

Inovação tecnológica e indústria aeronáutica

Emilio K. Matsuo¹

A inovação é um elemento central para a consecução de diferenciais competitivos na indústria aeronáutica (SHERRY, SANSFIELD, 2002). E, dentre os diversos tipos de inovação, a inovação baseada na introdução de novas tecnologias tem historicamente se mostrado aquela com maior potencial de geração de competitividade, resultando em mudanças na própria estrutura da indústria (PHILLIPS, 1971; PHILLIPS, 1966).

Portanto, é essencial para as empresas que competem na indústria aeronáutica gerarem continuamente novas tecnologias e se apropriarem dos benefícios destas novas tecnologias por meio da incorporação em produtos inovadores, que vão garantir a competitividade e perpetuação da empresa.

Entretanto, existem diversas externalidades ligadas à capacidade de inovação tecnológica na indústria aeronáutica (BALAGUER *et al*, 2008). Dentre estas externalidades estão a forte regulamentação da indústria, os impactos ambientais das operações aeronáuticas, o grande transbordamento tecnológico, o impacto econômico positivo e a importância estratégica da indústria para as nações.

A dinâmica colocada por estas externalidades levou à construção de uma indústria *sui generis*, com características muito especiais no que tange a inovação tecnológica. Hoje, as características centrais da indústria aeronáutica são:

- Poucas empresas como *prime contractors*, com baixa verticalização;

¹ Vice-Presidente Executivo de Desenvolvimento Tecnológico e Projetos Avançados da Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A (Embraer).

- Mercado altamente regulamentado;
- Intensiva em conhecimento; e
- Ciclos de maturação da tecnologia muito longos.

Em consequência destas características, o processo de pesquisa & desenvolvimento (P&D) na indústria aeronáutica acabou por adquirir um funcionamento distinto daquele observado na maioria das outras indústrias, mesmo nas de alta tecnologia (BALAGUER, 2005).

Na indústria aeronáutica, antes que as atividades de P&D competitivo (desenvolvimento de produto) sejam realizadas, é necessário desenvolver as tecnologias, de maneira a assegurar um nível de maturidade adequado, minimizando os riscos dos projetos de produto. Isto implica um ciclo de desenvolvimento tecnológico longo e dispendioso (Figura 1), em que é fundamental o envolvimento das empresas que vão industrializar a inovação tecnológica, especialmente por causa da forte influência do *learning by doing* (ROSENBERG, 2006).

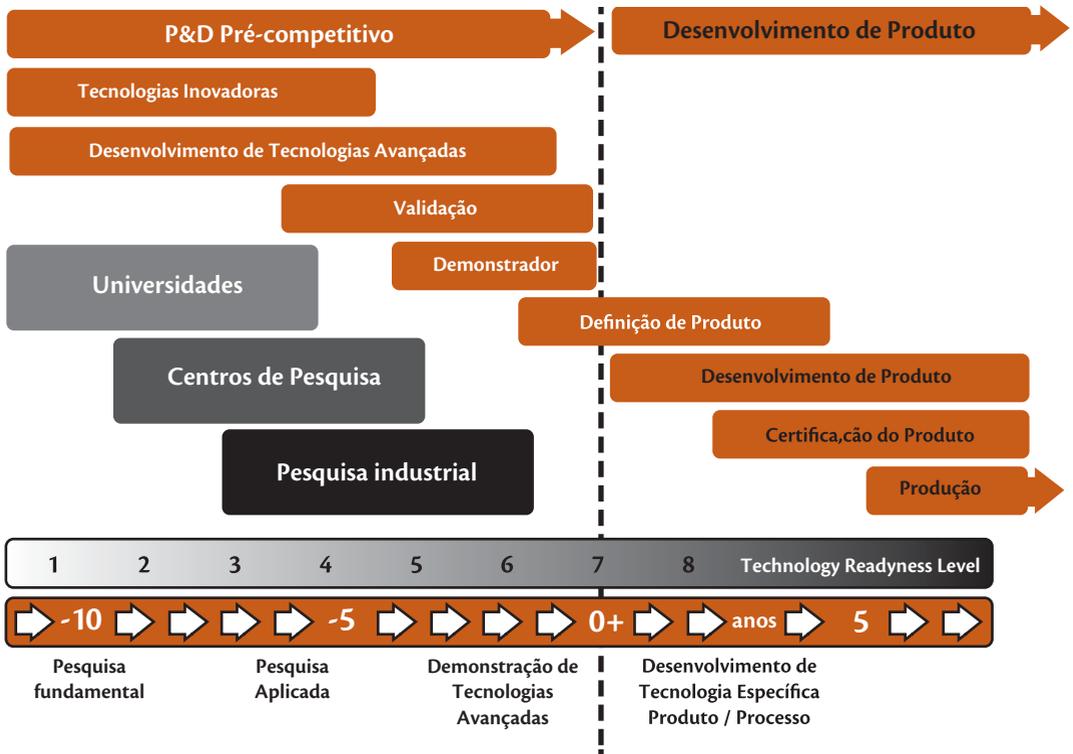


Figura 1. Ciclo de P&D na indústria aeronáutica (adaptado de VON BOSE, 2002 e KELLEY-WICKE-MEYER, 2003)

Do ponto de vista de capacidade de financiamento, este modelo de P&D implica a existência de um momento crítico no ciclo de inovação tecnológica no que tange ao interesse em financiar o desenvolvimento (Figura 2).

1. Políticas públicas de fomento à P&D aeronáutica no Brasil e no mundo

Dadas as características anteriormente descritas, pode-se observar a forte influência das políticas públicas na P&D da indústria, com políticas nacionais de apoio à indústria que transcendem os suportes esporádicos e genéricos (i.e. política industrial vertical, sob a ótica de política de estado) (MOWERY, 1985; MOWERY, ROSENBERG, 2006; FREEMAN, SOET, 1997; BALAGUER *et al*, 2008).

Estas políticas governamentais para a indústria aeronáutica observadas em países europeus, nos EUA e no Canadá, “têm sido em parte responsável por esses históricos de inovação e aumento de produtividade” (MOWERY, ROSENBERG, 2006, p. 246). Quando comparado com o resto da economia, fica clara a forte participação governamental na P&D aeronáutica norte-americana. Historicamente, considerando apenas o setor aeronáutico, o valor do suporte governamental para a P&D é de cerca de 85% dos gastos totais (MOWERY, 1985). É ainda importante destacar que a maior parte deste suporte é dado diretamente para que a indústria execute a P&D. Esta forte presença do estado na P&D, principalmente na fase pré-competitiva, é vital na questão da escala da P&D, de suma importância para eficiência econômica da atividade (NELSON, WINTER, 2006, p. 550)

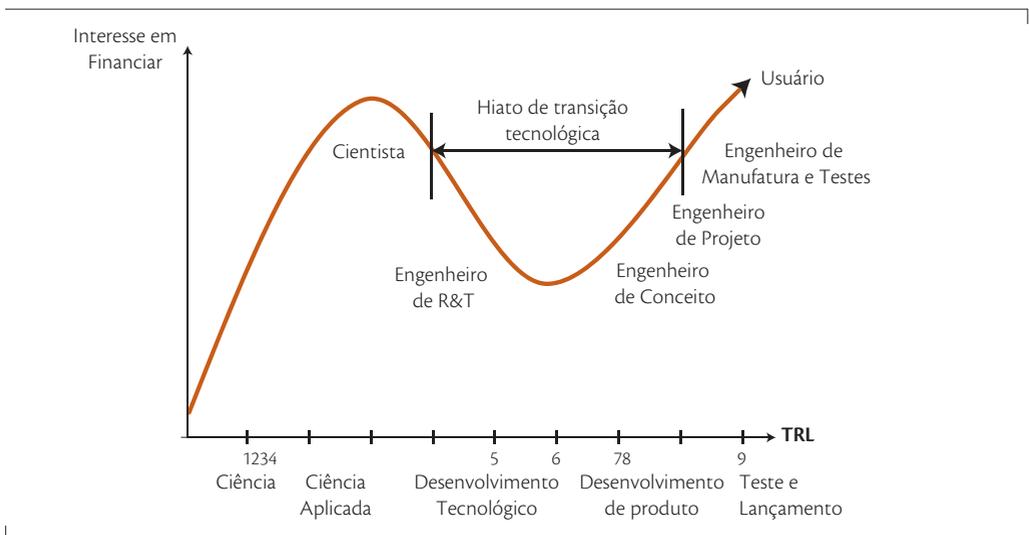


Figura 2: Hiato de transição tecnológica (adaptado de Boeing)

No Brasil, apesar de a indústria existente, com suas vantagens comparativas, ser resultado de uma decisão de estado há mais de cinquenta anos, não há atualmente nenhuma política dedicada ao setor. Apenas recentemente, o governo colocou a indústria aeronáutica como uma das prioridades na política de desenvolvimento produtivo, indicando a importância desta indústria para o crescimento economicamente sustentável do país, mas sem um caráter vertical.

O setor aeronáutico é um setor de alta intensidade tecnológica – o único que apresenta saldo comercial positivo e um dos que o Brasil tem maior quantidade de vantagens comparativas instaladas, inclusive contando com uma empresa âncora de grande porte e relevância internacional. Esta situação coloca o Brasil em uma posição privilegiada frente à grande maioria das nações, mesmo as mais desenvolvidas.

Dada a intensidade em conhecimento e capital típica da indústria aeronáutica, a Embraer é um dos principais contribuintes para o nível de P&D privada no Brasil. Isto se reflete na alta intensidade tecnológica da Embraer, comparativamente ao agregado nacional (Figura 3). Investir em P&D no setor aeronáutico implica, portanto, um potencial muito grande de produzir resultados positivos para aumentar o nível de investimento privado em P&D.

2. Inovação tecnológica e o potencial de crescimento da indústria no Brasil

A indústria aeronáutica apresenta um caráter estruturalmente aberto, devido à baixa verticalização do setor. Isto significa que os fabricantes de aeronaves atuam mais fortemente como grandes integradores, com um segundo nível, em que se encontram as grandes empresas multinacionais que participam do processo de codesign e agregam valor tecnológico, e um terceiro nível, em que se encontram os fornecedores, que entregam componentes e serviços (Figura 4).

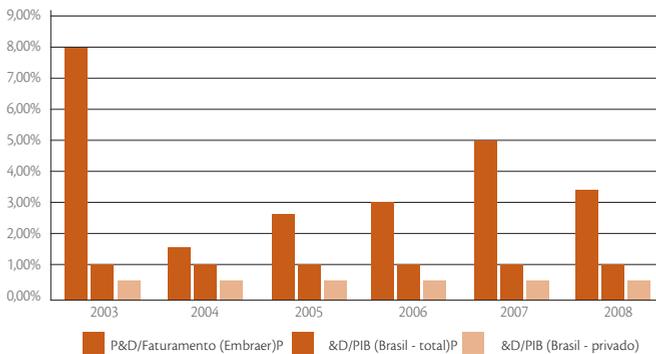


Figura 3. Intensidade tecnológica da indústria aeronáutica (dados: Embraer e MCT)

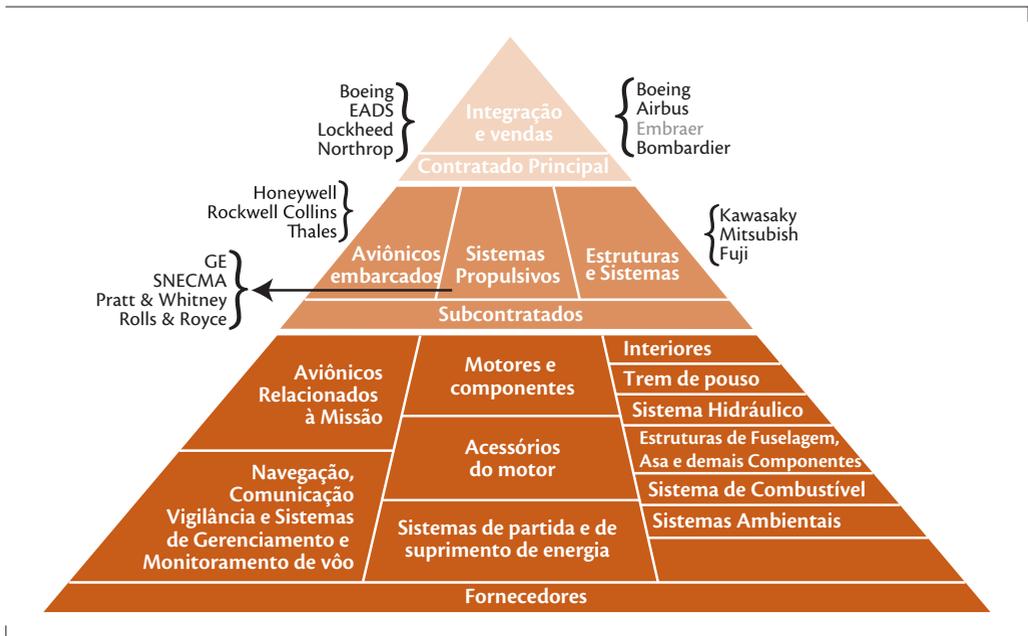


Figura 4. Estrutura da cadeia produtiva na indústria aeronáutica (adaptado de PINELLI et al., 1997)

Dada esta estrutura, e devido à alta intensidade da tecnologia, a inovação acaba ocorrendo em todos os níveis. Um exemplo recente são os motores, que estão anunciando ganhos expressivos em consumo com as tecnologias que os fabricantes pretendem disponibilizar no final da próxima década.

Um aspecto importante é que, em função da especificidade e do alto investimento necessário, uma empresa só consegue sobreviver se ela atuar globalmente, qualquer que seja o nível da cadeia em que ela atue, salvo raras exceções. Outro aspecto importante é que o nível de investimento é muito alto para atingir-se a maturidade de aplicação das tecnologias, em função do alto custo dos demonstradores.

Além disso, para um bom leque das tecnologias usadas no avião, o investimento em ciência acaba não sendo o foco do fabricante de aeronave, pois ocorre em um ponto distante da cadeia. Isto implica a necessidade de colaboração cada vez maior entre os diferentes níveis da cadeia produtiva para garantir que haja inovação de forma adequada.

Portanto, de maneira a garantir que estas empresas fornecedoras façam parte, de maneira competitiva, da cadeia de suprimentos da indústria, deve-se construir as bases para que estas empresas nacionais sejam inovadoras. Isto, inclusive, visa garantir que estas empresas sejam fornecedores na cadeia global, não ficando ligadas unicamente à Embraer.

A baixa intensidade atual da cadeia produtiva no Brasil pode ser observada pelo nível de emprego em relação à empresa âncora (Tabela 1).

É justamente este ponto que demonstra o potencial de crescimento do setor. Se estas empresas que compõem o setor nacional conseguirem atingir patamares internacionais de inovação e competitividade, há um enorme potencial de criação de novos empregos de alto nível.

Tabela 1. Perfil dos empregos na indústria aeronáutica; 2008 (dados AIAB)

País	Brasil	EUA	Canadá	Europa
Empresa âncora	Embraer	Boeing	Bombardier	Airbus
Total de empregos na indústria aeronáutica nacional	27.000	657.000	80.000	640.000
Empregos na empresa âncora	21.500	160.000	32.000	52.000
% dos empregos totais localizados na empresa âncora	80%	24%	40%	8%

Isto implica que pode haver um incremento no nível de investimentos privados em P&D, pois uma vez inseridas competitivamente na cadeia global, estas empresas construirão esforços permanentes de capacitação tecnológica e inovação.

Este panorama coloca um desafio chave para a indústria aeronáutica nacional, que é buscar o adensamento da cadeia nacional pela via da inovação.

3. Proposta de um novo modelo de fomento

3.1. Panorama atual

Uma análise da atual estratégia de suporte público à inovação tecnológica na indústria aeronáutica brasileira, e especialmente segundo o modelo de fomento que compõe a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), pode-se divisar claramente três pilares:

- Competitividade da empresa âncora;
- Vanguarda tecnológica e
- Adensamento da cadeia.

Cada pilar conta com uma gama de políticas voltadas especificamente para suas finalidades (e.g. estabelecimento de infraestrutura para atingir vanguarda tecnológica, ou mecanismos de renúncia fiscal para suportar o desenvolvimento de produtos e financiamento para vendas que garantem a competitividade da empresa âncora). Há ainda uma visão mais sistêmica da política que compõe uma série de instrumentos atuando nas intersecções dos pilares, compondo um plano de políticas mais eficiente e eficaz (Figura 5).

A PDP, bem como diversas iniciativas dos governos estaduais e federal, congrega e estabelece mecanismos importantes para estas áreas de intersecção (apesar de haver ainda diversos pontos de melhoria, principalmente no que concerne à operacionalização). Dentre os mecanismos de destaque que já existem, podemos destacar:

- Intersecção “Adensamento de Cadeia-Competitividade da Empresa Âncora”: questão de assimetria tributária resolvida parcialmente por via da Emenda nº 42 da MP470; recursos para empréstimos da Finep e do BNDES/Pró-Aeronáutica (desenvolvimento de produto e apoio industrial); e centros de formação de recursos humanos (Faculdade de Tecnologia (FATEC), do governo do estado de SP - de São José dos Campos).
- Intersecção “Competitividade da Empresa Âncora-Vanguarda Tecnológica”: CT-Aero; recursos de subvenção da Finep e recursos da Fapesp.
- Intersecção “Adensamento de Cadeia-Vanguarda Tecnológica”: BNDESPar (participação acionária em empresas de base tecnológica).

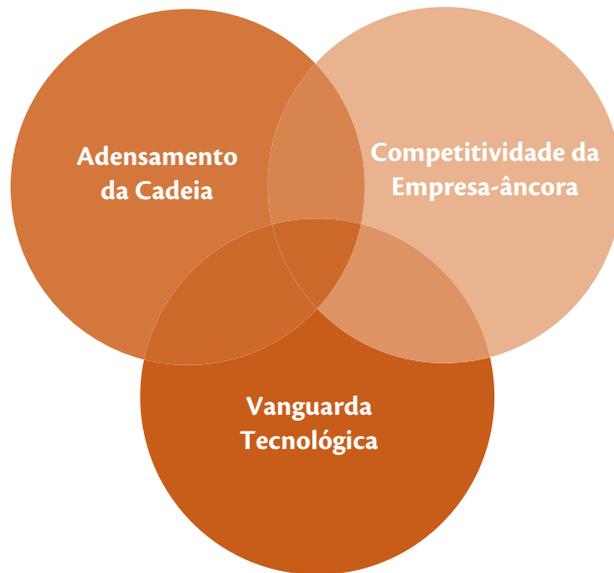


Figura 5: Panorama das PDP e os pilares de desenvolvimento da indústria aeronáutica

4. O hiato crítico

Quando se analisam as políticas públicas atualmente disponíveis no Brasil de acordo com o referencial dos pilares acima exposto, fica evidente que há um hiato notável justamente no ponto de intersecção dos três pilares. Hoje, este ponto, que é o de maior sinergia dos objetivos da política pública, está descoberto em termos de instrumentos de política.

O instrumento típico para atuar nesta interseção central é a Encomenda de Plataformas Demonstradoras de Tecnologias. Este instrumento utiliza o poder de compra do Estado para fomentar diretamente o aprendizado tecnológico das empresas que compõem o *cluster* aeronáutico nacional. Este instrumento apresenta alguns benefícios significativos frente a outras abordagens:

- Trabalha com uma agenda tecnológica comum para o setor;
- Usa uma abordagem tecnológica integrada;
- Envolve o *cluster* no processo de P&D pré-competitiva;
- Leva em conta a complexidade sistêmica;
- Acelera o amadurecimento e aprendizado;
- Aumenta a competitividade do *cluster* como um todo.

Esta abordagem permite que os governos complementem a lógica mais tradicional de fomentar o lado da oferta de inovação, por meio de instrumento que vise a uma mudança dos custos relativos da P&D, e.g. renúncia fiscal e subvenção (OECD, 2002, p. 7). Desta maneira, com uma lógica de fomento ao lado da oferta de inovações, direcionada por meio da inovação, pode-se atingir uma desejável situação de equilíbrio entre os racionais de política pública de fomento (MOWERY, ROSENBERG, 2006).

Uma análise do panorama de políticas de incentivo à inovação tecnológica aeronáutica nos países concorrentes do Brasil evidencia que este tipo de instrumento é utilizado em larga escala, especialmente por apresentar o melhor retorno em termos de competitividade para a indústria nacional. Exemplos destes instrumentos ao redor do mundo são:

- *Clean Sky* (Europa): é um dos casos mais exemplares deste instrumento. Trata-se de um conjunto de encomendas, contratadas pelo governo às empresas âncoras de cada segmento do setor localizadas na Europa, para desenvolver protótipos em escala real de produtos, incorporando tecnologias avançadas. Para a execução do projeto, orçado em €1.6 bilhão, estão envolvidas 54 empresas (destas, 20 são PME), 15 institutos de pesquisa e 17 universidades. Os objetivos do projeto são derivados da visão de longo prazo da indústria, construída e executada mediante uma governança compartilhada.

- *Open rotor propulsion airframe aeroacoustics experiment* (EUA): outro caso interessante, em que a NASA contratou a Boeing (empresa âncora) para desenvolver um protótipo com foco na nova geração de motores aeronáuticos, tida como um dos elementos tecnológicos centrais para o futuro da aviação. No contrato de US\$ 60 milhões, estão envolvidas, além da Boeing, como líder do projeto, grandes empresas, como a Lockheed-Martin e a Northrop Grumman, e médias empresas como, Analytic Services and Materials.
- *Future Major Platforms* (Canadá): a associação das indústrias aeroespaciais canadenses está pleiteando para o governo, com aparente sucesso, a consolidação de um instrumento praticamente igual ao *Clean Sky* europeu. Neste instrumento, com base na visão futura elaborada pelo setor, o governo encomendaria a um consórcio de empresas, lideradas pela Bombardier, a construção de um protótipo incorporando novas tecnologias.

5. O modelo proposto

Para garantir a manutenção das vantagens comparativas nacionais e fomentar o adensamento da cadeia aeronáutica com um viés de inovação tecnológica, o Brasil deveria implementar um instrumento de encomenda semelhante ao descrito acima.

Este instrumento de Encomenda de Projetos de Plataformas Demonstradoras de Tecnologias tem como características principais:

- Projeto de construção de um protótipo que incorpore diversas tecnologias ainda em fase de desenvolvimento;
- Base nos desafios propostos por uma agenda de longo prazo comum ao setor e dadas as vantagens comparativas instaladas;
- Envolvimento – e desenvolvimento – do *cluster*: empresa âncora; PME já instaladas; novas PME de base tecnológica; empresas de outras indústrias com competências complementares; e ICT; e
- Utilização de um mecanismo (compras governamentais) já previsto na Lei da Inovação.

Com esta iniciativa, deve-se formar o núcleo de uma política industrial de Estado para o setor, fomentando as condições para a competitividade futura de todo o *cluster* e potencializando-se os benefícios para a indústria nacional.

Além disso, o uso deste tipo de instrumento é um caminho na direção de um racional de política *mission-oriented*, que é amplamente utilizado nas políticas de P&D das economias desenvolvidas, mas ainda pouco representativo no Brasil (MOWERY, 2009). Esta orientação de política,

complementar à abordagem tradicional de falhas de mercado, representa um canal importante para o Estado estimular a consecução de metas estratégicas nacionais.

6. Conclusão

A indústria aeronáutica é um privilégio de poucas nações e resultado de grandes investimentos de longo prazo. Entretanto, a manutenção das vantagens comparativas depende de um contínuo processo de aprendizado tecnológico por parte das empresas que constituem a indústria e, assim, do desenvolvimento de inovações tecnológicas.

O desenvolvimento de inovações tecnológicas na indústria aeronáutica segue uma lógica que torna a mobilização de investimento privado para este fim insuficiente. Para suplantar isso, os países têm criado uma série de instrumentos, com base em uma política de Estado, para fomentar a P&D e a inovação nesta indústria.

Um dos instrumentos que tem se verificado como mais eficiente e eficaz é a encomenda de projetos de Plataformas Demonstradoras de Tecnologias. Verifica-se a larga utilização deste instrumento nos principais países que possuem empresas aeronáuticas.

É fundamental para o Brasil implementar um instrumento desta natureza. Somente desta maneira será possível assegurar a competitividade da indústria nacional, adensar a cadeia produtiva e gerar o transbordamento tecnológico e econômico típicos desta indústria e de basilar importância para o país.

Referências

BALAGUER, Denis L. et al. "R&D Public Policies for the Aeronautical Industry: an empirical comparative analysis between Brazil, USA and Europe." *Proceedings of the International Schumpeter Society Conference*, 2008.

BALAGUER, Denis Lima. *E o futuro, de que é feito afinal? Acerca de uma hipótese sobre a natureza do futuro e de uma proposta para prospectiva tecnológica*. 2005. 106 f. Tese de mestrado - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

FREEMAN, Chris; SOET, Luc. *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1997. 470 p.

KELLEY-WICKEMEYER, Bob. *Technology Readiness & Transition (2003)*. Disponível em: <www.coe.faa.gov/images/proceedings/bkelley-wickemeyer_TechTransfer.pdf>. Acessado em 27 de setembro de 2004.

MOWERY, David. "Federal Funding of Research and Development in Transportation: the case of aviation". In: SEM. *Papers Commissioned for a Workshop on the Federal Role in Research and Development*. Washington, DC: NAP, 1985. p 301-345.

MOWERY, David C. "What does economic theory tells us about mission-oriented R&D?" in: FORAY, Dominique (Ed.). *The New Economics of Technology Policy*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2009. p. 131-147

MOWERY, David; ROSENBERG, Nathan. "Mudança Técnica na Indústria de Aeronaves Comerciais, 1925-1975". In: ROSENBERG, Nathan. *Por Dentro da Caixa Preta*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. p. 245-266

NELSON, Richard R.; WINTER, Nelson G. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. 631 p.

OECD. *Frascati Manual: proposed standard practice for surveys on research and experimental development*. Paris: OECD, 2002. 254 p.

PHILLIPS, Almarin *Technology and Market Structure: a study of the aircraft industry*. Lexington, Massachusetts: Health Lexington Books; Santa Monica, California: Rand Corp., 1971. 233 p.

PHILLIPS, Almarin. "Patents, Potential Competition, and Technical Progress." *American Economic Review*, May 1966. p. 304

PINELLI, Thomas E., et al. *Knowledge Diffusion in the U.S. Aerospace Industry: managing knowledge for competitive advantage*. Greenwich, CT: Ablex Publishing Corporation, 1997, 1052 p.

ROSENBERG, Nathan. *Por Dentro da Caixa Preta*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2006. p 245-266

SHERRY, Lance; SARFIELD, Liam. *Redirecting R&D in the Commercial Aircraft Supply Chain*. Rand Issue Paper, Mimeo, 2002.

VON BOSE, Herbert. *Aerospace Research in the European Union (2002)*. Disponível em:<http://www.forfas.ie/events/eufp/fp6_eu_aerospace_research_Herbert%20Von%20Bose%20final.pdf>. Acessado em 23 de setembro de 2004.