

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

ANDRÉ LUIZ SICA DE CAMPOS

IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS A PARTIR DA PESQUISA ACADÊMICA: UM ESTUDO DE PROJETOS TEMÁTICOS DA FAPESP

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

Orientador: Professor Doutor André Tosi Furtado

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida
por André Luiz Sica de Camy
e aprovada pelo Excmo. Juizador
em 02/07/99.

ORIENTADOR

CAMPINAS - SÃO PAULO

Julho – 1999

UNICAMP

N.º CHAMADA: UNICAMP
C157i
 I. _____ Ex. _____
 CM80 BC/ 38.931
 ROC. 229/99
 C ☐ D ☒
 HESQ R.B. 11.00
 ATA 03.11.0199
 * CPD _____

CM-00126385-2

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA do I.G. - UNICAMP**

Campos, André Luiz Sica de

C157i Identificação de impactos econômicos a partir da pesquisa acadêmica: Um estudo de projetos temáticos da FAPESP / André Luiz Sica de Campos. - Campinas, SP: [s.n.], 1999.

Orientador: André Tosi Furtado
 Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas,
 Instituto de Geociências.

1. Inovações Tecnológicas. 2. Pesquisa e Desenvolvimento. 3.
 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
 I. Furtado, André Tosi. II. Universidade Estadual de Campinas.
 Instituto de Geociências. III. Título.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

AUTOR: ANDRÉ LUIZ SICA DE CAMPOS

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS A
PARTIR DA PESQUISA ACADÊMICA: UM ESTUDO DE PROJETOS TEMÁTICOS
DA FAPESP**

ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR ANDRÉ TOSI FURTADO

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dr. ANDRÉ TOSI FURTADO - PRESIDENTE

Prof. Dr. ALBERTO CARVALHO DA SILVA

Profa. Dra. SANDRA DE NEGRAES BRISOLLA

André Tosi Furtado
Alberto Carvalho da Silva
Sandra de Negreiros Brissola

Campinas, de Julho de 1.999

*Aos meus pais, Thais e Dalmir e minha
esposa, Janaina, pelo amor e
companheirismo de todas as horas.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS pela realização de um sonho. Em certo momento de minha vida cheguei a acreditar que a materialização desta dissertação seria impossível. Contudo, o milagre de cruzar em meu caminho uma ou duas centenas de pessoas de diversas entidades tornou este projeto viável. Relaciono algumas delas abaixo e possíveis omissões não reduzem a minha gratidão perante todos que possibilitaram este trabalho.

No Departamento de Política Científica e Tecnológica agradeço ao meu orientador Professor André Furtado pela confiança depositada em todos os momentos. Ela proporcionou a oportunidade de cursar a disciplina Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento como aluno ouvinte e posteriormente a participação no Projeto Avaliação das Atividades de Pesquisa da FAPESP, a qual permitiu a realização da pesquisa de campo desta dissertação. Além disso, seu profissionalismo, capacidade de ensinar e disponibilidade irrestrita permitiram a realização da pesquisa bibliográfica e a viabilidade da redação final deste trabalho, através de incontáveis reuniões de trabalho e discussões. Agradeço ainda à participação no projeto Avaliação do Programa Satélite Sino Brasileiro de Recursos Terrestres, que, em conjunto com esta pesquisa, proporcionou o contato com cientistas e pesquisadores em atuação em departamentos de pesquisa em São Paulo e outros estados. Ademais, agradeço sua dedicação e zelo nas demais disciplinas sob sua responsabilidade que pude cursar.

Agradeço à Professora Sandra Brisolla pelas críticas e comentários tecidas em meu exame de qualificação e incorporados à redação final da dissertação. Agradeço ainda a possibilidade de participar no Projeto Indicadores de C&T e Inovação em São Paulo, que permitiu o contato com cientistas e pesquisadores em departamentos de pesquisa neste estado. Agradeço também ao Professor Sérgio Queiroz pelas críticas e comentários tecidas em meu exame de qualificação. A ele e ao Professor Newton Pereira agradeço ainda às observações e comentários tecidos durante a disciplina Seminário de Dissertação de Mestrado e incorporados à redação final do trabalho. Agradeço ainda aos Professores Sérgio Salles-Filho, Léa Velho, Maria Conceição, Ruy de Quadros, Tamás Zsmrecsányi e Renato Dagnino pelo zelo e dedicação conferidos às disciplinas por eles ministradas que pude cursar.

Aos Professores mencionados devo o conhecimento acadêmico e humano acumulado no tema C&T, transmitido na sala de aula, em discussões, conversas, adquirido em trabalho de campo e indispensável para a concepção e execução deste trabalho.

À Adriana, secretária do Departamento, aos secretários da pós-graduação Valdenir, Valdirene e Tânia, aos demais funcionários da biblioteca e do Instituto de Geociências, agradeço o zelo e a atenção com que me atenderam nestes anos.

Agradeço à Fundação CAPES que, através de uma bolsa Demanda Social, permitiu os meios financeiros para a realização de meus estudos de Mestrado. Agradeço à FAPESP e ao Doutor Alberto Carvalho, pela concepção e execução do Projeto Avaliação das Atividades de Pesquisa da FAPESP que viabilizou meu trabalho de campo.

Agradeço a todos os cientistas e pesquisadores que generosamente se dispuseram à realização de entrevista e assim colaboraram com informações valiosas que permitiram a construção desta dissertação.

Agradeço a todos os colegas de Mestrado e do Departamento que leram e comentaram as versões iniciais deste trabalho na disciplina Seminário de Dissertação de Mestrado e em outras oportunidades. Além disso, agradeço a convivência com os colegas do Departamento e do Instituto de Geociências, baseada na cordialidade e respeito, que tornou o Mestrado ainda mais proveitoso no campo das relações humanas. Um agradecimento especial ao meu amigo e colega de graduação e pós-graduação, Gaspar D'Zimba, que originalmente sugeriu minha participação no processo de admissão ao programa de Mestrado do Departamento.

Agradeço o apoio moral em todos os momentos do Sérgio e do Eduardo, a este também pelo apoio material no início deste processo, que desta forma fizeram justiça à palavra amizade.

Agradeço minha esposa Janaina, a qual me apoiou com o seu amor e que foi capaz de manter a paciência, equilíbrio e dedicação, além de suportar meus humores nem sempre positivos e que assim deu o suporte afetivo e psicológico sem o qual a realização deste trabalho seria impossível. Agradeço também a seus pais, Zélia e Alfredo, pela compreensão e apoio material conferidos no início e no final deste processo e pela amizade em todos os momentos.

Agradeço a meus pais Thais e Dalmir pelo apoio afetivo e material incondicional em todos os momentos de minha vida e que foram decisivos também neste projeto. A meus pais devo ainda a consideração do conhecimento como um valor humano.

A todos vocês, cuja ajuda possibilitou a materialização deste projeto, muito obrigado!

“Todo efeito tem uma causa.
Todo efeito inteligente tem uma causa inteligente.
A potência da causa é razão da grandeza do efeito.”

*(“Tout effet a une cause.
Tout effet intelligent a une cause intelligent.
La puissance de la cause est en raison de la grandeur de l’effet.”)*

Hyppolyte Leon Denizard Rivail (Lion, França 1804 – Paris 1869)
Cientista e educador, compilou a doutrina espírita alcunhado Allan Kardec.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE EQUAÇÕES.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 - MODELOS TEÓRICOS DE INOVAÇÃO E OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS DA PESQUISA ACADÊMICA.....	3
<i>Seção 1.1 - O Papel da Pesquisa Acadêmica no Processo Inovativo: as Interpretações dos Modelos Linear e Interativo.....</i>	4
1.1.1- As Definições de Pesquisa Acadêmica e de Impactos Econômicos.....	4
1.1.2- Modelos Teóricos de Inovação: Interpretações Linear e Interativa.....	8
<i>Seção 1.2- Avaliações de Impactos Econômicos da P&D: as Abordagens Quantitativa e Alternativa.....</i>	18
1.2.1 Avaliações Econométricas e Surveys.....	18
1.2.2 Avaliações Alternativas.....	25
<i>Seção 1.3 - Considerações Preliminares.....</i>	30
CAPÍTULO 2 - JUSTIFICATIVA E DEFINIÇÃO DAS OPÇÕES HEURÍSTICAS PARA UMA PROPOSTA DE MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS DA PESQUISA ACADÊMICA NO BRASIL.....	34
<i>Seção 2.1- A Relação Entre a Produção Econômica e Acadêmica no Brasil.....</i>	34
<i>Seção 2.2- Adequação das Metodologias Analisadas à Identificação de Impactos Econômicos da Pesquisa Acadêmica no Brasil.....</i>	39
2.2.1- Contribuições e limites dos métodos quantitativos e alternativos à avaliação dos impactos econômicos da pesquisa acadêmica.....	39
<i>Seção 2.3- Descrição das Etapas de Aplicação da Metodologia.....</i>	43
2.3.1- Objetivo e conteúdo da realização de entrevistas.....	43
2.3.2- Definição dos impactos econômicos.....	46
<i>Seção 2.4- Considerações Preliminares.....</i>	49
CAPÍTULO 3 - APLICAÇÃO E TESTE DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	51
<i>Seção 3.1- Possibilidades Abertas pela Combinação entre Critérios de Efetividade e Objetividade.....</i>	51
<i>Seção 3.2- Resultado Obtidos no Biênio 1997/ 1998.....</i>	53
3.2.1 - Demonstração da classificação obtida em 1997 quanto ao nível de efetividade dos impactos.....	53
3.2.2 - Descrição da classificação obtida com a 2ª rodada de entrevistas.....	62
<i>Seção 3.3- Discussão do Andamento dos Casos Cuja Classificação Foi Mantida em 1998.....</i>	66
<i>Seção 3.4- Aprofundamento da Classificação dos Impactos Mapeados.....</i>	71
3.4.1 - Impactos reais efetivos e em difusão/ transferência: projetos de pesquisa agrícola.....	71

3.4.2- Impactos reais efetivos e em difusão/ transferência: projetos de pesquisa matemática com aplicação em <i>softwares</i>	73
3.4.3- Impactos potenciais: projetos de pesquisa com aplicação industrial.....	74
3.4.4 – Impactos diretos e indiretos.....	77
<i>Seção 3.5 - Considerações Preliminares</i>	78
CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXO 01 - Roteiro de entrevistas visando o mapeamento de projetos de pesquisa.....	87
ANEXO 02 - Casos identificados por forma de apoio e tipo de impacto 1997.....	89

LISTA DE SIGLAS

AGROCERES	Agrocere Avicultura e Nutrição Animal Limitada
AT&T	<i>A T & T Corporation</i>
BETA	<i>Bureau d'Economie Théorique et Appliquée</i>
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
C&T	Ciência & Tecnologia
DNA	Ácido Desoxiribonucleico
ELETROSUL	Centrais Elétricas do Sul do Brasil Sociedade Anônima
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
GENENTECH	<i>Genentech Incorporation</i>
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IME	Instituto de Matemática e Engenharia
ITAUTEC	Itautec <i>Philco</i> Sociedade Anônima
ITAIPU	Itaipu Binacional
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MERCK	<i>Merck & Company Incorporation</i>
MERIT	<i>Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology</i>
MICROSOFT	<i>Microsoft</i> Brasil
MONSANTO	<i>Monsanto Company</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OLIVETTI	<i>Olivetti</i> do Brasil
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro Sociedade Anônima
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PROCAP	Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados e Estatística
SPRING	Sistema de Processamento de Imagens Georeferenciadas
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USIMINAS	Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais Sociedade Anônima
USP	Universidade de São Paulo
WWW	Rede Mundial de Computadores

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Esquematização da Transferência de Conhecimento Científico para a Produção no Modelo Linear.....	11
Tabela 1.2	Taxas de Retorno Privado Mínima e Máxima Obtida com P&D.....	21
Tabela 1.3	Porcentagem de Novos Produtos e Processos Baseados em Pesquisa Acadêmica Recente, Sete Setores Industriais, 1986-1994 e 1975-1985.....	25
Tabela 2.1	Classificação da Amostra Segundo a Área de Conhecimento.....	45
Tabela 3.1	Possibilidades de Combinação Segundo Objetividade/ Efetividade.....	51
Tabela 3.2	Frequência dos Impactos Mapeados em 1997.....	54
Tabela 3.3	Frequência de Ocorrência dos Impactos Sócio-Econômicos Mapeados em 1997 e em 1998.....	55
Tabela 3.4	Classificação dos Impactos Sócio-econômicos Identificados em 1997.....	56
Tabela 3.5	Classificação dos Impactos Sócio-econômicos Identificados em 1998.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Modelo Interativo do Processo de Inovação.....	15
-------------------	---	-----------

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1.1	Retorno Social da Pesquisa.....	9
Equação 1.2	Função de Produção Cobb-Douglas em Termos da Taxa de Crescimento.....	20



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

**IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS A PARTIR DA PESQUISA
ACADÊMICA: UM ESTUDO DE PROJETOS TEMÁTICOS DA FAPESP**

RESUMO
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

André Luiz Sica de Campos

No pós-guerra a avaliação de impactos econômicos da P&D, dentro do campo Política Científica e Tecnológica, tem ganhado relevância como tema de pesquisa. O estudo social da Ciência e Tecnologia combina elementos da História, Filosofia, Política, Sociologia, Economia e Psicologia. Portanto, a aplicação de diferentes instrumentos heurísticos caracteriza a multidisciplinaridade deste enfoque. Como a avaliação econômica da P&D se insere neste debate, são empregadas tanto abordagens quantitativas como de corte sociológico. Apesar desta importante diferença metodológica, ambas correntes tem se concentrado em estudos teóricos e empíricos acerca das experiências Européia, Japonesa e Norte-americana. Assim, a revisão da literatura demonstra escassez de estudos sobre a avaliação dos investimentos em P&D em países onde tais gastos dependam principalmente do setor público e nos quais o processo de inovação apresenta baixo dinamismo econômico. Como a economia Brasileira é caracterizada por estes aspectos e como a literatura é centrada em processos de inovação dinâmicos e apoiados no setor privado, constata-se uma relativa inadequação das abordagens mencionadas perante a realidade nacional. Neste sentido, esta dissertação contribui para a reflexão sobre a avaliação econômica da P&D de acordo com as particularidades do contexto brasileiro. Este propósito é perseguido através de uma proposição metodológica de identificação de impactos econômicos da P&D que considera os aspectos das correntes mencionadas que sejam adequados para a compreensão do ambiente econômico do país. Ademais, dada a participação majoritária do gasto público no investimento em P&D nacional, procura-se demonstrar que o levantamento de dados a partir de pesquisadores acadêmicos possibilita a identificação de impactos econômicos da pesquisa. Com base neste critério, o levantamento de dados se baseou fundamentalmente em entrevistas a coordenadores de vinte e um projetos temáticos patrocinados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo em disciplinas das Ciências Biológicas, Exatas e Humanas, cujas execuções se deram no IAC, no INPE e na UNICAMP. As informações coletadas foram analisadas qualitativamente, de acordo com critérios de objetividade e efetividade considerados na proposição metodológica que é objeto da dissertação. A fim de realizar o teste da hipótese proposta, bem como de assegurar a identificação dos impactos econômicos, a ênfase analítica dos dados coletados se dá na discussão do alcance dos diversos processos de inovação identificados a partir da pesquisa acadêmica. A partir dos depoimentos de executores de pesquisa acadêmica, constata-se tanto a possibilidade de analisar os diversos estágios do processo de inovação em antecedência à fase de comercialização, como a viabilidade da identificação de seus impactos econômicos.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

**IDENTIFICATION OF ACADEMIC RESEARCH ECONOMIC IMPACTS: A STUDY
OF FAPESP'S THEMATIC PROJECTS**

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION

André Luiz Sica de Campos

Along the post-war period, the evaluation of R&D economic impacts has gained relevance as a research theme within Science and Technology Policy studies. The Social Studies of Science and Technology encompass elements of History, Philosophy, Politics, Sociology, Economics and Psychology. Therefore, the application of different heuristic instruments characterises this approach's multidisciplinary. Inserted in this debate, R&D economic evaluations make use of both quantitative and sociological approaches. In spite of such important methodological difference, both streams have concentrated on theoretical and empirical studies regarding the European, Japanese and North-American experiences. Hence, the literature review shows a scarcity of R&D investments evaluation studies regarding countries where such expenditures rely mainly on the public sector and where the innovation process presents weak economic dynamism. As the Brazilian economy is characterised by these aspects and as the literature is centred in dynamic and privately supported innovative processes, there is a relative lack of adequacy between the mentioned approaches and national reality. In this sense, this dissertation contributes to Brazilian context specific R&D economic evaluation thought. Such aim is pursued through a methodological proposition regarding the identification of R&D economic impacts that considers aspects of the mentioned currents adequate to understand the Brazilian economic environment. Furthermore, due to the given major participation of public expenditure on the R&D national investment, it was tried to prove that data collection relying on academic researchers might permit R&D economic impact identification. According to this criteria, data collection was based fundamentally on twenty one FAPESP (São Paulo State Research Support Foundation) supported thematic projects co-ordinators interviews regarding the Social, Exact and Natural Sciences, which were conducted by IAC (Campinas Agronomic Institute), INPE (Space Research National Institute) and UNICAMP (Campinas State University). The collected information was then qualitatively analysed according to objectiveness and effectiveness criteria, which were considered inside the methodological proposition that is object of this dissertation. In order to test the proposed hypothesis; as well as to assure the identification of economic impacts, the collected data analytical emphasis discussed the reach of identified innovation process. Considering the academic researchers testimonies, it is possible to analyse both the innovation process diverse stages preceding its commercialisation phase as well as the feasibility of the economic impact identification.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS/
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS/DEPTO DE POLÍTICA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA**

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS A PARTIR DE LA
INVESTIGACIÓN ACADÉMICA: UN ESTUDIO DE PROYECTOS TEMÁTICOS DE
LA FAPESP**

RESUMEN

DISSERTACIÓN DE MESTRADO

André Luiz Sica de Campos

En la post-guerra las evaluaciones de impactos económicos de I&D, dentro del campo de la Política Científica y Tecnológica, ganaron relevancia como tema de investigación. Los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología combinan elementos de la Historia, Filosofía, Política, Sociología, Economía y Psicología. Por tanto, la aplicación de diferentes instrumentos heurísticos caracteriza la multidisciplinariedad de este enfoque. Como la evaluación económica de I&D se insiere en este debate, son empleados tanto abordajes cuantitativos como de corte sociológico. A pesar de esta importante diferencia metodológica, ambas corrientes se han concentrado en estudios teóricos y empíricos acerca de las experiencias Europea, Japonesa y Norteamericana. Sin embargo, la revisión de la literatura muestra escasez de estudios sobre la evaluación de las inversiones en I&D en países donde estos gastos dependen principalmente del sector público y en los cuales el proceso de innovación presenta bajo dinamismo económico. Como la economía Brasileña es caracterizada por estos aspectos y como la literatura es concentrada en procesos innovativos dinámicos y apoyados en el sector privado, constataste una relativa inadecuación de los abordajes mencionados ante la realidad nacional. En este sentido, esta disertación contribuye para la reflexión sobre la evaluación económica de I&D de acuerdo con las especificidades del contexto brasileño. Este objetivo es perseguido a través de una proposición metodológica de identificación de impactos económicos de I&D que considera aspectos de las corrientes mencionadas adecuados para la comprensión del ambiente económico del país. Además, dada la participación mayoritaria del gasto público en las inversiones de I&D nacional, buscamos demostrar que el levantamiento de datos a partir de investigadores académicos puede permitir la identificación de impactos económicos de investigación. Teniendo como base este criterio, el levantamiento de datos se basó fundamentalmente en entrevistas a coordinadores de veinte y un proyectos temáticos patrocinados por la FAPESP (Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de San Pablo) en disciplinas de las Ciencias Biológicas, Exactas y Humanas, cuyas ejecuciones se realizaron en el IAC (Instituto Agronómico de Campinas), en el INPE (Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales) y en la UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). Las informaciones colectadas fueron analizadas cualitativamente, de acuerdo con criterios de objetividad y efectividad considerados en la proposición metodológica que es objeto de la disertación. Con vista a realizar el test de la hipótesis propuesta, así como de garantizar la identificación de los impactos económicos, la énfasis analítica de los datos colectados se da en la discusión del alcance de los diversos procesos de innovación identificados a partir de la investigación académica. Teniendo en cuenta las declaraciones de ejecutores de investigación académica, constataste tanto la posibilidad de analizar las diversas etapas del proceso de innovación con antecedencia a la fase de comercialización, como la viabilidad de la identificación de sus impactos económicos.

INTRODUÇÃO

Esta dissertação objetiva contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de identificação de impactos econômicos oriundos de atividades de pesquisa acadêmica. Além disso, serão discutidos os resultados obtidos com a aplicação experimental da metodologia em vinte e um projetos que contaram com o apoio da FAPESP nos anos 90.

O esforço propositivo do trabalho foi norteado pelo intuito de ampliar o entendimento do processo inovativo no Brasil. A análise dos métodos de avaliação econômica da pesquisa acadêmica encontrados na literatura mostrou a existência copiosa produção desenvolvida alhures. O problema detectado neste particular se refere a que muitos destes métodos dizem respeito às questões de pesquisa relevantes aos processos inovativos de economias desenvolvidas. Esta afirmação não invalida o fato de que tais métodos são, muitas vezes, pertinentes ao estudo da realidade nacional.

Contudo, as evidências levantadas demonstram a necessidade de que sejam envidados esforços de pesquisa em metodologia de avaliação econômica, a fim de complementar as opções analíticas abertas pela interpretação da realidade econômica nacional a partir de correntes teóricas predominantes. Portanto, esta dissertação é justificada como uma contribuição à interpretação do processo de inovação no Brasil.

A justificativa clássica do estudo da avaliação econômica da P&D diz respeito às dificuldades fiscais para que os Estados nacionais mantenham aportes significativos de recursos públicos nesta área. Como o setor público responde pela parcela mais relevante da execução de pesquisa no Brasil, o entendimento das relações entre o aporte de recursos e o nível de retorno auferido pela sociedade pode se tornar um bom indicativo dos rumos da Política Científica e Tecnológica. Diante do quadro de escassez de recursos públicos financeiros e materiais com que se depara a sociedade brasileira no limiar do Século XXI, este trabalho também se justifica como uma contribuição ao exame da relação entre a produção acadêmica e econômica no Brasil.

Esta dissertação foi dividida em três capítulos, sua hipótese argumenta que o investigador público, responsável pela condução da pesquisa acadêmica, pode ser uma importante fonte de informação no desvelar das condições de interação entre a produção e a pesquisa. Esta opção implica reduzir o nível de agregação de dados, de sorte que sejam captados fenômenos sócio-econômicos específicos, que permitam confirmar tal hipótese.

Pressupõe-se a inovação como um processo incerto e composto por diversas fases anteriores à sanção comercial no mercado. Tal processo, quando examinado, pode indicar evidências de impactos desligados da atividade mercantil, mas de importante relevância econômica e mesmo social.

O primeiro capítulo revisa os enfoques metodológicos disponíveis para a avaliação de impactos econômicos da pesquisa financiada pelo setor público e realizada na academia. Para tal, examinam-se os pressupostos teóricos relacionados às interpretações do papel que a pesquisa assume no processo de geração de inovações. Este capítulo segue as esquematizações da literatura, dividindo-se entre avaliações quantitativas e alternativas.

O segundo capítulo objetiva descrever nossa proposta metodológica de identificação de impactos econômicos. Discute-se o nível de adequação dos métodos analisados (e desenvolvidos alhures) para a identificação de impactos econômicos da pesquisa acadêmica diante da especificidade do processo de inovação brasileiro. Além disto, justificam-se as opções heurísticas adotadas na construção da proposta metodológica e em seguida é realizada sua descrição.

O capítulo final objetiva demonstrar a aplicação da metodologia proposta realizada ao longo do biênio 1997/1998. Para tanto, os resultados obtidos são demonstrados e tabulados, objetivando-se a discussão de sua validade heurística.

CAPÍTULO 1 - MODELOS TEÓRICOS DE INOVAÇÃO E OS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS DA PESQUISA ACADÊMICA

Este capítulo objetiva mapear os enfoques metodológicos disponíveis para a avaliação de impactos econômicos da pesquisa financiada pelo setor público e realizada na academia. Para tal, os modelos que interpretam o papel que a pesquisa assume no processo de inovação são examinados. Busca-se esclarecer as referências que norteiam os métodos de avaliação disponíveis, a fim de permitir seu escrutínio perante o desenvolvimento metodológico realizado nos Capítulos 2 e 3.

A abordagem adotada para dar conta desta tarefa foi transposta do artigo de CLARK (1990), no qual se argumenta que as tradições do pensamento Neoclássico e Estruturalista sobre a economia do desenvolvimento não conformam rigorosamente teorias científicas. Este fato decorre de que, apesar de dotadas de encadeamento lógico, tais formulações não explicam nem prevêm integralmente fenômenos sociais. Tratam-se, na verdade, de postulados que refletem prescrições normativas distintas, advogando respectivamente o mercado ou a intervenção do Estado como alocadores eficientes de recursos no processo de desenvolvimento, contrapostas nas diversas arenas políticas.

Essencialmente, o raciocínio de CLARK associa as teorias Neoclássica (*main stream*) e Estruturalista (alternativa) a suas respectivas prescrições normativas: a liderança do mercado ou do Estado no processo de desenvolvimento, respectivamente. Conforme demonstraremos em seguida, esta abordagem permite a análise da relação entre os modelos de inovação e as metodologias de avaliação econômica da pesquisa.

Neste sentido, argumenta-se que o modelo linear de inovação e sua transposição para a teoria Neoclássica se reflete no enfoque metodológico quantitativo de avaliação da pesquisa¹. Ademais, a interpretação do modelo de inovação interativo se reflete na adoção do enfoque metodológico que chamaremos alternativo².

Tais modelos de inovação conformam interpretações teóricas cuja previsibilidade de fenômenos sociais também é limitada. Mesmo assim, eles se refletem em métodos de avaliação

¹ Chamaremos o conjunto de estudos que se apoiam em métodos estatísticos ou econométricos para avaliar, via quantificações, os impactos econômicos da pesquisa acadêmica de enfoque quantitativo.

dotados de prescrições metodológicas distintas. Portanto este capítulo parte da descrição dos modelos teóricos do processo de inovação, a fim de examinar seus reflexos sobre os métodos de avaliação disponíveis.

A Seção 1.1 delimita o objeto de estudo da dissertação. Assim, apresenta-se a definição de atividades de pesquisa acadêmica bem como as interpretações de seus impactos econômicos encontradas na literatura. A seguir, os pressupostos teóricos que norteiam os modelos do processo de inovação são resumidos, explicitando-se os conteúdos destes. Ademais, serão analisadas as implicações dos pressupostos encontrados nos modelos para a definição do universo de métodos disponíveis.

Na Seção 1.2 são revisadas algumas das principais experiências de avaliação envolvendo os dois conjuntos de métodos disponíveis. A revisão das avaliações quantitativas e alternativas se baseou no exame de compilações destas literaturas³, bem como em textos originais. Estas etapas possibilitarão a discussão da adequação destes métodos ao contexto das atividades de pesquisa acadêmica realizados no Brasil ao longo do Capítulo 2.

Seção 1.1 - O Papel da Pesquisa Acadêmica no Processo Inovativo: as Interpretações dos Modelos Linear e Interativo

1.1.1- As Definições de Pesquisa Acadêmica e de Impactos Econômicos

Este item objetiva delimitar o objeto de estudo da dissertação. Para tanto, discutem-se os conceitos que definem a natureza das atividades de pesquisa acadêmica e de seus impactos econômicos. Como nos Capítulos 2 e 3 serão analisados projetos de pesquisa acadêmica que incluem a investigação de conhecimentos de natureza básica, aplicada e tecnológica, esta seção elucida a distinção entre tais categorias. Ademais, espera-se ainda a ocorrência de impactos sobre a produção econômica a partir dos resultados dos projetos. Este fato implica demonstrar o conceito de impacto econômico da pesquisa.

A pesquisa básica é executada tanto em laboratórios de universidades quanto em institutos privados e públicos de pesquisa, portanto o termo pesquisa básica pode se confundir com o termo

² Chamaremos o conjunto de estudos que empregam uma abordagem sociológica, secundada por métodos estatísticos, bibliométricos ou cientométricos, para avaliar os impactos econômicos da pesquisa acadêmica de enfoque alternativo.

³ Ver CALLON & FORAY (1995), NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1996), MAIRESSE & MOHNEN (1994), MARTIN et al. (1996) e SMITH (1995).

pesquisa acadêmica. Contudo, a distinção entre estes conceitos decorre da universidade também se envolver em atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico e também da pesquisa básica ser executada por laboratórios industriais.

Assim,

a maior parte da pesquisa universitária é pesquisa básica no sentido que visa entender fenômenos em nível relativamente fundamental. Contudo, isto não significa que tal pesquisa não seja influenciada pela pressão de problemas e objetivos tecnológicos importantes. A parte do leão da pesquisa universitária está nas disciplinas de engenharia e em ciências aplicadas tais como ciências da computação e oncologia que, dada sua natureza, são orientadas para a resolução de problemas (ROSENBERG & NELSON, 1994:323)⁴.

Conforme será visto adiante, a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento tecnológico possuem objetivos explícitos distintos quanto ao conhecimento gerado. Contudo, tais categorias se relacionam dentro da universidade e por este motivo os objetivos da pesquisa acadêmica integra características de tais categorias.

Assim, quando mencionamos que estaremos analisando a pesquisa acadêmica, referimo-nos ao conjunto de atividades executados em universidades e institutos públicos e cujos resultados podem variar desde conhecimentos básicos ou aplicados, até a geração de tecnologias repassadas ao setor produtivo. Como a pesquisa acadêmica integra características das demais categorias de pesquisa, é pertinente a apresentação de suas definições.

Neste sentido, a geração de conhecimento básico ou fundamental normalmente decorre do que se convencionou chamar pesquisa básica. Segundo o Manual Frascati, a pesquisa básica pode ser definida como o trabalho científico, teórico ou experimental, que visa compreender e ampliar fundamentos subjacentes a fatos observáveis através da formulação de hipóteses, teorias e leis. Tais atividades são direcionadas a determinadas áreas de concentração ou disciplinas científicas. Esta fonte afirma que, dada a natureza pública destas informações, seus resultados não são negociáveis (CNPQ, 1978).

Embora a última afirmação seja discutível, RUIVO (1997) complementa esta definição afirmando que a investigação que gera conhecimento fundamental deve ser original e objetivar a ampliação do conhecimento. Assim, a autora define dois tipos de orientação desta pesquisa:

⁴ “...most of university research is basic research in the sense that it aims to understand phenomena at a relatively fundamental level. However, this does not mean that such research is uninfluenced by the pull of important technological problems and objectives. The lion's share of university research is in the engineering disciplines and applied sciences such as computer science and oncology which, by their nature, are oriented toward problem-solving” (ROSENBERG & NELSON, 1994:323).

segundo a curiosidade do cientista ou interesses estratégicos de grupos sociais (Estados nacionais, corporações multinacionais, etc...). A primeira se refere à pesquisa cuja aplicação prática ocorre a longo prazo, havendo normalmente pequeno esforço de transferência na aplicação ao setor produtivo. Já a segunda se refere à pesquisa na qual existe a perspectiva do conhecimento gerado formar a base teórica para a solução problemas existentes ou potenciais.

Quanto à execução, tradicionalmente, estas linhas de pesquisa são conduzidas por institutos públicos e universidades. Contudo, desde a Segunda Revolução Industrial empresas privadas tem praticado este tipo de atividade. Conforme demonstram ORSENIGO (1989) e o jornalista Louis Uchitelle (THE NEW YORK TIMES), corporações multinacionais como *AT&T* (do setor de telecomunicações) ou *MERCK* (do setor farmacêutico) mantêm equipes de pesquisadores em áreas de fronteira do conhecimento. Dentre as finalidades desta estratégia, pode-se mencionar tanto a geração de conhecimentos aplicáveis à produção como o monitoramento do estado da arte das disciplinas científicas.

O exame de atividades de pesquisa, escopo desta dissertação, inclui ainda projetos de pesquisa aplicada. Segundo VELHO (1985), freqüentemente os termos pesquisa básica e pesquisa aplicada são usados em oposição mútua. De acordo com CNPQ (1978), quanto à natureza de suas atividades, a pesquisa aplicada seria basicamente o mesmo que a pesquisa básica, porém com uma finalidade prática específica como objetivo.

RUIVO (1997) afirma ainda que existem dois níveis de efetividade na aplicação da pesquisa. Em nível específico, desenvolve-se o conhecimento cuja finalidade é voltada para um produto, processo ou sistema já detalhado. Em nível estratégico, a pesquisa aplicada gera conhecimentos cujo emprego é potencial, mas não claramente especificado ou definido.

No caso brasileiro, pode-se afirmar que a universidade e os institutos públicos de pesquisa, além de executar as categorias mencionadas, também acabam sendo responsáveis por parte ponderável do esforço nacional de desenvolvimento tecnológico. O Manual Frascati define tais atividades com o uso da categoria desenvolvimento experimental, que consiste no emprego dos resultados da pesquisa básica e aplicada em direção à introdução de materiais, ferramentas, produtos, sistemas e processos úteis à melhoria daqueles já existentes. A esta definição, inclui-se ainda o projeto e desenvolvimento de protótipos (CNPQ, 1978).

Não pretendemos executar uma minuciosa discussão a respeito do conteúdo destas definições. Como seu uso é rotineiro nas diversas instituições envolvidas no estudo, na gestão e

na execução de C&T (VELHO, 1985), adotaremos tais definições para explicitar a natureza das atividades de pesquisa que estaremos analisando, cientes dos limites de seu emprego.

De fato, a existência destes limites é reconhecida pela comunidade envolvida com os estudos do tema C&T, conforme demonstra o considerável debate existente em torno destas classificações. Isto porque tais conceitos não apresentam definições universalmente aceitas. Contudo, como mencionado, neste trabalho serão analisados projetos de pesquisa acadêmica que incluem as três classes de atividades principais da P&D (pesquisa básica, aplicada e desenvolvimento tecnológico), tais classificações serão empregadas por serem as únicas disponíveis. Ademais, manteremos as definições empregadas pelos diversos autores a fim de não distorcer o conteúdo de seus trabalhos.

Além de incluir aspectos das três categorias definidas acima, caracterizamos a pesquisa acadêmica como orientada a partir do interesse específico do pesquisador. Assim, mesmo que envolvido em atividades de nível aplicado, o pesquisador é direcionado por sua curiosidade. A qual poderá, ou não, convergir com a possibilidade de obter lucro a partir de seus resultados e estar, ou não, em acordo com a agenda científica definida pelo paradigma teórico vigente em cada disciplina (KHUN, 1962).

Cabe mencionar ainda que nesta dissertação será desenvolvido somente a dimensão econômica dos impactos da pesquisa acadêmica. Ou seja, não será realizada análise mais profunda de outras ordens de impacto, tais como científico-tecnológico, cultural e educacional encontrados em MARTIN (1996).

Em relação à pesquisa acadêmica, este autor afirma que existe uma fronteira indistinta entre os benefícios de ordem econômica e os demais, pois frequentemente ela apresenta impactos de várias dimensões. Ou seja, impactos econômicos podem se confundir com impactos científico-tecnológicos, culturais e educacionais. Como resultado, é difícil identificar, por exemplo, a fronteira entre a natureza econômica e científica da pesquisa acadêmica, porquanto muitas vezes ambos se confundem (MARTIN, 1996:345)⁵.

Neste sentido, conforme veremos na seção 1.2, consideraremos o conceito mais amplo de impacto econômico, que se reflete tanto em inovações de produto e processo como também em aspectos menos óbvios e de difícil quantificação associados aos recursos humanos envolvidos no

⁵ Um tratamento médico que é resultado de novo conhecimento e reduz a quantidade de faltas no trabalho bem como os custos do empregador explicita impacto científico, social e econômico.

processo. Em continuação, serão apresentados os modelos teóricos que procuram dar conta da interpretação do processo de inovação com o emprego das categorias discutidas acima.

1.1.2- Modelos Teóricos de Inovação: Interpretações Linear e Interativa

Este item analisa o papel da pesquisa acadêmica no dinamismo econômico segundo as interpretações acerca do processo de inovação encontrado nos modelos teóricos linear e interativo. Destarte, associa-se estes pressupostos a determinados métodos de avaliação. Esta tarefa objetiva relacionar os pressupostos teóricos adotados pelo modelos analíticos ao enfoque metodológico adotado por estudos de avaliação da P&D.

A teoria Neoclássica, o modelo linear e os métodos de avaliação quantitativos

A discussão da relação entre economia e ciência no âmbito da teoria Neoclássica foi realizada por diversos autores no contexto do pós-guerra⁶. Os artigos de NELSON (1959) e ARROW (1962) se inserem nesta tradição porque resumem definições importantes referentes ao tema, que inspiraram alguns dos principais pressupostos encontrados nas avaliações quantitativas.

O argumento central de NELSON (1959) afirma que a pesquisa básica gera benefícios privados e públicos. Parte dos ganhos escapam da esfera privada pois as condições de incerteza na apropriação dos resultados da pesquisa básica determinam dificuldades no aproveitamento de todas as possibilidades de exploração econômica do novo conhecimento.

Segundo o autor, as condições de incerteza decorrem da geração de invenções resultar das atividades de pesquisa, as quais apresentam tanto produtos previstos como subprodutos imprevistos. Portanto “alguns dos mais impressionantes avanços científicos resultaram de projetos de pesquisa que tinham em mente finalidades iniciais bastante diferentes” (NELSON, 1959:154)⁷. Por outro lado, o autor afirma que a pesquisa aplicada e o desenvolvimento tecnológico são relativamente afastados de significativas revoluções científicas (quando em comparação com a pesquisa básica)⁸.

⁶ Para uma visão de conjunto dos principais textos desta corrente consultar MANSFIELD & MANSFIELD (1993) e ROSENBERG (1971).

⁷ “Some of the most striking scientific breakthroughs have resulted from research projects started with quite different ends in mind” (NELSON, 1959:154).

⁸ Pode-se argumentar que atualmente a validade desta afirmação é limitada, conforme demonstra a pesquisa em física com supercondutores. Deve-se levar em conta, no entanto, a perspectiva histórica de NELSON bem como a incipiência do campo da Economia da Inovação quando o artigo foi redigido.

Em adição, a chance de se alcançar o resultado esperado a partir da pesquisa decorre da quantidade de conhecimento que se tenha acumulado a seu respeito. Ao longo de atividades que saem de um nível básico para outro crescentemente aplicado, ocorre nível decrescente de incerteza e risco porquanto os objetivos sejam mais claros. Daí os investimentos privados tenderem a se concentrar em conhecimentos aplicados e tecnológicos.

Em termos algébricos, considera-se que um dado gasto em pesquisa básica provê benefícios superiores aos de investimentos equivalentes em outras atividades. Este benefício da pesquisa básica é chamado de valor social da pesquisa. Contudo, a ocorrência deste ganho decorre em detrimento de um fluxo de benefícios que seriam obtidos se os recursos tivessem sido canalizados para outras áreas. Estes benefícios não materializados conformam o custo social da pesquisa básica, sendo que a diferença entre ambos conforma o retorno social.

Esta relação pode ser definida como o retorno social da pesquisa básica, demonstrada algebricamente como:

Equação 1.1- Retorno Social da Pesquisa

$$\text{Valor Social} - \text{Custo Social} = \text{Retorno Social}$$

Fonte: NELSON (1959)

A implicação normativa desta definição é que a quantidade de recursos que devem ser alocados a pesquisa básica é aquela que maximiza o retorno social. De acordo com NELSON, em condições de livre mercado as firmas não alocarão recursos em pesquisa básica em tal nível (socialmente ótimo). Dadas as dificuldades de manter um nível de retorno privado satisfatório, justifica-se o aporte de recursos públicos em pesquisa. Assim, a pesquisa básica deve ser objeto de política pública, consequência lógica do raciocínio do autor.

ARROW (1962) prosseguiu esta discussão, atendo-se à questão da justificativa da necessidade de financiamento público da pesquisa básica como resultado da dificuldade do inovador se apropriar dos ganhos da inovação em função da incerteza do processo. O autor define o processo de invenção como a produção de conhecimento, no qual monopólio da informação permite a obtenção de lucro extra. Por este motivo, as empresas tentam manter o novo conhecimento em sigilo.

O alto risco econômico demandado para a obtenção da informação, relacionado ao alto custo de obtenção e grande incerteza quanto à sua aplicação, retira o incentivo ao investimento

nestas atividades. Isso implica que a rentabilidade privada seja muito inferior à social, resultando na alocação insuficiente de recursos humanos e materiais para a pesquisa.

Nestas condições, o conhecimento científico somente gera lucro enquanto seu proprietário detiver seu monopólio. Portanto é discutível aceitar o pressuposto de que exista um mercado perfeito para informações decorrentes de pesquisa científica. “O principal ponto aqui é a dificuldade para a criação de um mercado para a informação, se isto for desejável por alguma razão” (ARROW, 1962:171)⁹.

ARROW (1962) conclui que numa economia de mercado livre haverá sub-investimento em pesquisa básica porque esta atividade é arriscada, sendo sua apropriabilidade limitada. Este investimento tende a ser menor quanto maior for o risco ou mais fundamental for o conhecimento gerado.

Em resumo, esperamos que uma economia de livre empresa sub-investa em invenção e pesquisa (quando comparado com a situação ideal) porque esta atividade é arriscada, seu produto pode ser apropriado apenas em um nível limitado e apresenta retornos crescentes de seu uso. Este sub-investimento será maior quanto mais básica for a pesquisa. Ademais, até o ponto em que a firma tenha sucesso na ampliação do valor econômico de sua atividade inventiva, existirá uma sub-utilização da informação quando comparada com a alocação ideal (:175)¹⁰.

Estes artigos geraram uma literatura acerca da forma de transferência de conhecimento desde a produção científica até a produção econômica. Segundo MARTIN et al. (1996), sob sua inspiração foi gerado o argumento de que o investimento público em pesquisa básica cria novas fontes de informações economicamente úteis, as quais eventualmente podem ser empregadas por firmas privadas para desenvolver novos produtos e processos. Este fato decorre do caráter público da informação (de alto custo de produção e baixo custo de transferência) que resulta na necessidade de investimento público para sua produção.

Pode-se afirmar que estes autores explicitaram os conceito de risco e incerteza associados à descoberta científica, tentando formalizá-los dentro de um esquema de racionalidade econômica. NELSON criou ainda o conceito de impacto ou resultado indireto da pesquisa, ao mencionar que muitos dos principais resultados obtidos em ciência não se referiam aos objetivos

⁹ “The chief point made here is the difficulty of creating a market for information, if one should be desired for any reason” (ARROW, 1962:171).

¹⁰ “To sum up, we expect a free-enterprise economy to under-invest in invention and research (as compared with an ideal) because it is risky, because the product can be appropriated only to a limited extent, and because of increasing returns in use. This under investment will be greater for more basic research. Further, to the extent that a

explícitos da pesquisa. É inegável que estes artigos iluminaram aspectos importantes sobre a relação entre ciência e economia.

Contudo, deve-se ressaltar o pressuposto de linearidade na transferência do conhecimento para a produção subjacente a estes textos. É assumida uma relação de mão única entre conhecimento básico, aplicado e tecnológico. A tabela 1.1 integra alguns dos conceitos traçados por estes autores com o modelo linear de inovação.

Tabela 1.1 - Esquematização da Transferência de Conhecimento Científico para a Produção no Modelo Linear

Etapas do Modelo	Pesquisa Básica ⇒	Pesquisa Aplicada ⇒	Desenvolvimento Tecnológico ⇒	Produção
Opções de Emprego da Informação	Múltiplo uso potencial da informação	Define aplicações previstas e imprevista ou direta e indireta	Emprego definido	Não prevê o retorno da informação para a pesquisa
Risco Econômico da Pesquisa	Relativamente alto	Intermediário	Intermediário	Baixo
Escala de Aplicação	Laboratório	Laboratório	Protótipo	Grande escala

Legenda: Trajetória do conhecimento/ Sentido em que o risco se reduz ⇒

Fonte: Confeção própria baseado em NELSON (1959) e ARROW (1962).

Ao argumentar que a geração de novos conhecimentos se radica na atividade de pesquisa, estes autores estão assumindo implicitamente a trajetória apontada acima. Conquanto não exista referência explícita ao modelo linear nestes textos, o argumento destes autores defende que o investimento público em pesquisa pode gerar benefícios econômicos.

Ainda mais, segundo este enfoque a informação básica apresenta alto risco econômico, pois sua aplicação potencial é múltipla. Já a pesquisa aplicada direciona o emprego econômico da informação, reduzindo o leque de opções produtivas e portanto sua incerteza. Contudo, o resultado da aplicação pode tanto ser previsto, ou direto, como imprevisto, ou indireto. Esta ambigüidade é o cerne do risco e da incerteza associada ao investimento em pesquisa básica em ARROW e NELSON.

Numa segunda etapa, o desenvolvimento tecnológico concentra ainda mais o leque de opções de aplicação da informação. Destarte, tende a tornar este investimento acessível ao capital privado. Ou seja, estes autores entendem que o risco de retorno financeiro se reduz à medida que o conhecimento se desloca em direção à produção. Portanto, haveria uma tendência à concentração de investimentos privados quanto mais próximo da produção, ou mais aplicado, seja o conhecimento gerado.

firm succeeds in engrossing the economic value of its inventive activity, there will be an under-utilization of that

Por outro lado, nestes artigos não são encontradas referências à relação entre informações e conhecimentos gerados na produção que se direcionam à pesquisa, conferindo uma trajetória não linear ao conhecimento, conforme observamos no modelo iterativo.

Portanto, pode-se afirmar que estes autores adotaram então uma perspectiva linear do processo de transferência de conhecimento entre a ciência e a produção. Ou seja, embora tenham traçado conceitos e questionamentos originais, não internalizaram a noção de retro-alimentação (*feed back*) entre as instâncias de produção científica e econômica e nem o papel central da firma no processo de inovação adotados pelo modelo iterativo, conforme veremos no próximo item. Este fato decorreu tanto da insipiência dos estudos acerca da relação entre C&T e economia, como da interpretação linear da inovação, na verdade a única forma de interpretação deste processo disponível então.

Conforme coloca OCDE (1992):

o modelo (linear) era adequado com a abordagem *science push* que prevaleceu de forma esmagadora nos anos 1950 e 1960, mas também poderia ser acomodado para as teorias *demand pull* de argumentação mais cuidadosa (:16)¹¹.

Ao não captar a questão do aprendizado e da inter-relação entre produção científica e econômica a partir do mercado, as avaliações inspiradas nos conceitos definidos nesta tradição tenderam a colocar em segundo plano o papel dos recursos humanos alocados no processo inovativo. Assim, a ênfase analítica surgida no esteio destes artigos foi a quantificação dos elementos de custo e retorno privado e social da pesquisa, bem como estimativas da função de produção.

Em vários estudos baseados na abordagem da função de produção, assume-se que os insumos são inteiramente separáveis, e não foi feita nenhuma tentativa de se levar em conta as interações entre eles (NELSON *apud* MARTIN et al., 1996:17)¹².

Além destes aspectos, os autores que desenvolveram quantificações tenderam a concentrar sua agenda de pesquisa no retorno social obtido com estes gastos, na mensuração de conhecimentos que transbordam os limites da firma e afetam a sociedade (efeito *spill over*) e aqueles efeitos que são captados pelas firmas a partir da pesquisa (efeito *spin off*).

information as compared with ideal allocation" (ARROW, 1962:175).

¹¹ "...the model fitted well with the "science push" approach which prevailed overwhelmingly in the 1950's and 1960's, but it could also be accommodated to more carefully argued demand pull theories..." (OCDE, 1992: 16).

Em seguida, analisaremos os pressupostos subjacentes ao modelo interativo, que gerou uma tradição de avaliação preocupada em captar o papel do elemento humano no processo inovativo.

O modelo interativo e avaliações alternativas

A análise da literatura evidencia a ocorrência de um enfoque alternativo aos pressupostos que inspiram os métodos quantitativos mencionados acima. Esta corrente parte do pressuposto teórico de que o processo de inovação é constituído de diversas interações entre as esferas de produção econômica e P&D¹². Ao valorizar este aspecto, esta corrente ressalta o papel do elemento humano no processo inovativo. Portanto, a inovação estaria embutida em indivíduos inseridos em um conjunto de instituições (empresas, institutos de pesquisa, etc, ...) e os benefícios gerados pelas inovações fluiriam através de redes compostas por estes elementos.

Tais pressupostos remetem ao modelo de inovação desenvolvido por KLINE & ROSENBERG (1986) e adotado em OCDE (1992). Estes autores interpretam a inovação como um processo multi-determinado. Ressalte-se a diferença perante o modelo anterior, onde a inovação decorre de uma relação linear e uni-direcional entre o conhecimento e a produção.

O processo inovativo é entendido como um conjunto de interações e retro-alimentações (*feed back*) entre as instâncias de pesquisa, projeto, produção e comercialização (figura 1.1: página 15). De maneira diversa ao modelo linear, o ponto de partida deste enfoque é a firma, onde “a cadeia de inovação é visualizada como uma trajetória iniciada com a percepção de uma nova oportunidade de mercado e/ou uma nova invenção baseada em conhecimentos científico-tecnológicos” (OCDE, 1992:26)¹⁴. Esta fase é seguida pelo projeto e pela concepção analítica da inovação.

De fato a etapa de *design* é o componente central segundo esta interpretação do processo inovativo. A etapa de concepção do projeto é vista como um reflexo da invenção, a qual é analisada a fim de que sejam estudados novas combinações de produtos e componentes. Este processo é permeado pela aprendizagem embutida nos recursos humanos, técnicos e

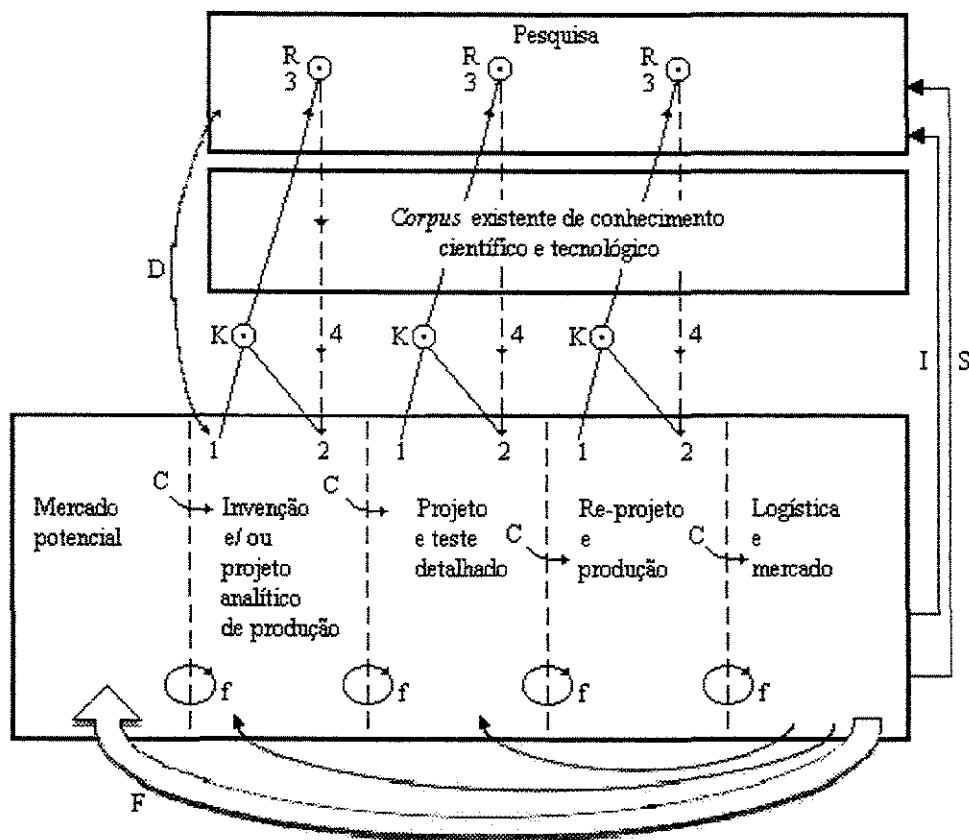
¹² “In many studies based on the production function approach, it is assumed that the inputs are entirely separable, and no attempt is made to take into account the interaction between each of them” (NELSON *apud* MARTIN et. al. 1996).

¹³ MARTIN et al., (1996) sugere, de outra forma, que a inspiração teórica desta corrente é baseada no conceito de construção social da ciência.

organizacionais envolvidos.

¹⁴ *“At the level of the firm, the innovation chain is visualised as a path starting with the perception of a new market opportunity and/or a new science and technology-based invention, ...”* (OCDE, 1992: 26).

Figura 1.1 – Modelo Interativo do Processo de Inovação



Firmas individuais e setores produtivos em nível agregado

Símbolos usados nas setas da caixa inferior (firmas individuais e setores produtivos):

C = cadeia central de inovação

f = círculos de *feedback*

F = *feedback* particularmente importante

Ligações verticais:

K-R: Ligações através do conhecimento para pesquisa e padrões de retorno. Se o problema é resolvido em K, ligação 3 para R não é ativada. Retorno da pesquisa (ligação 4) é problemático – portanto a linha é pontilhada.

D: Ligação direta para e da pesquisa para problemas em invenção e projeto.

I: Contribuição da pesquisa científica do setor manufatureiro via instrumentos, máquinas-ferramenta e procedimentos de tecnologia.

S: Patrocínio financeiro de pesquisa por firmas em ciências subjacentes a áreas de produto com o objetivo de conquistar informações diretamente e via monitoramento do trabalho externo. A informação obtida pode ser aplicada em qualquer lugar ao longo da cadeia.

Fonte: KLINE & ROSENBERG (1986) *apud* OCDE (1992) (com adaptações menores).

O objetivo do *design* é buscar definições de procedimentos técnicos e de características operacionais essenciais para o desenvolvimento e aplicação do conhecimento (KLINE & ROSENBERG, 1986 *apud* OCDE, 1992). Ademais, a etapa de *design* é composta por três fases: invenção e análise, detalhamento e teste e reprojeto. Estas etapas do processo de inovação concentram interface com as atividades de pesquisa da firma e executada em universidades ou institutos de pesquisa.

A etapa de invenção e análise inclui a relação direta entre a esfera da produção e a de pesquisa com o intuito de solucionar problemas complexos (figura 1.1 – segmento D). Além disso, as firmas podem procurar a solução de problemas em nível do estoque de conhecimento científico e tecnológico disponível mobilizando seu próprio corpo de pesquisadores, engenheiros e técnicos (figura 1.1- elo K). Caso não logre obter a informação necessária para o encadeamento do processo de inovação, então será acionada a instância de pesquisa (inclusive acadêmica representada pelo elo R na figura 1.1). Esta segunda forma de interação entre produção e pesquisa inclui as fases de detalhamento e teste e de reprojeto de produção

Ou seja, existem dois níveis na relação entre as firmas e o estoque de conhecimento em C&T. Pode haver o emprego rotineiro de conhecimento habilitado a fazer prescrições e portanto consolidado em um paradigma definido, permanecendo no elo K. Alternativamente, conforme mencionado acima, as empresas podem atuar, através da pesquisa, diretamente na fronteira do conhecimento ampliando seu estoque, codificando e descrevendo novas evidências, chegando ao elo R.

As inovações técnicas e organizacionais orientadas para o mercado também são aperfeiçoadas a partir de sua incorporação (mercantil) ao processo econômico. Assim a instância de pesquisa processa problemas cuja definição é decodificada pelo corpo técnico das firmas, respondendo a necessidades encontradas a partir da distribuição e difusão da inovação no mercado.

A inovação está vinculada às interações e respostas entre sua concepção, projeto, produção e desenvolvimento. Estas interações podem ocorrer dentro das firmas, tradicionalmente através de seus departamentos de P&D. Contudo, a necessidade por habilidades complementares também pode demandar que esta inter-relação ocorra entre as firmas em esquemas cooperativos (OCDE, 1992:Capítulo 3).

Os estudos que empregam estes pressupostos tendem a enfatizar diferentes formas de benefício econômico a partir da pesquisa acadêmica. Ressalte-se a diferença perante o enfoque quantitativo, basicamente preocupado com a quantificação do retorno econômico privado e social destas atividades e com os efeitos de transferência tipo *spill over* e *spin off*.

Este enfoque entende o processo inovativo como multi-determinado, portanto são considerados diversos fatores de geração de benefícios econômicos a partir da pesquisa acadêmica, além do desenvolvimento e comercialização de invenções. MARTIN et al. (1996) arrola as formas de benefício econômico consideradas:

- aumento do estoque de informações úteis: trata-se da ampliação do corpo existente de conhecimento, situado entre as instâncias de pesquisa e produção na figura 1.1 (página 15). Esta dimensão tem caráter tanto de impacto econômico como de impacto científico;
- geração de novas instrumentações e metodologias: esta dimensão de caráter tecnológico é representada pelo segmento I da figura 1.1, que demonstra esta contribuição a partir da indústria. Contudo, estes autores afirmam que esta contribuição também parte da pesquisa acadêmica em direção à produção;
- formação de pós-graduados detentores de habilidades específicas: esta dimensão tem caráter educacional, pois a pesquisa acadêmica freqüentemente está vinculada ao ensino de pós-graduação. Seus egressos tendem a deter habilidades que permitem tanto a participação em redes quanto a codificação e decodificação de problemas. Na figura 1.1 estes profissionais estão presentes no elo K do segmento K-R;
- formação de redes de profissionais científicos: relaciona-se ao item acima mas em nível mais amplo, pois inclui tanto pós-graduados como cientistas e pesquisadores aptos a participar de redes científicas. Estes indivíduos permitem a fluência da informação em todo o segmento K-R, que muitas vezes depende de contatos informais;
- capacidade de resolução de problemas tecnológicos: associada aos dois itens anteriores e também inserida nos segmentos K-R e D. Como freqüentemente os processos de produção integram diversas disciplinas científicas, sua resolução pode depender da participação de cientistas habilitados a resolver problemas que envolvam conhecimentos obtidos em laboratório; e,

- criação de novas firmas: a geração de novas empresas está associadas a setores intensivos em ciência. Estas empresas acabam agregando em si uma ou mais formas de impacto arrolada acima.

Estes itens são correlacionados e mutuamente apoiados, tendo sido enfatizados anteriormente por PAVITT (1991) e MARTIN (1996). Assim as diferentes formas de benefício mencionadas são estudadas a partir da obtenção de dados que geram informações qualitativas sobre o processo de inovação.

As definições destas formas de interação e possíveis quantificações são obtidas a partir de dados em nível menos agregado do que no enfoque anterior. Conforme veremos abaixo, normalmente são compilados dados obtidos a partir de profissionais do setor privado diretamente envolvidos na pesquisa.

Portanto, o enfoque alternativo busca a compreensão da natureza da relação entre as atividades de pesquisa e a produção econômica. Neste sentido, a ênfase analítica se dá no papel do elemento humano inserido no processo. Com esta mudança de perspectiva, emergem diferentes formas de benefícios econômicos que não são enquadrados pelo enfoque quantitativo.

Na seção seguinte descreveremos algumas experiências que incluem ambas as formas de avaliar o impacto da ciência sobre a economia, a fim de ressaltar a distinção presente nos dois enfoques.

Seção 1.2- Avaliações de Impactos Econômicos da P&D: as Abordagens Quantitativa e Alternativa

Esta seção objetiva resumir as principais características e resultados de estudos encontrados na literatura econômica sobre avaliação da pesquisa. Optamos pela classificação dos autores que empregam métodos quantitativos encontrada em MARTIN et al. (1996), que separa as abordagens destes estudos entre econométricas e *surveys*. De outro lado, a tradição baseada no modelo interativo é classificada como alternativa.

1.2.1 Avaliações Econométricas e *Surveys*

A análise da literatura revelou uma relação entre as metodologias de avaliação quantitativa e alternativa e os modelos de inovação subjacentes, respectivamente linear ou interativo. Conforme foi visto, economistas de corte Neoclássico se aproximam mais do enfoque linear, seus estudos correspondem às vertentes econométrica e de *surveys* e a ênfase analítica dá

na quantificação dos impactos da pesquisa. A seguir, apresentam-se alguns autores que empregam estes métodos.

Avaliações Econométricas

Estudos econométricos são caracterizados pela análise de bases de dados relativamente extensas. Assim, lograriam um alto nível de agregação, o qual permitiria uma visão do conjunto dos fenômenos analisados. Seu principal problema de pesquisa é a mensuração das taxas de retorno social da P&D. Contudo, um número menor de autores analisa o retorno obtido com a P&D pública, eventualmente em contraposição à P&D privada (MARTIN et al., 1996).

Dentre as linhas da literatura surgida a partir dos anos 60, MAIRESSE & MOHNEN (1994) ressaltam: 1- estimações da função de produção do conhecimento, onde a produtividade da pesquisa pode ser expressa segundo patentes, inovações ou valores de ações; 2- estimativas aproximadas do valor do capital intangível em conhecimento através da análise de patentes e inovações e 3- estudos dos determinantes da produção de patentes e de atividades de P&D. Em linhas gerais, pode-se dizer que esta literatura avalia o papel dos gastos em P&D na contabilização do crescimento econômico.

Em antecedência ao emprego de funções de produção, GRILICHES (1958) realizou trabalho pioneiro na estimação da taxa de retorno da pesquisa pública e privada, através da análise do caso do milho híbrido nos EUA. Trata-se de um estudo onde se estimaram os ganhos com o rendimento obtido através da revolucionária variedade milho, entre 1910 e 1955, deduzidos os gastos públicos e privados empregados para seu desenvolvimento.

A taxa de retorno calculada montou a cerca de 35%, “muito superior aos rendimentos privados habitualmente registrados pelas empresas” (SMITH, 1995:296)¹⁵. A partir deste estudo e dos conceitos preconizados por NELSON e ARROW, surgiu toda uma literatura em torno da quantificação do retorno da pesquisa.

Estimações econométrica são baseadas, em geral, em uma função de produção. A equação abaixo exemplifica uma função do tipo Cobb-Douglas em termos de taxas de crescimento (Equação 1.2). O conceito essencial é a noção de estoque de capital de pesquisa, que mensura o estoque acumulado de conhecimento resultando de pesquisa anterior. Este estoque é construído

¹⁵ “Ces rendements sont extrêmement élevés, bien supérieurs aux rendements privés qu’enregistrent habituellement les entreprises” (SMITH, 1995).

como uma soma proporcional de gastos anteriores em P&D, cujos pesos variam de acordo com a taxa de obsolescência do conhecimento mais antigo perante o mais novo, sendo a tecnologia uma variável separada (MAIRESSE & MOHNEN, 1994)¹⁶.

Equação 1.2- Função de Produção Cobb-Douglas em Termos da Taxa de Crescimento

$$Q_{it} = \alpha_T + \sum_j \alpha_j X_{j\,it} + \alpha_R R_{it} + \varepsilon_{it}^2$$

Onde:

i representa uma firma ou setor

t representa um período de usualmente um ano

Q = medida da taxa de crescimento do valor adicionado da produção

R = medida da taxa de crescimento do estoque de capital de pesquisa

X_j = medida da taxa de crescimento de outros fatores de produção que não o capital em pesquisa (tal como capital, trabalho e possivelmente insumos intermediários)

α_T = índice de autonomia do progresso técnico

ε = variável estocástica de erro, sumariando efeito de demais fatores

Assim os parâmetros a serem estimados são:

α_T = taxa de progresso técnico autônomo

α_j = elasticidade da produção com respeito aos insumos X_j (demais fatores de produção)

α_R = elasticidade da produção com respeito ao capital em pesquisa ou produtividade da pesquisa

Fonte: MAIRESSE & MOHNEN (1994)

Quanto à base de dados analisada, desde 1960 os países da OCDE coletam regularmente dados sobre P&D industrial em nível setorial ou desagregadamente junto às firmas. Assim, as análises da relação entre a P&D e a produtividade seguem esta tendência, sendo conduzidas em nível micro (firmas ou linhas de negócios), intermediário (indústrias) e macro (setor manufatureiro, setor privado ou unidades das federações).

¹⁶ Os autores apresentam ainda a interpretação de integração de sistemas de equações de demanda de fatores.

A tabela abaixo resume os valores encontrados por diversos autores em diferentes países para a taxa de retorno privado da P&D, com o emprego de funções de produção. Analogamente ao encontrado por GRILICHES (1958), tratam-se de valores elevados. Apesar disto, MAIRESSE & MOHNEN afirmam que poucos estudos econométricos são comparáveis pois seus resultados dependem dos tipos de dados analisados e dos métodos de estimação subjacentes.

Tabela 1.2 - Taxas de Retorno Privado Mínima e Máxima Obtida com P&D

Países	Nível de Agregação/ Sub-período	Menor e Maior Amostra	Número de Estudos	Taxa de Retorno Privado
EUA, Japão, França e Alemanha	Empresas, 1966/89	Menor amostra 133, Maior 5240 empresas	5	De 0,13 até 0,78
EUA, Japão e Inglaterra	Setores Industriais, 1984/93	Menor amostra 15 Setores, Maior 193 Sub- setores	4	De 0,11 até 0,61

Fonte: Confecção própria a partir de MAIRESSE & MOHNEN (1994)

Outra tradição mais recente desta literatura é a análise do efeito *spill over*. Ou seja, do benefício que uma firma obtém advinda da atividade científica executada nas várias instituições de pesquisa que sejam geograficamente próximas ou que atuem em área correlata à sua. Em particular, as evidências levantadas por esta literatura indicam relevante efeito de benefício às firmas geograficamente próximas de laboratórios de pesquisa (MARTIN et al., 1996:19).

Um estudo representativo desta vertente foi realizado por JAFFE (1989). O autor examinou a relação entre o nível de investimento em P&D corporativo e acadêmico e seu resultado em termos de produção de patentes.

O período analisado inclui oito anos (1972-77, 1979 e 1981) para vinte e nove estados dos EUA. Este universo agregou 76% da P&D industrial e 81% da pesquisa universitária, com 85% das patentes requeridas naquele país. Considerou-se a patente uma *proxy* do novo conhecimento economicamente útil. A qual evidencia que o investimento em novo conhecimento atinge a esfera econômica.

O autor concluiu, através de correlação estatística, a existência de efeito *spill over* em nível regional entre a pesquisa acadêmica e a inovação representada pela patente. De fato, encontrou-se correlação relevante entre patentes depositadas por corporações e o nível de gasto de P&D de corporações e acadêmica concentrados geograficamente.

Os resultados demonstram que o efeito *spill over* é concentrado em produtos farmacêuticos (de maior relevância estatística), químicos (relevância intermediária) e eletrônicos (de menor relevância relativa), outros setores destacados ainda são equipamentos óticos e tecnologia nuclear, acusando-se grande variação segundo o corte setorial adotado.

MANSFIELD (1995), autor que será analisado adiante por suas contribuições no emprego de *surveys*, também realizou trabalhos nesta área. Neste artigo o autor procurou verificar a importância da proximidade geográfica entre as instituições de pesquisa e as unidades produtivas, a fim de examinar as condições de demanda de problemas aplicados a partir da indústria. Foram consultados cerca de duzentos e vinte cientistas, bem como sessenta e seis firmas de setores intensivos em ciência como produtos farmacêuticos, informática e química nos EUA.

MANSFIELD conclui que a proximidade geográfica não é determinante principal no questionamento de problemas acadêmicos pela indústria. Outrossim, permanece a importância de apoio governamental na pesquisa acadêmica empregada pelas firmas, cujas demandas são direcionadas a departamentos que obtêm este tipo de apoio, entendido como indicativo de excelência acadêmica naquele país.

Apesar destas importantes conclusões, MAIRESSE & MOHNEN ressaltam algumas limitações no emprego de patentes como fonte de dados para medir o estoque de conhecimento útil e seus desdobramentos econômicos efetivos:

1. diferenças de relevância produtiva e econômica entre patentes,
2. o fato de poucas patentes refletirem invenções,
3. o fato de que nem todas as invenções são tecnicamente patenteáveis e
4. de que a legislação de patentes não é linear entre nações.

Da mesma forma, o emprego de inovações apresenta a restrição de que, muitas vezes, reflexos importantes se concentram em usuários de segunda linha da inovação.

MARTIN et al. (1996) resalta ainda que:

1. estes trabalhos permitem a obtenção de uma fotografia dos efeitos da pesquisa em uma nação ou região, sem contudo avançar em seus aspectos dinâmicos ou nas interações existentes entre as instâncias de pesquisa e produção;
2. alguns autores calculam a taxa de retorno social da pesquisa, sem avançar na quantificação de sua contribuição específica ao bem-estar econômico e ao progresso técnico;
3. a informação decorrente do conhecimento científico é tratada como um fator de produção, inserida em determinada função de produção, contudo nada indica qual a proporção de determinado conhecimento está inserido em determinada inovação.

Apesar destes problemas metodológicos, MARTIN et al. (1996) afirma que a principal conclusão destes estudos é a necessidade de um país manter sua própria estrutura de pesquisa básica, a fim de sustentar seu desenvolvimento tecnológico.

Surveys

Surveys relacionam a P&D com a economia através de um enfoque metodológico distinto dos estudos econométricos. O objeto principal desta vertente são as unidades microeconômicas. Os dados são levantados com o emprego de questionários a amostras de setores industriais ou unidades fabris, sendo eventualmente secundados por entrevistas. A interlocução direta se presta tanto à elucidação do conteúdo dos questionários aplicados como ao estabelecimento de variáveis de *input* e *output*.

Ressalte-se que tais análises apresentam maior detalhamento do processo inovativo do que a metodologia econométrica. De fato, segundo MARTIN et al. (1996:13), tais estudos tentam demonstrar o quanto a pesquisa básica contribui para o desenvolvimento de produtos e processos. Ou seja, analisa-se a ligação entre ciência e economia além da perspectiva do cálculo da taxa de retorno econômico. Em termos gerais, seus resultados apontam que a importância da ciência varia setorialmente e que as relações entre C&T são sutis, indiretas e variadas.

Dentre os principais artigos que foram publicados durante os anos 90 ressaltamos MANSFIELD (1991, 1992 e 1998)¹⁷. Neles, o autor objetivou entender quanto a pesquisa acadêmica (ocorrida nos últimos vinte anos) agregou em termos de vendas a empresas dos setores de equipamentos elétricos, instrumentos, fármacos, metais, petróleo, processamento de informações e química entre 1975-1985 e 1986-1994.

Esta amostra é significativa porquanto inclua “todas as firmas que gastam mais que US\$ 1 milhão em P&D (tendo vendas de pelo menos US\$ 75 milhões) em 1993”¹⁸ (MANSFIELD, 1998:73). Ademais, o autor perguntou qual seria o esforço adicional necessário para que estas firmas obtivessem o mesmo volume de vendas e o tempo necessário para sua aplicação na produção na ausência do conhecimento gerado na academia.

¹⁷ Um dos principais expoentes desta literatura foi o economista Norte-americano Edwin Mansfield (1930-1997). Além de extensa produção acadêmica no campo da Economia da Inovação, seus principais trabalhos na área da relação entre produção acadêmica e produção econômica foram publicados em seu período de docência na Universidade da Pensilvânia. Para uma visão de conjunto de sua extensa obra acerca da economia da inovação, que inclui a problemática da propriedade intelectual em particular, veja-se MANSFIELD (1995b).

A tabela 1.3 resume duas décadas de pesquisa de MANSFIELD (1998) sobre a relação entre produção acadêmica e econômica. Seus resultados demonstram a maior dependência por conhecimento científico acadêmico em setores intensivos em ciência como o farmacêutico e de processamento de informações entre os dois períodos analisados. A ausência de conhecimento acadêmico implicaria custos adicionais para o desenvolvimento de produtos e processos. O autor chegou também a um lapso temporal médio de 7 anos entre a publicação de descobertas científicas e sua aplicação econômica no primeiro período analisado, que se estendeu a 6 anos no período seguinte.

MARTIN et al. (1996) ressaltam dois pontos passíveis de crítica nestes estudos. Esposamos tais críticas a estas metodologias, que podem ser resumidas conforme segue:

1. o gasto em pesquisa básica, objeto de cálculo de diversos estudos, é inferior ao das demais etapas da inovação como nas de pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, produção e comercialização e
2. são analisados principalmente os casos de sucesso, tornando impossível o entendimento das causas de insucesso da inovação e de seu caráter de incerteza.

¹⁸ "This list includes all firms spending over US\$ 1 million on R & D (and having sales of at least US\$ 75 million) in 1993" (MANSFIELD, 1998:73).

Tabela 1.3 – Porcentagem de Novos Produtos e Processos Baseados em Pesquisa Acadêmica Recente, Sete Setores Industriais, 1986-1994 e 1975-1985

Indústria	Porcentagem de produtos e processos que não poderia ser desenvolvida sem atraso substancial na ausência de pesquisa acadêmica recente (7 anos).		Porcentagem de produtos e processos que não poderia ser desenvolvida na ausência de pesquisa acadêmica recente (7 anos).	
	1986-1994	1975-1985	1986-1994	1975-1985
Produtos				
Fármacos	31	27	13	17
Processamento de Informações	19	11	14	17
Químico	9	4	11	4
Elétrico	5	6	3	3
Instrumentos	22	16	5	5
Maquinário	8	N/a	8	N/a
Metais	8	13	4	9
Média	15	13	8	9
Processos				
Fármacos	11	29	6	8
Processamento de Informações	16	11	11	16
Químico	8	2	11	4
Elétrico	3	3	2	4
Instrumentos	20	2	4	1
Maquinário	5	N/a	3	N/a
Metais	15	12	11	9
Média	11	10	7	7

Fonte: MANSFIELD (1998)

MARTIN et al. (1996:24) afirma ainda que, não obstante estas observações, MANSFIELD logrou uma aproximação maior ao processo de inovação que a vertente econométrica. Enquanto estudos econométricos calculam elevadas taxas de retorno da pesquisa que só podem ser consideradas perante o pressuposto de que funções de produção espelham a realidade da relação entre P&D e a produção, MANSFIELD conclui pela importância substancial da pesquisa acadêmica no processo de inovação, o que é uma hipótese plausível para MARTIN et al.. Ademais, estudos como o descrito acima poderiam ter maior visibilidade caso fossem replicados em outros países, permitindo-se comparações internacionais e regionais. Em continuação, analisam-se os estudos que conformam alternativa a esta corrente quantitativa.

1.2.2 Avaliações Alternativas

Neste item são analisados os procedimentos metodológicos adotados pelos autores que assumem que a pesquisa possui múltiplas formas de interação com o sistema econômico. A

referência básica empregada é a resenha realizada por MARTIN et al. (1996), que revisou o conjunto dos trabalhos mais relevantes destes autores.

Nesta revisão o autor analisa os benefícios econômicos advindos da pesquisa básica custeada com recursos públicos. Conforme mencionado na análise do modelo interativo, as várias formas de benefício econômico delineadas são: o aumento do estoque de informações úteis, novas instrumentações e metodologias, pós-graduados habilitados, redes profissionais, resolução de problemas tecnológicos e criação de novas firmas. A seguir arrolamos os métodos de pesquisa associados à coleta de dados de cada um dos itens acima, bem como a justificativa para o seu estudo.

Além deste trabalho, menciona-se a metodologia aplicada por BACH et al. (1992) na avaliação de programas tecnológicos que se apoia em enfoque similar, mas é de corte quantitativo. Estes impactos são considerados resultados indiretos de determinado programa e que são captados internamente pelas instituições privadas participantes.

Aumento do estoque de informações úteis

O enfoque alternativo se baseia no argumento de que os recursos humanos detêm a capacidade de decodificar o conhecimento. Tal habilidade permite seu entendimento técnico e a interpretação e avaliação de seu valor econômico. Esta capacidade demanda esforço de pesquisa bem como relacionamento pessoal direto estabelecido em redes profissionais.

Portanto, a mera prática da pesquisa científica envolve uma grande dose de aprendizado individual e organizacional. Assim a pesquisa apresenta a função de gerar informações que são condição tanto para o entendimento de seu aproveitamento econômico como para o acompanhamento do estado da arte da ciência.

Estudo conduzido pelo MERIIT¹⁹, sediado em Maastrich, Holanda, exemplifica esta interpretação. Em termos de metodologia de pesquisa, foi realizado o envio de questionário a executivos de 16 setores industriais a fim de evidenciar quais as principais formas de circulação do conhecimento codificado.

Este estudo apurou que o principal meio de monitoramento da ciência pelas empresas é o acompanhamento de publicações. O resultado do estudo indica que as instituições que publicam trabalhos em revistas científicas estão aptas a manusear o estoque de informações disponível.

¹⁹ *Maastrich Economic Research Institute on Innovation and Technology.*

Assim, tão importante quanto produzir conhecimento, publicações representam a disponibilidade de recursos humanos para decodificá-los, adequá-los e aplicá-los na esfera produtiva.

Novas instrumentações e metodologias

A importância de novas instrumentações e metodologias reside no fato de que os laboratórios de pesquisa produzem grande quantidade de artefatos e métodos que acabam sendo incorporados pela produção.

Quanto à mensuração de sua importância, MARTIN et al. (1996) enfatiza que *surveys* tendem a negligenciar a importância deste tipo de contribuição econômica da pesquisa. Ainda mais, praticamente não existem estudos empíricos a esse respeito, mesmo no que se refere à aplicação do pressuposto da inovação como resultado de processo iterativo. Assim, trata de mencionar a bibliografia de autores cuja autoridade acadêmica permite discorrer sobre este aspecto e de exemplificar suas afirmações a fim de ressaltar sua importância. Dentre os principais artefatos que exemplificam esta dinâmica ressalte-se: o raio *laser*, a recombinação do DNA, a *internet* e a rede WWW.

Novamente, a única referência de quantificação de dados a este respeito é o relatório do MERIIT. O método de levantamento de dados deste estudo foi novamente o questionamento a empresas de diversos ramos sobre quais eram as principais formas resultados da pesquisa de institutos públicos e universidades aproveitados pelas empresas. As tabulações indicaram novas instrumentações como a segunda mais importante, superada apenas pelo conhecimento especializado. Confirmando-se, ainda que parcialmente, a hipótese da importância da contribuição econômica destes subprodutos da pesquisa.

Pós-graduados habilitados

Em continuação, MARTIN et al. (1996) menciona que uma das principais formas de benefício econômico intangível e de difícil quantificação da pesquisa básica é a formação de pessoal qualificado. Isto porque egressos de programas de pós-graduação tendem a apresentar nível avançado de treinamento, conhecimento e habilidades tácitas. Esses fatores resultam de um processo pessoal e tácito de aprendizado. Ademais, pós-graduados tendem a estar inseridos em redes informais de cientistas com experiência na resolução de problemas complexos.

Este aspecto determina a capacidade de obtenção de soluções através do conhecimento. Além disso, na ausência deste, estes profissionais estão aptos a localizar o conhecimento e

profissionais detentores de habilidades necessárias para a resolução de problemas.

A fim de tratar da avaliação da importância desta questão, os autores mencionam o método de envio de questionários a egressos de programas de pós-graduação. Destarte, através de cortes setoriais é possível, com base nestas informações, entender até que ponto estes indivíduos reputam sua formação prévia como importante para suas atividades de pesquisa posteriores.

Redes profissionais

MARTIN et al. (1996) afirma que as redes de profissionais se relacionam com a formação de recursos humanos em pesquisa. O financiamento à pesquisa básica, neste sentido, serve como “bilhete de entrada”²⁰ para redes pessoais e de informação em pesquisa científica.

Neste item novamente é mencionado o relatório do MERIIT, no qual, através do método de envio de questionários a firmas, os autores afirmam a importância de contatos informais como forma das firmas adquirirem informações a respeito de pesquisas realizadas em instituições públicas. Os setores mencionados são: farmacêutico, vidros, cerâmica e cimento. O aspecto distintivo desta forma de transmissão de conhecimento é seu relativo baixo custo.

Por outro lado, a análise de setores emergentes intensivos em ciência, como a biotecnologia, cujos métodos de trabalho ainda são de pequena escala e tendem a ser centrados em indivíduos, demonstraram a importância de contatos pessoais e informais. A metodologia empregada para a obtenção destas evidências foi a análise de indicadores de citações como o *Science Citation Index* combinada com entrevistas. Através de publicações, as empresas comprovam sua capacidade científica e se integram com cientistas e recém pós-graduados, monitorando o estado da arte da ciência, bem como novas oportunidades de negócios e contratação.

Resolução de problemas tecnológicos

Outra forma de contribuição da ciência para a economia é a resolução de problemas tecnológicos. Este fato decorre da crescente complexidade dos sistemas produtivos e de produtos, que exige crescente integração disciplinar para sua compreensão.

Apenas parte dos requisitos para seu desenvolvimento são codificados, sendo que parcela relevante destas informações depende de conhecimento tácito personalizado e de instrumentos e

²⁰ Do original: “*entry ticket*” (MARTIN et al., 1996:35).

métodos laboratoriais.

MARTIN et al. aponta que a mensuração deste aspecto resulta da análise de indicadores bibliométricos e de obtenção de patentes, representativos do nível de colaboração científica entre pesquisadores de instituições públicas e privadas. Ademais, a Universidade de *Yale* realizou *survey* empregando o método de envios questionários a seiscentos e cinquenta executivos de firmas Norte-americanas dotadas de departamentos de P&D. O relatório do MERIIT também questionou executivos de firmas a respeito desta forma de contribuição, sumariada destarte:

A discussão acima permite concluir que as contribuições da pesquisa básica para a resolução de problemas tecnológicos são numerosas, freqüentemente indiretas e tortuosas e altamente variáveis entre campos do conhecimento e setores de aplicação. Modelos simplificados, generalizações e prescrições de política poderão ser enganosas e até mesmo perigosas. Descentralização, pluralismo e experimentação são provavelmente mais eficientes na geração de benefícios em termos da resolução de problemas tecnológicos (MARTIN et al., 1996:45)²¹.

Criação de novas firmas

MARTIN et al. (1996) menciona também a importância de formação de novas firmas decorrentes do financiamento público da pesquisa básica. Este caso articula e incorpora elementos das cinco formas de benefício discutidas acima.

Contudo, esta relação entre a pesquisa e negócios apresenta corte setorial, ocorrendo com maior freqüência em determinados setores, tal como no de biotecnologia. O método empregado é a análise por setores da origem dos fundadores de novas firmas, sendo que os dados são contabilizados em nível setorial e desagregadamente. Mencione-se que não existe uma relação direta entre o financiamento público da pesquisa básica e esta ocorrência, contudo alguns casos importantes são mencionados, como a firma californiana de biotecnologia formado por egressos da Universidade de *Stanford*, GENENTECH.

Avaliações quantitativas baseadas no modelo interativo: a metodologia do BETA

A metodologia aplicada pelo BETA avalia os impactos decorrentes de grandes programas tecnológicos. Esta abordagem prioriza a quantificação dos efeitos de programas tecnológicos.

²¹ "From the above discussion, we can conclude that the contributions of basic research to technological problems-solving are many, often indirect, roundabout, and highly variable across fields of knowledge and sectors of application. Simple models, generalisations and policy prescriptions for basic research are therefore likely to be misleading and even dangerous. Decentralisation, pluralism and experimentation are more likely to be efficient in generating benefits in terms of technological problem-solving of the type described here" (MARTIN et al., 1996).

Procura-se captar os ganhos decorrentes da aprendizagem com a participação no programa, bem como captar o processo de incerteza inerente à inovação.

Os efeitos diretos, ou previstos, dos programas em nível da sociedade como das empresas envolvidas também são analisados. Trata-se do aspecto mais visível desta questão e relaciona-se tanto aos serviços gerados decorrentes dos programas, tais como o uso de satélite. Além disso, é analisada a contribuição específica às firmas envolvidas, tais como a geração de emprego ou o estímulo à sua operação (BACH et al., 1992:174).

Além destes aspectos previstos nos programas, o método privilegia os impactos indiretos em nível empresarial quanto aos seguintes fatores: tecnológico (novos produtos, processos e melhorias), comercial (cooperações, inserção em redes comerciais), organizacional (controle de qualidade, aprendizado em gerenciamento, novas técnicas produtivas) e mão-de-obra (formação de massa crítica de especialistas e qualificação geral dos trabalhadores).

Impactos indiretos da pesquisa foram originalmente mencionados por NELSON (1959). Consideram-se impactos indiretos aqueles benefícios que vão além da finalidade dos objetivos explícitos do projetos. No caso do BETA, considera-se o aprendizado decorrente da execução ou participação no projeto. Sendo que este aprendizado pode ser absorvido por áreas da firma que não estão originalmente relacionadas à participação no projeto.

O método de aquisição de informações prevê principalmente a realização direta de entrevistas com pessoal alocado nas firmas partícipes dos programas. Com efeito, estas análises foram aplicadas tanto em nível da Agência Espacial Européia como do programa espacial canadense, corroborando a hipótese de que tais impactos são relevantes.

A inclusão desta abordagem no enfoque qualitativo decorre da importância conferida pelo método ao elemento humano no processo de inovação. Contudo, o BETA também realiza notável esforço de quantificação de impactos econômicos de programas tecnológicos. Portanto, nesta tentativa de classificação da literatura é adequado afirmar que este enfoque realizou esforço original no sentido de integrar quantificação e qualificação do processo inovativo.

Seção 1.3 – Considerações Preliminares

Este capítulo apresentou as duas vertentes da literatura que interpretam os impactos econômicos da P&D. Foram sumariados os enfoques quantitativo e alternativo, bem como os modelos teóricos que inspiraram seus pressupostos. Os métodos quantitativos se desdobram em

estudos econométricos e *surveys*. Já as metodologias alternativas procuram dar conta das diversas formas de relação entre C&T e a produção.

Como foi visto, estudos econométricos, em geral, relacionam a quantidade de recursos financeiros empregados no financiamento de atividades de pesquisa a seus resultados econômicos. Desta forma, objetiva-se expressar numericamente a taxa de retorno obtido pela sociedade e pelo setor privado com tais gastos. Além disso, exploram-se as formas de transferência do conhecimento convencionadas como *spill over* e *spin off*.

MARTIN et al. (1996) ressalta que *surveys*, por sua vez, tem como objeto de estudo um número relativamente limitado de firmas de grande porte. Os dados analisados são levantados, usualmente, a partir de questionários e entrevistas endereçados a executivos de P&D privada, sendo expressos em termos do exame da ligação entre C&T. Em particular, MANSFIELD (1991 e 1998) enfatiza a contribuição do conhecimento acadêmico com respeito a inovações de produto e processo.

Neste quadro analítico, observa-se que os problemas com os quais estes métodos se defrontam, bem como seus respectivos objetos, tendem a enfatizar a análise dos resultados codificados do processo de inovação. Ou seja, os resultados da pesquisa acadêmica manifestos na produção econômica interpretados por este enfoque são expressados sob a forma de documentos (patentes), registros de valores financeiros (gastos públicos e privados em P&D, receita obtida com a comercialização de inovações e o valor de ações) e artefatos materializados em inovações.

Portanto, é pertinente afirmar que o desenvolvimento de quantificações se baseiam nos resultados econômicos visíveis da pesquisa acadêmica. Vale dizer:

1- a análise de patentes diz respeito à codificação de conhecimento gerado nas etapas de invento e projeto, testes, reprojeto, produção e comercialização. Na figura 1.1 (página 15), trata-se do conhecimento documentado ao longo das etapas da caixa que esquematiza o processo de inovação dentro das firmas e dos setores produtivos. Ademais, estes registros também ocorrem como resultado das interações entre a produção e a pesquisa geradoras de novos conhecimentos.

2- As análises das taxas de retorno, por sua vez, relacionam o nível de registros financeiros aplicados na pesquisa (investimento em P&D) e obtidos a partir dela (receita financeira e valorização de ações). No esquema do figura 1.1, trata-se da relação entre investimentos financeiros em P&D privada e pública (segmento S) e os impactos de inovações

sobre o mercado através da comercialização (caixa de logística e mercado na representação das firmas).

3- Análises com base em inovações que eventualmente se materializam em artefatos conformam a reificação da aplicação econômica da pesquisa acadêmica. Quantificações baseadas neste aspecto, em semelhança aos anteriores, associam o conhecimento acadêmico à etapa final do processo de inovação, relacionado à sua produção e distribuição, conforme analisa MANSFIELD.

Tais objetos de análise correspondem aos impactos diretos do processo de inovação, pois são previstos na medida em que a firma tem a expectativa de que, por meio de determinada atividade de pesquisa, obtenha-se retorno financeiro através da inovação ou de receitas associadas à sua patente.

Assim, esta forma de análise segue o caminho trilhado pela racionalidade empresarial dentro do processo de inovação. Esquemáticamente, o objetivo de tal lógica é perpetuar e ampliar os negócios da firma por meio da P&D. Seu corolário é a realização de receita financeira adicional, que se reflete em sobre-lucro e valorização do patrimônio da firma, expresso no valor de mercado de suas ações, sendo alcançado através da geração de conhecimento aplicado na produção, documentado em patentes.

Conforme menciona MARTIN et al. (1996), estes registros financeiros e dados documentais expressam apenas parte do processo de inovação. De fato, parte do conhecimento apresenta dimensão não codificada, sendo embutida em recursos humanos e transferida através destes entre as diversas fases do processo. A captura da dimensão não codificada do processo de inovação tem sido objeto de análise desta literatura. Contudo, tais estudos resumem-se em constatar sua ocorrência (JAFFE, 1989), sem lograr definir quais fatores sociais e políticos (além dos econômicos) influenciam seu trânsito e quais são suas formas de manifestação.

De fato, o modelo inovativo definido por KLINE & ROSENBERG (1986) e desenvolvido por OCDE (1992) tende a captar com maior definição o processo de interação entre C&T e inovação e seu componente alocado em recursos humanos. Assim, são considerados impactos econômicos da pesquisa acadêmica sob uma perspectiva mais ampla.

Consideram-se então os efeitos associados ao encadeamento das diversas etapas do processo de inovação. Desta forma, esta perspectiva permite a análise da natureza da relação entre produção científica e produção econômica no Brasil. Mostrando-se mais adequada quanto à

finalidade de compreender tanto os (poucos) casos de sucesso quanto os (diversos) eventos em que a inovação é abortada.

Apesar deste enfoque dispor instrumentos de análise que permitem avançar na compreensão da economia nacional, persistem problemas metodológicos. Perante o objetivo de interpretar o processo de inovação, tanto o enfoque quantitativo como o alternativo se apoiam principalmente em dados obtidos a partir de firmas. E dentro destas, principalmente através de executivos do setor privado alocados na área de P&D.

Não obstante, conforme mostra COUTINHO & FERRAZ (1994), o setor privado nacional tem restrita participação nestas atividades. Assim consideramos que a metodologia empregada nesta dissertação a seguir deve privilegiar informações obtidas a partir de cientistas alocados no setor público. De sorte a abranger segmento mais significativo da produção conhecimento a partir da pesquisa acadêmica nacional e cujo conhecimento dos desdobramentos de seu trabalho é direto. Esta questão será objeto de discussão no próximo capítulo.

CAPÍTULO 2 - JUSTIFICATIVA E DEFINIÇÃO DAS OPÇÕES HEURÍSTICAS PARA UMA PROPOSTA DE MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS ECONÔMICOS DA PESQUISA ACADÊMICA NO BRASIL

Este capítulo objetiva descrever a metodologia de identificação de impactos econômicos que será aplicada no Capítulo 3. Na conclusão do Capítulo 1 foi apontado que tanto os métodos quantitativos como alternativos se apoiam, em geral, em dados obtidos a partir de firmas. Indicou-se que tal opção seria inadequada perante a realidade do processo inovativo nacional.

Diante deste quadro, conforme será demonstrado, nossa proposição se baseia na coleta de dados a partir de pesquisadores acadêmicos. Neste capítulo será justificada esta e as demais opções heurísticas adotadas na construção da proposta metodológica, recuperando-se aspectos das metodologias analisadas que estão de acordo com os objetivos desta dissertação.

Na seção 2.1, fundamentam-se as conclusões do Capítulo 1 através da análise da relação entre a pesquisa acadêmica e a produção econômica no caso brasileiro. Para tanto, discute-se o papel da aplicação dos resultados de pesquisa acadêmica no contexto econômico latino-americano e brasileiro a partir de uma perspectiva histórico-econômica dos processos de industrialização regional e nacional.

Diante deste contexto, em seguida (seção 2.2), são retomadas as principais contribuições dos métodos analisados na avaliação de impactos econômicos da pesquisa acadêmica. Ademais, são enfatizados os aspectos de tais métodos aproveitados em nossa proposta. Assinala-se a ausência da opção pela coleta de dados a partir de pesquisadores acadêmicos na maior parte das experiências que empregam métodos quantitativos e alternativos.

Na parte final, seção 2.3, serão definidos e caracterizados os procedimentos que formam o método proposto. Portanto serão explicitados os critérios de definição do universo de análise, os objetivos e o conteúdo da fase de realização de entrevistas, bem como as definições de impactos econômicos. Cumprida estas tarefas, espera-se que seja possível, no capítulo seguinte, a descrição dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia.

Seção 2.1- A Relação Entre a Produção Econômica e Acadêmica no Brasil

Esta seção destaca, de forma breve e em perspectiva histórica, como tendencialmente tem ocorrido a aplicação econômica dos resultados da pesquisa acadêmica na América Latina e no Brasil. Com base na análise do processo de industrialização da região, ressalta-se a origem da

limitada participação do capital privado em atividades de P&D bem como o baixo nível de emprego de tais conhecimentos na atividade econômica em geral e industrial em particular.

A discussão sobre a dinâmica inovativa em países subdesenvolvidos, tal como o Brasil, requer a observação, ainda que sucinta e esquemática, da trajetória histórica do período recente da industrialização de suas economias. A análise abaixo parte de constatações em nível geral sobre a América Latina realizadas por HERRERA (1971), HERRERA et al. (1994) e em seguida sintetiza o quadro particular do Brasil conforme COUTINHO & FERRAZ (1994) e SUZIGAN (1992).

A análise do processo de industrialização da América Latina mostra que, dentre outros fatores, destacam-se as dificuldades de importação geradas pela quebra da bolsa de valores Norte-americana em 1929 e posteriormente pela eclosão da 2ª Guerra Mundial em 1939 como propulsores dos esforços de industrialização da região²². Neste sentido, HERRERA (1971) afirma que:

Ante esta disjuntiva, a política de fomento da indústria se reduziu principalmente a levantar barreiras aduaneiras para preservá-la da concorrência estrangeira, sem fazer um esforço sério para criar, nestes períodos de proteção, as condições necessárias para desenvolver uma indústria baseada em sua própria capacidade de inovação tecnológica (:49)²³.

Este fato decorreu, segundo o autor, da ausência de uma visão de longo prazo do Estado. Não houve, portanto, um esforço de capacitação tecnológica no processo de desenvolvimento industrial latino-americano que permitisse reduzir a excessiva dependência local da capacidade inovativa dos países desenvolvidos.

Como as políticas implementadas na região não impeliram o empresariado industrial a realizar esforços de P&D para capacitação e ganho de autonomia inovativa, prevaleceu nesta classe uma mentalidade de negócios mercantil. Suas estratégias apresentavam excessiva confiança na proteção de mercado e no apoio governamental para competir e ampliar a escala de operação. O resultado deste contexto foi a ausência de uma demanda clara por parte do empresariado diante do sistema de C&T da região.

²² Diversas obras analisam o caso brasileiro, como por exemplo CARDOSO DE MELLO (1975) e FURTADO (1989).

²³ “*Ante esta disyuntiva, la política de fomento a la industria se redujo principalmente a levantar barreras aduaneras para protegerla de la competencia exterior, sin hacer ningún esfuerzo serio para crear, en esos periodos de protección, las condiciones necesarias para desarrollar una industria basada en su propia capacidad de innovación tecnológica*” (HERRERA, 1971: 49).

Como este esquema prescindia, em boa medida, de desenvolvimento científico e tecnológico nativo, o sistema produtivo se expandiu em geral desligado da instância de execução de pesquisa. Destarte o crescimento econômico decorrente da ocupação dos mercados nacionais gerou uma estrutura produtiva que reproduziu em menor escala aquela encontrada nos países desenvolvidos. Dadas tais condições, as economias da região tenderam a depender excessivamente daquelas em termos de geração e aproveitamento de conhecimentos tecnológicos.

Por estes motivos, HERRERA (1971) constata que na América Latina, ao cabo dos anos 60: “não existe praticamente investigação tecnológica ao nível das empresas; a maior parte da indústria Latino-americana se estabeleceu com base na transferência de técnicas provenientes dos países mais desenvolvidos (:23)”²⁴.

O quadro apresentado para o conjunto da América Latina encontra semelhanças com a dinâmica específica que se desenvolveu no Brasil. Assim, a regra de ausência da aplicação econômica do conhecimento científico local é comprovada pelos casos de exceção em que tal se deu. Ademais, as conclusões de HERRERA em relação a América Latina encontram eco nos estudos de COUTINHO & FERRAZ (1994) e de SUZIGAN (1992) sobre a indústria Brasileira.

Estes autores partem da constatação de que a estratégia de desenvolvimento da indústria nacional entre o pós-guerra e 1989 se baseou excessivamente na proteção comercial e na concessão de subsídios fiscais, creditícios e cambiais. Assim, apesar destas medidas lograrem a internalização de uma indústria diversificada, tal setor apresentava, ao cabo dos anos 80, baixa integração ao comércio mundial e a execução de P&D interna às empresas ocorria apenas como exceção.

Segundo COUTINHO & FERRAZ, apesar de setorialmente integrada, a indústria Brasileira se pautou em esforço de desenvolvimento de C&T limitado. Os autores diagnosticam que as políticas estatais não se deram no sentido de estimular o empresário nacional a consolidar vantagens competitivas dinâmicas, tal como o desenvolvimento tecnológico mais autônomo, confirmando o ponto de vista de HERRERA.

De fato, o Brasil desenvolveu sua indústria entre os anos 40 e 70 através de elevadas taxas crescimento e da estruturação um parque industrial diversificado. Contudo a capacitação

²⁴ “No existe prácticamente investigación tecnológica al nivel de las empresas; la maior parte de la industria latinoamericana se estableció en base a la transferencia de técnicas provenientes de los países más desarrollados” (HERRERA, 1971: 23).

inovativa das empresas foi relegada a segundo plano. A dificuldade em gerar competitividade se refletiu no baixo grau de desenvolvimento tecnológico autóctone aplicado na economia.

Resumidamente, pode-se afirmar que a partir dos anos 50 a incorporação de estrutura industrial decorreu do perfil de investimento direto estrangeiro na área de bens de capital e de bens de consumo durável. Na verdade, as firmas multinacionais ocuparam os segmentos tecnologicamente mais dinâmicos na economia nacional.

Por outro lado, coube ao capital privado nacional a estruturação do setor de bens de consumo não durável e ao investimento estatal os segmentos de infra-estrutura e bens intermediários, estes últimos de maior prazo de maturação e risco. Onde a tecnologia incorporada pelas empresas nacionais no decorrer destes processos não foi objeto, em geral, de desenvolvimentos internos no sentido de uma crescente capacitação tecnológica.

Com a conformação de um parque industrial relativamente diversificado, mas cuja tecnologia era basicamente importada, a demanda interna de P&D se concentrou principalmente em análises e ensaios. Portanto a oferta local de conhecimentos científicos tendia a estar dissociada do sistema produtivo instalado. Não obstante, o êxito mais geral da política de C&T do período foi gerar infra-estrutura e recursos humanos na área.

Além destes aspectos de êxito, no Brasil, segundo COUTINHO & FERRAZ (1994), os principais casos em que houve o aproveitamento de conhecimentos nativos se deram nos setores de aeronáutica, energia, papel e celulose, petróleo, siderurgia e *software*. Pode-se agregar a estes a pesquisa agrônômica pública, que logrou o desenvolvimento de cultivares de alta produtividade e o setor espacial (FURTADO et al., 1998), que já integrou três satélites dos quais dois foram lançados em órbita com êxito.

Este fato decorre de que, conforme apontado por FREITAS (1993) e FURTADO et al. (1997, 1998b)²⁵, o esforço de desenvolvimento nativo tende a ocorrer em áreas onde é impossível o emprego de conhecimento externo. Estes trabalhos exemplificam o caso da extração de petróleo em plataformas continentais de grande profundidade. Como esta tecnologia não se encontrava disponível a partir de fontes internacionais, a firma nacional foi impelida a realizar a esforço interno de P&D, auferindo um retorno financeiro considerável com esta empreitada.

²⁵ Estes estudos documentam e quantificam os resultados do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP 1000) da Petrobras.

Neste sentido, o caso da pesquisa agrônômica sobre cultivares também é exemplar. Em tal caso, a especificidade das condições ambientais de produção dificultam a otimização da produtividade a partir de variedades desenvolvidas alhures. Como resultado deste fato, o Brasil foi impelido a desenvolver conhecimento agrônômico internamente e conta atualmente com notável capacitação em genética quantitativa²⁶.

Em termos mais recentes, a década de 90 tem sido marcada pelo ingresso de investimento estrangeiro direto seja na montagem de unidades fabris, seja na aquisição de firmas nacionais públicas e privadas. Por outro lado, os indicadores nacionais de investimento público e privado em C&T evoluíram de maneira relativamente positiva. Assim, os gastos em C&T/PIB chegaram a um patamar de cerca de 1% (contra 0,7% nos anos 80 e boa parte dos 90), no qual a participação do setor empresarial atingiu perto de 30% (contra a média de verificado 10% naquelas décadas, O ESTADO DE SÃO PAULO, MCT, 1994)²⁷.

Contudo, dados menos agregados indicam que prossegue o padrão de importação de tecnologia. Em recente estudo do SEADE (O ESTADO DE SÃO PAULO) que compreendeu o período entre 1994 e 1996, foi elucidado que apenas 24% das firmas do setor industrial paulista introduziram pelo menos uma inovação, os quais se concentraram na aquisição de tecnologia externa à firma. Assim, embora a falta de perspectiva histórica torne difícil definir um perfil dos resultados gerais dos anos 90, nada indica que a trajetória de excessiva dependência de conhecimentos científicos e tecnológicos externos e a ausência de perspectiva de crescente capacitação tecnológica tenham sido rompidas.

Em resumo, este item elucida que a industrialização latino-americana em geral e brasileira em particular ocorreu sem uma articulação mais profunda entre o aparelho produtivo nacional e sua instância de execução de pesquisa. Como decorrência, em geral, não ocorre a geração de inovações a partir da incorporação de conhecimentos acadêmicos nativos. Por outro

²⁶ Chama-se genética quantitativa à pesquisa agrônômica baseada em comparações de características de vegetais e em cálculos de probabilidade dos cruzamentos realizados. MACHADO & SALLES-FILHO (1996) relativizam a afirmação da importância desta pesquisa ao discutir a emergência da genética molecular na pesquisa agrônômica contemporânea, setor no qual o Brasil conta com escassa capacitação. Contudo, variedades importantes sob o ponto de vista exportador, tais como de algodão, laranja e soja, foram desenvolvidas internamente e corroboram o êxito na pesquisa agrônômica convencional.

²⁷ Parte deste incremento também deve ser creditado a mudanças no sistema de contabilização destes dados, que passaram a incorporar, por exemplo, gastos com salários de professores universitários como investimento em C&T. Além disso, o investimento privado passou a contar com contra-partida de renúncia fiscal desde 1993 em função das leis 8.662 e 8.248, que geraram investimentos privados adicionais de cerca de R\$ 5 bilhões desde então permitindo o abatimento deste valor de obrigações financeiras perante o fisco (O ESTADO DE SÃO PAULO 07/01/1998).

lado, o envolvimento do setor privado nos gastos em P&D também é limitado. Em continuação, esta realidade será confrontada com as duas opções teóricas disponíveis a fim de se justificar a opção metodológica adotada.

Seção 2.2- Adequação das Metodologias Analisadas à Identificação de Impactos Econômicos da Pesquisa Acadêmica no Brasil

Esta seção objetiva discutir o nível de adequação dos métodos de avaliação de impactos econômicos da pesquisa analisados perante a realidade brasileira quanto à aplicação econômica de conhecimentos acadêmicos apresentada acima. Para tanto, são analisadas as dimensões dos impactos econômicos da pesquisa acadêmica que estes métodos identificam, a fim de justificar o instrumental heurístico que será adotado na concepção da proposição metodológica. Neste sentido, serão explicitados os aspectos subjacentes à abordagem de inspiração Neoclássica e do modelo interativo que serão incorporados em nossa proposição metodológica.

2.2.1- Contribuições e limites dos métodos quantitativos e alternativos à avaliação dos impactos econômicos da pesquisa acadêmica

A descrição dos métodos quantitativos e alternativos realizada no Capítulo 1 denotou a complementaridade quanto à ênfase nos impactos econômicos avaliados. Conforme visto, métodos quantitativos se concentram na relação entre *input* e *output* dos recursos aplicados em pesquisa. Já os métodos alternativos enfatizam o processo de transformação multidimensional e interativo da relação entre as variáveis de *input* e *output*. Este item discute tais contribuições à luz da necessidade de identificar impactos econômicos da pesquisa acadêmica no Brasil. Ressaltam-se tanto as limitações quanto os aspectos de tais métodos que serão incorporados ao método proposto.

No Capítulo 1 os métodos quantitativos foram classificados em econométricos e *surveys*. Conforme foi demonstrado estes métodos enfatizam a análise da dimensão codificada do conhecimento, expressa em patentes, inovações ou registros financeiros.

Nos métodos econométricos, a partir destes dados, são estudados objetos como o cálculo da taxa de retorno da pesquisa, a geração de patentes e os efeitos *spin off* e *spill over*. Em termos de resultados, além do cálculo de taxas de retorno positivas para os investimento em P&D, estes métodos lograram identificar a existência dos efeitos de transbordamento mencionados. Por outro lado, o emprego de *surveys* aprofundou as possibilidades de entendimento das inter-relações entre

C&T e a produção. Estes êxitos na pesquisa da economia da inovação permitiram uma maior compreensão do processo inovativo.

Contudo, ressaltou-se que o conjunto de textos analisados apresenta aplicações de tais métodos no contexto de economias desenvolvidas, onde o processo inovativo é dinâmico e freqüentemente centrado na firma. Portanto, tais métodos privilegiam a coleta de dados a partir de firmas, agregados em nível macro (métodos econométricos) ou micro (*surveys*). Dada a natureza do processo inovativo no Brasil, calcada em P&D pública e acadêmica, a análise da dimensão privada tende a não considerar parcela relevante da execução destas atividades.

Neste sentido, perante a realidade nacional, os métodos quantitativos tendem a ignorar parcela relevante dos resultados da pesquisa, manifestas em impactos que são apreendidos como decorrência do conhecimento não-codificado. Por este motivo consideramos que, apesar das contribuições à economia da inovação ressaltadas acima, seu emprego é inadequado dado o escopo de identificar tanto impactos codificados como não codificados proposto neste trabalho. Assim, apesar de levantar evidências importantes acerca da economia da inovação, métodos quantitativos apresentam limitações para o entendimento do processo inovativo brasileiro.

Em paralelo à análise dos métodos quantitativos, no Capítulo 1 foi demonstrada a existência de uma literatura alternativa, baseada no modelo interativo. Esta vertente pressupõe que o processo inovativo é centrado na capacidade de aprendizagem, que permite múltiplas relações entre a economia e a pesquisa. Estes fatores são responsáveis pela transferência do conhecimento, que lhe confere caráter tácito.

Como consequência, existe toda uma gama de impactos econômicos que escapam aos métodos quantitativos, por não estarem expressas nas formas documentais que lhes servem de fonte de dados. Tais impactos (ver Capítulo 1), permitem uma compreensão mais ampla do processo de inovação. Ou seja, captam aspectos mais sutis do processo desconsiderados pelo enfoque anterior, através da análise da dimensão não codificada do processo de inovação.

Freqüentemente, no entanto, a literatura que se refere a estas formas de impacto se baseia em informações obtidas a partir de executores privados de P&D. Neste sentido, os métodos alternativos apresentam semelhança em termos de heurística aos métodos quantitativos, especialmente *surveys*. Além disso, trata-se de limitação similar aos métodos quantitativos, perante o entendimento do caso brasileiro onde o processo de inovação é centrado no setor público.

Por outro lado, é provável que estes métodos analíticos sejam apoiados em tais fontes pelo fato de que são concebidos em economias dinamicamente inovativas. Como tal, elas apresentam relevante participação do setor produtivo na execução da pesquisa, que se conforma em objeto de investigação que favorece o emprego de tais fontes de dados.

Assim, tanto enfoques baseados na teoria Neoclássica como no modelo interativo são metodologicamente apoiados na análise de dados obtidos a partir de empresas. Isto porque é nelas que se concretizam os impactos econômicos em economias dinamicamente inovativas. Como nos países em desenvolvimento existe pouca pesquisa industrial e pouca inovação gerada localmente, mas eventualmente (como no Brasil) o setor público assume esta função, a análise do processo de inovação a partir da pesquisa acadêmica tende a captar a parcela mais relevante do esforço local de P&D.

Neste sentido, o desenvolvimento da metodologia que é objeto do próximo capítulo requer que a fase de coleta de dados se baseie principalmente em executores de pesquisa acadêmica pública. Isto porque desta forma: 1- é possível captar tanto a parcela do esforço tecnológico que não se concretiza em inovação como as iniciativas que logram êxito científico, tecnológico e comercial; 2- a análise a partir do pesquisador permite captar as múltiplas interações entre as pesquisa acadêmica e o setor produtivo.

Assim, a identificação de impactos econômicos da pesquisa acadêmica no Brasil proposta neste trabalho parte da perspectiva de seus executores. Argumentamos que a perspectiva do pesquisador público permite o entendimento dos impactos não-codificados da pesquisa. Ou seja, tal abordagem viabiliza a identificação dos resultados que não estão diretamente relacionados a registros tais como patentes e valores financeiros ou a artefatos e processos materializados em inovações.

Espera-se ainda que tal perspectiva possibilite a obtenção de uma percepção mais clara dos mecanismos de transferência e interação entre a pesquisa e a produção no Brasil. Ademais, o pesquisador diretamente envolvido na investigação pode ser capaz de captar e informar a parcela do esforço de pesquisa com potencial inovativo, mas que ainda não foi aproveitada pelo setor produtivo. Neste sentido, inspiramo-nos na metodologia do BETA, assentada em entrevistas, considerando este aspecto adequado a nossos objetivo. Contudo, existem outros aspectos que devem ser aproveitados a partir dos modelos teóricos e dos métodos analisados no capítulo anterior.

Conforme foi visto, o argumento em favor de entrevistas a pesquisadores acadêmicos se assenta no fato do processo inovativo no Brasil ser relativamente menos dinâmico do que em economias desenvolvidas. Como resultado, cremos que a análise de impactos econômicos pode ser interpretada com maior profundidade caso seja considerada a etapa em que determinada inovação se encontra no processo.

Neste sentido, os pressupostos subjacentes aos métodos alternativos podem trazer aportes que devem ser considerados. Na figura 1.1 (página 15), a esquematização das diversas etapas do processo de inovação é expressa pela caixa que representa as firmas individuais e setores produtivos em nível agregado. Esta caixa mostra a interação entre as várias etapas do processo neste nível em relação à esfera da pesquisa e do estoque de conhecimento.

Segundo OCDE (1992), o cerne da inovação se encontra nas fases de: (Identificação do) Mercado Potencial, Invento e/ou Projeto Analítico de Produção, Detalhamento de Projeto e Teste, Reprojetado e Produção e Logística e Mercado. A evolução da inovação ao longo desta cadeia denota o caráter temporal do processo. Ou seja, a inovação se desenvolve ao longo do tempo, através das interações entre cada uma das fases mencionadas e destas perante a esfera de pesquisa.

Assim, em nosso método levaremos em consideração o nível de aplicação do conhecimento gerado. A inspiração no modelo interativo nos afasta de interpretações lineares, de sorte que não pressupomos que todo novo conhecimento será necessariamente aplicado numa trajetória da pesquisa básica à aplicação econômica.

Ao desconsiderarmos a linearidade do processo, incorporamos a possibilidade de que a interação entre suas etapas se dê tanto da geração conhecimento para a produção como em sentido oposto. Por outro lado, a opção analítica pela identificação da etapa do processo de inovação permite a análise do caráter de incerteza quanto ao nível real de efetividade na comercialização e na aplicação da invenção ou do novo conhecimento.

A consideração das condições de incerteza implica a análise da intenção do pesquisador em alcançar determinado resultado da pesquisa. Assim, recuperamos em nosso método o conceito original de NELSON, de que tanto resultados diretos como indiretos da pesquisa apresentam aplicação econômica. Portanto, será analisado se os resultados alcançados decorreram de esforço intencional do pesquisador, adotando-se o aporte teórico incorporado pelos métodos quantitativos.

Em resumo, nesta seção vimos que as interpretações qualitativas ampliam o escopo dos impactos econômicos considerados pelos métodos quantitativos ao levar em conta resultados não codificados da pesquisa. Estes impactos freqüentemente são difundidos por recursos humanos de forma tácita, não sendo documentados como as variáveis codificadas consideradas pelos métodos quantitativos. Contudo, tanto a literatura quantitativa como a alternativa se apoiam excessivamente em dados obtidos a partir de executores de pesquisa privados.

Assim, sua adequação à realidade brasileira é problematizada pela notória fraqueza deste setor em sua economia. Neste sentido, o método que será discutido a seguir parte do ponto de vista do pesquisador acadêmico quanto à identificação de impactos econômicos, com o fito de dar conta da parcela mais relevante na execução de atividades de P&D nacional.

Para dar conta tanto de aspectos codificados como não codificados do processo de inovação, a etapa de coleta de dados se baseia em entrevistas, recuperando o aporte metodológico aplicado pelo BETA. Além disso, adotaremos as pressuposições de incerteza e risco do processo, definidos originalmente por autores que inspiraram os métodos quantitativos. Consideraremos ainda o processo inovativo dotado de etapas que se inter-relacionam, a fim de identificar adequadamente a evolução do processo, inspirando-nos em pressupostos adotados pelos métodos alternativos. Em continuação será demonstrado o método proposto, enfatizando-se tais dimensões.

Seção 2.3- Descrição das Etapas de Aplicação da Metodologia

Esta seção objetiva a descrição das etapas que compõem o método de avaliação proposto nesta dissertação. O instrumental heurístico central no desenvolvimento desta proposta é a realização de entrevistas a pesquisadores acadêmicos. Portanto este item parte da demonstração da unidade de análise empregada e dos objetivos decorrentes de seu emprego.

Em seguida, as definições de impacto econômico adotadas são demonstradas. Conforme veremos, tais definições respondem a critérios de objetividade (impacto direto ou indireto) e de efetividade (impactos real, potencial e em difusão). O item final do capítulo exemplifica as possibilidades de classificação através do emprego destas definições.

2.3.1- Objetivo e conteúdo da realização de entrevistas

No item anterior, foram discutidos os limites das metodologias centradas em pesquisadores privados. Neste sentido, elas se mostraram relativamente inadequadas perante os

objetivos desta dissertação. Este item demonstra os objetivos e o conteúdo da abordagem baseada em entrevistas junto a pesquisadores acadêmicos.

Objetivo das entrevistas

No item anterior argumentou-se que, nas condições de análise brasileiras, o levantamento de dados a partir da realização de entrevista junto a pesquisadores acadêmicos possibilita a identificação preliminar de impactos econômicos.

Neste sentido, além de tal fim, o objetivo do emprego de entrevistas também é reduzir a perda de dados sobre os projetos que poderiam escapar à possibilidade de identificação por instrumentais heurísticos alternativos, tal como a aplicação de questionários. Isto porque o contato com o entrevistado permite a identificação da ampla gama de aplicações que o conhecimento pode alcançar além de sua aplicação direta.

Mais precisamente, no escopo do método proposto, definimos duas ordens de informação requeridas para a classificação dos projetos a partir dos modelos teóricos analisados. O modelo interativo permite analisar a etapa de processo de inovação em que a inovação se encontra. Ou seja, a incorporação desta dimensão permite que se mapeie o nível de efetividade do conhecimento gerado. Assim, considera-se que o conhecimento gerado pode estar disponível para o emprego econômico (que será chamado de impacto potencial). Por outro lado, o conhecimento pode trazer impactos reais, estando em difusão ou então trazendo benefícios efetivos em maior escala para a economia (que será chamado respectivamente de impacto em difusão/ transferência e real).

De outro lado, objetiva-se aferir o nível de objetividade do projeto, conceito inspirador dos métodos quantitativos. Este fato decorre de que a ocorrência de um impacto pode estar tanto diretamente ligado aos objetivos do projeto, (ao que chamaremos de impacto direto), como não estar relacionado a seus objetivos explícitos (que será chamado de impacto indireto). Mais recentemente, quantificações levadas a cabo pelo BETA (BACH et al., 1992) incorporam esta dimensão de objetividade. A identificação e análise deste aspecto foi viabilizada pela realização de entrevistas, o que sugere sua adequação a nossos objetivos.

Espera-se que o contato direto com os pesquisadores permita identificar tanto a objetividade do benefício gerado como seu nível de efetividade. As possibilidades de levantamento de dados abertas por esta opção são objeto da próxima seção.

Conteúdo das entrevistas

A amostra para a aplicação do projeto foi definida pela FAPESP. Tratam-se de casos que apresentavam sucesso acadêmico e eventualmente evidências de aplicação econômica. A coordenação de tais projetos é geograficamente concentrada na região de Campinas/SP e São José dos Campos/SP. A FAPESP objetivou a identificação de impactos nestes casos, apresentando coerência com os objetivos desta dissertação.

As entrevistas foram aplicadas entre 1997 e 1998. A unidade de análise compreendeu projetos temáticos que obtiveram apoio da FAPESP ao longo dos anos 90. Da amostra inicial de 31 projetos que apresentavam aparente sucesso no aproveitamento dos conhecimentos gerados, conforme a tabela 2.1, foram analisados 21 projetos através da aplicação de entrevistas.

Como foram identificados 10 casos de maior efetividade econômica no aproveitamento do conhecimento gerado, estes projetos foram objeto de nova rodada de entrevistas em 1998. Objetivou-se a análise perspectiva dos resultados obtidos com a primeira rodada de entrevistas.

Dentre a natureza dos apoios viabilizados que foram objeto de análise no projeto foram incluídos Projetos Temáticos, Projetos de Formação de Infra-Estrutura e Concessão de Bolsas de Estudos, Apoios à Pesquisa e Projetos de Cunho Cultural. Os projetos apresentavam diversos graus de aplicação em sua concepção, incluindo-se o desenvolvimento de conhecimentos básicos e tecnológicos. Como a pesquisa objetivou a avaliação geral dos apoios conferidos pela FAPESP, as entrevistas realizadas versaram sobre diversas disciplinas, tabuladas a seguir.

Tabela 2.1 – Classificação da Amostra Segundo a Área de Conhecimento

Área da Ciência	Entrevistas realizadas em 1997	Entrevistas realizadas em 1998
Agrárias	4	4
Humanas	4	-
Biológicas	3	1
Astronomia e Espaciais	2	-
Engenharia	2	2
Física	2	1
Administração e Economia	1	-
Matemática e Computação	1	2
Química	1	-
Saúde	1	-
Total	21	10

Fonte: Confecção própria baseado em pesquisa de campo.

O objetivo da entidade não era identificar somente a ocorrência de impactos econômicos, esperava-se que fossem também encontrados desdobramentos de diferentes naturezas. Portanto, as entrevistas realizadas consideraram os seguintes impactos:

- sócio-econômico. Os conhecimentos e habilidades adquiridos durante o projeto foram repassados ao setor produtivo gerando ganhos econômicos em nível de produto e emprego;
- sócio-cultural, resultados aplicados em melhoria na qualidade de vida da sociedade;
- científico e tecnológico, relacionado diretamente a produção acadêmica do projeto;
- interiorização e difusão de atividades de pesquisa, relacionado a recursos humanos que se pós-graduaram com a pesquisa e formam em seguida novos grupos de pesquisa;
- e apoio à formulação de políticas públicas, projetos cujos resultados foram empregados na formulação de políticas tanto como informação como também sob a forma de novas metodologias (FAPESP, 1997).

Esta concepção dos impactos da pesquisa acadêmica considerou que tais benefícios não são mutuamente exclusivos e independentes, outrossim foram entendidos como inter-relacionados. Assim, a possibilidade de desenvolvimento metodológico foi favorecida pela amostragem definida pela FAPESP. Neste caso, ao aplicar entrevistas a diversas áreas do conhecimento, lidou-se com dados dispersos quanto a natureza de seus resultados. O esforço de sistematização sub-seqüente permitiu a padronização dos dados em direção a classificação e identificação de impactos a partir de uma amostra genérica, conforme veremos no próximo item.

2.3.2- Definição dos impactos econômicos

Este item inclui as cinco definições possíveis de impacto econômico empregadas na classificação dos projetos de pesquisa. Ou seja, será explicitado tanto o critério de objetividade como a lógica interna relativa a classificação segundo o nível de efetividade. Desta forma, espera-se definir se o impacto atingiu sua plena maturidade e quais fatores concorrem para o seu desenvolvimento.

Impacto direto e impacto indireto

O surgimento do conceito de produto direto ou subproduto indireto da pesquisa se relaciona à expectativa do pesquisador ao conceber sua agenda de investigação. Assim, este sempre explicita em suas propostas quais os resultados esperados com a aplicação de determinado método, os quais assumem na maior parte das vezes a forma de produtos codificados.

Esta inspiração foi adotada a partir das definições de NELSON (1959), recuperada por BACH et al. (1992), a fim de se definir conceitos que apreendem a totalidade dos impactos das atividades de pesquisa. Ou seja, não esperamos apenas distinguir impactos diretos que podem causar benefício econômico. Outrossim, objetiva-se apreender também a dimensão indireta explicitada pelos autores mencionados relacionada à atividade de P&D.

Contudo, ateremo-nos à definição trivial destes impactos, resumidas conforme segue:

- 1- Impacto Direto: trata-se de desdobramento relacionado a resultados previstos pelos objetivos iniciais da pesquisa, geralmente relacionada a produtos codificados;
- 2- Impacto Indireto: trata-se de desdobramento que não estava previsto preliminarmente nos objetivos iniciais da pesquisa, os quais podem assumir uma forma mais ou menos codificada.

Objetivamente esta definição permite o entendimento da ligação entre o impacto detectado e os objetivos do pesquisador em sua concepção. Conforme mencionado, tal classificação depende do contato direto com o pesquisador, uma vez que nem sempre esta dimensão é clara em sua forma de compreender sua racionalidade. Em seguida, examinaremos como a dimensão de efetividade é classificada segundo nossos critérios.

Impacto real efetivo, impacto real em difusão/ transferência e impacto potencial

Neste item nos referimos ao estágio em relação à dimensão de comercialização de uma inovação que tenha sido desenvolvida pelas instituições públicas de P&D. Em nível do laboratório existem riscos ligados à prática científica. Assim, a idéia contida no projeto deve ser cientificamente verdadeira a fim de ser validada perante a comunidade. Em seguida, a elaboração de um protótipo precisa ser tecnicamente viável e passar por testes que confirmem seu desempenho.

Já na esfera do mercado existem riscos ligados à comercialização propriamente dita, portanto aqui estamos analisando a dimensão da produção econômica e da conseqüente comercialização dentro do processo inovativo. Dado que a amostra contempla projetos que são cientificamente e tecnicamente bem sucedidos, existem duas possibilidades; ou os projetos foram adotados na atividade econômica, conformando uma inovação, ou estão na “prateleira”. No caso das inovações, existe uma diferença temporal entre as que estão em processo de difusão/ transferência e as que estão no mercado. Os critérios de classificação descritos a seguir procuram

mapear as possíveis situações em que se encontra uma tecnologia. Ou seja, esquematicamente temos:

1. conhecimento que gera impacto em potencial, ou seja conhecimento útil e disponível mas ainda não aplicado à produção,
2. conhecimento que gera impacto real, mas que está em difusão/ transferência, ou seja conhecimento que embora aplicado ainda não atingiu a maturidade quanto a seus desdobramentos e escala de aproveitamento e
3. conhecimento que gera impacto real e que venceu as etapas anteriores e afeta a realidade econômica em escala superior ao anterior.

Em relação ao item 1 acima, consideramos portanto que o conhecimento útil, conforme definido em MARTIN et al. (1996) e PAVITT (1991), é uma informação com potencialidade de aplicação econômica²⁸. Esta etapa corresponde portanto à maior distância da possibilidade de obtenção de retorno financeiro. Outra forma de designar este conhecimento é o que coloquialmente se chama nos meios científicos de “conhecimento de prateleira”.

Quanto ao item 3, em oposição ao conhecimento de utilidade potencial, pode-se mencionar o conhecimento cuja utilidade é real. Ou seja, trata-se do conhecimento decorrente da pesquisa que é efetivamente aplicado economicamente. Portanto, através do seu emprego existe a realização de retorno financeiro. Trata-se do conhecimento que alcançou o mercado e nele já alcançou grande parte de suas possibilidades de exploração econômica.

Uma classificação intermediária entre estes pólos é o reconhecimento que entre a esfera da produção (ou do mercado) e da pesquisa existe a etapa de difusão. Neste período, normalmente diversas inovações competem entre si através de atributos tangíveis (operacionalidade, performance, etc...) e intangíveis (suporte institucional, capacidade em marketing, etc...). Tal competição define trajetórias e padrões tecnológicos, conforme DOSI (1984). Assim, consideramos a existência do conhecimento aplicado que ainda não atingiu sua fase de plena maturidade, mas que por outro lado também não existe somente como conhecimento potencial.

²⁸ É difícil distinguir o limite entre conhecimento economicamente útil ou não. Um exemplo das dificuldades deste limites é o emprego de conhecimentos paleontológicos no cinema na obra *Jurassic Park*. Considerada uma disciplina esotérica, a aplicação da paleontologia no cinema propiciou um dos maiores faturamentos de sua história. Ainda assim, não foi apenas o conhecimento geológico que viabilizou o sucesso comercial da obra, devem ser considerados aspectos adicionais como *marketing*, distribuição, técnicas de filmagem, etc... que também concorreram para tal.

Em resumo, pode-se classificar impactos econômicos segundo a dimensão de mercado da seguinte forma:

- 1 - Impacto Potencial: trata-se de resultado de pesquisa que ainda não foi aplicado pelo sistema sócio-econômico, estando no entanto, disponível para sua aplicação;
- 2 - Impacto Real Efetivo: trata-se do impacto já efetivado, com aplicação difundida em nível do mercado, cujos resultados são tangíveis e operam diretamente sobre a realidade;
- 3 - Impacto em Real em Difusão/ Transferência: trata-se desdobramento que não cumpriu o *timing* mínimo demandado para seu pleno desenvolvimento e difusão, mas que já se encontra incorporado em determinado artefato no mercado.

Assim, espera-se que tais definições preliminares tenham dado conta, de forma esquemática das fases desenvolvimento e maturação do conhecimento aplicado em termos econômicos. Em continuação, no Capítulo 3, serão exemplificados como tais definições podem ser alvo de combinação e classificação, a fim de que sejam apresentadas as tabulações e padronizações obtidas pela conjugação entre estes critérios e seu escrutínio perante a realização de entrevistas.

Seção 2.4- Considerações Preliminares

Em regra geral, as atividades relacionadas a execução de C&T no caso Brasileiro, em função da origem de sua industrialização, são financiadas pelo setor público e praticadas em suas instituições de P&D. Embora existam exceções relevantes, o processo de inovação no Brasil apresenta este ponto distintivo perante as nações desenvolvidas, onde o comprometimento do setor privado tende a ser maior.

Este aspecto torna problemática a aplicação de métodos alternativos na identificação de impactos econômicos da pesquisa acadêmica no Brasil. Isto porque a revisão bibliográfica mostrou que a ênfase na coleta de dados desta literatura se dá em executores privados de P&D.

Contudo, a consideração de que a aplicação do conhecimento apresenta diversas etapas que se inter-relacionam, incluída nos pressupostos dos benefícios econômicos inerentes a esta vertente é incorporada pelo método proposto. Este fato decorre da maior possibilidade de interpretação da aplicação de conhecimentos acadêmicos aberta por este enfoque.

Assim, para a correta identificação de impactos econômicos no contexto da dinâmica inovativa brasileira, que freqüentemente não atinge o processo de difusão com sucesso, devem ser incorporadas dimensões de aplicação do conhecimento, considerando-o potencial e real em

difusão/transferência ou real efetivo. Espera-se assim que a identificação dos impactos seja acompanhada pelo entendimento de sua inserção no processo de inovação.

Já os métodos quantitativos enfatizam fontes de dados baseadas principalmente em patentes, inovações e registros financeiros que compõem o espectro codificado de aplicações diretas das inovações. Como tal enfoque abre mão da identificação dos impactos não codificados da pesquisa, seus pressupostos não são plenamente adequados aos objetivos desta dissertação.

De outro lado, este enfoque se inspirou em pressupostos que incorporam a dimensão de incerteza do processo. Assim, cremos que o adequado entendimento da identificação de impactos no caso Brasileiro implica a incorporação da dimensão de intencionalidade, incorporando tanto impactos diretos (previstos) como indiretos (imprevistos) da pesquisa. Este aspecto permite a incorporação da noção de que processo de inovação é dotado de diversas etapas que podem (ou não) se concretizar, apontadas acima.

Finalmente, o instrumento heurístico adotado para a identificação de impactos econômicos da pesquisa acadêmica será a aplicação de entrevistas. Espera-se elucidar as dimensões codificada e não codificada dos impactos, segundo os critérios apontados acima. Neste sentido, o próximo capítulo é devotado à apresentação das possibilidades associadas a estas categorias. Objetiva-se apresentar os resultados obtidos com sua aplicação bem como a discussão da validade metodológica do instrumental heurístico aplicado.

CAPÍTULO 3 - APLICAÇÃO E TESTE DA METODOLOGIA PROPOSTA

Este capítulo objetiva demonstrar a aplicação da metodologia proposta realizada ao longo do biênio 1997/1998. Para tanto, os resultados obtidos serão demonstrados e tabulados, objetivando-se a discussão de sua validade heurística.

Na seção 1 são exploradas as possibilidades de combinação entre os critérios de objetividade e efetividade definidos no capítulo anterior. Na seção 2, são apresentados os casos identificados de resultados de projetos de pesquisa acadêmica que apresentaram impactos econômicos em 1997, bem como sua evolução no ano de 1998. Estes casos são tabulados de acordo com os critérios de objetividade e efetividade apresentados no Capítulo 2, comparando-se tais dados no biênio.

Na seção 3 será discutido como se deu a evolução dos casos que não sofreram reclassificação. Procura-se explorar integralmente as possibilidades abertas pela aplicação do método proposto. Neste sentido, apesar da maior parte dos casos não ter sido reclassificada, o que corrobora preliminarmente a validade do método, a análise em perspectiva permite observações acerca da evolução do processo de inovação em cada caso.

A partir da identificação dos casos e de sua classificação, no item 3.4 serão definidos padrões de comportamento do processo de inovação que foram verificados. Por fim, a associação entre a identificação dos casos e a padronização de seu comportamento permitirá a discussão de sua validade heurística na conclusão do capítulo.

Seção 3.1- Possibilidades Abertas pela Combinação entre Critérios de Efetividade e Objetividade

Nesta seção são exemplificadas possibilidades abertas pela combinação entre nível de efetividade e objetividade. Conforme definido, o nível de objetividade inclui impactos indiretos e diretos. Por outro lado, o nível de objetividade inclui impactos considerados reais efetivos, reais em difusão/ transferência e potenciais. A tabela 3.1 resume as possibilidades de combinação mencionadas.

Tabela 3.1 – Possibilidades de Combinação Segundo Objetividade/ Efetividade

Objetividade/ Efetividade	Real Efetivo	Real Em Difusão/ Transferência	Potencial
Direto	1- Efetivo/Direto	3- Em Difusão/ Transferência/ Direto	5- Potencial/ Direto
Indireto	2- Efetivo/Indireto	4- Em Difusão/ Transferência/ Indireto	6- Potencial/ Indireto

Fonte: Confeção Própria

A tabela acima permite seis possibilidades de classificação de impactos identificados. Dentre os Impactos Reais temos: 1- Efetivo/ Direto, 2- Efetivo/ Indireto, 3- Em Difusão/ Transferência/ Direto, 4- Em Difusão/ Transferência/ Indireto. Dentre os Impactos Potenciais temos: 5- Potencial/ Direto e 6- Potencial/ Indireto. Em continuação estas formas de impacto são definidas.

Impactos reais se dividem em:

1- Impacto Efetivo Direto: trata-se de impacto plenamente verificado, no sentido que, além de afetar diretamente a produção, tal se dá em escala significativa, sendo superior, por exemplo, à de testes ou piloto. Ademais, o impacto identificado resulta diretamente dos objetivos da pesquisa previamente definidos pelo investigador;

2- Impacto Efetivo Indireto: analogamente ao anterior, trata-se do conhecimento que alcançou aplicação econômica em escala superior à etapa de testes. Contudo, neste caso a aplicação do conhecimento se deu em sentido diverso daquele esperado quando da concepção do projeto de pesquisa;

3- Impacto em Difusão/ Transferência e Direto: trata-se de caso onde houve sucesso técnico e que já está em fase de aplicação no setor produtivo. Assim, lograram-se os objetivos esperados quando da formulação do projeto de pesquisa. Contudo a difusão da tecnologia ainda não atingiu sua maturidade, situando-se na etapa de testes de mercado, operação ou em escala piloto, permitindo ainda considerável ampliação da escala de sua aplicação e

4- Impacto em Difusão/ Transferência e Indireto: conforme o exemplo anterior, neste caso o conhecimento gerado apresenta aplicação e possibilidade de ampliação da escala operacional. Contudo o aproveitamento do conhecimento desenvolvido não está diretamente relacionado com os objetivos iniciais previstos pelos executores da pesquisa.

Impactos potenciais se dividem em:

5- Impacto Potencial Direto: trata-se do projeto de pesquisa que logrou o desenvolvimento de uma tecnologia funcional em escala de protótipo ou laboratório, previsto nos objetivos propostos quando da concepção da investigação. Contudo, sua aplicação não alcançou a etapa de testes ou escala piloto, determinando que a tecnologia tenha aplicação potencial.

6- Impacto Potencial Indireto: em analogia ao anterior, trata-se do conhecimento funcional que apresentou aplicação em nível piloto ou de testes. Contudo, seu desenvolvimento

preliminar foi logrado sem que houvesse expectativa de que os resultados alcançados fossem previstos.

Assim, a partir dos critérios de objetividade e efetividade mencionados são propostos três níveis de aplicação, considerando-se desde conhecimento útil (potencial), bem como as etapas de aplicação real em nível de transferência/difusão ou de aproveitamento econômico efetivo. Estes níveis de aplicação podem ser considerados decorrências previstas (diretas) ou imprevistas (indiretas) pelos investigadores. Em continuação, apresenta-se a classificação realizada com o emprego de tais critérios a partir da aplicação de entrevistas a pesquisadores do IAC, INPE e UNICAMP, patrocinados pela FAPESP.

Seção 3.2- Resultado Obtidos no Biênio 1997/1998

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação das entrevistas. Inicialmente, são apresentados e classificados os resultados obtidos em 1997. As tabulações das demais categorias de impactos (apoio a políticas públicas, científico-tecnológico, difusão e interiorização da pesquisa e sócio-cultural) são apresentadas sumariamente (para apresentação integral destes casos, refira-se ao Anexo 2).

Como os impactos mapeados em 1997 foram objeto de nova rodada de entrevistas e nova classificação em 1998, tais resultados também são descritos neste item. Espera-se assim a obtenção de um mínimo de retrospectiva para a análise e padronização dos dados realizada nos itens 3.3 e 3.4.

3.2.1 - Demonstração da classificação obtida em 1997 quanto ao nível de efetividade dos impactos

Conforme mencionado, a pesquisa de campo cujos resultados foram empregados nesta dissertação foi iniciada em 1997, no contexto do projeto de avaliação das atividades financiadas pela FAPESP. As entrevistas objetivaram o mapeamento preliminar de impactos decorrentes da aplicação dos resultados de projetos de pesquisa acadêmica.

Abaixo, na tabela 3.2, resumimos a frequência dos impactos mapeados. A aplicação de entrevistas em 1997 permitiu a identificação de um total de cinquenta e duas ocorrências. Estas dizem respeito tanto a conhecimentos que geraram desdobramentos reais (efetivos ou em difusão/transferência), como se referem ao conhecimento útil (potencial) conforme definido no capítulo anterior.

Tabela 3.2- Frequência dos Impactos Mapeados em 1997

Impacto	Científico-tecnológico	Sócio-econômico	Interiorização da pesquisa	Sócio-cultural	Políticas públicas	Total
Frequência	20	16	10	05	01	52

Fonte: Pesquisa de Campo

Conforme a tabela 3.2, os impactos científico-tecnológicos foram os mais relevantes com a frequência de vinte ocorrências. Impactos sobre a interiorização da pesquisa apresentaram a frequência significativa de dez ocorrências. A natureza acadêmica dos projetos analisados explica a concentração da frequência nestas ocorrências.

Pode-se afirmar ainda uma relação entre a ocorrência científico-tecnológica e sobre a interiorização da pesquisa. Verificou-se que em nove projetos a contrapartida da ampliação da fronteira do conhecimento foi a formação de pesquisadores em nível de pós-graduação, que geraram novos grupos de pesquisa em suas instituições de origem²⁹.

Ou seja, em metade dos casos analisados como ocorrência científico-tecnológica, os projetos temáticos permitiram em paralelo a formação de recursos humanos aproveitados subsequentemente em outros grupos de pesquisa, geralmente localizadas em centros sem tradição nas linhas em que os pesquisadores se formaram. Alternativamente, os impactos relativos ao apoio a políticas públicas e sócio-culturais foram os que apresentaram a menor frequência de ocorrência (um e cinco casos mapeados respectivamente).

Por exclusão, impactos sócio-econômicos apresentaram frequência intermediária. Os dezesseis impactos mapeados se referem a doze projetos, sendo oito temáticos, três de apoio à infra-estrutura e à pesquisa e um exclusivamente de apoio à pesquisa. A tabela 3.3 resume a frequência de classificação dos impactos sócio-econômicos mapeados.

²⁹ Estas instituições são: Centro Federal de Educação Tecnológica (Paraná), Pontifícia Universidade Católica (*campi* de Campinas e São Paulo), Universidade Católica de Sorocaba, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual Paulista (*campi* de Araçatuba e Rio Claro), Universidades Federais de Alagoas, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e São Carlos e Universidade de São Paulo (*campi* de São Paulo e Piracicaba).

Tabela 3.3 – Frequência de Ocorrência dos Impactos Sócio-Econômicos Mapeados em 1997 e em 1998

Tipo de Impacto/ Ano		
Impacto Real Efetivo		
	97	98
Efetivo Direto	2	4
Efetivo Indireto	2	2
Total Impacto Real	4	6
Impacto Real em Difusão/ Transferência		
Difusão/ Transferência Direto	4	4
Difusão/ Transferência Indireto	-	1
Total Difusão/ Transferência	4	5
Impacto Potencial		
Potencial Direto	4	2
Potencial Indireto	4	3
Total Potencial	8	5
Impactos Diretos	10	9
Impactos Indireto	6	7
Total de Impactos Mapeados	16	16

Fonte: Pesquisa de Campo

Conforme se infere da tabela acima, dentre os impactos mapeados em 1997, 4 se referem a impactos reais efetivos (aplicados na produção em grande escala). Foram mapeados ainda 4 casos de impactos reais cumprindo ainda a etapa de transferência/ difusão. E finalmente 8 casos se referem basicamente a conhecimentos úteis que apresentam potencial de aplicação econômica. A tabela 3.3 permite ainda verificar que 10 impactos são produtos diretos dos projetos (impacto direto) e 6 subprodutos (indireto). Em continuação descreveremos a natureza dos casos identificados.

Descrição dos casos identificados em 1997

Abaixo, na tabela 3.4, estão descritos os casos relacionados aos impactos mapeados, bem como sumária justificativa para sua classificação. O diagnóstico se refere ao acompanhamento realizado em 1997, sendo que alguns casos serão reclassificados quando da análise referente a 1998.

A aplicação do método de identificação de impactos econômicos decorrentes da pesquisa acadêmica permitiu o mapeamento preliminar das diversas formas de emprego do conhecimento gerado. Alguns projetos apresentam mais do que uma classificação, devido a identificação de mais de um impacto econômico.

TABELA 3.4 – Classificação dos Impactos Sócio-econômicos Identificados em 1997

Classificação/ Impacto	Descrição do Resultado do Projeto	Descrição do Impacto Mapeado
IMPACTO REAL EFETIVO		
1- DIRETO	Método para desenvolvimento de variedades de milho tolerante a alumínio.	Comercialização repassada à AGROCERES.
2- INDIRETO	Aplicativo de verificação ortográfica, gramatical e de sinônimos.	Comercialização realizada pela ITAUTEC.
3- DIRETO	Método de diagnóstico do vírus <i>Xyllela fastidiosa</i> em citrus.	Diagnóstico é realizado pelo laboratório público para citricultores.
4- INDIRETO	Geração de conhecimentos no cultivo de seringueira.	Serviços de extensão decorrentes da pesquisa secundam expansão da área cultivada com heveícolas em São Paulo.
IMPACTO REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA		
1- DIRETO	Métodos de análise do solo para a identificação de teores de micronutrientes.	O método está sendo repassado aos laboratórios privados de análise do solo em São Paulo.
2- DIRETO	Desenvolvimento genético de novo cultivar de amendoim.	Sementes estão sendo distribuídas aos produtores em caráter de teste.
3- INDIRETO	Desenvolvimento de variedades de laranja livres de doença.	Cultivar está sendo adotado e entra em produção em 5 anos.
4- DIRETO	Desenvolvimento de variedades de seringueira adequadas ao clima de São Paulo.	Ciclo biológico para recomposição do parque heveícola demanda 5 anos.
IMPACTO POTENCIAL		
1- INDIRETO	Processo para aproveitamento de xisto.	Unidade piloto da Petrobras sediada no Paraná.
2- DIRETO	Processo para produção de piche mesofásico.	Tecnologia dominada pela Usiminas a fim de acompanhar fronteira na área.
3- DIRETO	Desenvolvimento de <i>software</i> de controle da produção.	Negociação do repasse com a CESP.
4- INDIRETO	Método matemático para processamento de imagens.	Desenvolvimento realizado em parceria com a Olivetti.
5- DIRETO	" <i>Molecular Farming</i> " aplicado a hormônio de crescimento humano.	Processo codificado mas ainda não repassado aos produtores.
6- INDIRETO	Infra-estrutura de pesquisa de Laboratório de Polímeros Condutores.	Disponibilização de informação economicamente útil.
7- INDIRETO	Construção do herbário com genes da Mata Atlântica.	Disponibilização de informação economicamente útil.
8- DIRETO	Desenvolvimento de protótipo para produção de energia a partir do carvão	Disponibilização de informação economicamente útil

Fonte: Pesquisa de Campo

Uma primeira classificação dos projetos pode ser inferida diretamente da análise da forma de impacto. Assim, a efetividade do impacto decresce de real (mais efetivo), para em difusão/transferência (intermediário) e potencial (menos efetivo). Ou seja, considera-se os casos reais como mais efetivos, porque atingiram a etapa de comercialização. Na outra ponta do processo, os casos potenciais são os menos efetivos porque conformam informação útil mas ainda não explorada economicamente.

A informação adicional inferida do quadro é que os resultados estão relacionados tanto diretamente como indiretamente aos objetivos dos pesquisadores na geração destas inovações. Em seguida, com base nestes critérios será feita a descrição dos projetos analisados. Apresenta-se sumariamente o objetivo das pesquisas em relação à sua aplicação, justificando-se as classificações referentes à efetividade e objetividade.

IMPACTOS REAIS – os casos descritos abaixo se referem àqueles em que a produção econômica foi efetivamente afetada pelo conhecimento gerado, considerados então em conjunto impactos reais.

IMPACTOS REAIS EFETIVOS:

Caso 1- Direto: refere-se a projeto de laboratório da UNICAMP que efetivou o desenvolvimento de variedade de milho híbrido tolerante à baixa concentração de água. O projeto envolveu o treinamento de funcionários da AGROCERES em técnicas rotineiras de biotecnologia.

Devido a esta interação, o grupo passou a desenvolver variedade de milho híbrido resistentes ao alumínio, elemento presente nos solos devotados à produção agrícola de todas as regiões do Brasil. Destarte, perante a amplitude do mercado consumidor a firma assumiu a comercialização do cultivar.

Atualmente, o esquema de treinamento de pessoal técnico assumido pela AGROCERES junto à UNICAMP foi interrompido. Isto porque a AGROCERES vendeu sua divisão de sementes para a MONSANTO. Assim, a nova proprietária interrompeu a realização de treinamento de seus funcionários na UNICAMP, uma vez que pode monitorar a P&D em nível global, com menor dependência do conhecimento nativo.

A classificação como impacto real decorre da inovação alcançar êxito dentro do processo de comercialização, alcançando considerável escala de difusão. Por outro lado, a inclusão de geração do cultivares nos objetivos do projeto define o impacto como direto.

Caso 2- Indireto: trata-se de apoio à formação de infra-estrutura em laboratório computacional da UNICAMP. Ressalte-se que o grupo beneficiado apresenta histórico relevante no desenvolvimento de ferramentas ortográficas aproveitadas pelo setor produtivo. De fato, na década de 80 o grupo desenvolveu *softwares* na área para empresas do setor jornalístico.

Em decorrência deste desenvolvimento, a equipe ganhou visibilidade no meio produtivo. Assim, a ITAUTEC acionou o grupo para o desenvolvimento de verificador ortográfico-gramatical e dicionário de sinônimos. Este artefato passou a ser comercializado pela firma, alcançando uma escala de cerca de hum mil e quatrocentas unidades por mês em 1998.

A classificação como impacto indireto decorre de que, quando da construção do laboratório não havia expectativa de que a ampliação da capacidade de geração de tecnologia de interpretação de imagens resultasse no desenvolvimento de inovação.

Caso 3- Direto: o apoio à pesquisa concedido a este grupo do IAC objetivou o desenvolvimento e a padronização de métodos de diagnóstico de doenças que incidem sobre citrus, notadamente o vírus *Xyllela fastidiosa*. Com a formalização destes resultados, o grupo passou a oferecer diagnóstico em mudas, desde 1996, que posteriormente formam os pomares do setor citrícola. O impacto foi considerado direto pois os objetivos explícitos do projeto foram atingidos.

Caso 4- Indireto: a FAPESP tem apoiado este grupo do IAC com o intuito de gerar cultivares de seringueira que sejam adequados às condições de cultivo do Estado de São Paulo. Como parte dos testes é realizado junto a produtores e como são realizadas atividades de extensão com grande freqüência, os produtores paulistas tem se beneficiado dos conhecimentos gerados com a pesquisa para a incorporação de práticas de cultivo e manejo mais produtivas.

Assim, embora o apoio à cultura não fosse previsto na proposta da pesquisa, este impacto tem se efetivado sobre a produção, daí sua classificação como indireto. Por outro lado, espera-se que somente em cerca de cinco anos as variedades desenvolvidas pelo IAC se tornem produtivas em escala superior à de testes.

IMPACTOS REAIS EM TRANSFERÊNCIA/ DIFUSÃO:

Caso 1- Direto: com este apoio da FAPESP, o grupo do IAC realizou o mapeamento e a padronização dos métodos disponíveis para a análise de micro-nutrientes do solo. Com isto foram recomendadas as melhores práticas de análise aos laboratórios tanto privados como públicos presentes no estado de São Paulo, caracterizando o impacto como direto.

Desde 1996, os métodos sugeridos vem sendo crescentemente aplicados. Contudo, considera-se a possibilidade da ampliação de sua escala em nível nacional, conforme evidências de que o método vem sendo empregado em Mato Grosso, Minas Gerais e Paraná. Adicionalmente, em nível estadual existe considerável escala de crescimento da aplicação do método, que por este motivo foi considerado em difusão/ transferência.

Caso 2- Direto: a FAPESP apoia este grupo do IAC que desenvolve novos cultivares de amendoim. Como foram geradas novas variedades, pode-se afirmar que este impacto é direto. Por outro lado, as novas variedades estão sendo repassadas a produtores líderes para a realização de testes e vem sendo realizada a negociação de contrato de distribuição com firmas sementeiras. Daí a possibilidade de ampliação considerável da escala de aplicação do conhecimento, denotando impacto direto quanto a intencionalidade mas ainda em fase de difusão/ transferência.

Caso 3- Indireto: este caso se refere ao mesmo grupo de pesquisa que foi mapeado no rol de impactos reais acima no caso 3. Além do diagnóstico de doenças em citrus, o laboratório do IAC se capacitou, através do apoio da FAPESP, no desenvolvimento de mudas livres de doenças, objetivo que não estava explícito na proposta de pesquisa, sendo indireto.

Portanto, quando a equipe diagnostica a ocorrência de fitopatologia, executa-se a “limpeza” da muda, gerando-se cultivar saudável para a réplica nos pomares. Contudo, as primeiras mudas livres de doenças serão produtivamente maduras em cerca de cinco anos, o que denota que no próximo decênio os ganhos de escala serão incrementados, implicando sua classificação como em difusão/ transferência.

Caso 4 - Direto: este caso se refere ao mesmo grupo de pesquisa que foi mapeado no rol de impactos reais acima no caso 4. Como o grupo do IAC objetiva o desenvolvimento de novos cultivares de seringueiras, que efetivamente estão sendo testados, considera-se que o impacto é direto.

Em analogia ao caso anterior, contudo, os cultivares alcançarão a maturidade produtiva no próximo decênio. A existência de considerável escala de aproveitamento do conhecimento gerado define este impacto como em difusão/ transferência.

IMPACTOS POTENCIAIS— os casos descritos abaixo se referem àqueles em que a produção econômica não foi afetada pelo conhecimento gerado. Contudo, considera-se que os desenvolvimentos realizados apresentam a possibilidade de aplicação, sendo portanto potenciais.

Caso 1- Indireto: este grupo da UNICAMP recebeu apoio da FAPESP com o objetivo de pesquisar processos de combustão de carvão nacional, de alto teor de cinzas, com menores índices de emissão de poluentes.

Os conhecimentos gerados foram reaproveitados e permitiram à PETROBRAS a construção de uma unidade piloto de queima de xisto betuminoso, matéria-prima alternativa na produção de energia elétrica, com o emprego do processo de combustão desenvolvido pela UNICAMP. O objetivo da PETROBRAS era a realização de testes e ampliação do conhecimento sobre o método, a fim de basear decisões de investimento. Dada a imprevisibilidade da aplicação do conhecimento original, o impacto é considerado indireto.

Caso 2- Direto: o grupo da UNICAMP que recebeu este apoio da FAPESP numa primeira etapa de laboratório. Além disso, a pesquisa contou também com recursos financeiros da USIMINAS, no desenvolvimento de uma planta piloto. A empresa que acionou a instância de pesquisa porquanto a investigação explorasse a possibilidade de aproveitamento do alcatrão na geração de piche mesofásico a partir da produção de aço. Como os objetivos de pesquisa propostos foram integralmente atingidos, o impacto foi considerado direto.

O piche mesofásico é um produto nobre, aplicado na produção de fibra de carbono. Dada a ausência de mercados para este sub-produto desenvolvido no Brasil, a empresa optou por manter o conhecimento monitorado sem aplicação efetiva. Neste sentido, trata-se de conhecimento com aplicação potencial, disponível à firma assim que esta alterar sua estratégia com relação a este processo.

Caso 3- Direto: a FAPESP apoiou o grupo da UNICAMP no desenvolvimento de cerca de duas dezenas de trabalhos acadêmicos (de pós-graduação e graduação), objetivando-se o desenvolvimento de *softwares* de controle da produção de energia elétrica. Assim, os objetivos explícitos na proposta de pesquisa foram alcançados, denotando impacto direto.

Por outro lado, em 1997, um dos desenvolvimentos alcançados estava sendo negociado com a CESP e a ITAIPU. Assim, não havia aplicação econômica, sendo considerado então como potencial.

Caso 4- Indireto: o apoio recebido pelo grupo do INPE almejou a formalização de ferramentas de morfologia matemática, conhecimento de natureza fundamental com aplicação na leitura de imagens. Após o encerramento da pesquisa, a OLIVETTI acionou um egresso do grupo, locado no IME-USP, para a execução de pesquisa na leitura de grafia de assinaturas.

Como este desenvolvimento não estava previsto nas atividades do projeto, ele pode ser considerado indireto. Por outro lado, a firma se envolveu apenas em atividade de pesquisa, não havendo qualquer aplicação produtiva, o que denota o conhecimento como potencial.

Caso 5- Direto: este grupo é o mesmo que o registrado no caso 1 dos impactos reais, tendo desenvolvido, a partir do apoio da FAPESP, o processo de desenvolvimento de hormônio do crescimento humano a partir de vegetais (*molecular farming*). A consecução dos objetivos explícitos da pesquisa denotam que o impacto foi direto. Contudo, a ausência de perspectiva de aproveitamento econômico em 1997 deste conhecimento motivou sua classificação como potencial.

Casos 6 e 7- Indiretos: estes projetos são analisados em conjunto pois se tratam de grupos da UNICAMP que receberam auxílio da FAPESP para a formação de infra-estrutura da pesquisa quanto a Laboratório de Polímeros Condutores e Herbário com Genes de Fragmentos da Mata Atlântica.

São considerados impactos potenciais pois, embora apresentam possibilidade de aproveitamento econômico, tais casos não concretizaram aplicação econômica. No caso do laboratório, foram desenvolvidos recursos humanos aptos ao desenvolvimento tecnológico de protótipos de polímeros condutores. Contudo, não existe demanda por esta matéria-prima porquanto a indústria automotiva e de componentes eletrônicos nacionais não desenvolva inovações localmente em escala que justifique o aproveitamento deste conhecimento.

No caso do Herbário, as variedades vegetais tem aplicação potencial no desenvolvimento de fármacos por meio de biotecnologia. Contudo, não houve interesse da indústria por esta estrutura científica. Por outro lado, caso estes impactos sejam efetivados, não terão sido objeto definido nos pressupostos destes projetos, o que denotará uma ocorrência indireta.

Caso 8- Direto: este grupo é o mesmo do caso 1 dentre os impactos potenciais. Com o projeto, o grupo logrou desenvolver protótipo de leito fluidizado para a queima de carvão nacional, a partir de recurso da FAPESP. Assim a pesquisa concretizou seus objetivos em nível técnico e o impacto foi considerado direto.

Contudo, trata-se de conhecimento economicamente útil, mas ainda não aproveitado. Portanto, foi arrolado dentre os casos de impacto potencial, dependendo de decisões de investimento do setor produtivo.

A exploração preliminar do método para o ano de 1997 demonstra a possibilidade de classificação segundo os critérios mencionados, dentro do método proposto de efetivação de entrevistas a partir de coordenadores do projeto. A ocorrência tanto de impactos diretos como indiretos denota a correção da incorporação da variável de incerteza e risco presente no processo de inovação. Contudo, somente com a perspectiva temporal é possível considerar se a classificação estabelecida é pertinente, por este motivo as entrevistas foram replicadas em 1998 para os casos mais efetivos, cujos resultados serão discutidos a seguir.

3.2.2 - Descrição da classificação obtida com a 2ª rodada de entrevistas

A tabela 3.5 mostra a evolução dos impactos mapeados em 1998 perante 1997. Para a realização desta etapa foi efetivada nova rodada de entrevistas. Além disso, as empresas privadas que eventualmente tiveram participação nos projetos foram contatadas via telefone. Objetivou-se a consolidação dos dados obtidos perante os executores de pesquisa decorridos doze meses da detecção inicial do impacto.

Percebe-se a redução de impactos potenciais em benefício do incremento de casos em difusão/transferência e real. Devido à dimensão da amostra analisada, estes dados não permitem generalizações. Contudo, nos projetos analisados foi verificada a existência de uma tendência à aplicação de seus resultados.

TABELA 3.5 – Classificação dos Impactos Sócio-econômicos Identificados em 1998

Classificação/ Impacto em 1997	Classificação/ Impacto em 1998	Descrição do Impacto
1- REAL EFETIVO DIRETO	1- REAL EFETIVO DIRETO	Comercialização de cultivar de milho repassada à AGROCERES
2- REAL EFETIVO INDIRETO	2- REAL EFETIVO INDIRETO	Comercialização de corretor ortográfico-gramatical e de dicionário de sinônimos realizada pela ITAUTEC
3- POTENCIAL/ DIRETO	3- REAL EFETIVO DIRETO	CESP opera <i>software</i> de previsão de demanda de energia a partir de Janeiro/99
3- REAL EFETIVO / DIRETO	4- REAL EFETIVO DIRETO	Diagnóstico de <i>Xyllela fastidiosa</i> é realizado pelo laboratório público para citricultores
4- REAL EFETIVO/ INDIRETO	5- REAL EFETIVO INDIRETO	Serviços de extensão secundam expansão da área cultivada com heveícolas em São Paulo
1- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e DIRETO	1- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA DIRETO	O método está sendo repassado aos laboratórios privados de análise do solo em São Paulo
2- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e DIRETO	2- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e DIRETO	Sementes de amendoim estão sendo distribuídas aos produtores em caráter de teste
3- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e INDIRETO	3- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e INDIRETO	Cultivar de citrus está sendo adotado, tornando-se produtivo em cinco anos
4- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e DIRETO	4- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e DIRETO	Recomposição do parque heveícola demanda cinco anos.
4- POTENCIAL e INDIRETO	5- REAL EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA e INDIRETO	<i>Software</i> de processamento de imagens colocado na rede WWW
1- POTENCIAL / INDIRETO	1- POTENCIAL INDIRETO	Unidade piloto de queima de xisto da PETROBRAS sediada no Paraná
2- POTENCIAL e DIRETO	2- POTENCIAL DIRETO	Tecnologia de produção de piche monofásico dominada pela USIMINAS
5- POTENCIAL e DIRETO	3- POTENCIAL e DIRETO	Processo codificado de <i>farming</i> molecular de hormônio do crescimento mas ainda não repassado aos produtores
6- POTENCIAL e INDIRETO	4- POTENCIAL e INDIRETO	Disponibilização de informação economicamente útil ao Laboratório de Polímeros Condutores
7- POTENCIAL e INDIRETO	5- POTENCIAL e INDIRETO	Disponibilização de informação economicamente útil (Herbário com variedades da Mata Atlântica)
8- POTENCIAL e DIRETO	6- POTENCIAL e DIRETO	Disponibilização de informação economicamente útil (processo de queima do carvão)

Fonte: Pesquisa de Campo

A partir da tabela 3.5 é possível verificar que a maior parte da classificação efetivada em 1997 permaneceu válida para o ano seguinte. Somente dois impactos sofreram nova classificação, ambos relacionados ao desenvolvimento de *softwares* e descritos a seguir.

O caso 3 dos impactos potenciais de 1997 (tabela 3.4, página 56), referente a desenvolvimento de *software* para o controle da produção de energia elétrica, foi classificado como impacto real efetivo direto (caso 3) em 1998. Isto decorreu de que tal projeto estava sendo objeto de processo decisório da CESP durante 1997 quanto à sua implantação. Contudo, finalmente a firma decidiu sua incorporação e o ano de 1998 foi devotado a sua adaptação às necessidades da empresa. O programa está em operação desde Janeiro de 1999.

Ressalte-se que dentro deste projeto temático foram geradas duas teses de doutorado (uma em andamento), quatorze dissertações de mestrado e dez relatórios de iniciação científica. Sendo que o trabalho que foi aproveitado corresponde aos resultados de uma dissertação de mestrado e de uma tese de doutorado. Este fato denota a alta incerteza inerente ao processo de inovação e à alocação de recursos na formação de pós-graduados. Por outro lado, a adaptação do *software* possibilitou a redução de sua escala de previsibilidade de demanda de energia de doze a vinte e quatro horas para uma hora, considerada tempo real e adequada às necessidades da CESP.

Atualmente, sua aplicação se dá em toda a rede de distribuição e nas unidades de produção do estado de São Paulo, correspondendo a 35% do total da produção nacional. Este fato denota que um projeto considerado apenas potencial em 1997 alcançou grande escala de operação no espaço de cerca de dois anos. O que comprova a necessidade de monitoramento dos casos identificados.

Em contato realizado com o engenheiro João Carlos (Departamento de Programação da Produção) foram enumeradas três razões que motivaram a CESP a demandar o conhecimento gerado na universidade: 1- custo relativamente inferior ao que seria pago caso o *software* fosse adquirido alhures; 2- capacitação em recursos humanos decorrentes da fase de testes realizadas na CESP e 3- domínio da tecnologia pela firma.

O caso 4 dos impactos potenciais mapeados em 1997 (tabela 3.4, página 56), corresponde ao aproveitamento dos conhecimentos formalizados na área de morfologia matemática no desenvolvimento de um *software* de processamento de imagem. Como no período a ênfase no aproveitamento econômico se deslocou do projeto de pesquisa realizado em conjunto com a

OLIVETTI para a aplicação em novo programa, foi realizada sua reclassificação para impacto real em difusão transferência e direto (caso 5).

Naquela altura, a firma realizou contato com um dos participantes do projeto, para o desenvolvimento de leitores de grafia humana. Este representava um aproveitamento potencial do conhecimento identificado em 1997, sendo indireto pois não era previsto quando da execução do projeto. Ao longo de 1998 a firma descontinuou o projeto de pesquisa desenvolvido.

Por outro lado, os técnicos do INPE empregaram os conhecimentos gerados no desenvolvimento do *software* SPRING. Este programa teve seu desenvolvimento iniciado em 1991 em paralelo ao projeto de morfologia matemática analisado. Sua execução foi beneficiada pela organização do órgão, dotada de pesquisadores e engenheiros que tradicionalmente desenvolvem conhecimentos matemáticos básicos em paralelo à sua aplicação em novos sensores e leitores de imagens.

Contudo, ao longo das décadas de 70 e 80 o INPE encontrou dificuldade em comercializar as tecnologias desenvolvidas. Este fator alterou seu método de trabalho, que passou a excluir esta etapa. Valendo-se da rede WWW, atualmente é realizada sua distribuição a um custo praticamente nulo. Portanto, a filosofia do projeto passou a ser o fomento à criação de mercado potencial de usuários com competência de operação do programa.

Temos então o caso de um bem que se torna público por problemas de apropriabilidade. De fato, através de contatos informais com professores do Departamento de Metalogênese e Geoquímica da UNICAMP, constatou-se que existe uma tendência de livre disponibilização via WWW dentro do setor de programas de processamento de imagens em nível mundial.

No caso específico do INPE, percebeu-se a existência de um mercado potencial na análise de imagens georeferenciadas, de perfil multi-usuário (tais como administrações municipais, agrimensores, ambientalistas, geólogos, planejadores urbanos e universidades) que emprega alternativas adquiridos, que eventualmente podem atingir o preço de US\$ 10 mil quando não disponibilizados. Atualmente, o SPRING conta com dois mil e quatrocentos acessos (*downloads*) cadastrados. O principal fator atribuído ao sucesso de sua difusão é o fato dos competidores internacionais ainda não terem traduzido seus sistemas para o idioma português, o que permite o uso integral da tecnologia SPRING por parte dos usuários locais.

Ressalte-se que sua reclassificação na tabela 3.5 foi relevante em termos qualitativos. Pois trata-se de projeto em que o conhecimento rompeu a fase de potencialidade atingindo o processo

de difusão/transferência. Ou seja, o SPRING tem aplicação econômica efetiva, porém com amplas possibilidades de ampliar sua escala de operação.

Antes de discutir os demais casos onde a classificação não foi alterada cabe ressaltar que como no caso anterior, o SPRING incorporou apenas uma das ferramentas de morfologia matemática desenvolvidas na instituição. Estes casos demonstram que apenas uma parcela dos conhecimentos acadêmicos gerados foram efetivamente utilizados na produção.

Nesta seção vimos que o método proposto permite acompanhar anualmente o processo de inovação e reclassificar os casos mapeados. Em continuação será demonstrado que tal acompanhamento permite ainda a análise da dinâmica do processo mesmo nos casos em que não foi procedida nova classificação.

Seção 3.3- Discussão do Andamento dos Casos Cujas Classificação Foi Mantida em 1998

Conforme mencionado, excetuando-se dois casos, não foram necessárias novas classificações para os demais impactos expressos na tabela 3.5. Não obstante, a realização de entrevistas em 1998 permitiu o acompanhamento do processo de inovação e da aplicação das informações e conhecimentos gerados. Este fato indica que a metodologia proposta pode ser aproveitada como um instrumento de monitoramento da evolução do uso de conhecimentos acadêmicos na atividade produtiva. Os casos enumerados a seguir seguem a classificação demonstrada em 1998.

IMPACTOS REAIS EFETIVOS:

Caso 1- este caso não apresentou novos desdobramentos econômicos entre 1997 e 1998. Assim a variedade de milho híbrido resistente ao alumínio prosseguiu sendo comercializada pela AGROCERES.

Contudo, conforme mencionado, a divisão de sementes desta firma foi comprada pela MONSANTO. A qual, apesar de manter a venda do cultivar em sua linha de produtos, descontinuou as atividades de treinamento realizadas na UNICAMP, o que interrompeu um importante elo de comunicação entre a pesquisa acadêmica e o setor produtivo identificada pelo método proposto.

Caso 2- a ITAUTEC prossegue comercializando, em seu redator de texto, as ferramentas de verificação ortográfico-gramatical e o dicionário de sinônimos desenvolvidos pela UNICAMP. Em 1998, a escala de comercialização atingiu cerca de um mil e quatrocentos usuários/mês.

Em adição, foi assinado um contrato de licenciamento com a MICROSOFT para a inclusão no *Office* 2000 do revisor ortográfico-gramatical, que será comercializado a partir de meados de 1999. Destarte, sua escala de utilização deve alcançar cerca de vinte mil usuários/mês, ampliando significativamente a escala de emprego dos conhecimentos gerados.

Caso 4 - o objetivo do projeto temático era definir metodologias de diagnóstico em doenças de citrus, tais como: tristeza, amarelinho e sorose. Contudo, a incidência de uma epidemia de amarelinho durante sua vigência trouxe a necessidade de novos controles de vetores, formação cuidadosa de mudas e de novas formas de manejo e recomposição dos pomares.

Por conta do projeto temático o serviço de diagnóstico se tornou rotineiro no IAC. O qual é realizado com o emprego de técnicas biotecnologia genética e convencional, com atendimento a grande e pequenos produtores.

Em relação à técnica de diagnóstico da *Xylella fastidiosa*, foram realizados dois mil e quinhentos exames em 1997 e quatro mil e seiscentos em 1998. Foi ainda realizada a qualificação de um mil e seiscentas amostras de mudas como não infectadas e o diagnóstico de Tristeza atingiu trezentos e quarenta e oito mudas em 1998. Vale dizer que as mudas são replicadas e se multiplicam por extensões significativas de áreas cultivadas.

A demanda por mudas sem vírus é decorrência do programa da Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento em qualificação de mudas. O material de propagação, livre de doenças, foi desenvolvido no IAC e repassado inicialmente a quatro viveiristas em 1996. Atualmente a difusão de mudas atinge vinte e cinco viveiristas. Contudo, o universo destes produtores de mudas atinge um mil e quinhentas unidades, denotando o potencial de escala que o projeto ainda pode atingir. Este fator tende a se acentuar pois a secretaria exige a certificação total dos produtores de mudas até o ano 2001. Ademais, o comportamento positivo dos preços da laranja no biênio 1997/1998 tem permitido que os produtores realizem investimentos na recuperação dos pomares.

Caso 5- o desenvolvimento de variedades de seringueira pelo IAC se baseia em métodos de genética quantitativa (convencionais). Ele está ocorrendo dentro de um cronograma que respeita a evolução da própria planta. A qual demanda cerca de 7 anos para se tornar produtiva.

Atualmente os testes incluem a análise de quinhentos e sessenta cultivares com recomendação de plantio em pequena escala de variedades cuja produtividade é superior à malaia, difundida mundialmente e inclusive no estado de São Paulo. Contudo a exploração

comercial plena da variedade IAC ocorrerá em cerca de dez anos, conquanto os ganhos registrados em testes sejam até 70% superiores aos da variedade malaia.

Os serviços de extensão prosseguem sendo o principal benefício econômico gerado pelo projeto. Isto porque a definição de novas variedades requer o conhecimento das características climáticas na área de plantio, da incidência de doenças potenciais, da frequência de extração do látex, que tornam íntimo o contato entre pesquisadores, extensionistas e produtores.

O projeto de pesquisa secunda a expansão da produção de borracha natural em São Paulo (que evoluiu de nove para vinte e sete mil de toneladas entre 1992 e 1997, representando atualmente metade da produção nacional). Este crescimento ajuda a conter a necessidade de importação deste produto (mantida na faixa das oitenta mil de toneladas desde 1992).

Não se pode afirmar que o incremento da produção decorreu completamente do projeto de pesquisa. Isto porque as decisões de investimento demandam sete anos para se efetivar, período em que a seringueira se torne madura para produção. Contudo, é certo que o projeto permite a interação entre pesquisadores e produtores em benefício mútuo. Assim, as atividades de extensão permitem o repasse de práticas de manejo da cultura, controle de pragas e rotação com outras variedades que ajudam a ampliar a rentabilidade dos produtores.

IMPACTOS REAIS EM DIFUSÃO/ TRANSFERÊNCIA:

Caso 1- conforme mencionado, este projeto do IAC se estruturou em torno da padronização dos métodos disponíveis para micro análise do solo. Ou seja, existe uma diversidade de métodos, cujos resultados e interpretações são distintos. No projeto temático, os métodos foram testados e seus resultados analisados segundo a realidade físico-química do solo de São Paulo. Esta prática permitiu recomendações de melhores práticas para cada região, nutriente e cultura.

O método recomendado pela EMBRAPA foi introduzido no Brasil no fim dos anos 60 pelo cientista Keith Nelson da Universidade da Carolina do Norte. Empregando ácido para mensurar a quantidade de micronutrientes, a qualidade de seus resultados era precária tendo em vista que a realidade físico-química do solo brasileiro era diversa da dos EUA.

O método recomendado pelo IAC emprega resina para extração e a mensuração de micronutrientes, sendo mais adequado à realidade nacional. A principal vantagem na adoção deste método é o requisito de adaptações menores por laboratórios que empregam métodos

alternativos, com baixo custo financeiro. No IAC, são realizadas oito mil análises por ano, das quais atualmente 80% são de micronutrientes (10% em 96).

A comprovação do sucesso de sua difusão decorre da aumento da escala de seu uso. Dos setenta e três laboratórios recomendados e certificados pela Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento, trinta e oito empregam o método, evoluindo desde dez em 1996. Estes laboratórios estão alocados em institutos públicos de pesquisa, universidades, cooperativas e em laboratórios privados. A certificação é conferida pelo IAC e pode ocorrer em métodos de microanálise ou macroanálise.

Conforme mencionado, os métodos recomendados vem sendo empregado nos estados do Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso, encontrando-se em etapa de expansão. O laboratório de análises do solo da Cooperativa dos Produtores de Guaxupé, por exemplo, especializada em café, recentemente adotou as recomendações, ilustrando o sucesso de sua difusão.

Cabe mencionar ainda que a segunda visita permitiu a identificação de dois novos impactos científico-tecnológicos indiretos: 1- como o método permite a análise da concentração de metal pesado no solo, o IAC está montando banco de dados na área; 2- o método está sendo empregado pela CETESB na análise de resíduos sólidos empregados na agricultura.

Caso 2- a pesquisa executada pelo IAC de melhoramento genético de variedades de amendoim teve início em 1982, quando foram realizadas as primeiras rotações dos testes. Até os anos de 1988/1989 não havia interesse dos produtores em testar as sementes desenvolvidas.

Este quadro se alterou na fase final dos testes, em 1991 e 1992, quando os produtores iniciaram a importação de sementes argentinas, do tipo rasteira, que permite a mecanização mas é mais intensiva em defensivos agrícolas. Portanto, houve convergência entre este interesse dos produtores e as características das variedades desenvolvidas pelo IAC (rasteiras mas pouco intensivas em defensivos e mão de obra). A difusão da variedade passou a ocorrer a partir do contato direto entre os produtores e os quadros do IAC.

Atualmente o IAC tem eleito alguns produtores líderes, principalmente na região de Pompéia/SP, a fim de acelerar a difusão. Além disso, estão sendo realizados contatos com empresas sementeira, com os quais a instituição pretende desenvolver acordo de produção de sementes, a fim de acelerar sua difusão e obter retorno financeiro através do pagamento de *royalties*.

O público alvo do cultivar são produtores de médio porte, tecnificados. Uma vantagem em relação à variedade difundida em São Paulo é a redução da necessidade de sementes por hectare em cerca de 40%. Além disso a variedade desenvolvida permite a incorporação de máquinas de colheita norte-americanas.

Atualmente, cerca de dois mil hectares (ou 3% do total cultivado no estado) incorporaram a variedade), representando seis mil toneladas produzidas em 1997 (6% do total colhido no Estado). Dadas suas características operacionais e o fato de que a variedade contará com suporte operacional para sua comercialização, espera-se que os dados agregados de área e quantidade produzida sejam superiores nos próximos anos.

Como existe considerável espaço para a ampliação de escala de produção e como está sendo negociado um contrato para que a variedade passe a ser comercializada por firmas do setor, consideramos o impacto em difusão/ transferência, apesar da variedade já afetar a produção do Estado.

Caso 3- refira-se ao caso 4/ impactos reais acima.

Caso 4- refira-se ao caso 5/ impactos reais acima.

IMPACTOS POTENCIAIS:

Caso 1- a Petrobrás operou uma unidade piloto em São Mateus (Paraná) que realizou a queima de xisto betuminoso em escala piloto de 600 quilos/hora. A unidade se prestou à realização de testes e ampliação de conhecimento a respeito da tecnologia para a PETROBRAS. Como a estratégia da empresa excluiu o emprego deste processo, a unidade foi desativada. Assim desde 1989 não existem novos desdobramentos associados a este projeto.

Este fato é creditado por FURTADO (1994) à reorganização das estratégias de pesquisa das firmas do setor de energia nos anos 80. Assim, as empresas passaram a privilegiar as linhas associadas aos principais segmentos de negócios, descontinuando investimentos em setores alternativos. Inserida neste contexto, a PETROBRAS parece ter seguido tal tendência neste caso.

Caso 2- corresponde ao desenvolvimento de processo de produção do piche monofásico decorrente da produção de aço em parceria entre USIMINAS e UNICAMP. Este projeto não apresentou novos desdobramentos pois, após o domínio da tecnologia, a empresa ainda emprega o alcatrão (resíduo da produção de aço e matéria prima da produção de piche monofásico) como fonte de energia para a operação da usina.

Na medida em que tal processo não seja mais vantajoso para a empresa, havendo barateamento do óleo diesel (alternativa quanto a produção de energia), a empresa poderá adotar a produção de piche monofásico. Além disso, a empresa espera a consolidação do mercado para seu principal sub-produto, fibra de carbono, ainda em etapa incipiente no Brasil.

Os demais projetos de pesquisa analisados (casos 3 a 6) não apresentaram novos desdobramentos. Permanecendo na categoria de conhecimento com aplicação potencial. Em continuação realizaremos a padronização dos impactos mapeados.

Seção 3.4- Aprofundamento da Classificação dos Impactos Mapeados

Em função da classificação anterior, foi possível a reunião dos projetos em três categorias principais, que dependem basicamente do tipo da tecnologia: agrícola, industrial e *software*. Em seguida, estes casos serão analisados em dois conjuntos: impactos reais efetivos e em difusão/ transferência e potenciais. A categoria impactos reais efetivos e em difusão/ transferência incorpora os projetos de pesquisa agrícola e em *software* e a categoria impactos potenciais, projetos de pesquisa industrial. Em complementação a esta análise dos níveis de efetividade dos projetos, são feitas observações quanto ao seu nível de objetividade.

3.4.1 - Impactos reais efetivos e em difusão/ transferência: projetos de pesquisa agrícola

A análise dos projetos de pesquisa agrícola revela que estes casos apresentam o maior nível de efetividade dentre todos os projetos analisados. Este fato decorreu de uma série de fatores. Em primeiro lugar, a concepção dos projetos foi orientada a solução de problemas práticos cuja solução era demandada pelos produtores. O que concorreu para que esses casos fossem incluídos na classificação real e em difusão/ transferência.

Em segundo lugar, os conhecimentos desenvolvidos são específicos ao uso nas condições ambientais nacionais. De fato, certas tecnologias respondem a necessidades relacionadas a condições específicas da operação de negócios agrícolas no país. Este fator determina que as alternativas disponíveis apresentem necessariamente menor nível de adequação quanto a performance produtiva e financeira, por terem sido objeto de desenvolvimento alhures, respondendo a condições de operação distintas da agricultura local.

Ou seja, a concepção do projeto (*design*) das inovações ocorre em resposta às necessidades específicas dos produtores nacionais, não havendo alternativas cuja performance econômica e operacional possa competir com as nacionais. Como este fato estimula a demanda

inicial pelas inovações desenvolvidas, o principal problema a entrar o processo é seu ritmo de difusão.

No caso de cultivares a análise desta dimensão permite identificar que as variedades desenvolvidas demandam necessariamente um tempo mínimo para a recomposição de suas áreas cultivadas, que é pelo menos igual ao seu ciclo de vida. Este fator tende a ser mais importante para as variedades de citrus e hévea, caracterizadas como culturas perenes, com ciclo de vida que variam entre cinco e dez anos. Este tempo é o mínimo demandado para o início da materialização dos impactos econômicos destas variedades, a partir de quando as primeiras plantas devem atingir a maturidade de sua produção.

No caso do amendoim, tal fator tem menor peso relativo para sua difusão, uma vez que a planta apresenta maturidade de produção com menos de um ano de cultivo. Neste caso, conforme mencionado, será a capacidade dos produtores em se adequar a nova variedade, ampliando seu nível de mecanização, que deverá ditar o ritmo de sua expansão.

No caso das metodologias desenvolvidas de diagnóstico de micronutrientes e de doenças em citrus, sua adequação à realidade de produção nacional explica parcialmente o sucesso obtido pelos métodos. Além deste fator, o papel institucional da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado e do IAC secundaram o processo de difusão.

Neste sentido, a expansão da procura pelo método de diagnóstico em citrus se deve à necessidade de certificação dos produtores de mudas de laranja, imposta pela secretaria. No caso do diagnóstico de micronutrientes, a tradição do IAC na análise do solo confere visibilidade para que as melhores práticas sugeridas pela instituição sejam adotadas. Assim, o suporte institucional oferecido pela secretaria e pelo próprio instituto de pesquisa são fatores adicionais que explicam o sucesso destas inovações.

Tanto no caso do citrus, como do amendoim e do diagnóstico de micronutrientes, pesa ainda a dimensão financeira dos agentes privados. No caso do citrus, a tendência favorável dos preços da laranja pode capitalizar os produtores e permitir a recomposição mais acelerada dos pomares. Já as recomendações de diagnóstico de micronutrientes tem experimentado crescimento no número de laboratórios usuários pois seu custo de incorporação em relação a alternativas é baixo. Quanto ao cultivar de amendoim, seus usuários potenciais são produtores de médio e pequeno porte, cujo grau de capitalização pesa na adoção de insumo que tende a implicar na

reorganização de seu processo produtivo. Assim, a dimensão financeira está presente em relação ao aporte de capital necessário para incorporar a inovação, afetando sua difusão.

Estes casos resumem conhecimentos empregados que dificilmente poderiam ser desenvolvidos fora do Brasil, dadas as peculiaridades da agricultura nacional. Assim, a difusão de tais informações teria sido beneficiada pela ausência de alternativas com performance superior às aquelas disponibilizadas.

Contudo, o caso de desenvolvimento de variedade de milho híbrido resistente a alta concentração de alumínio demonstra uma tendência contrária. A partir do momento em que a interação universidade-empresa se deslocou para de uma firma nacional para uma multinacional, tal relacionamento foi interrompido. Pode-se arrolar como hipótese o fato da multinacional monitorar a pesquisa em nível global, relacionando-se com outros centros cuja condição ambiental de operação do *agribusiness* seja similar à brasileira.

Em continuação serão analisados os casos de desenvolvimento de *softwares*. Os resultados destes projetos também apresentam caráter de maior adequação e performance quando aplicados no Brasil, do que no caso da incorporação de conhecimentos alternativos disponíveis.

3.4.2- Impactos reais efetivos e em difusão/ transferência: projetos de pesquisa matemática com aplicação em *softwares*

Em paralelo aos casos de pesquisa agrícola, o desenvolvimento de *softwares* pela UNICAMP e INPE também corresponde a casos de aplicação econômica efetiva dos conhecimentos gerados. Além deste fator, estes casos apresentam também em comum com os anteriores o fato dos conhecimentos gerados dificilmente apresentarem idêntico nível de performance caso fossem desenvolvidos externamente. Este fato decorre de que, em ambos os programas desenvolvidos, a língua em que o *software* é operado influencia diretamente seu nível de aproveitamento econômico.

No caso do SPRING, os técnicos do INPE argumentaram que o uso de programas em inglês restringe o potencial de aproveitamento de suas ferramentas. Neste sentido, os usuários podem encontrar alternativa aos programas desenvolvidos externamente, em língua inglesa, que permite a exploração integral de suas possibilidades por parte de usuários. Além deste fator, as ferramentas de processamento de imagem disponibilizadas apresentam maior adequação ao usuário nacional, dado o conhecimento do INPE em relação às necessidades do mercado local.

O INPE concebeu a inovação com o objetivo explícito de desenvolver o mercado de usuários com programas nacionais, não havendo a intenção da obtenção direta de retorno financeiro. A soma deste fator, com as especificidades de operação do *software* ajudam a explicar o relativo sucesso da inovação. Deve ser considerado ainda que o INPE desenvolve capacitação no processamento de imagens desde a década de 70, contando com considerável histórico neste campo.

Já as ferramentas de identificação ortográfico-gramatical e de dicionário de sinônimos são instrumentos de análise complexos, que comportam até um milhão e meio de opções de emprego sintático de conhecimentos em língua portuguesa. Em consequência, o nível de desenvolvimento atingido por centros de pesquisa fora do Brasil, cuja língua nativa difere do português, é necessariamente inferior àquele desenvolvido aqui.

Em adição a este fator, os pesquisadores da UNICAMP desenvolvem este tipo de ferramenta há cerca de uma década. Assim, o grupo conta com competência na área em que foi acionado pelo setor produtivo. Por outro lado, a ITAUTEC apresenta histórico de desenvolvimento de programas em parceria com o setor acadêmico público. A conjunção entre a demanda empresarial e a capacidade da academia em apresentar soluções robustas são fatores que ajudam a entender porque a inovação foi bem sucedida, caminhando para ampliar ainda mais sua escala de emprego.

Portanto, neste sub-grupo, pode-se afirmar que as condições locais quanto à língua e ambiente de operação também conferiram vantagem absoluta aos grupos de pesquisa envolvidos perante seus pares no exterior. Este fator foi associado ao histórico no desenvolvimento de *softwares* dos grupos acadêmicos envolvidos, bem como da parte empresarial (ITAUTEC) em ativar a instância de pesquisa. Em continuação, iremos analisar o grupo de menor efetividade na aplicação econômica de conhecimentos locais, relacionado à pesquisa industrial.

3.4.3- Impactos potenciais: projetos de pesquisa com aplicação industrial

Este sub-conjunto corresponde aos casos em que a aplicação econômica de conhecimentos acadêmicos foi menos efetiva. Não por acaso, trata-se do setor em que a economia nacional se ressenete do emprego de resultados da pesquisa nativa, conforme argumentado no capítulo 2.

Este sub-conjunto inclui o projeto de pesquisa que contou com apoio da PETROBRAS. O processo desenvolvido em parceria com a firma foi considerado potencial pois não alcançou

escala operacional. Contudo, a parcela do projeto relativo à queima de carvão foi classificada como potencial dada ausência de aproveitamento econômico efetivo.

Analogamente o projeto de produção de piche monofásico desenvolvido pela USIMINAS também se limitou à escala piloto. Os demais casos, com aplicação potencial, se referem aos casos de 2 a 6 de impactos potenciais na tabela 3.5, onde o conhecimento gerado está disponibilizado porém sem perspectivas de aplicação imediata.

Ressalte-se que os casos de aplicação mais efetiva, relacionados à USIMINAS e PETROBRAS dizem respeito a empresas estatais, cujo histórico indica a execução de atividades de P&D. Embora este fator tenha permitido a realização de desenvolvimentos iniciais de pesquisa, ambos os projetos foram abortados em sua fase piloto.

Conforme mencionado, a USIMINAS, após o domínio do processo de produção do piche monofásico optou pela continuidade do processo de queima do alcatrão. Esta fato decorreu tanto do alcatrão apresentar preço mais acessível do que o diesel para a queima na usina, como da ausência de escala dos principais mercados para a matéria-prima da fibra de carbono, principal sub-produto do piche monofásico, devido à ausência desta indústria no país. Assim, o aproveitamento da inovação dependeria de desenvolvimentos paralelos em setores industriais que conformassem mercados potenciais ao produto.

No caso da PETROBRAS, foi montada uma unidade piloto para a queima de óleo extraído do xisto betuminoso com a finalidade de produção de energia. Após a realização de testes preliminares a empresa optou por abandonar esta alternativa tecnológica. Portanto, em termos de resultados, estes projetos se prestaram a permitir que ambas as firmas passassem a controlar a tecnologia destes processos industriais. Estes casos denotam o caráter incerto do processo inovativo.

Ressalte-se ainda que com o processo de privatização do setor produtivo estatal brasileiro, estas firmas redirecionaram suas atividades de pesquisa. O esquema vigente até os anos 80 para a alocação de recursos nestas áreas, se tornou inviável nos anos 90 em função da mudança do capital majoritário e do aumento da concorrência, que tirou incentivos a investimentos de maior risco.

Os demais projetos de pesquisa relacionados potencialmente com a atividade industrial não chegaram sequer a atingir a etapa de testes. Os projetos que resultaram no desenvolvimento de tecnologia de produção do hormônio do crescimento humano a partir de variedades vegetais

por meio de *farming* molecular e a formação de um herbário com fragmentos de Mata Atlântica tem aplicação potencial na indústria farmacêutica.

Contudo, com a liberalização dos mercados nacionais de fármacos à importação e favorecidas pela legislação de propriedade intelectual, as firma nacionais tem reduzido seus gastos na área e ampliado a importação de princípios ativos. Por outro lado, as firmas multinacionais, salvo raras exceções, tradicionalmente não realizam desenvolvimentos locais. Assim, o uso econômico destes conhecimentos é pouco atrativo nestas condições.

A formação de um Laboratório de Polímeros Condutores na UNICAMP encontra o entrave das pesquisas desenvolvidas nesta área serem conduzidas por grandes corporações internacionais, basicamente em suas casas-matriz. Por outro lado, os segmentos produtores nacionais nos segmentos de auto-peças e eletro-eletrônicos adquirem componentes com tais características através de importação, de tal sorte que os fabricantes nacionais assumem posição marginal nestes mercados de alta tecnologia. Assim, não apresentam engajamento em atividades de P&D nesta área.

Como nestes casos, o processo de queima de carvão em leito fluidizado desenvolvido pela UNICAMP se deu a partir da demanda direta da ELETROSUL. Assim, esta informação foi gerada em resposta a demandas específicas de determinado ator econômico. Contudo, com o processo de privatização os investimentos em pesquisa foram restringidos, resultando na desinteresse dessa empresa na aplicação efetiva. Conforme obtido através de entrevista com o coordenador do projeto, a ELETROSUL (após haver apoiado os passos iniciais da pesquisa) chegou a realizar contatos informais, mas sua decisão foi protelada em função do processo de privatização do setor energético. Nestes casos encontramos então a competição de tecnologias alternativas que entravam o avanço do processo de inovação nacional.

A ausência de políticas públicas que direcionem o produtor nacional a tais grupos de pesquisa, parece ter afetado negativamente as condições de demanda na pesquisa acadêmica, especialmente no setor de energia. Neste, concorreu negativamente para o aproveitamento do conhecimento gerado o processo de privatização que protelou decisões do setor e a tendência setorial de concentração de pesquisa nas linhas principais de negócios das empresas.

Por outro lado, o setor industrial apresenta sensibilidade a políticas setoriais (ignoradas nos anos 90), que poderiam ter direcionado o aproveitamento econômico destes esforços tanto no setor de energia quanto no farmacêutico. Ressalta-se que estas observações são pontuais e se

referem apenas ao contexto dos projetos analisados, não devendo ser generalizadas. Em continuação, será explorado o corte setorial dos projetos de acordo com o critério de objetividade adotado.

3.4.4 – Impactos diretos e indiretos

A análise acima considerou o nível de efetividade dos projetos, permitindo o cruzamento com os setores em que a pesquisa foi executada. A análise segundo o critério de objetividade parece não permitir este tipo de associação. Ou seja, o fato de atividades de pesquisa gerarem impactos previstos e imprevistos não pode ser creditado exclusivamente ao setor em que se realiza a pesquisa.

O caso do desenvolvimento de cultivares exemplifica esta afirmação. Trata-se de um conhecimento com aplicação direcionada, onde seria de se esperar a ausência de impactos indiretos. Isto porque, se considerássemos o modelo linear, a pesquisa aplicada apresentaria um grau de direcionamento maior que a pesquisa básica. Contudo, mesmo nestes casos foi encontrada tal ordem de impacto.

No caso da pesquisa com seringueiras, dado o tempo demandado para a recomposição da cultura paulista, notabilizou-se o trabalho de extensão do IAC junto aos produtores como principal impacto econômico. Por outro lado, será somente em cerca de uma década que o objetivo direto da pesquisa apresentará impactos econômicos distintos daqueles verificados correntemente. Notadamente, a maior relevância econômica, neste caso, diz respeito aos desdobramentos indiretos.

A universalidade da incidência de impactos diretos e indiretos implica então que este fator não está relacionado ao sucesso ou ao fracasso do projeto. Trata-se de um fenômeno que demonstra que as atividades de P&D levam a múltiplos resultados. Os quais derivam do processo de aprendizado.

Assim, a formação de infra-estrutura laboratorial implicou casos que não geraram impactos econômicos (como em Polímeros Condutores) e que levaram a tais impactos (como em *softwares* de aplicação gramatical). Neste último, o impacto foi indireto e derivou, dentre outros aspectos, do histórico do grupo na área, que lhe conferiu visibilidade acadêmica.

Assim, a instância produtiva acionou o grupo a partir do reconhecimento de sua competência. Ou seja, a possibilidade de gerar conhecimentos aplicados à produção decorreu não só da presença de infra-estrutura (como preconiza o modelo linear), mas também da história

pregressa do grupo. Além disso, as condições peculiares de operação de *software* levaram o grupo a se relacionar com o setor produtivo. Enquanto em componentes automotivos e eletrônicos que empregam polímeros condutores a maior padronização permite a alternativa de importação de componentes.

Não logramos inferências mais gerais a respeito destas ordens de impactos. Sabemos que eles não se relacionam com o setor produtivo num grau semelhante aos critérios de efetividade. Conclui-se que a identificação das causas que determinam a aplicação direta ou indireta constitui portanto uma importante questão de pesquisa a ser explorada pelos Estudos Sociais da C&T, permanecendo uma questão que este trabalho não foi capaz de elucidar.

Finalizada a apresentação dos casos mapeados, em continuação discutiremos a validade heurística do método na conclusão do capítulo.

Seção 3.5 - Considerações Preliminares

A aplicação da metodologia permitiu a classificação almejada segundo critérios definidos no capítulo anterior de objetividade e efetividade. Assim a efetivação das entrevistas junto a pesquisadores acadêmicos públicos se mostrou um instrumental heurístico útil na consecução dos objetivos originalmente propostos.

Ademais, a replicação das entrevistas para o ano de 1998 mostrou que a maior parte dos casos não foi objeto de novas classificações. De um lado, isto reflete a coerência da classificação sugerida bem como corrobora a veracidade das informações levantadas. De outro, os casos que foram reclassificados procuraram refletir a evolução obtida quanto ao nível de aplicação dos conhecimentos desenvolvidos.

Além disso, a segunda rodada de entrevistas se prestou a ilustrar o processo de inovação particular a cada projeto de pesquisa. Assim, além de permitir novas classificações, o método desenvolvido possibilita o acompanhamento do processo, gerando informações relacionadas aos diversos fatores (econômicos, institucionais e sistêmicos) que afetam a difusão e o sucesso do processo de inovação.

Um aprofundamento da classificação ilustrou que existiram regularidades entre o tipo de aplicação de cada pesquisa (agrícola, industrial e em informática) e o nível de efetividade dos projetos. Esta classificação foi resultado dos fatores listados a partir das entrevistas, sugerindo que o método proposto tem validade heurística.

Contudo, como fizemos questão de frisar, o processo de inovação é incerto. Assim, somente um monitoramento anual destas inovações permitirá entender adequadamente as causas do estágio de aplicação logrado em cada caso. Não excluimos a possibilidade de que os resultados futuros venham a tornar a classificação inicial inválida. Em verdade, procurou-se incorporar esta dimensão de incerteza ao método, ao realizarmos as reclassificações dos impactos mapeados.

CONCLUSÕES

Esta dissertação demonstrou a possibilidade de identificação de impactos econômicos da pesquisa acadêmica a partir de entrevistas realizadas junto a pesquisadores do setor público. Conforme vimos no Capítulo 1, as principais metodologias desenvolvidas em países industrializados concentram a coleta de dados em empresas, onde ocorre boa parte de suas atividades de P&D e nas quais se manifestam boa parte dos impactos econômicos da pesquisa acadêmica.

No caso brasileiro, dadas as condições do processo de inovação vinculadas ao investimento público, demonstramos que a pesquisa acadêmica pode oferecer evidências das formas de aproveitamento do conhecimento aplicado. Mais especificamente, esta contribuição procurou considerar as condições particulares de operação econômica e da P&D no contexto de um país em desenvolvimento como o Brasil. Portanto, este trabalho se concretiza como uma contribuição às interpretações da realidade do processo inovativo local sob a perspectiva da Economia da Inovação e dos Estudos da C&T.

Em primeiro lugar, pudemos identificar que a pesquisa acadêmica tem impacto sobre a produção econômica sob a forma de inovações, reconhecidamente uma manifestação codificada do processo. Neste particular, comprovamos que diversos projetos lograram a materialização de invenções em artefatos ou processos, com níveis variados de escala de aplicação.

Além desta dimensão, identificamos impactos que se manifestam sob formas não codificadas. Destarte, o processo de inovação também se dá por via de contatos pessoais, através de treinamentos ou da resolução de problemas práticos, sendo um resultado da interação entre a produção e a P&D.

Ademais, os resultados obtidos sugerem que a conexão entre a produção e a P&D se vincula a aspectos não codificados do processo ainda mais sutis. Notadamente, ressalte-se a capacidade do meio acadêmico se tornar visível em termos de competência e autoridade técnico-científica perante as firmas. Este fator pode estar relacionado à tradição acadêmica dos diversos grupos, bem como de seu histórico em vincular sua área de pesquisa ao setor produtivo. Neste sentido, podemos colocar como hipótese para futuras pesquisas que a visibilidade perante o setor produtivo torna o conhecimento gerado reputado como potencialmente útil.

Portanto, em países como Brasil a pesquisa acadêmica se justifica não só por sua capacidade de gerar inovações de produto ou processo, mas também por gerar os pressupostos de recursos humanos e organizacionais, com tradição e competência em investigação, necessários para a geração de uma base nacional de conhecimentos.

Tais recursos parecem estar disponíveis no estado de São Paulo, como comprova o peso decisivo que tiveram para a ocorrência de inovações em nichos produtivos específicos da área de informática e agricultura. Por outro lado, conforme foi visto nos casos de projetos com aplicação industrial, tais recursos aguardam por uma inflexão nas políticas industrial, de inovação e de C&T, de sorte que estas fomentem a conexão entre a P&D pública e o setor produtivo em benefício da sociedade.

Neste ponto cumpre apontar as principais limitações do trabalho. Em primeiro lugar, a opção pela relação entre produção econômica e acadêmica implicou o recorte do objeto de estudo nestes aspectos. Não pudemos, portanto, analisar com a profundidade necessária as questões políticas e culturais que permeiam a atividade econômica e de P&D e que concorrem decisivamente para apontar os rumos que o desenvolvimento social tomará.

Além disso, nossa amostra foi limitada a vinte e um projetos de pesquisa. Portanto, nossas inferências se limitam a tais casos, impossibilitando a extrapolação a conclusões mais gerais. Ademais, os projetos identificados pela FAPESP demonstravam potencial de aplicação econômica. Sugerimos então, que sua validade seria testada com maior rigor a partir de uma análise de projetos onde não houvesse a indicação prévia da ocorrência de aplicação produtiva dos conhecimentos gerados.

Neste sentido, verificamos a complementaridade entre este estudo e os métodos quantitativos. Numa economia em que a atividade capitalista é marcada pela ênfase no retorno a curto-prazo, quantificações que corroborem as elevadas taxas de retorno encontradas nos estudos econométricos poderiam servir de aporte a políticas de fomento à P&D local.

Assim, a identificação de impactos econômicos deve ser entendida como condição necessária, mas não suficiente, para a análise do processo de inovação. Onde as quantificações permitem não só análises de custo benefício, mas a compreensão por parte dos atores locais de que pesquisa é uma atividade de alta rentabilidade mesmo para tecnologias desenvolvidas localmente. Portanto, esta dissertação aponta a existência de alguns casos onde a quantificação é uma ferramenta heurística pertinente a fim de complementar nossa análise.

Como adotamos um referencial interativo do processo de inovação, consideramos que o processo é dinâmico. Assim chegamos à limitação da falta de perspectiva histórica para nossa análise. Assumimos, portanto, a hipótese de que os casos de maior efetividade podem se tornar, a longo prazo, conhecimentos potenciais seguindo o pressuposto interativo adotado. MANSFIELD apontou que numa economia tão inovativa como a Norte-americana, a aplicação de conhecimentos acadêmicos leva entre seis e sete anos. Daí que nossa metodologia se presta, além da identificação, ao monitoramento do processo de inovação. O que determina que nossa perspectiva temporal de um biênio seja limitada.

Contudo, o método foi validado não só pela identificação dos impactos, como também pela posterior classificação das pesquisas em torno das várias modalidades de tecnologia analisadas. Assinalamos que tecnologias cuja performance dependem das condições locais de operações encontram menor concorrência a opções importadas e tendem a apresentar maior potencial de êxito no processo de inovação.

Ressalvamos, entretanto, que tal dinâmica pode estar sendo contestada pela possibilidade de monitoramento global da pesquisa, conforme é possível às firmas multinacionais. Tal foi a ocorrência do cultivar de milho, cujo êxito no arranjo original, que contou com a interação entre a universidade e uma firma nacional via treinamentos, foi descontinuado a partir do momento em que a divisão responsável pela interação foi adquirido por um grupo multinacional. Da mesma forma, arranjos de aporte financeiro à pesquisa em torno de grupos estatais podem estar sendo contestados na medida em que o processo de privatização se consolida. Estas afirmações também conformam pistas de pesquisa que podem ser seguidas em trabalhos futuros.

Assim, cremos que esta dissertação atingiu seus objetivos ao lograr uma perspectiva local, calcada em entrevistas a pesquisadores acadêmicos, a fim de se realizar a identificação de impactos econômicos da P&D. Tal conclusão não invalida esforços anteriores de avaliação da P&D, na verdade nos colocamos em complemento a tais estudos.

Apesar das limitações de perspectiva histórica e quanto ao tamanho da amostra, pudemos concluir pela existência de impactos codificados e não codificados da pesquisa acadêmica. Finalmente, tais impactos seguiram tendências relacionadas à característica das tecnologias analisadas conforme inferimos do estudo. A profundidade permitida pela reduzida amostra permitiu considerações mais gerais sobre o processo, que não teriam sido possíveis a partir de agregações ou da perspectiva exclusivamente privada da P&D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARROW, Keneth (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: ROSENBERG, Nathan (Ed.). The economics of technical change. Londres: Penguin Books, 1971.
2. BACH, Laurent; COHENDET, Patrick; LAMBERT, Gilles; LEDOUX, Marc (1992). Measuring and managing spin offs: the case of the spin offs generated by the European Space Agency programs. Space Economics, Boulder, v.144, p. 171-206. 1992.
3. CALLON, Michel & FORAY, Dominique (1995). Introduction: nouvelle économie de la science ou socio-économie de la recherche scientifique? Revue D'Économie Industrielle, Paris, v.79, n.1, p. 13-31, jan.-mar. 1995.
4. CARDOSO DE MELLO, João Manuel (1975). O capitalismo tardio: contribuição à revisão crítica da formação e do desenvolvimento da economia brasileira. Tese de Doutorado (Economia). Campinas, 1975. 201 p. Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas.
5. CLARK, Norman (1990). Development policy, technology assessment and the new technologies. Futures, Dorchester, v. 22, n.9, p. 913-931, nov. 1990.
6. CNPQ (1978). Medição de atividades científicas e tecnológicas: Manual Frascati. Brasília. CNPQ.
7. COUTINHO, Luciano & FERRAZ, João (Coord.) (1994). Estudo da competitividade industrial brasileira. Campinas. Editora Papyrus : UNICAMP.
8. DOSI, Giovanni (1984). Technological paradigms and technological trajectories: the determinants of technical change and the transformation of the economy. In: Freeman, Cristopher (Ed.). Long Waves in the World Economy. Londres: Frances Pinter, 1984.
9. FAPESP (1997). Termo de referência: projeto de avaliação do impacto das atividades da Fapesp no desenvolvimento do estado de São Paulo. (mimeo).
10. FREITAS, Adriana Gomes (1993). Capacitação tecnológica em sistemas de produção para águas profundas : o caso da Petrobras. Dissertação de Mestrado (Política Científica e Tecnológica). Campinas, 1993. 158 p. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas.
11. FURTADO, André Tosi. (1994) Le système français d'innovation dans l'industrie pétrolière. Pós-doutorado. Paris, 1994. 106 p. Ecole de Hautes Etudes en Sciences Sociales, CIREL.
12. FURTADO, André Tosi; PEREIRA, Newton Müller; SUSLICK, Saul; FREITAS, Adriana Gomes; FURTADO, Ricardo; BACH, Laurent Avaliação de grandes programas tecnológicos: o Procap 1000 (fase 1: estudo piloto). PETROBRAS-DPCT (Relatório de Projeto). Campinas : IG/UNICAMP, 1997.

13. FURTADO, André Tosi; SOUZA, José Henrique; SICA DE CAMPOS, André Luiz (1998). Proposta de avaliação do programa satélite sino brasileiro de recursos terrestres. Estudo preparado para o Departamento de Cooperação Internacional do MCT. (mimeo).
14. FURTADO, André Tosi; SUSLICK, Saul; PEREIRA, Newton Müller; FREITAS, Adriana Gomes; BACH, Laurent (1998b). Economic evaluation of large technological systems: the case of Petrobra's deepwater programme in Brazil - Procap 1000. In: Convênio CAPES/COFECUB, Workshop Avaliação de Programas Tecnológicos e Instituições de P&D. Campinas, nov., 1998. (versão preliminar, mimeo).
15. FURTADO, Celso (1989). Formação econômica do Brasil. Rio de Janeiro. Editora Nacional. (23ª edição).
16. GRILICHES, Zvi (1958). Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. Journal of Political Economy, Chicago, v. 56, p. 419-431. 1958.
17. HERRERA, Amilcar (1971). Ciencia y política en América Latina. Cidade do México. Siglo Veintiuno.
18. HERRERA, Amilcar; CORONA, Leonel; DAGNINO, Renato; FURTADO, André; GALLOPIN, Gilberto; GUTMAN, Pablo; VESSURI, Hebe (1994). Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina: riesgo y oportunidad. Cidade do México. Tóquio. Siglo Veintiuno : United Nations University.
19. JAFFE, Adam (1989). Real effects of academic research. American Economic Review, Nashville, v. 79, p. 984-1001. dez., 1989.
20. KHUN, Thomas (1962). The structure of scientific revolutions. Chicago. University of Chicago Press.
21. KLINE, Stephen & ROSENBERG, Nathan (1986). An overview of innovation. In: Landau, Ralph & Rosenberg, Nathan (Eds.). The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth. Washington: National Academy Press, 1986.
22. MACHADO, Joaquim & SALLES-FILHO, Sérgio (1996). Reconverter ou perecer: capacitação em melhoramento de plantas. In: ANAIS DO XIX SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. São Paulo, Anais
23. MAIRESSE, Jacques & MOHNEN, Pierre (1994). R&D and productivity growth: what have we learned from econometric studies?: In EUNETIC CONFERENCE - EVOLUTIONARY ECONOMICS OF TECHNICAL CHANGE: ASSESSMENT OF RESULTS AND NEW FRONTIERS, 1994. v.II. Estrasburgo, Anais ..., p. 817-888.
24. MANSFIELD, Edwin (1991). Academic research and industrial innovation. Research Policy, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 1-12. fev., 1991.
25. MANSFIELD, Edwin (1992). Academic research and industrial innovation: a further note. Research Policy, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 295-296. jun., 1992.
26. MANSFIELD, Edwin (1995). Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics and financing. The Review of Economics and Statistics, v. 77, n.1, p. 55-65. jan., 1995.

27. MANSFIELD, Edwin (1995b). Innovation, technology and the economy : the selected essays of Edwin Mansfield. Aldershot. Elgar Publishers.
28. MANSFIELD, Edwin (1998). Academic research and industrial innovation: an update of empirical findings. Research Policy, Amsterdam, v. 26, n. 7-8, p. 773-776. abr., 1998.
29. MANSFIELD, Edwin & MANSFIELD, Elizabeth (Eds.) (1994). The Economics of technical change. Aldershot. Elgar Publishers.
30. MARTIN, Ben (1996). The use of multiple indicators in the assessment of basic research. Scientometrics, Oxford, v. 36, n. 3, p. 343-362. jul.-ago., 1996.
31. MARTIN, Ben; SALTER, Ammon; HICKS, Diana; PAVITT, Keith; SENKER, Jackeline; SHARP, Margareth; VON TUNZELMAN, Nick (1996). The relationship between publicly funded basic research and economic performance. Estudo preparado para HM Treasury. (mimeo).
32. MCT (1996). Indicadores nacionais de ciência e tecnologia. Brasília. CNPQ.
33. NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (1996). Assessing fundamental science. Washington. Committee on Fundamental Science. (mimeo).
34. NELSON, Richard (1959). The simple economics of basic scientific research. In: ROSENBERG, Nathan (Ed.). The economics of technical change. Londres: Penguin Books, 1971.
35. NELSON, Richard *apud* MARTIN, Ben *et alii* (1996). The relationship between publicly funded basic research and economic performance. Estudo preparado para HM Treasury. (mimeo).
36. OCDE (1992). Technology and economy - the key relationships. Paris. OECD Publications Service.
37. OCDE (1996). Oslo Manual. Paris. OECD Directorate for Science, Technology and Industry.
38. O ESTADO DE SÃO PAULO. Várias Edições.
39. ORSENIGO, Luigi (1989). The emergence of biotechnology – institutions and markets in industrial innovation. Londres. Pinters Publishers.
40. PAVITT, Keith (1991). What makes basic research economically useful? Research Policy, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 109-120. abr., 1991.
41. ROSENBERG, Nathan (Ed.) (1971). The economics of technical change. Londres. Penguin Books.
42. ROSENBERG, Nathan & NELSON, Richard (1994). American universities and technical advance in industry. Research Policy, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 323-348. mai., 1994.
43. RUIVO, Beatriz (1997). Management of science and technology: instruments and procedures of science policy. Aveiro. Edições Universidade de Aveiro.

44. SMITH, Keith (1995). Peut-on mesurer les effets économiques de la R&D? In: CALLON, Michel; LARÉDO, Philippe; MUSTAR, Philippe (Eds). La gestion stratégique de la recherche et de la technologie: l'évaluation des programmes. Paris. Economica. 1995.
45. SUZIGAN, Wilson (1992). A política industrial brasileira após uma década de estagnação. Economia e Sociedade, Campinas, v. 1, n. 1, p. 89-110. ago., 1992.
46. THE NEW YORK TIMES. Edição de 08 de Outubro de 1996.
47. VELHO, Léa (1985). Science on the periphery: a study in the agricultural scientific community in Brazilian universities. Brighton, 1985. 301 p. Dphil (Science and Technology Policy), Science Policy Research Unit, University of Sussex.

ANEXOS

ANEXO 01 – ROTEIRO DE ENTREVISTAS VISANDO O MAPEAMENTO DOS PROJETOS DE PESQUISA

Identificação do Entrevistado – Nome – Departamento/ Divisão – Instituição

1- Qual seu relacionamento com a FAPESP? Em que área atuou? Teve financiamento FAPESP?

2- Quais os principais projetos de que você tem notícia que tiveram financiamento FAPESP com impactos:

Sócio-Econômico

Sócio-Cultural

Científico-Tecnológico

Difusão do Conhecimento e Interiorização da Pesquisa

Formulação de Políticas Públicas

3- LISTA DE SUGESTÕES PARA ENTREVISTA

Coordenadores de Área FAPESP

Diretores-Científicos FAPESP

Reitores e Pró-Reitores da USP, UNICAMP, UNESP, UFESP e UFSCAR

Diretores de Institutos de Pesquisa Estaduais

Docentes com Produção Científica e Tecnológica Relevante

INFORMAÇÕES POR PROJETO

2.1- Impacto Sócio Econômico

Identificação do Coordenador – Nome – Departamento/ Divisão – Instituição

Área de Conhecimento/ Setor de Atividade onde o projeto efetiva impacto

Objetivo do Projeto

Tipo de Impacto específico que provocou o projeto

Apoio da Fapesp/ Período de Desenvolvimento do Projeto

Sugestão de Indicadores de Impacto para o Projeto

2.2- Impacto Sócio Cultural

Identificação do Coordenador – Nome – Departamento/ Divisão – Instituição

Área de Conhecimento/ Setor de Atividade onde o projeto efetiva impacto

Objetivo do Projeto

Tipo de Impacto específico que provocou o projeto

Apoio da Fapesp/ Período de Desenvolvimento do Projeto

Sugestão de Indicadores de Impacto para o Projeto

2.3- Científico-Tecnológico

Identificação do Coordenador – Nome – Departamento/ Divisão – Instituição

Área de Conhecimento/ Setor de Atividade onde o projeto efetiva impacto

Objetivo do Projeto

Tipo de Impacto específico que provocou o projeto

Apoio da Fapesp/ Período de Desenvolvimento do Projeto

Sugestão de Indicadores de Impacto para o Projeto

2.4- Difusão do Conhecimento e Interiorização da Pesquisa

Identificação do Coordenador – Nome – Departamento/ Divisão – Instituição

Área de Conhecimento/ Setor de Atividade onde o projeto efetiva impacto

Objetivo do Projeto

Tipo de Impacto específico que provocou o projeto

Apoio da Fapesp/ Período de Desenvolvimento do Projeto

Sugestão de Indicadores de Impacto para o Projeto

2.5- Formulação de Políticas Públicas

Identificação do Coordenador – Nome – Departamento/ Divisão – Instituição

Área de Conhecimento/ Setor de Atividade onde o projeto efetiva impacto

Objetivo do Projeto

Tipo de Impacto específico que provocou o projeto

Apoio da Fapesp/ Período de Desenvolvimento do Projeto

ANEXO 02 - CASOS IDENTIFICADOS POR FORMA DE APOIO E TIPO DE IMPACTO 1997

FONTE: PESQUISA DE CAMPO

Instituição e Forma de Apoio\ Impacto	Sócio- Econômico	Sócio-Cultural	Científico e Tecnológico (exceto publicações)	Interiorização da Pesquisa e Difusão do Conhecimento	Políticas Públicas
Instituto de Estudos da Linguagem UNICAMP Projeto temático			Impactos Científicos Diretos: 1- Disponibilização na rede WWW de analisador eletrônico de textos em português dos séculos XVII, XVIII e XIX. 2- Desenvolvimento de gramática de referência sobre o português falado.		
Instituto de Biologia UNICAMP Projeto temático	Impacto Potencial Indireto: Produção de fármacos e manejo sustentável do meio-ambiente a partir do herbário formado.	Impacto Real Indireto: Formação de herbário para biodiversidade e reflorestamento empregado pela CESP e ALCOA.			
Departamento de Processamento de Imagens INPE Projeto temático	Impacto Potencial Indireto: Projeto de pesquisa entre Instituto de Matemática e Estatística - USP e OLIVETTI.		Impactos Científicos Diretos: 1-Teorema original em morfologia matemática. 2-Desenvolvimento de <i>software</i> de processamento de imagens. 3-Sistematização da disciplina de morfologia matemática no Brasil. 4- Disponibilização de 2 tutoriais na rede WWW.	Impacto Indireto na Interiorização da Pesquisa: Formação de novos grupos na USP, Unicamp, Universidade Federal de São Carlos, Centro Federal de Educação Tecnológica (Paraná), Universidade Federal de Alagoas e Universidade Federal de Pernambuco.	

Instituição e Forma de Apoio/Impacto	Sócio- Econômico	Sócio-Cultural	Científico e Tecnológico	Interiorização da Pesquisa e Difusão do Conhecimento	Políticas Públicas
Centro de Citricultura "Sylvio Moreira" IAC Projeto temático	1 – Impacto em Difusão e Direto: Desenvolvimento de variedades de citrus livres de doenças. 2- Impacto Real Indireto: Método de diagnóstico de doenças em matrizes de citrus.		Impacto Científico Direto: Desenvolvimento de técnica de micro - enxertia em vegetais.		
Departamento de Análise dos Solos IAC Projeto temático	Impacto em Difusão e Direto: Geração de método para análise de micronutrientes do solo.		Impacto Científico Direto: Geração de método para análise de micronutrientes do solo.		
Programa Seringueira - IAC Projeto temático	1- Impacto Real Indireto: Conhecimentos gerados pela pesquisa apoiam expansão do parque heveícola. 2- Impacto em Difusão Direto: Desenvolvimento de novos cultivares de seringueira		Impacto Científico Direto: Desenvolvimento de novos cultivares de seringueira.		
Faculdade de Engenharia Elétrica UNICAMP Projeto temático	Impacto Potencial Direto: Transferência de <i>software</i> para a CESP e ITAIPÚ.		Impacto Científico Direto: Desenvolvimento de <i>software</i> para controle da produção de energia hidroelétrica.		
Seção de Fitopatologia IAC Projeto temático	Impacto em Difusão e Direto: Desenvolvimento de novo cultivar de amendoim.		Impacto Científico Direto: Desenvolvimento de novo cultivar de amendoim.		
Instituto de Computação UNICAMP Projeto temático	Impacto Real Direto: Aplicativo da língua inglesa pela ITAUTEC.		Impacto Científico Direto: Laboratório de Algoritmos.		

Instituição e Forma de Apoio\Impacto	Sócio- Econômico	Sócio-Cultural	Científico e Tecnológico	Interiorização da Pesquisa e Difusão do Conhecimento	Políticas Públicas
Centro de Previsão do Tempo e Clima INPE Apoio específico à pesquisa			Impacto Científico Direto: Estudo da Camada Limite da Atmosfera de Rondônia.		
Faculdade de Ciências Médicas UNICAMP Apoio específico à pesquisa		Impacto Real Direto: Novo método de diagnóstico pré-natal.			
Instituto de Economia UNICAMP Apoio específico à pesquisa					Impacto Potencial Direto: Pesquisa da Atividade Econômica Paulista.
Faculdade de Engenharia Mecânica UNICAMP Apoio específico à pesquisa	1-Impacto Real Indireto: Planta piloto de escala industrial para aproveitamento de óleo de xisto. 2-Impacto Potencial Direto: Desenvolvimento de protótipo para produção de energia a partir da queima de carvão.				

Instituição Forma de Apoio/Impacto	Sócio- Econômico	Sócio-Cultural	Científico e Tecnológico	Interiorização da Pesquisa e Difusão do Conhecimento	Políticas Públicas
Instituto de Química UNICAMP Apoio à formação de infra-estrutura e sob a forma de bolsa de estudos	Impacto Potencial Indireto: Interface do Laboratório de Polímeros Condutores com setor produtivo.		Impacto Científico Direto: Criação de Laboratório de Polímeros Condutores.	Impacto Real Indireto na Interiorização da Pesquisa: Formação de novos grupos na UFRJ, UFMG, UFRGS, PUCCAMP, UC Sorocaba	
Instituto de Física "Gleb Wataghin" UNICAMP Apoio à formação de infra-estrutura e sob a forma de bolsa de estudos	Impacto Potencial Direto: Tecnologia de produção de insumo para a fabricação de fibra de carbono desenvolvida em parceria com USIMINAS.			Impacto Real Indireto na Interiorização da Pesquisa: 1- Laboratório de carbono UF Espírito Santo. 2 - Grupo de combustão em leite fluidizado UNESP - Rio Claro.	
Instituto de Biologia- UNICAMP Apoio à formação de infra-estrutura e sob a forma de bolsa de estudos	1- Impacto Real Direto: Metodologia para desenvolvimento de variedades resistentes a alumínio. 2- Impacto Potencial Direto: "Molecular farming" aplicado a hormônio de crescimento.		Impacto Científico Direto: Maior número de seqüenciamento de genes de plantas tropicais no Genebank.	Impacto Real Indireto na Interiorização da Pesquisa: 1- Botânica UNESP Rio Claro. 2- Genética de Plantas ESALQ – Piracicaba 3- Bioquímica UNESP- Araraquara.	
Instituto de Biologia - UNICAMP Apoio à formação de infra-estrutura e sob a forma de bolsa de estudos		Impacto Potencial Indireto: Realização de tese sobre incidência de AIDS em detentos do presídio de Hortolândia – SP.	Impacto Científico Direto: Criação de Laboratório de Microbiologia..		

Instituição e Forma de Apoio/Impacto	Sócio- Econômico	Sócio-Cultural	Científico e Tecnológico	Interiorização da Pesquisa e Difusão do Conhecimento	Políticas Públicas
Instituto de Estudos da Linguagem UNICAMP Apoio à formação de infraestrutura e sob a forma de bolsa de estudos.		Impacto Real Indireto: 1- Desenvolvimento de metodologia que apoia a clínica fono-audiológica e alfabetização. Impacto Potencial e Indireto 2- Reorientação de Método de Alfabetização.	Impacto Científico Direto: Formação de banco de dados sobre a aquisição da linguagem.	Impacto Indireto na Interiorização da Pesquisa: Formação de novos grupos na PUC-SP, UFGO, UFPE e UFAL.	
Instituto de Física "Gleb Wataghin" UNICAMP Apoio à formação de infraestrutura e sob a forma de bolsas de estudo.			Impactos Científicos Diretos: 1- Atualização da comunidade de físicos brasileiros. 2- Criação de Laboratório Acelerador Pelletron no IF –USP.		
Instituição e Forma de Apoio/Impacto	Sócio- Econômico	Sócio-Cultural	Científico e Tecnológico	Interiorização da Pesquisa e Difusão do Conhecimento	Políticas Públicas
Instituto de Estudos da Linguagem UNICAMP Apoio específico à pesquisa e a projeto cultural.			Impacto Científico Direto: Formação de banco de dados sobre a aquisição da língua banto-portuguesa.	1- Impacto Real Direto na Difusão do Conhecimento: Tele-difusão do conhecimento científico. 2- Impacto Real Indireto na Interiorização da Pesquisa: Formação de núcleo de estudos afro-brasileiros na UERJ.	