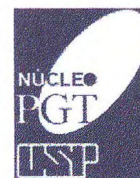


XXI simpósio
de gestão da
inovação
tecnológica
07 a 10
de novembro de 2000
São Paulo, SP - Brasil

XXI SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

7 a 10 de Novembro de 2000 – São Paulo - SP



Adequação das Metodologias de Avaliação Econômica da P & D ao Contexto de Baixo Dinamismo Inovativo Nacional

Campos, M.Sc. André Luiz Sica de
Departamento de Política Científica e Tecnológica/ Universidade Estadual de Campinas
Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, C.P. 6.152,
13083-970 - Distrito de Barão Geraldo, Campinas - SP - Brasil
Tel.: (19) 788 4558
Fax: (19) 289 1562
E-mail: camposanalyst@yahoo.com

Furtado, Professor Doutor André Tosi
Departamento de Política Científica e Tecnológica/ Universidade Estadual de Campinas
Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, C.P. 6.152,
13083-970 - Distrito de Barão Geraldo, Campinas - SP - Brasil
Tel.: (19) 788 4558
Fax: (19) 289 1562
E-mail: furtado@ige.unicamp.br

Palavras-chave: metodologia, avaliação, P&D, economia, quantitativo, alternativo

Resumo: No pós-guerra a avaliação de impactos econômicos da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) 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, este artigo analisa os pressupostos teórico-metodológicos tanto das abordagens econômico-quantitativas como das de corte sociológico-econômica. Apesar desta importante diferença metodológica, ambas correntes tem se concentrado em estudos teóricos e empíricos acerca das experiências Européia e Norte-americana. Assim, a 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 se caracteriza por estes aspectos e a literatura está 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, este artigo contribui para a reflexão sobre a avaliação econômica da P&D de acordo com as particularidades do contexto brasileiro, através de discussão sobre o nível de adequação ao contexto nacional das metodologias disponíveis.

Adequação das Metodologias de Avaliação Econômica da P & D ao Contexto de Baixo Dinamismo Inovativo Nacional

1- Introdução

Este artigo analisa as principais correntes de avaliação econômica da P&D. Argumenta-se que os principais desenvolvimentos metodológicos na área e seus pressupostos teóricos subjacentes são oriundos dos EUA e Europa e conseqüentemente consideram processos de inovação dinâmicos nos quais é preponderante a parcela privada de investimento em P&D. Este fator torna problemática a transposição destes métodos ao contexto nacional, caracterizado pelo baixo dinamismo inovativo das empresas e pela dependência de investimento público em P&D. A seguir, na seção 2, são apresentadas as principais contribuições ao tema encontradas na literatura internacional, destacando-se sua trajetória no pós-guerra, seus pressupostos teóricos, métodos e principais resultados. A seção 3 discute de forma esquemática a trajetória da industrialização brasileira no mesmo período, apontando-se a dependência por conhecimento científico-tecnológico externo neste processo bem como a precariedade do processo de inovação local. Perante este contexto, a seção 4 analisa quais metodologias disponíveis são apropriadas à avaliação econômica de investimentos em P&D no Brasil.

2- Desenvolvimento da Avaliação Econômica da P&D no Pós-Guerra

A avaliação econômica da P&D foi realizada de forma original por BERNAL (1939). Este autor organizou os indicadores de investimento em P&D dos principais países na área, discutindo em termos qualitativos as condições do seu retorno econômico para a sociedade. Seguiu-se ao estudo de BERNAL uma copiosa literatura em torno deste tema.

Até a década de 60 prevalecia a interpretação de que os investimentos em P&D redundariam necessariamente em desenvolvimento econômico e bem-estar social, expressa no relatório de BUSH (1945) para a presidência dos EUA. De fato, o emprego de métodos quantitativos por economistas norte-americanos, em nível macro a partir de FABRICANT (1954), e em nível micro a partir de GRILICHES (1958), demonstraram que a taxa de retorno de tais investimentos era positiva e substancial. Esta metodologia tem sido bastante aplicada desde então (MAIRESSE & MOHNEN, 1994), tendo revelado que o crescimento da produtividade da economia depende em grande parte dos investimentos públicos e privados em P&D.

Não obstante, pode-se afirmar que “esta bibliografia se reduz a estimar a magnitude do papel dos gastos em P&D na contabilização do crescimento” (MAIRESSE & MOHNEN, 1994:820). Ou seja, embora suas conclusões permitam identificar a existência de relação entre o nível de investimento em P&D e o crescimento econômico e que o retorno social do investimento em P&D tende a ser superior à média da economia, “é muito mais difícil caracterizar e quantificar acuradamente estes efeitos” (idem:873).

Esta brecha da literatura econômico-quantitativa vem sendo ocupada por avaliações alternativas dos impactos econômicos da P&D. Parte-se do argumento que “o conhecimento científico é visto como embutido em indivíduos e organizações e seus principais benefícios fluem através de treinamento e redes” (MARTIN *et al.*, 1996:6). Assim, ao invés de concentrar-se na quantificação de benefícios que fluem diretamente na forma de conhecimento incorporado em novos produtos e processos, esta agenda de pesquisa prioriza a caracterização das diferentes formas de benefícios econômicos da P&D. Consideradas as duas principais correntes envolvidas na avaliação econômica da P&D surgidas ao longo do pós-guerra, quantitativa e alternativa, a seguir serão apresentados seus respectivos pressupostos teóricos, métodos e principais resultados.

2.1- Pressupostos Teóricos, Metodologias e Resultados Encontrados na Literatura

SALTER & MARTIN (1999) consideram duas perspectivas teóricas na avaliação econômica da P&D. A teoria Neoclássica é vinculada às avaliações quantitativas e a teoria Evolucionista às avaliações alternativas. A partir desta constatação, CAMPOS (1999) discutiu a vinculação entre estes referenciais teóricos e suas respectivas metodologias. Este item resume tal discussão e aponta os principais resultados das avaliações disponíveis.

2.1.1- Métodos Quantitativos e o Argumento da Falha de Mercado

NELSON (1959) e ARROW (1962) organizaram, baseados na teoria Neoclássica, o argumento da falha de mercado, que inspirou as avaliações quantitativas. MANSFIELD (1972) reconhece que os conceitos de rentabilidade e risco do investimento em P&D que inspiraram esta corrente foram preconizados por tais autores.

Em essência, afirma-se que investimentos em P&D apresentam benefícios que não se atém aos limites de seu patrocinador. Mecanismos como a engenharia reversa ou a transferência de recursos humanos tendem a permitir que usuários de segunda linha se apropriem economicamente do conhecimento gerado pelo executor da pesquisa. Como resultado o ator que incorre no risco de investir em P&D não se apropria integralmente do seu retorno.

Parte deste ganho é auferido pela sociedade ou por concorrentes no mercado. Destarte a soma das decisões de investimento em P&D será inferior ao socialmente desejável, porquanto seu retorno não condiz com a lógica de maximizar a valorização do capital investido. Esta tendência é tanto mais aguda quanto mais fundamental for o conhecimento gerado.

O investimento em pesquisa gera um fluxo de riquezas que é considerado seu valor social. Ao serem investidos em P&D, tais recursos deixam de gerar ativos alternativos, ocasionando um custo social da pesquisa. A diferença entre o valor social e o custo da P&D resulta no retorno social da pesquisa. Particularizando-se este raciocínio, o investimento privado em P&D gera um valor potencial de riquezas que em parte é apropriado pelo executor da pesquisa (retorno privado da P&D) e em parte pela sociedade (retorno público da P&D).

Ele decorre do investimento em conhecimento fundamental apresentar ampla possibilidade de aplicação. De sorte que muitas vezes as oportunidades de negócio associadas à descoberta são indiretas e se afastam da linha de ação principal do executor da pesquisa, sendo apropriadas por concorrentes tanto de seus mercados de atuação como de alternativos. Portanto, as firmas tenderão a se afastar de tais atividades, concentrando recursos em aplicação e desenvolvimento. Por fim, a existência de tal sub-investimento, ou falha do livre mercado em alocar recursos em P&D de forma ótima, implica a necessidade de investimento estatal em pesquisa básica em particular, bem como o seu apoio às demais atividades de P&D.

Ao considerar que o investimento em pesquisa básica necessariamente permite a geração de informações que implicam desenvolvimento econômico, presume-se uma visão linear da inovação. Apesar de atualmente a interpretação interativa do processo de inovação prevalecer, até bem recentemente a interpretação linear parecia plausível (OCDE, 1992).

No esteio dos conceitos de taxa de retorno pública e privada da P&D definidas por estes autores e baseados em seus pressupostos, economistas norte-americanos (em especial JAFFE, 1989, MANSFIELD 1977, 1991 e 1998 e GRILICHES 1958, 1979, 1980 e 1986) e Europeus (relacionados em MAIRESSE & MOHNEN, 1994) desenvolveram metodologias quantitativas de análise econométrica e estatística daquelas taxas, dos ganhos de produtividade relacionados a tais investimentos e do transbordamento do conhecimento para o setor produtivo (efeito *spillover*). 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.

Quanto ao objeto de análise, estes estudos abordam tanto casos de produtos específicos como variáveis macroeconômicas de produção. Na primeira vertente, GRILICHES (1958) realizou trabalho original de análise de quanto o milho híbrido e o sorgo geraram de excedente ao consumidor dos EUA. Entre 1949 e 1959 a taxa de retorno social que relacionava o custo da P&D a este excedente montou respectivamente a 40 % e 20% (MARTIN *et al.*, 1996). A partir deste trabalho, surgiu extensa tradição de estimação da taxa de retorno público da P&D de produtos agrícolas específicos. Esta abordagem também foi alvo de novos desenvolvimentos (MANSFIELD, 1977), com aplicação na indústria e obtenção taxas de retorno pública e privada também positivas.

Já as estimações econométricas em nível macro 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). O conceito essencial é a noção de estoque de capital de pesquisa, elemento R, o qual mensura o estoque acumulado de conhecimento resultando de pesquisa anterior. Este estoque é construído 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. O elemento essencial da equação é α_R , que exprime a parcela do crescimento da produção resultante do investimento em P&D (MAIRESSE & MOHNEN, 1994).

Equação 1 - Função de Produção Cobb-Douglas em Termos da Taxa de Crescimento

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

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 dos 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 Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico coletam regularmente informações sobre a P&D industrial em nível setorial ou desagregadamente junto às firmas. Assim, as análises macro seguem esta tendência, sendo conduzidas em nível de linhas de negócios, firmas, setores industriais e de unidades das federações. A tabela 1 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.

Tabela 1 - 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: CAMPOS (1999) a partir de MAIRESSE & MOHNEN (1994)

Uma corrente mais recente desta literatura analisa o efeito *spillover*. GRILICHES (1979:102) define-o como “o efeito do capital de conhecimento externo – à firma ou indústria em questão – sobre a produtividade interna da indústria”. Em particular, as evidências levantadas por esta literatura

indicam relevante efeito de benefício às firmas geograficamente próximas a instituições de P&D (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. De fato, encontrou-se correlação estatística relevante entre patentes depositadas por corporações dos setores de tecnologia nuclear, farmacêutica, ótica e eletrônica e o nível de gasto da P&D corporativa e acadêmica concentradas geograficamente. O autor interpretou, através desta correlação, a existência de efeito *spillover* em nível regional nestes setores entre a pesquisa acadêmica e a inovação, representada pela *proxy* patente.

Uma variação às análises da taxa de retorno e do efeito *spillover* é a metodologia de MANSFIELD de mensuração da incorporação da pesquisa acadêmica em processos e produtos. MANSFIELD (1930-1997) lecionou na *University of Pennsylvania* e nos anos 60 realizou estudos com o emprego de funções de produção. A partir dos anos 70 (MANSFIELD, 1972), o autor reconsiderou sua abordagem transitando para o emprego de *surveys*, em que relaciona 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*.

Dentre os principais artigos publicados pelo autor nos anos 90 ressaltamos MANSFIELD (1991 e 1998). Nestes trabalhos seu objetivo central foi entender quanto a pesquisa acadêmica 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. A amostra considerou “todas as firmas com gasto superior a US\$ 1 milhão em P&D (tendo vendas de pelo menos US\$ 75 milhões) em 1993” nos EUA (MANSFIELD, 1998:73).

Seus resultados demonstraram maior dependência por conhecimento acadêmico em setores intensivos em ciência como o farmacêutico e de processamento de informações entre os dois períodos analisados. Nestes setores, a ausência de conhecimento acadêmico implicaria custos adicionais para o desenvolvimento de produtos e processos em nível superior aos demais. 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 diminuiu para 6 anos no período seguinte.

A análise de MANSFIELD logrou maior detalhamento do processo inovativo do que a metodologia econométrica. De fato, segundo MARTIN *et al.* (1996:13), os resultados de MANSFIELD apontam que a importância da ciência varia setorialmente e que as relações entre ciência, tecnologia e inovação são sutis, indiretas e variadas.

2.1.2- Métodos Alternativos e o Modelo Interativo de Inovação

Se a metodologia desenvolvida por MANSFIELD é uma tentativa de superar as limitações de caracterização do processo de inovação a partir de quantificações, conforme o autor aponta em MANSFIELD (1972), a abordagem alternativa se afasta ainda mais da análise de relações matemáticas. Sua matriz é a teoria Evolucionista e CALLON & FORAY (1995) qualificam-na como abordagem sócio-econômica.

Este ponto de vista interpreta o conhecimento científico como embutido em indivíduos e organizações, sendo que seus benefícios fluem através de treinamento, aprendizagem e redes. O investimento público é justificado como provedor de treinamento científico e do acesso das nações a redes internacionais de pesquisa (OCDE, 1992). Diferentemente do argumento da falha de mercado, o conhecimento fundamental não é um bem público, outrossim demanda custoso treinamento para sua adequada interpretação e virtual aplicação econômica.

Esta corrente parte do pressuposto teórico de que o processo de inovação é constituído de múltiplas interações entre as esferas de produção e de P&D. Ao valorizar este aspecto, ressalta-se o

papel do elemento humano no processo inovativo. Portanto, a inovação estaria embutida em indivíduos inseridos em um conjunto de instituições (tais como empresas e institutos de pesquisa) 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 interpretação linear e uni-direcional entre o conhecimento e a produção, conforme NELSON (1959) e ARROW (1962).

O processo inovativo é entendido como um conjunto de interações e retro-alimentações (*feedback*) entre as instâncias de pesquisa, projeto, produção e comercialização. 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). 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 estudadas novas combinações de produtos e componentes. Este processo é permeado pela aprendizagem embutida nos recursos humanos, técnicos e organizacionais envolvidos.

Este argumento baseou o emprego de metodologias que também incluem *surveys*, estudos de caso e eventualmente métodos de avaliação científica bibliométrica. Quanto aos instrumentos heurísticos, *surveys* baseiam-se em entrevistas junto a executivos de P&D, levantamento de dados junto a estes e a fontes bibliométricas de patentes e publicações, enquanto estudos de caso avaliam impactos de inovações específicas em termos históricos e sociológicos. Ao invés de mensurar as relações econômicas envolvidas no processo de inovação como na abordagem anterior, esta corrente procura analisar as relações sociais que permitem caracterizar as etapas do processo e os benefícios econômicos da P&D.

Ressalte-se que em MARTIN *et al.* (1996) o levantamento da bibliografia disponível mostrou que são analisadas principalmente as contribuições para a economia da dimensão de pesquisa básica dentro das atividades de P&D. Neste sentido, são apontadas seis formas principais de benefícios econômicos decorrentes da pesquisa básica financiada com recursos públicos, antecipadas parcialmente por PAVITT (1991):

- 1- a pesquisa básica pode conformar fonte de *novo conhecimento útil* à produção;
- 2- a pesquisa básica pode gerar *novas instrumentações e metodologias* aplicáveis na economia;
- 3- as *habilidades* desenvolvidas por pessoal envolvido em pesquisa básica (especialmente estudantes de pós-graduação) permitem benefícios econômicos quando indivíduos se profissionalizam carregando conhecimento tácito e codificado para a atividade econômica;
- 4- a participação em pesquisa básica viabiliza o *acesso a redes de especialistas e informações*;
- 5- o pessoal treinado em pesquisa básica pode ser competente em *resolução de problemas tecnológicos complexos*, habilidade que freqüentemente repercute benefícios na indústria e
- 6- pode haver a criação de *novas firmas* decorrentes da pesquisa básica.

A caracterização da pesquisa básica como fonte de (1) *conhecimento útil* e (2) *novas instrumentações e metodologias* realizada por MARTIN *et al.* é baseada inicialmente em análise de estudos de caso da História da Ciência, os quais mostram sua transferência da pesquisa para a produção tal como o Raio X (SOLLA-PRICE, 1984).

Evidências empíricas foram levantadas por ARUNDEL *et al.* (1995) em *survey* acerca da estratégia de inovação das maiores firmas européias. Através de questionários enviados a executivos de dezesseis setores industriais, foi apontado que o setor privado se apoia tanto em publicações para monitorar desenvolvimentos científicos (e portanto em novo conhecimento) como em novas instrumentações para serem incorporadas à produção. Evidências acerca de publicações conjuntas entre indústria e pesquisadores públicos com o intuito de monitoramento de novo conhecimento também foram levantadas por meio de métodos bibliométricos por HICKS (1992).

Além de conhecimento útil e métodos de trabalho, a transferência de (3) *habilidades* obtidas em programas de pós-graduação para a produção é outra forma de contribuição reconhecida pela matriz teórica Evolucionária. Aqui, ressalta-se a importância do treinamento e da aprendizagem de recursos humanos para a aplicação econômica do conhecimento.

Em estudo conduzido por IRVINE & MARTIN (1980), constata-se a importância deste mecanismo através do questionamento a pós-graduados em rádio-astronomia sobre a relevância da qualificação alcançada na educação avançada para suas atividades profissionais na Inglaterra. Ao invés de aplicações diretas em setores específicos, o conhecimento adquirido em termos de *modus operandi* tais como o desenvolvimento de sistemas operacionais ou matemáticos se revelou mais efetivo.

A realização de atividades de C&T como garantia de inserção e (4) *acesso a redes de especialistas e informações* também foi identificada através do *survey* de ARUNDEL *et al.* (1995). Reputa-se que os contatos informais são importantes para os setores de utilidades públicas, cimento, cerâmica, farmacêutico e de vidros monitorarem os desenvolvimentos obtidos a partir da pesquisa básica.

Estes resultados confirmam evidências obtidas através de entrevistas semi estruturadas a executivos de P&D dos setores de biotecnologia, engenharia cerâmica e computação paralela de diversos países dos EUA e Europa conduzidos por FAULKNER *et al.* (1995). Estas autoras concluíram que as relações informais baseavam as relações contratuais de longo-prazo entre o setor público de pesquisa e o setor privado.

O levantamento da (5) *resolução de problemas tecnológicos complexos* como benefício da pesquisa básica para a economia foi realizado por meio de *survey* a 650 diretores de P&D Norte-americanos por KLEVORIK *et al.* (1995), em adição a ARUNDEL *et al.* (1995) na Europa.

Pode-se afirmar que existe uma complementaridade entre a transferência de conhecimento codificado e direto e a contribuição indireta, realizada através de consultas informais para a resolução de problemas complexos. Além disso, o conhecimento desta vinculação indireta ainda é limitado de sorte que “as contribuições indiretas da pesquisa básica para a resolução de problemas tecnológicos são numerosas, freqüentemente indiretas, tortuosas e altamente variáveis entre campos de conhecimento e setores de aplicação. Modelos simplificados, generalizações e prescrições de política poderão ser enganosas e até mesmo perigosas” (MARTIN *et al.*, 1996:45).

As análises acerca da criação de (6) *novas firmas* são baseadas em estudos de caso. Conclui-se que o financiamento público em pesquisa básica é uma importante fonte de contribuição para a economia. Nestes levantamentos, os fundadores das firmas são questionados segundo sua origem acadêmica e os dados são setoriais e desagregados. Contata-se uma relação direta entre o financiamento público da pesquisa básica e a criação de *novas firmas*, tal como exemplifica a *GENENTECH INCORPORATION* (EUA) formada por especialistas em biotecnologia da *Stanford University* (MARTIN *et al.*, 1996).

Além destes trabalhos, cabe mencionar a metodologia aplicada por BACH *et al.* (1992) do *Bureau d'Economie Théorique et Appliquée* (BETA) da *Université Louis Pasteur* (Estrasburgo, França) na avaliação de grandes programas tecnológicos que se apoia em enfoque similar, mas é de corte quantitativo. Analisam-se os impactos que são considerados resultados diretos e indiretos de determinado programa e que são captados internamente pelas instituições privadas participantes. Embora circunscrito ao objeto de grandes programas tecnológicos, estes autores são pioneiros no cruzamento da teoria Evolucionária com quantificações.

Em resumo, a revisão acima mostra que existem duas vertentes na avaliação econômica da P&D: a quantitativa e a alternativa. A primeira se baseia no argumento da falha de mercado e relaciona o investimento em P&D com seus resultados econômicos documentados em registros financeiros, patentes ou artefatos materializados em inovações. Tais objetos de análise correspondem aos impactos diretos do processo de inovação relativos a seus aspectos codificados. Já a segunda se baseia no modelo interativo de inovação e em aspectos da Sociologia e História da Ciência. Relaciona-se o investimento em P&D às formas de conexão entre as etapas do processo de inovação. Ou seja, são identificados e caracterizados seus aspectos não codificados. Em seguida, será discutida a relação entre

a produção econômica e a P&D no Brasil, abordando-se o nível de adequação das metodologias apresentadas a tal contexto.

3- A Relação Entre a Produção Econômica e a P&D no Brasil

Esta seção destaca, de forma breve e em perspectiva histórica, como tendencialmente tem ocorrido a aplicação econômica dos resultados da P&D 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) e em seguida sintetiza o quadro particular do Brasil conforme COUTINHO & FERRAZ (1994) e SUZIGAN (1992).

3.1- O Quadro Latino-americano

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 região. 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 (idem⁴⁹).”

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.

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 de países mais desenvolvidos (:23)”.

3.2- O Caso Brasileiro

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 situação da indústria brasileira nos anos 80.

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 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 papel e celulose, siderurgia e *software*. Foram beneficiados ainda diretamente pela P&D pública os setores de energia elétrica (através do CEPEL/ ELETROBRAS), petróleo (CENPES/ PETROBRAS) e aeronáutica (CTA). Pode-se agregar a este o setor espacial (FURTADO et al., 1998), no qual o INPE articulou a integração de três satélites dos quais dois foram lançados em órbita com êxito e o sistema de pesquisa agrônômica pública, que logrou o desenvolvimento de cultivares de alta produtividade.

Este fato decorre de que, conforme apontado por FREITAS (1993) e FURTADO et al. (1997)¹, 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.

Neste sentido, o caso da pesquisa agrônômica sobre cultivares também é exemplar. Como a especificidade das condições ambientais de produção dificultam a otimização da produtividade a partir de variedades desenvolvidas alhures, o Brasil foi impelido a desenvolver conhecimento agrônômico internamente e conta atualmente com notável capacitação em genética quantitativa. Mencione-se ainda a especificidade da geração de energia elétrica nacional, baseada sobretudo em recursos hídricos, bem

¹ Estes estudos documentam e quantificam os resultados do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP 1000) da Petrobras.

como a dimensão continental da operação do setor bancário, que implicaram capacitação crescente nas últimas décadas respectivamente em produção de energia e *softwares* de controle gerencial.

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)².

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 privado nacional e sua instância de execução de P&D. Como decorrência, em geral, não ocorre a geração de inovações a partir da incorporação de conhecimentos científico tecnológico nativos. Por outro lado, o envolvimento do setor privado nos gastos em P&D também é limitado. Em continuação, esta realidade será confrontada com as duas correntes metodológicas disponíveis a fim de se discutir seu nível de adequação.

4- Adequação das Metodologias Analisadas à Avaliação Econômica da P&D no Brasil

Esta seção discute o nível de adequação dos métodos de avaliação de impactos econômicos da P&D analisados perante o contexto inovativo local apresentado acima. Para tanto, aponta-se a prevalência da avaliação de impactos econômicos da P&D a partir do setor privado encontrada na literatura e suas possíveis implicações para a análise do caso brasileiro, centrado em P&D pública. Em seguida, são resgatados alguns elementos levantados por estas metodologias que devem ser resgatados em futuros desenvolvimentos metodológicos que visem a análise da realidade local.

4.1- Limites das Metodologias Analisadas Perante o Caso Brasileiro

Dentro do conjunto de textos analisados, foram apresentadas aplicações de métodos quantitativos 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 destas, agregados em nível macro ou em estudos de caso.

A literatura alternativa, também se baseia freqüentemente 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*. 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.

² 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).

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 no modelo linear, 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 P&D acadêmica e pública tenderia a captar a parcela mais relevante do esforço local de P&D.

Além deste problema quanto às fontes de dados, os métodos quantitativos tendem a ignorar parcela relevante dos resultados da pesquisa, manifestas em impactos que são apreendidos como decorrência do conhecimento não codificado, caracterizados pela corrente alternativa. Por este motivo consideramos que, apesar das contribuições à Economia da Inovação ressaltadas acima, seu emprego é relativamente inadequado perante a pertinência de se avaliar tanto impactos codificados como não codificados da P&D no caso brasileiro.

4.2- Elementos para um Desenvolvimento Metodológico Adequado ao Caso Brasileiro

O desenvolvimento de uma metodologia adequada ao contexto nacional deveria considerar então a relevância da P&D acadêmica e pública como fonte de dados. Isto porque, a análise do contexto local mostrou que, a partir da pesquisa acadêmica pública, são realizados as principais contribuições da P&D local para a economia.

Além disso, as empresas aplicam apenas uma parcela do novo conhecimento em seus produtos e processos. De forma que a análise do retorno da P&D a partir das firmas prioriza estes impactos. Já a perspectiva dos executores de P&D pública e acadêmica tende a permitir tanto a análise deste aspecto, como da parcela do novo conhecimento que teve aplicação parcial ou que apresente potencial científico e tecnológico de aplicação.

Como o processo inovativo é relativamente menos dinâmico no Brasil, grande parte do esforço de P&D pública e acadêmica não logra atingir com êxito a etapa comercial do processo de inovação. Por este motivo, futuros desenvolvimentos metodológicos poderiam levar em conta tanto os aspectos codificados (inovações de produto, processo, patentes e registros financeiros) como os não codificados (mecanismos de interação sócio-econômica entre a P&D e a produção) de tal processo. Destarte, a análise a partir da P&D pública e acadêmica, ao permitir a apreensão dos fenômenos codificados e não-codificados, pode conformar nova fonte de dados a ser explorada na avaliação econômica da P&D.

Como o modelo interativo considera a parcela do esforço tecnológico que não se concretiza em inovação, as iniciativas que logram êxito científico-tecnológico e comercial e as múltiplas interações entre a P&D e o setor produtivo, a consecução do objetivo mencionado acima requer sua consideração como referencial teórico. Assim, tal abordagem deve viabilizar a identificação dos resultados que não estão diretamente relacionados aos registros codificados mencionados acima.

Ao considerar que nem todo o esforço da P&D pública atinge com êxito a etapa comercial do processo inovativo, também se torna relevante a abordagem do nível de aplicação do conhecimento dentro de tal processo. Como resultado, é possível que a análise dos impactos econômicos seja interpretada com maior profundidade considerando-se a etapa em que determinada inovação se encontra no processo de inovação. Também quanto a este aspecto o modelo interativo, pressuposto subjacente aos métodos alternativos, pode trazer aportes que devem ser considerados para a consecução de novos desenvolvimentos metodológicos.

Segundo OCDE (1992), o cerne da inovação na firma se encontra na inter-relação entre as fases de: identificação do mercado potencial, invento e/ou projeto analítico de produção, detalhamento de projeto e teste, re-projeto, produção, 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 na firma, e da relação desta perante a esfera de pesquisa. 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.

A inspiração neste modelo afasta ainda o pressuposto de que todo novo conhecimento será necessariamente aplicado numa trajetória da pesquisa básica à aplicação econômica. 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, recupera-se o conceito original de NELSON (1959), de que tanto resultados diretos como indiretos da pesquisa apresentam aplicação econômica. Portanto, é possível a análise dos resultados alcançados que tanto decorreram de esforço intencional do pesquisador como daqueles que conformaram desdobramento indireto de sua investigação. Tal conceito teórico foi incorporado pelos métodos quantitativos e também poderia ser resgatado para a análise da P&D no Brasil.

5- Conclusão

Em resumo, neste artigo vimos que as interpretações alternativas ampliam o escopo dos impactos econômicos da P&D 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, uma metodologia mais adequada ao contexto nacional deve partir 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.

Deve-se considerar ainda o caráter de incerteza do processo inovativo. Este é dotado de etapas que se inter-relacionam, segundo pressuposto dos métodos alternativos, cuja interpretação permitiria identificar e qualificar adequadamente a etapa do processo de inovação no qual se encontra o conhecimento gerado pela P&D. Além disso, seria pertinente a adoção das pressuposições de risco no processo de incorporação econômica da P&D. Assim, considera-se tanto a aplicação direta como indireto do conhecimento, tal como definido originalmente dentro da formulação da falha de mercado que inspirou os métodos quantitativos.

6- Referências Bibliográficas

- ARROW, Kenneth (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: ROSENBERG, Nathan (Ed.). *The economics of technical change*. Londres: Penguin Books, 1971.
- ARUNDEL, A *et alii* (1995) *PACE Report: Innovation Strategies of Europe's Largest Industrial Firms: Results of the PACE Survey for Information Sources, Public Research, Protection of Innovations and Government Programmes*, Relatório Final.
- BACH, Laurent *et alii* (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.

- BERNAL, John (1939). *The social function of science*. Londres. George Routledge & Sons.
- BUSH, Vannevar (1945). *Science - The Endless Frontier*. Relatório preparado para a Presidência dos EUA. (Reeditado em 1990).
- CALLON, Michel & FORAY, Dominique (1995). Introduction: nouvelle économie de la science ou socio-économie de la recherche scientifique? *Revue D'Economie Industrielle*, Paris, v.79, n.1, p.13-31, jan.-mar.1995.
- CAMPOS, André (1999). *Identificação de impactos econômicos a partir da pesquisa acadêmica: um estudo a partir de projetos temáticos da FAPESP*. Dissertação de Mestrado (Política de Científica e Tecnológica). Campinas, 1999. 93 p. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas.
- COUTINHO, Luciano & FERRAZ, João (Coord.) (1994). *Estudo da competitividade industrial brasileira*. Campinas. Editora Papirus : UNICAMP.
- FABRICANT, S. (1954). Economic Progress and Economic Change. *34º Relatório Anual do National Bureau of Economic Research*. Princeton University Press.
- FAULKNER, Wendy, SENKER, Jackeline & VELHO, Léa (1995). *Knowledge frontiers: public sector research and industrial innovation in biotechnology, engineering ceramics and parallel computing*. Oxford. Claredon Press.
- FREITAS, Adriana (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.
- FURTADO, A. et alii (1998). 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).
- GRILICHES, Zvi (1958). Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 56, p. 419-431. 1958.
- GRILICHES, Zvi (1979). Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, v. 10, p. 92-116. 1979.
- GRILICHES, Zvi (1980). R&D and the productivity slowdown. *American Economic Review*, Menasha, v. 70, n. 2, p. 343-348. mai. 1980.
- GRILICHES, Zvi (1986). Productivity, R&D, and basic research at the firm level in the 1970's. *American Economic Review*, Menasha, v.76, n.1, p. 141-154. mar., 1986.
- HERRERA, Amilcar (1971). *Ciencia y política en América Latina*. Cidade do México. Siglo Veintiuno.

- HICKS, Diana (1992). Instrumentation, interdisciplinary knowledge and research performance in spinn glass and superfluid helium thees. *Science, Technology and Human Values*, v. 17, p. 180-204, 1992.
- IRVINE, J. & MARTIN, Ben (1980). The economic effects of big science: the case of radio astronomy.: In INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON ECONOMIC EFFECTS OF SPACE AND OHTER ADVANCED TECHNOLOGIES – EUROPEAN SPACE AGENCY, 1980. Paris, *Anais...*
- JAFFE, Adam (1989). Real effects of academic research. *American Economic Review*, v. 79, p. 984-1001. dez., 1989.
- KLEVORICK, A. *et alii* (1995). On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185-205. 1995.
- 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.
- 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 ...*, pp. 817-888.
- MANSFIELD, Edwin (1972). Contribution of R&D to economic growth in the United States. *Science*, v. 175, p. 477-486. 1972.
- MANSFIELD, Edwin *et alii* (1977). Social and private rates of return from industrial innovations. *Quarterly Journal of Economics*, v. 91, pp. 221-240. mai., 1979.
- MANSFIELD, Edwin (1991). Academic research and industrial innovation. *Research Policy*, Amsterdã, v. 20, p. 1-12. 1991.
- MANSFIELD, Edwin (1998). Academic research and industrial innovation: an update of empirical findings. *Research Policy*, Amsterdã, v. 26, p. 773- 776. 1998.
- MARTIN, Ben *et alii* (1996). *The Relationship Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance*. Relatório preparado para HM Treasury. (<http://www.hm-treasury.gov.uk/pub/html/docs/spru/main.html>).
- MCT (1996). *Indicadores nacionais de ciência e tecnologia*. Brasília. CNPQ.
- NELSON, Richard (1959). The simple economics of basic scientific research. In: ROSENBERG, Nathan (Ed.). *The economics of technical change*. Londres: Penguin Books, 1971.
- OCDE (1992). *Technology and economy - the key relationships*. Paris. OECD Publications Service.
- O ESTADO DE SÃO PAULO. Várias Edições.
- PAVITT, Keith (1991). What makes basic research economically useful? *Research Policy*, Amsterdã, v. 20, n. 2, p. 109-120. abr., 1991.

- SALTER, Amon & MARTIN, Ben (1999). The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. *SPRU Electronic Working Papers Series*, n. 34. (<http://www.sussex.ac.uk/spru/docs/sewps/sewp34/sewp34.html>).
- 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.
- SOLLA-PRICE, John (1986). *Little science, big science and beyond*. Nova Iorque. The Columbia University Press.