

Estudo dos processos de transferência de tecnologia no setor aeronáutico brasileiro

RESUMO

Esta pesquisa propõe apontar aspectos da evolução dos processos de transferência de tecnologia, ocorridos na indústria aeronáutica nacional, dos primórdios até os dias atuais. Embora tenha sido um brasileiro o criador do dispositivo de voo mais pesado que o ar, a inteligência aeronáutica se desenvolveu mais nos Estados Unidos e em alguns países da Europa. Portanto, o contexto da engenharia aeroespacial brasileira evoluiu baseado em influência de transferências tecnológicas externas, sendo que atualmente se tornou exportador deste conhecimento. O estudo compreende uma revisão de literatura e investigação em fontes primárias cujo desfecho possibilita estabelecer que os processos de transferência tecnológica no segmento aeronáutico brasileiro aconteceram em três fases distintas contribuindo positivamente para o desenvolvimento nacional. A conclusão é de que o desenvolvimento tecnológico da indústria aeronáutica brasileira foi propulsionado por programas de cooperação nas áreas de Defesa Nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Transferência de tecnologia. Indústria aeronáutica. Desenvolvimento.

Gerson Marcelo Camargo

prof.gersoncamargo@gmail.com

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Fabiola de Moraes Spiandorello

fabiolams@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.

Wanda Aparecida Machado Hoffmann

wanda@nit.ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil.

INTRODUÇÃO

De acordo com o pensamento de Audretsch et al. (2014), o surgimento de novas tecnologias pode ser considerado uma força motriz e facilitadora da globalização. Países e empresas vêm constantemente adotando acordos de transferência de tecnologia como forma de lidar com os desafios de uma economia global encurtando assim caminhos de desenvolvimento e maturação das tecnologias já conhecidas, permitindo maior foco no “core business”. Teixeira (2005) narra que o Brasil tem historicamente adotado a importação de tecnologia como forma de política de desenvolvimento, em algumas áreas consideradas estratégicas, possibilitando rupturas com dependências diversas em processos produtivos e científicos.

Realizando uma análise do panorama da indústria aeronáutica nacional e os desafios da absorção e desenvolvimento de novas tecnologias, Bartels (2009) identifica que, motivado por preceitos constitucionais e estratégias de defesa, o governo brasileiro constantemente fomenta iniciativas de transferência de tecnologia no setor aeronáutico brasileiro, o que propiciou um crescimento considerável desse segmento. A consolidação da então Empresa Brasileira de Aeronáutica - Embraer, que hoje se configura como o terceiro maior fabricante global de aeronaves comerciais se deve a tais iniciativas. A atual Estratégia Nacional de Defesa – END brasileira (BRASIL, 2012) entende que o condicionamento da compra de produtos de defesa estrangeiros à transferência de tecnologia é uma oportunidade a ser perseguida, sendo que o estabelecimento de parcerias internacionais para pesquisa, desenvolvimento e fabricação de produtos em território nacional deve ser estimulado.

As iniciativas governamentais de produção seriada de aeronaves, ocorridas no Brasil entre as décadas de 1930 e 1950, culminaram em processos de importação de tecnologia especializada que propiciaram uma considerável evolução do conhecimento aeronáutico no país. Assim, o propósito deste texto é analisar os estágios e as diferentes formas em que se deram as transferências de tecnologia estrangeira para a indústria aeronáutica brasileira, avaliando sua contribuição e impactos para os desenvolvimentos futuros.

Esta temática surgiu de forma ainda embrionária durante os estudos realizados no grupo de pesquisa NICTIS (Núcleo de Informação em Ciência, Tecnologia, Inovação e Sociedade) por meio do cruzamento interdisciplinar de pesquisas realizadas na área aeronáutica e inovação tecnológica. A análise da evolução histórica deste importante setor industrial, e das formas de aquisição e desenvolvimento de tecnologia foram realizadas a partir de uma revisão bibliográfica. Também foram utilizadas as informações acumuladas por meio de diversas entrevistas realizadas ao longo dos últimos anos junto aos dirigentes de empresas, associações de classe e instituições públicas que fazem parte da comunidade detentora da tecnologia aeronáutica no Brasil.

MÉTODO DE PESQUISA

Baseado no entendimento de Silva e Menezes (2005), devido à característica específica do tema e à forma de apresentação das discussões, se faz coerente pautar esta pesquisa por meio de uma metodologia de exploração, entendendo ser a melhor de forma proporcionar familiaridade com o assunto, de modo a

torná-lo explícito. Desta forma, as buscas pelos materiais de trabalho se deram através de uma pesquisa documental e bibliográfica em materiais específicos e principalmente em publicações especializadas que fazem parte do embasamento teórico dando consistência às conclusões desta revisão de literatura.

As buscas preliminares sobre o tema pretendido indicaram duas fontes importantes de informações: i) publicações científicas contidas em bases de dados conceituadas, e; ii) publicações contidas em revistas especializadas em aviação e de órgãos governamentais. Neste sentido, foi adotada uma estratégia de busca compreendendo a base de dados do Portal de Periódicos da Capes e também nos repositórios mais comuns de revistas eletrônicas especializadas.

Para delimitar o objeto de pesquisa, foram utilizadas as expressões de busca em português e inglês: aeronáutica (*aeronautic*); aeroespacial (*aerospace*); indústria aeronáutica (*aeronautic industry*) etransferência de tecnologia, transferência tecnológica (*technological transfer*), limitando somente às publicações nacionais. Além disso, como a pesquisa pretende retratar momentos históricos diferentes, não se restringiu temporalmente as buscas.

Alves (2012) aponta que os referenciais teóricos de pesquisas suportadas em revisões bibliográficas carecem de sustentações que vão além da mera descrição de fatos, atribuindo um significado aos dados observados. Nesse sentido, faz-se importante trazer à tona os substratos do estudo que demonstram os aspectos quantitativos da ciência e da produção científica acerca do tema pretendido (MACIAS-CHAPULA, 2004).

Assim, mesmo tendo sido constatado um quantitativo científico com mais de 240 publicações relacionadas aos termos de busca, a depuração das informações relevantes exigiu ainda a utilização de métodos de mineração de dados no sentido de abstrair o necessariamente relevante para cada período, aplicando-se filtros para eliminar ruídos indesejados (CARDOSO e MACHADO, 2004).

TECNOLOGIA COMO CAPITAL

Existem diversos conceitos sobre o que é tecnologia, porém (Sábato e Mackenzie, 1981; Silva, 2002) definem de forma holística o termo tecnologia como sendo um sistema pelo qual a sociedade viabiliza a satisfação das necessidades e anseios de seus integrantes. Esse sistema entendido por tecnologia se define como o acúmulo de conhecimentos e técnicas decorrentes da ciência e da experiência utilizados para transformação produtiva. Assim, infere-se, por exemplo, que um produto é o resultado do desenvolvimento de uma tecnologia, que por sua vez pode ser parte do meio ou sistema contendo outra tecnologia.

No século XX a economia mundial sofreu profunda transformação no que se refere ao modo, volume de transações e desenvolvimento dos produtos e serviços comercializados. As relações econômicas entre países, potencializadas pela globalização da produção, concorrência e formações multinacionais aumentaram sensivelmente fluxos financeiros internacionais, formando um novo contexto competitivo no qual as ações de desenvolvimento econômico passaram a ser intimamente ligadas ao potencial de desenvolvimento e comércio de tecnologias que agreguem valor aos produtos (GONÇALVES *et al.*, 1998).

Segundo Gonçalves (*et al.*, 1998), a necessidade crescente de agregar valor aos seus produtos levou as organizações a investirem pesadamente em tecnologia, geralmente apoiadas pelos respectivos governos, preocupados em fortalecer sua própria economia e depender menos de mercados externos. Com isso, a própria tecnologia passa a ser um importante produto comercializável, ao passo que surgem demandantes buscando essa forma de conhecimento como ferramenta para independência econômica e social.

No momento que a tecnologia passa a ser tratada como um produto comercial de alto valor, tendo sua demanda e concorrência intensificadas, se fortalece também a necessidade de criar mecanismos para proteção de sua originalidade e regulamentos para sua transmissão, de forma que clarifiquem os meios para essa comercialização, bem como as obrigações e as garantias de assimilação da tecnologia pelo receptor, fiquem claras (CORREA, 2005).

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

A revolução industrial desenvolvida a partir da metade do século XIII propiciou a aceleração da evolução de importantes tecnologias que transformaram os meios produtivos. Bloedon (1994) avalia que a busca por tecnologias mais desenvolvidas, definidas como produtos, desencadeou um modelo de transação denominado “transferência tecnológica”, que é entendido pela transmissão de tecnologias ou conhecimentos detidos por uma organização geradora que se passa para outra com distinto contexto organizacional.

Ao tratar um conhecimento tecnológico como negócio de alto valor, evidencia-se a preocupação de desenvolver meios efetivos para regulamentar tal transação, de modo que a tecnologia a ser transferida fique protegida somente entre os participantes da transação além das formas contratuais de compensação. Assim, Assafim (2005) ao estudar os aspectos contratuais da transferência de propriedade industrial, identificou que um processo de transferência tecnológica evidencia a obrigação de transmissão de conhecimento de forma remunerada, onde há garantias de assimilação por parte do receptor, sendo essa transação realizada por meio de um contrato, de licença ou concessão, com cláusulas de teores específicos aos atos.

Existem diversas modalidades jurídicas para a realização das transações de transferência de tecnologia, porém, ao direcionar a pesquisa para a área aeronáutica brasileira, é pertinente discorrer sobre os contratos de compensação (*offset agreements*) (COMDEFESA, 2012). Compensação ou *offset* é “toda e qualquer prática compensatória acordada entre as partes, como condição para a importação de bens, serviços e tecnologia, com a intenção de gerar benefícios de natureza industrial, tecnológica e comercial” (BRASIL, 2002). Contratos *offset* são utilizados na transferência de tecnologia realizada pela Aeronáutica do Brasil desde a década de 1950, sendo que os primeiros contratos previam a aquisição de aeronaves inglesas Gloster Meteor TF-7 e F-8, pagas com seu valor equivalente em algodão (IVO, 2004, p. 35), sendo essa uma das características iniciais desses contratos: a compensação: aquisição de equipamentos com pouca transferência de tecnologia em troca de produtos agrícolas (MODESTI, 2004, apud TAVARES et al., 2014). A partir do estabelecimento da Estratégia Nacional de Defesa (2008), todo um arcabouço legal foi construído no Brasil visando a uma

regulamentação consistente dos acordos de compensação. Integram tal arcabouço o Decreto nº 7.546/2011, a Lei nº 12.598/2012 e o Decreto nº 7.970/2013, sendo que Tavares *et al.* (2014) aponta que os benefícios que podem ser advindos dessas transações incluem:

“(i) desenvolvimento de uma indústria de defesa forte em níveis tecnológicos e qualitativos; (ii) absorção de tecnologias pelas empresas de defesa, permitindo ao país dar saltos tecnológicos no processo de evolução da pesquisa científica, onde, se tivessem que ser desenvolvidas aqui, demandariam muito mais tempo; (iii) aumento da competitividade das empresas brasileiras no mercado internacional equilibrando a balança comercial; (iv) geração de novos empregos nos setores de alto nível tecnológico; e (v) incremento da nacionalização e progressiva independência do mercado externo em relação aos produtos de defesa.”

SURGIMENTO DA INDÚSTRIA AERONÁUTICA NACIONAL E A PRIMEIRA FASE DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA

Andrade (1976) faz menção ao primeiro registro da fabricação de uma aeronave no Brasil, realizado pelo pioneiro Dimitri Sensaud de Lavaud¹, que em 1910 construiu o aeroplano “São Paulo”, traçando nesta época o marco inicial da construção nacional de aeronaves. A partir deste momento a história da indústria aeronáutica nacional passa a vincular-se desde o início com a estruturação e posterior evolução da Aeronáutica Militar, assim, já nas décadas de 1920 e 1930 se observava no Brasil, a criação da “mentalidade aeronáutica” (SOUZA, 1986)

A partir de 1927 tiveram início a construção (ainda artesanal) e operação de aeronaves no Campo dos Afonsos, com finalidades estritamente militares sendo que posteriormente passaram a atender ao Correio Aéreo Nacional (CAN). Até os momentos precedentes a Segunda Guerra Mundial, a demanda e operação de aeronaves no Brasil era primordialmente de cunho militar. Lavenere-Wanderley (1975) explana em sua obra, que somente após a revolução de 1930, posteriormente a eleição de Getúlio Vargas para Presidente do Brasil, houve uma nova perspectiva a indústria aeronáutica brasileira. Getúlio Vargas, que foi um grande entusiasta da aviação brasileira fomentou o setor ao longo das décadas de 1930 a 1950 com iniciativas civis e militares para industrialização de aviões.

A primeira iniciativa de produção seriada de aeronaves no Brasil foi liderada pelo Marechal-do-Ar Antonio Guedes Muniz (1900-1985). Brandão (2003) ressalta que Muniz, como engenheiro de formação, desenvolve o projeto do protótipo da aeronave M-5 ilustrada na Figura 1, porém ainda lhe faltava conhecimento para torná-lo completo. Muniz procura então apoio junto à fábrica francesa Caudron, conseguindo terminar o protótipo e apresentá-lo em voo ao chefe do Governo Provisório, Getúlio Dorneles Vargas (1882-1954), no ano de 1931. Nesse momento se identifica o primeiro registro de transferência tecnológica no setor aeronáutico.

Getúlio Vargas promove a aproximação do Marechal Muniz e o industrial Henrique Lage (1881-1941), que juntos caminham para o desenvolvimento da primeira indústria aeronáutica nacional. Muniz evolui seu projeto para a aeronave modelo M-7 e posteriormente para o modelo M-9, porém ainda

dependente de transferência tecnológica inglesa para questão de motorização desse protótipo (FERREIRA, 2009). Destaca Viegas (1989) que esta iniciativa evolui para a chamada Fábrica Nacional de Aviões, constituída como uma divisão industrial da Companhia Nacional de Navegação Aérea (CNNA), que em uma segunda etapa, adquire novamente tecnologia externa, transferida pelo engenheiro aeronáutico belga René Marie Vandaele (1910-1974) por meio do projeto das aeronaves HL-1 e HL-6, tendo sido produzidas um total de 167 aeronaves destinadas à instrução básica de pilotos.

A questão da transferência de tecnologia no segmento aeronáutico brasileiro se confunde com o próprio nascimento de sua indústria, pois além dos desenvolvimentos do Marechal Muniz, paralelamente outra iniciativa pioneira foi realizada por Raymundo Vasconcellos Aboim (1898-1990), na Marinha, com a proposta de fabricação de aeronaves em conjunto com a empresa alemã Focke-Wulf Flugzeugbau Gmb, na Fábrica do Galeão localizada na Ilha do Governador (VIEGAS, 1989).

Observa Ferreira (2009) que esta proposta deu origem ao primeiro contrato de off-set da indústria aeronáutica nacional, iniciando um ambicioso programa de transferência tecnológica da Alemanha para o Brasil. Tal programa previu inicialmente o desenvolvimento conjunto de uma aeronave básica de treinamento, evoluindo para uma aeronave mais avançada, passando pelo desenvolvimento de uma aeronave bimotora e finalmente o desenvolvimento de uma aeronave quadrimotora.

Figura 1- Guedes Muniz (à esquerda) e o protótipo da aeronave M-7.



Fonte: Viegas (1989)

A entrada do Brasil na II Guerra Mundial causa o rompimento com a indústria alemã *Focke-Wulf Flugzeugbau Gmb*, e desencadeia o início de nova parceria, agora com a empresa norte-americana *Fairchild* que transfere a tecnologia para produção de aeronaves de treinamento básico militar na Fábrica do Galeão, dando ênfase à produção do modelo PT-192, conforme narra Pereira (1997).

No início dos anos 50 a Fábrica do Galeão foi arrendada por uma joint venture entre empresários brasileiros e holandeses originando a Fokker Indústria Aeronáutica SA, com o objetivo de transferir tecnologia para construção de treinamento básico de pilotos. No entanto, esta iniciativa teve curta duração devido a uma série de boicotes políticos e limitações de capital (VIEGAS, 1989; BERTAZZO, 2003). Contemporaneamente houve outra iniciativa juntamente com a indústria North American Aviation dando origem à Fábrica de Lagoa Santa, também com o objetivo de produzir aeronaves de treinamento como o Texan T-63, que dadas suas maiores sofisticação e complexidade, permitiu um avanço tecnológico no conhecimento produtivo de aeronaves.

Até o início da década de 1950, a indústria aeronáutica nacional havia adquirido por meio de transferência de tecnologia estrangeira a expertise necessária apenas para construção de aeronaves básicas. Todas as iniciativas que se deram para o estabelecimento de uma indústria aeronáutica genuinamente nacional se findaram antes dos meados da década de 1950, momento que se esvaíram temporariamente os incentivos governamentais para o estabelecimento de uma indústria aeronáutica genuinamente nacional.

A SEGUNDA FASE DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA E A CONSOLIDAÇÃO DA INDÚSTRIA AERONÁUTICA NACIONAL

Sem adentrar na questão dos custos ocorridos, a II Guerra Mundial foi um marco evolutivo no desenvolvimento tecnológico em diversas áreas do conhecimento, principalmente nas relacionadas ao transporte aéreo. O acirramento de guerra levou os países em conflito a investirem seus esforços em tecnologia que permitisse avanços bélicos que proporcionasse vantagens, e a área aeronáutica nesse contexto foi bastante desenvolvida.

Ao estudar as origens do transporte aéreo internacional, Espírito Santo Jr. (2003) infere que a evolução da tecnologia aeronáutica, até então desenvolvida em segredo durante a II Guerra Mundial, começou a ser amplamente difundida permeando no emergente contexto das indústrias aeronáuticas civis. Entre as décadas de 1950 e 1960, evoluções importantes como os motores à reação, velocidades supersônicas, pressurização, sistemas avançados de comunicação e navegação difundiram-se na indústria aeronáutica mundial, tornando a aviação mais segura e eficiente.

Mesmo com a perspectiva positiva que chegava à indústria aeronáutica nesse período, o Brasil ainda continuava com as tentativas de estabelecer um polo de conhecimento aeronáutico que pudesse impulsionar sua indústria. Neste sentido, surge ao final da década de 1940 e início da década de 1950, a audaciosa ideia de consolidar um centro de pesquisa e ensino superior de base militar com foco no desenvolvimento da engenharia aeronáutica. Assim, conduzido pelo engenheiro aeronáutico Casemiro Montenegro Filho é criado o Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), tendo sido também concebida uma escola de excelência em engenharia, denominada Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), baseado no modelo do Massachusetts Institute of Technology (MIT) dos Estados Unidos (MORAIS, 2006).

Para consolidação do CTA/ITA, o governo Brasileiro abriu a possibilidade de contratar pesquisadores e cientistas estrangeiros, na maioria dos Estados Unidos

e Europa, provocando o início de uma segunda fase de transferência de conhecimento tecnológico para o Brasil. Esses pesquisadores estrangeiros vieram ao Brasil não apenas para desenvolver projetos aeronaves, mas, principalmente para transmitir os conhecimentos necessários para que os engenheiros brasileiros pudessem desenvolver suas próprias aeronaves mais avançadas (DRUMOND, 2004).

Ainda dentro da estrutura do CTA, foi criado o Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD), com a missão maior de promover desenvolvimento tecnológico e buscar soluções em apoio à indústria nacional. Em suas pesquisas Ferreira (2009) identifica que em 1965, Osiris Silva, então chefe do Departamento de Aeronaves do IPD, busca conhecimento tecnológico estrangeiro convidando o renomado projetista francês Max Holste, para coordenar o desenvolvimento de um avião bimotor turboélice para 12 lugares, denominado Bandeirante, que viria a ser a aeronave que daria início às operações da empresa Embraer.

Logo após a criação da empresa Embraer em 1969 e do início da produção em série da aeronave EMB-110 Bandeirante, a empresa recebe em 1970 uma encomenda para fabricar 112 exemplares do jato militar de treinamento e ataque Aermacchi MB-326, de origem italiana, nominado pela Força Aérea Brasileira de Xavante. Apesar do projeto italiano, a produção do Aermacchi MB-326 no Brasil possibilitou à empresa Embraer adquirir tecnologias atualizadas de produção aeronáutica em larga escala, profissionalizando seus métodos fabris (FERREIRA, 2009).

No início da década de 1980, foi firmado um acordo de cooperação internacional entre os governos brasileiro e italiano prevendo ampla transferência tecnológica europeia, que culminou na concepção de uma aeronave militar de ataque avançado a jato denominado AMX. Gomes (2012) ressalta que uma das aquisições tecnológicas mais relevantes para a indústria aeronáutica nacional se deu por meio desse consórcio entre as empresas Embraer, Aermacchi e Aeritalia, com o intuito de desenvolver a mais alta tecnologia disponível para a produção da aeronave modelo AMX.

Segundo Bartels (2009), a relevância do Programa AMX permitiu que os países cooperados tivessem acesso ao estado da arte das tecnologias mais relevantes para a época. O Brasil através da empresa Embraer, passa a incorporar o conhecimento tecnológico sobre aerodinâmica transônica⁴, sistemas aviônicos⁵ digitais avançados para navegação, sistema de comando de voo “fly-by-wire⁶”, usinagem peças complexas por meio da técnica de controle numérico computadorizado (CNC), elaboração de projetos utilizando sistema CAD-CAM⁷, integração de motores a jato entre outros. Conclui ainda Bartels, que o sucesso atual da empresa Embraer é fundado basicamente no processo de transferência tecnológica do Programa AMX, tendo sido possível por meio deste, reunir os conhecimentos aeronáuticos e industriais necessários para a concepção e produção do modelo comercial denominado ERJ-145, tendo sido esta, a aeronave responsável por impulsionar a Embraer a chegar ao patamar de terceiro maior fabricante de aeronaves do mundo (FONSECA, 2012).

Nessa fase se deram ainda outras iniciativas de transferência tecnológica no decorrer dos anos 80, como por exemplo, o aprimoramento dos conhecimentos em materiais compósitos por meio de acordos com os fabricantes americanos Sikorsky e McDonnell Douglas (BERNARDES, 2000). A empresa Helibras também

desempenhou papel importante na captação tecnológica para indústria aeronáutica nacional. Mesmo que inicialmente essa empresa tenha sido concebida para realizar a montagem do helicóptero europeu modelo AS350 Esquilo, atualmente já tem nacionalizado até 54% de sua tecnologia, sendo que os planos são de nacionalização completa da aeronave até 2020 (AGMONT e UBIRATAN, 2015; HELIBRAS, 2015).

O POLO AEROESPACIAL BRASILEIRO E A TERCEIRA FASE DE TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA

A partir da década de 1990, com o crescimento do segmento aeronáutico brasileiro, viabilizaram-se em escala diversas iniciativas de importação de tecnologias mais avançadas. Ocorreram vários projetos relevantes como, por exemplo, a aquisição de tecnologia Russa, para desenvolvimento de um sistema de propulsão líquida que viabilizasse o programa de lançamento de satélites brasileiro, conforme detalha Barbosa (2006).

Outra iniciativa destacada pela Revista Pesquisa FAPESP (2004) ressalta a relevância técnica da transferência de tecnologia israelense nos programas de modernização das aeronaves militares modelos F-5BR e A-1M, cuja eletrônica embarcada é o grande diferencial para capacitação dos sistemas de vigilância da Força Aérea Brasileira e Marinha do Brasil. Mais recentemente, Agmont e Ubiratan (2015), ao abordar os desafios da indústria aeronáutica nacional, destacaram dois programas importantes: i) a produção nacional do helicóptero modelo EC725 pela empresa Helibras, na qual ao menos 14 empresas brasileiras receberam algum tipo de transferência tecnológica; ii) um memorando de entendimento entre as empresas sueca SAAB e a Embraer, visando ao estabelecimento de um contrato offset para o projeto do caça militar F-X, que já se traduz em possibilidades de aprimoramento nacional em tecnologias de controles de voo como o full fly-by-wire, sistemas embarcados, entre outros.

Nas últimas duas décadas o setor aeronáutico brasileiro foi bastante fortalecido não só pelo vertiginoso crescimento das empresas Embraer e Helibras, mas também, pela relevante cadeia produtiva o que consolidou o polo aeronáutico nacional. Mesmo que a evolução da tecnologia aeronáutica mundial caminhe a passos largos, o segmento aeronáutico brasileiro também tem se desenvolvido a ponto de se tornar líder em determinadas tecnologias do segmento (FONSECA, 2012; GOMES, 2012; MIGON e MONTORO, 2009; VASCONCELOS, 2015).

Assim é possível constatar que o domínio de tecnologias pelo segmento aeronáutico nacional permite sua utilização como negócio sendo possível observar que há também a exportação da tecnologia nacional. A empresa Embraer é um exemplo de projetos para transferência de tecnologia nacional ao exterior, demonstrados por meio de iniciativas como a criação de uma joint venture na China que originou a Embraer Harbin Aircraft Industry Company, transmitindo a esta empresa localizada na China, o *know how* (conhecimentos específicos) para produção da aeronave modelo E-190. Também, como exemplo de exportação de tecnologia nacional tem-se os contratos para venda de aeronaves Embraer modelo AEW&C (*Airborne Early Warning and Control*) para as autoridades militares da Índia, México e Grécia, que incluíam além da própria

aeronave, a transferência da inteligência embarcada e seus sistemas (VALDUGA, 2010; LOPES, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

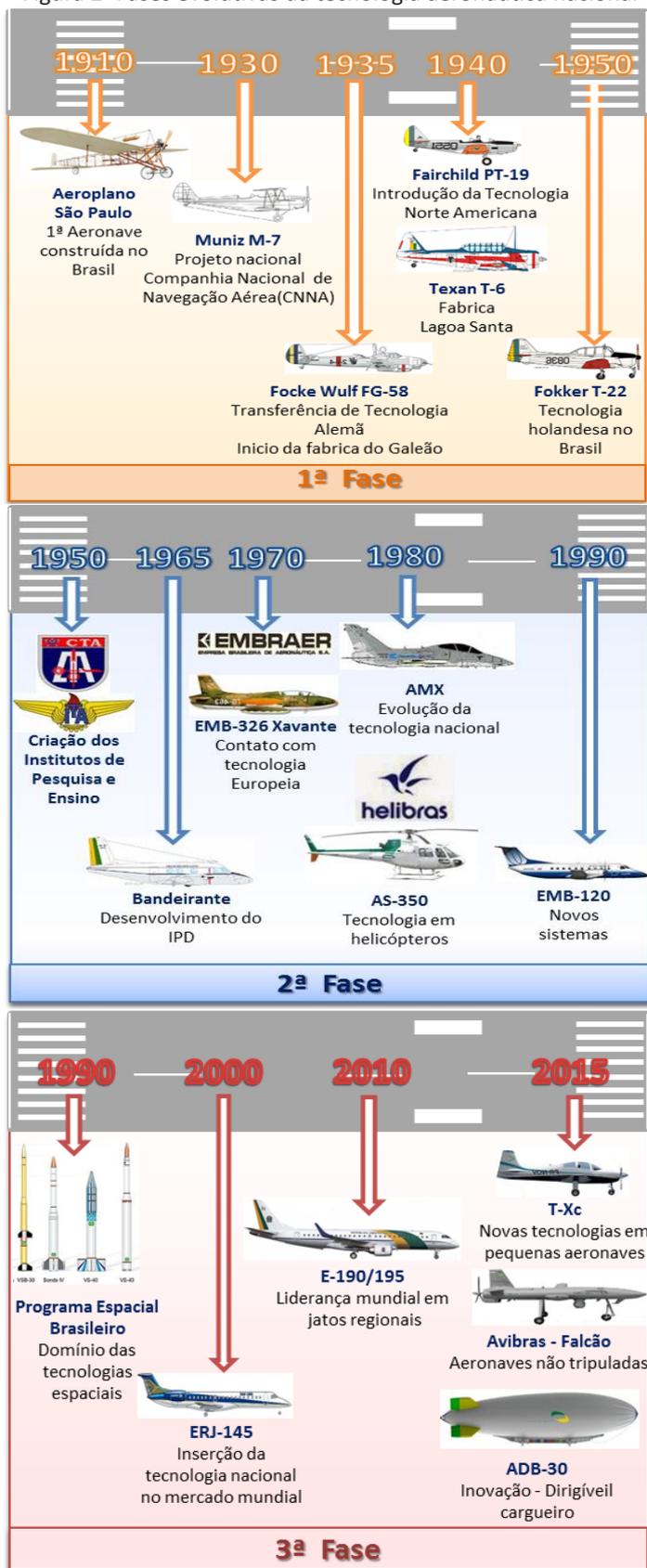
Backer (1991, apud JACOBSON, 2007) identificou três principais “ondas” durante o século XX que caracterizaram a transferência de tecnologia: i) a primeira, entre 1920 e 1960, teve foco na compreensão de como tecnologias ou inovações eram assimiladas e aproveitadas pelos indivíduos; ii) a segunda, entre os anos de 1960 e 1980, foi caracterizada pela disseminação e utilização de inovações provenientes de atividades de pesquisa, para que por meio dessas pudessem se estabelecer e desenvolver nos mercados então emergentes; iii) a terceira onda foi descrita iniciando-se na década de 1990, caracterizada por uma compreensão mais sofisticada do processo de transferência de tecnologia, pela evolução do valor econômico das informações e sua relevância passando agora a serem globalizadas, com isso, as organizações passaram a tratar a disseminação e o uso do conhecimento baseado em pesquisa, como um ativo racional de extremo valor financeiro.

Comparando as fases identificadas por Backer, o desenvolvimento da tecnologia da indústria aeronáutica brasileira também passou por três fases, identificadas na Figura 2, correlatas aos períodos e características acima descritas. Em um primeiro momento, entre as décadas de 1930 e 1950, a necessidade de transferência tecnológica ocorre de forma básica, no sentido único de adquirir conhecimentos iniciais para que fosse possível a criação de um segmento industrial de aeronaves e desenvolvimento de seus próprios modelos, ainda que básicos, para suportar a formação de pilotos e operações militares menos complexas, pois neste momento o Brasil não dispunha do conhecimento tecnológico necessário para projeto e produção de um produto aeronáutico totalmente nacionalizado.

Em um segundo momento entre as décadas de 1960 e 1980, a importação de tecnologia avançada permitiu a indústria aeronáutica brasileira acumular os conhecimentos necessários para se estabelecer como importante player no mercado de aeronaves de pequeno e médio porte. Este avanço foi de fundamental importância para a consolidação da empresa Embraer e do polo aeronáutico que se formou ao redor da região de São José dos Campos, no Estado de São Paulo.

No terceiro momento analisado, quando a indústria aeronáutica e os institutos brasileiros de excelência em pesquisa alcançam patamares relevantes no contexto mundial, sendo possível vislumbrar duas particularidades expressivas. As recentes correntes de transferência de tecnologia são caracterizadas não mais por iniciativas de caráter singular, mas sim, por projetos diversificados e ramificados, tendo a inovação como foco principal. Outra particularidade é que baseadas na evolução tecnológica nacional, as correntes de transferência tecnológica desenvolvem a ter um caráter bilateral, passando o Brasil também a exportar tecnologia para outros países demandantes.

Figura 2- Fases evolutivas da tecnologia aeronáutica nacional



Fonte: Adaptado de Bartels (2009); Brandão (2003); Vasconcelos (2015).

Enfim, é possível constatar que em todos os momentos mencionados, o Estado exerceu papel fundamental no fomento de aquisição de tecnologias para desenvolvimento da indústria nacional, como por exemplo, a adoção dos contratos de offset que se tornaram prática comum no meio aeronáutico, principalmente nas transações exercidas na área de Defesa. Também se constata que os conhecimentos mais importantes obtidos em processos de transferência de tecnologia na área de Defesa permearam para a indústria aeronáutica do segmento civil, possibilitando o fortalecimento da indústria aeronáutica nacional e consequentes impactos positivos na economia, ou seja, há benefícios indiretos significativos, por vezes distintos dos objetivos iniciais de Defesa.

Study of Technology Transfer Processes in Brazilian Aerospace Sector

ABSTRACT

This paper seeks to elucidate some aspects of the evolution of technology transfer processes which took place within the Brazilian aerospace industry, from its early days to present. Nevertheless the flying device heavier than air was created by a Brazilian genius, aerospace intelligence has been fully developed in places like the United States and some European countries. Therefore, Brazilian aerospace engineering has been developed in the context of international technology transfer, and only in the present time has become a knowledge exporter. This paper comprehends a review of the literature and some research in primary sources which outcome makes it possible to understand the technology transfer processes in the Brazilian aerospace sector took place in three different phases, positively contributing to national development. One of the conclusions is that the technological development of the Brazilian aerospace industry was propelled by cooperation programs in the areas of National Defence.

KEYWORDS: Technology transfer. Aerospace industry. Development.

NOTAS

¹Dimitri Sensaud de Lavaud (1882-1947) foi um engenheiro, inventor e aviador, de ascendência francesa, nascido na Espanha e naturalizado brasileiro, que construiu o primeiro avião nacional e com ele realizou o primeiro voo da América Latina, na cidade de Osasco, São Paulo, no dia 7 de janeiro de 1910.

²Aeronave denominada Fairchild M-62A Cornell foi desenvolvida nos Estados Unidos, densamente utilizadas para instrução básica de pilotos militares entre as décadas de 1940 e 1950.

³O Texan T-6, o famoso avião de treinamento militar e ataque leve dos EUA, do qual foram construídas mais de 17 mil unidades em todo o mundo, pode ser considerado o avião mais sofisticado produzido no Brasil durante as décadas de 1940 e 1950.

⁴ Aerodinâmica de uma aeronave cuja velocidade verdadeira varia entre 75% e 120% da velocidade do som.

⁵ Componentes eletrônicos embarcados em uma aeronave.

⁶ Sistema de controle de voo onde os comandos do piloto são transferidos as superfícies de controle por meio de cabos elétricos, sensores e atuadores, sendo mais leves dinâmicos e precisos.

⁷ Programa computacional especializado para realização de projetos mecânicos, comunicável com máquinas programáveis.

REFERÊNCIAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Plataformas Demonstradoras Tecnológicas Aeronáuticas Experiências com programas internacionais, modelagem funcional aplicável ao Brasil e importância da sua aplicação para o País.** Brasília, p. 124, 2014.

AGMONT, Giuliano; UBIRATAN Edmundo. **Os desafios da indústria nacional.** Revista Aeromagazine, São Paulo, n. 249, fev. 2015.

ALVES, Alda Judith. **A revisão da bibliografia em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno.** A bússola do escrever, São Paulo, Ed. CORTEZ, 2012.

ANDRADE, Roberto Pereira de. **A construção aeronáutica no Brasil 1910/1976.** São Paulo: Brasiliense, 1976.

ANDRADE, Roberto Pereira de. **História da Construção Aeronáutica no Brasil.** São Paulo: Artgraph Editora, 1991.

ASSAFIM, João Marcelo de Lima. **A Transferência de Tecnologia no Brasil: aspectos contratuais e concorrenciais da Propriedade Industrial**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2005.

AUDRETSCH, David Bruce; LEHMANN, Erick; WRIGHT, Mike. Technology transfer in a global economy. **Journal of Technology Transfer** (2014) 39:301-312.

BARBOSA, V. I. Propulsão Líquida para Foguetes. In: VI Encontro Nacional de Estudos Estratégicos, Rio de Janeiro, 2006. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<https://www.egn.mar.mil.br/cepe-enee.php#vi>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

BARTELS, W. A Estratégia de Defesa Nacional e os desafios da absorção e desenvolvimento de novas tecnologias: A Questão da Tecnologia Aeronáutica no Brasil. In. **SEMINÁRIO ESTRATÉGIA DE DEFESA NACIONAL E A INDÚSTRIA DE DEFESA**. Comissões Permanentes. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/credn/eventos/seminarios-1/anteriores/2009-1/estrategia-de-defesa-nacional-e-a-industria-1/AIAB%20A%20questao%20da%20tecnologia%20aeronautica%20no%20Brasil.pt>>. Acesso em 28 dez 2015.

BERNARDES, Roberto. **Embraer, eles entre Estado e mercado**. São Paulo: Hucitec, 2000.

BERTAZZO, Roberto Portella. A Crise da Indústria Aeronáutica Brasileira: 1945-1968. 2003. 50 f. **Monografia** (Bacharel em História) – Instituto de Ciências Humanas e Letras/Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2003.

BRANDÃO, Mauricio Pazini. Fatores Críticos para Consolidação da Indústria Aeronáutica Brasileira. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2003. Disponível em: <<https://www.unifa.aer.mil.br/seminariohistoriadaaviacao/resumos/Mauricio%20Pazini.doc>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

BRASIL. Portaria Normativa nº 764 /MD, 2002. Ministério da Defesa. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/port_norm_n0_764_md_2002_pltc_dtz_comps_cmc_indu_tecn_md.pdf>. Acesso em 30 out.2016.

Brasil. Decreto Presidencial nº. 7.546. 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2011/Decreto/D7546.htm>. Acesso em: 18 set.2016.

BRASIL. Estratégia Nacional de Defesa. Ministério da Defesa. 2012. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf>. Acesso em: 18 Set.2016

BLOEDON, Robert Vernon; STOKES, Debora. Making university-industry collaborative research succeed. **Research Technology Management**. Washington, v. 37, n. 2. Mar./Apr. 1994.

CARDOSO, Olinda Nogueira Paes; MACHADO, Rosa Teresa Moreira. Gestão do conhecimento usando data mining: estudo de caso na Universidade Federal de Lavras. 2008. **Revista Administração Pública**, vol.42 n.3.Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122008000300004>. Acesso em 26 out. 2016.

COMDEFESA. Offset: Conceito, entraves e possibilidades. 2012. DEPARTAMENTO DA INDÚSTRIA DE DEFESA.Disponível em: <<http://www.defesenet.com.br/defesa/noticia/6865/ANALISE-COMDEFESA---OFFSET--Conceito--Entraves-e-Possibilidades>>. Acesso em 04 Ago. 2016.

CORRÊA, Daniel Rocha. **Contratos de transferência de tecnologia**. Belo Horizonte: Movimento editorial da Faculdade de Direito da UFMG, 2005.

DRUMOND, Cosme Degenar. **Alberto Santos-Dumont: Novas revelações**. São Paulo: Editora de Cultura, 2009.

FERREIRA, Marcos José Barbieri. Dinâmica da Inovação e Mudanças Estruturais: Um Estudo de Caso da Indústria Aeronáutica Mundial e a Inserção Brasileira. **Tese** (Doutorado em Teoria Econômica) – Instituto de Economia/UNICAMP, Campinas, 2009.

FONSECA, Paulus Vinicius da Rocha. Embraer: um caso de sucesso com o apoio do BNDES. **Revista do BNDES**, Ed. 37, 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev3702.pdf>. Acesso em: 30. Ago. 2015.

GOMES, Sergio Bittencourt Varela. A indústria aeronáutica no Brasil: evolução recente e perspectivas. BNDES. Biblioteca Digital, 2012. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/919/4/A%20ind%C3%BAria%20aeron%C3%A1utica%20no%20Brasil_P-final_BD.pdf>. Acesso em: 30 Ago. 2015.

GONÇALVES, Reinaldo; *et al.* **A Nova Economia Internacional**: uma perspectiva brasileira. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

HELIBRAS. Conheça a Helibras. 2015. Disponível em:
<www.helibras.com.br/empresa/conheca-a-helibras/>. Acesso em: 13 jan. 2015.

IVO, Ronan Coura. A prática do offset como instrumento dinamizador do desenvolvimento industrial e tecnológico. 2004. 157 f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

JACOBSON, Nora. Social Epistemology: Theory for the “FourthWave” of Knowledge transfer and exchange research. **Science Communication** (2007), vol. 29, n. 1, 116 -127.

LAVENERE-WANDERLEY, Nelson Freire. **História da Força Aérea Brasileira**. São Paulo: CR Correa Publicações Aeronáuticas, 1975.

LOPES, Roberto. Boa notícia para a Embraer: Aviação Indiana começará, este ano, os testes finais com os seus jatos EMB-145 versão AEW&C. In: **Plano Brasil**, 2016. Disponível em: <<http://www.planobrazil.com/boa-noticia-para-a-embraer-aviacao-indiana-comecara-este-ano-os-testes-finais-com-os-seus-jatos-emb-145-versao-aw-c-e-pode-encomendar-mais-5-dessas-aeronaves/>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

MACIAS-CHAPULA, Cesar Augusto. O papel da infometria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. *Ciência da informação*, v. 27, n. 2, p. 134-140, 1998. Disponível em:
<http://www.tce.sc.gov.br/files/file/biblioteca/o_papel_da_infometria.pdf>. Acesso em: 27 out. 2016.

MIGON, Marcio Nobre; MONTORO, Guilherme Castanho Franco. **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios**. Biblioteca Digital – BNDES. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:
<<file:///C:/Users/win7/Documents/Cadeia%20Produtiva%20Aeron%C3%A1utica%20Brasileira%20A.P.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

MORAIS, Fernando Montenegro. **As aventuras do Marechal que fez uma revolução nos céus do Brasil**. São Paulo: Editora Planeta do Brasil, 2006.

PEREIRA, Roberto. **Enciclopédia de Aviões Brasileiros**. São Paulo: Globo, 1997.

Quem dá mais? Compra de caças supersônicos no exterior terá que beneficiar empresas nacionais. In: Pesquisa FAPESP, São Paulo, n. 94, p. 24-25, mar. 2004.

SABATO, Jorge Alberto; MACKENZIE, Michael. **Tecnologia e estrutura produtiva**. São Paulo: IPT, 1981. (Publicações Especiais, n.2).

ESPIRITOSANTO JR. Respicio Antonio do. Transporte aéreo internacional. [S.L.], 2003. Ministério do Turismo. Disponível em: <<http://www.turismo.gov.br/publicacoes.html?start=60>>. Acesso em: 17 fev.2015.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszcat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância – 4. ed. rev. atual. UFSC, 2005, 138p.

SILVA, Jose Carlos Teixeira. Tecnologia: Conceitos e Dimensões. 2002. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Revista Produção**. Curitiba, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr80_0357.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2016.

SOUZA, José Garcia de. **A epopeia do Correio Aéreo**. Rio de Janeiro: Revista Aeronáutica Editora, 1986.

TAVARES, Daniel de Melo Barreiro; SILVA, Anderson Chaves da; CORRÊA, Marcos Gomes. Offset: os impactos da Lei nº 12.598/2012 nas importações de produtos e sistemas de defesa pela Marinha do Brasil. 2014. In. XXXVIII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://jornalggn.com.br/sites/default/files/documentos/os_impactos_da_lei_n_12.598_nas_importacoes_de_produtos_e_sistemas.pdf>. Acesso em: 30 out. 2016.

TEIXEIRA, Francisco Lima Cruz. Desenvolvimento Industrial e Tecnologia: Revisão da Literatura e uma Proposta de Abordagem. **Cadernos EBAPE.BR** (FGV), Rio de Janeiro, 2005.

UCHIDA, Hoshimi. **Technology Transfer**. Chapter 3, in The Era of Industrialisation, Eds. Shunsaku Nishikawa; Takeji Abe. A History of the Japanese Economy, Vol. 4, Iwanami Shoten, 1990. Disponível em <http://www.grips.ac.jp/teacher/oono/hp/docu02/uchida_techtransfer.doc>. Acesso em: 07 set. 2014.

VALDUGA, Fernando. Embraer busca remover obstáculos para a fabricação do E-190. In: **Revista CAVOK**, 2010. Disponível em: <<http://www.cavok.com.br/blog/embraer-busca-remover-obstaculos-para-a-fabricacao-do-modelo-e-190/>>. Acesso em 08 Jun. 2016.

VASCONCELOS, Yuri. Berçário de Aviões. **Revista Pesquisa Fapesp**, ed. 234, Ago 2015. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/08/13/folheie-a-edicao-234/>>. Acesso 10 Jan. 2016.

VIEGAS, João Alexandre. **Vencendo o Azul: História da Indústria e Tecnologia Aeronáutica no Brasil**. São Paulo: Duas Cidades, 1989.

Recebido: 20 out. 2016.

Aprovado: 09 dez. 2016.

DOI: 10.3895/rts.v13n28.4656

Como citar: CAMARGO, G. M.; SPIANDORELLO, F. de M.; HOFFMANN, W. A. M. Estudo dos processos de transferência de tecnologia no setor aeronáutico brasileiro. **R. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 152-170, mai./ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/4656>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Gerson Marcelo Camargo

Rua Padre Duarte, 2263 Araraquara-SP. CEP 14801-310.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

