunir informações precisas sobre as condições das estradas, usando um sistema compacto que é instalado em carros e caminhões. As informações vão permitir um adequado agendamento dos reparos necessários.
ñ*Self-Powered Wireless Sensor Network for Structural Bridge Health Prognosis*ò	5 anos	6.930.000	Physical Acoustics Corporation/ Virginia Tech/ University of South Carolina/ University of Miami.	O objetivo é desenvolver novas tecnologias para o monitoramento contínuo da integridade estrutural de pontes. A energia para manter o sistema é gerada por um dispositivo, que utiliza materiais piezelétricos, capaz de gerar energia por meio dos movimentos no ambiente e das vibrações na ponte, eliminando a necessidade de outra fonte de energia, ou de baterias que precisariam ser substituídas regularmente. O sistema também elimina a necessidade de manutenção de rotina nos sensores. A tecnologia reduz os custos de instalação e manutenção do sistema de monitoramento.

				(continuação)
Projetos	**Duração**	**Recursos TIP (US$)**	***Joint Venture***	**Descrição**
ñNext Generation SCADA for Prevention and Mitigation of Water System Infrastructure Disasterò	3 anos	2.800.000	Univ. of California at Irvine/ Earth Mechanics Inc./ Irvine Ranch Water District/ Orange County Sanitation District/ Santa Ana Watershed Project Authority.	Desenvolvimento de um sistema de acompanhamento e controle de grandes redes de tubulação de água, tanto para as redes de abastecimento de água (pressurizadas) como as de águas residuais (despressurizadas). O sistema utiliza sensores externos, não-invasivos, para controlar as vibrações na superfície do tubo, para ouvir os choques causados por uma mudança súbita na pressão local, e as técnicas de fusão de dados para localizar as fontes da vibração. Além de detectar fraturas ou falhas, o novo sistema é capaz de avaliar, em tempo real, a vida útil remanescente da rede danificada, permitindo um planejamento mais eficaz das operações de reparação e manutenção.
ñCyber-Enabled Wireless Monitoring Systems for the Protection of Deteriorating National Infrastructure Systemsò	5 anos	8.998.000	University of Michigan/ Weidlinger Associates/ SC Solutions/ LFL Associates/ Monarch Antenna/ Prospect Solutions	O sistema visa monitorar a integridade de pontes. Materiais inteligentes capazes de detectarem fraturas são incorporados às estruturas das pontes. Tecnologias que geram energia, a partir de vibrações das pontes, alimentam o sistema. Ferramentas de internet permitem aos gestores tomar decisões sobre as manutenções sem sacrificar a segurança e o desempenho. O apoio do TIP é necessário devido ao alto risco do desenvolvimento e a necessidade de integração de um conjunto complexo de tecnologias multidisciplinares.
ñDevelopment of Rapid, Reliable, and Economic Methods for Inspection and Monitoring of Highway Bridgesò	5 anos	3.421.000	University of Texas at Austin/ National Instruments Corporation/ Wiss, Janney, Elstner Associates Inc.	O projeto desenvolve dois sistemas conexos de rede sem fio que, em conjunto, podem solucionar um problema crítico para a segurança das pontes, o acompanhamento de fissuras ou defeitos e a corrosão em componentes estruturais. Um deles é uma rede de baixa potência, sensores sem fio projetados para monitorar continuamente pontes com fraturas críticas. A segunda rede de sensores é projetada para detectar os primeiros sinais de corrosão em pontes de concreto armado.

Quadro 8 - Projetos do ñTechnology Innovation Programò do NIST (2008-2009)
Fonte: Elaborado pela autora

APÊNDICE D - Projetos no Modelo *Full Research* do AIST

Projeto	Instituto do AIST	Descrição
ñSpintronics Technology ï Development of MgO-TMR Deviceò	Nanoelectronics Research Institute	As pesquisas em spintrônica visam explorar a carga e a rotação dos elétrons em um sólido para produzir dispositivos eletrônicos com novas funções, melhorando sua eficiência energética, performance e conveniência. O modelo, que vem sendo desenvolvido desde 2003, é capaz de gerar dispositivos com performance 5 vezes melhor que os atuais. A pesquisa se enquadrava como básica tipo 1. A pesquisa tipo 2, que visava encontrar meios que permitissem que o dispositivo fosse replicável em grande escala, foi desenvolvida com a colaboração da empresa de equipamentos Canon Anelva Corporation. Em seguida, deu-se início a 2 projetos com a indústria para o desenvolvimento de produtos: ñSpintronics Nonvolatile Technology Projectò, para desenvolver uma MRAM (spin RAM) de alta capacidade, e o ñResearch and Development of Nanodevices for Practical Utilization of Nanotechnologyò, para desenvolver leitores magnéticos de disco rígido com o novo dispositivo MgO-TMR. o coordenador destaca como importante para o projeto o fato de ter podido integrar os diversos conhecimentos tecnológicos presentes no AIST, como a tecnologia para a formação de filmes de cristal finos e de alta qualidade para a produção dos dispositivos, o conhecimento em novos materiais e em física fundamental etc.
ñDevelopment of a Catalyst for Producing of Clean Transportation Fuelsò	Energy Technology Research Institute	Desenvolvimento de um catalisador capaz de produzir um diesel livre de enxofre. Após pesquisas básicas tipo 1, as pesquisas tipo 2 precisaram agregar conhecimentos diversos em química (orgânica, inorgânica, analítica, química de superfície etc.). A meta era desenvolver um catalisador com capacidade de hidrodessulfurização duas vezes maior que a capacidade dos convencionais. O coordenador ressaltou que esforços recursivos na pesquisa tipo 1 foram necessários para o desenvolvimento do projeto. O AIST estabeleceu parcerias nas pesquisas básicas tipo 2 e no desenvolvimento de produto com a empresa Catalysts & Chemicals Ind. Co. Ltd., líder na produção de catalisadores para refino de petróleo. Segundo o coordenador, as atividades do tipo 2 tiveram um grande impacto no direcionamento das pesquisas. Essas atividadesm estavam relacionadas a entender as necessidades do mercado, desenvolver a tecnologia, passar pelo crivo da comunidade externa, encontrar um parceiro para as pesquisas colaborativas etc.
ñTechnical Developments of Regenerative Medicineò	Research Institute for Cell Engineering	Desenvolvimento de técnica para a regeneração de ossos, por meio da reprodução de células, gerando uma plataforma para tecnologias regenerativas de ossos e cartilagens. O projeto motivou a criação do CTC (Centro de Processamento de Células). As pesquisas do tipo 2 tiveram como objetivo um produto para regeneração de ossos (tissue-engineered bone). Pesquisas do tipo 1 continuam em paralelo aos desenvolvimentos das pesquisas do tipo 2.
ñSuper-fine Inkjet ï a Nanoscale Function-Adding Tool Aimed at Industrializationò	Nanotechnology Research Institute	A nova tecnologia visa organizar microscopicamente os nanomateriais nos dispositivos eletrônicos, uma vez que, para o padrão dos nanomateriais, as tecnologias convencionais de silício, que sustentam o desenvolvimento dos dispositivos eletrônicos hoje, já não são adequadas. Para o posicionamento dos nanomateriais é necessário o desenvolvimento de novos métodos, como a impressão eletrônica, os protótipos rápidos etc., capazes de extrair ao máximo a funcionalidade dos nanomateriais. O coordenador do projeto aponta que após ter apresentado seus resultados de pesquisa do tipo 1 em congresso internacional foi estimulado a redefinir seus objetivos de pesquisa levando em consideração as necessidades da sociedade. A partir desse momento, sua pesquisa passou a se enquadrar no modelo Full Research. A pesquisa do tipo 2 levou ao desenvolvimento do ñsuper-inkjet equipmentò. Segundo o coordenador, os aprendizados das pesquisas do tipo 2 trouxeram novos questionamentos, motivando uma segunda rodada de pesquisas do tipo 1.

Quadro 9 - Projetos no Modelo Full Research do AIST
Fonte: Elaborado pela autora.