



Revista Eletrônica de Negócios

Internacionais (Internext)

E-ISSN: 1980-4865

revistainternext@gmail.com

Escola Superior de Propaganda e
Marketing
Brasil

Lopes Guerra, João Henrique; Domingues Fernandes Ferreira, Luís Miguel
**ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS
DOS FABRICANTES DE AVIÃO**

Revista Eletrônica de Negócios Internacionais (Internext), vol. 8, núm. 3, septiembre-diciembre, 2013, pp. 103-126

Escola Superior de Propaganda e Marketing
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=557557881007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc



REVISTA ELETRÔNICA DE
NEGÓCIOS INTERNACIONAIS
v.8, n.3, Art.6, p.103-126, 2013
<http://internext.espm.br>
ISSN 1980-4865

Artigo

ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DOS FABRICANTES DE AVIÃO

João Henrique Lopes Guerra¹

Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira²

Resumo: Este trabalho, de cunho teórico-conceitual, teve como objetivo identificar algumas prováveis consequências do modelo de integração de sistemas que tem sido adotado na indústria aeronáutica pelos principais fabricantes de avião do mundo. No modelo de integração de sistemas, os fabricantes de avião mantêm internamente as atividades associadas às suas competências essenciais e transferem aquelas associadas às suas competências periféricas aos fornecedores. Foram identificadas as seguintes consequências: o crescimento das alianças estratégicas na indústria aeronáutica; a internacionalização das cadeias aeronáuticas, com o fortalecimento de atividades produtivas em algumas regiões geográficas; os desafios relacionados à base de fornecedores domésticos e ao adensamento das cadeias nacionais; o maior poder dos fornecedores da primeira camada; a contribuição à disseminação de conhecimento entre cadeias de suprimentos; e o potencial surgimento de novos competidores.

Palavras-chave: indústria aeronáutica; fabricante de avião; modelo de integração de sistemas; cadeia de suprimentos aeronáutica

¹ Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos. Professor Adjunto da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: jhlg2000@ig.com.br

² Doutor em Engenharia de Sistemas pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Professor Auxiliar no Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro, Portugal. E-mail: lmferreira@ua.pt

Introdução

A indústria aeronáutica tem características que a diferenciam de outras indústrias: ela é um setor estratégico, símbolo de força para os países que a possuem (DOSTALER, 2008); ela é altamente intensiva em capital (TIWARI, 2005); o sucesso de seus produtos depende da evolução tecnológica, tornando as atividades de pesquisa e desenvolvimento essenciais (BASTOS, 2006).

Embora estas sejam características gerais da indústria aeronáutica, elas estão mais fortemente relacionadas a algumas camadas da sua complexa e intrincada cadeia produtiva. É o caso das empresas que fabricam aviões civis.

Lima et al. (2005, p.33) afirmam que os fabricantes de avião “costumam se destacar nas listas de maiores exportadores dos países, fazendo com que o setor se sobressaia no desempenho das economias nacionais”.

Há grandes barreiras de entrada relacionadas à produção de aviões, fato que pode ser evidenciado pelo pequeno número de atores no cenário mundial. Atualmente, o grupo dos principais fabricantes de aviões comerciais e executivos é composto por apenas quatro empresas: Boeing e Airbus, no caso dos grandes aviões, e Embraer e Bombardier, no caso dos aviões médios.

Devido à forte competição e à fragmentação dos mercados em segmentos menores, a sobrevivência de uma empresa depende do lançamento oportuno de produtos de sucesso (DOSTALER, 2008). Mas, o lançamento de um novo programa aeronáutico envolve pesados riscos tecnológicos, financeiros e de mercado (ver GUERRA, 2011).

Por causa disso, observa-se que os fabricantes de avião têm buscado a formação de alianças estratégicas com os seus fornecedores (GUERRA, 2011), visando, dentre outros motivos, a redução dos riscos associados ao lançamento de novos programas (ESPOSITO, 2004; GUERRA, 2011). Isto é possível porque, por meio dessas alianças, os fornecedores assumem mais responsabilidades (e riscos) e o fabricante de avião pode concentrar seu foco em competências específicas, assumindo o papel de integrador de sistemas (HORNG, 2007).

Segundo Hobday, Prencipe e Davies (2003), a integração de sistemas era considerada, no passado, uma área de conhecimento dentro da engenharia de sistemas, estando confinada à esfera técnica. Atualmente, ela é um modelo de negócio adotado em diferentes indústrias.

Por conta do modelo de integração de sistemas, os principais fabricantes de avião do mundo “têm empreendido uma forte desintegração vertical por meio da formação de alianças estratégicas com outras empresas” (GUERRA, 2011, p.251), com profundo impacto nas cadeias de suprimentos aeronáuticas (LIMA et al., 2005; HORNG, 2007).

Objetivo e método

Considerando esta discussão, o objetivo deste trabalho foi identificar e compreender quais são as prováveis consequências do modelo de integração de sistemas adotado pelos fabricantes de avião. O interesse aqui, no entanto, recai sobre as consequências mais diretamente associadas às cadeias de suprimentos aeronáuticas.

O trabalho é de cunho teórico-conceitual. Quanto ao tipo, ele pode ser classificado como qualitativo.

Os trabalhos na literatura que abordam o modelo de integração de sistemas adotado pelos fabricantes de avião do ponto de vista de um modelo de negócio ou que discutem questões envolvendo a ligação deste modelo com as cadeias de suprimentos aeronáuticas são escassos e, basicamente, estrangeiros. Apenas para ilustrar: uma pesquisa no Scopus, feita em 5 de setembro de 2012, buscando os termos “*aerospace industry*” ou “*aircraft manufacturer*” em conjunto com “*system integration*” ou “*system integrator*” resultou em 90 artigos. Desses, a grande maioria apresenta um enfoque técnico e, portanto, mais diretamente relacionado à engenharia de sistemas. Dos restantes, merecem destaque apenas os trabalhos de MacPherson e Pritchard (2003), Kim (2006) e Van Blokland et al. (2012), por estarem mais próximos do tema escolhido. No caso da literatura nacional, merece citação o trabalho de Guerra (2011), que descreve o modelo de integração de sistemas adotados pelos fabricantes de avião e analisa seus fatores motivadores. De fato, neste trabalho a autor já havia destacado a importância de serem desenvolvidos trabalhos com o objetivo de “analisar as consequências” que o modelo de integração de sistemas “tem trazido à indústria aeronáutica, principalmente em termos de impacto sobre a estrutura das cadeias aeronáuticas [...]” (GUERRA, 2011, p.261).

Assim, a pesquisa que gerou este trabalho tem características exploratórias.

Buscou-se reunir a escassa literatura que analisa, direta ou indiretamente, as prováveis consequências do modelo de integração de sistemas para as cadeias aeronáuticas. Na literatura identificada, citada ao longo do artigo, este tema encontra-se muito fragmentado, já que, de modo geral, ele não é o tema central dos trabalhos encontrados, mas é discutido no contexto de outros temas.

O processo de análise de dados buscou identificar a convergência de ideias existentes na literatura encontrada. Este artigo, assim, representa uma explanação textual que procurou adequar o máximo possível (mas não perfeitamente – YIN, 2005) as interpretações oferecidas por diferentes autores sobre o tema escolhido.

É importante destacar que o fato da literatura disponível ser basicamente estrangeira (GUERRA, 2011) resulta em um visível enfoque nas empresas fabricantes de avião Boeing e Airbus. Assim, buscou-se incluir (e, na medida do possível, enfocar) a brasileira Embraer nas discussões.

As discussões apresentadas são ilustradas com exemplos reais, obtidos dos próprios fabricantes de avião ou da literatura.

Aliança estratégica

Segundo Eiriz (2001, p.66), as alianças estratégicas “parecem, cada vez mais, ser uma opção recorrente”, o que acaba, por consequência, refletindo “num número cada vez maior de estudos sobre o tema”. No entanto, para Klotzle (2002, p.85), “a ausência de um referencial teórico consistente”, dificulta o desenvolvimento de estudos sobre o tema aqui no Brasil.

Yoshino e Rangan (1996, p.5) definem aliança estratégica como “[...] uma parceria comercial que aumenta a eficácia das estratégias competitivas das organizações participantes, propiciando o intercâmbio mútuo e benéfico de tecnologias, qualificações ou produtos baseados nestas”.

Embora não haja consenso na literatura sobre a definição de “aliança estratégica” (KLOTZLE, 2002), é possível conhecer este tipo de aliança através de suas características.

Eiriz (2001) diferencia uma aliança estratégica de outros tipos de alianças adotando o critério de que a primeira reúne um conjunto de características que lhe confere uma dimensão estratégica que não está presente nas outras. As características seriam as seguintes (p.67-68): uma aliança estratégica resulta de um conjunto coerente de decisões; é um meio para desenvolver uma vantagem competitiva sustentável; tem um impacto organizacional de longo prazo; é um meio para responder a oportunidades e ameaças externas; é baseada em recursos organizacionais que mostram forças e fraquezas; afeta decisões operacionais; envolve todos os níveis hierárquicos da organização; é influenciada pelo seu contexto cultural e político; e envolve, direta ou indiretamente, todas as atividades da organização.

Segundo Vidotto e Rebelatto (2003), a adoção de alianças estratégicas pelas empresas tem crescido devido à concorrência nos mercados domésticos e internacionais. Estes autores afirmam que são vários os fatores que levam as empresas a formarem uma aliança estratégica, incluindo a redução de custos, a capacitação tecnológica e o aumento na participação de mercado. Assim, esta prática busca “aumentar a competitividade das empresas” (p.1).

Dentre as alianças estratégicas mais comuns encontradas na indústria aeronáutica, estão as seguintes (para mais detalhes sobre a tipologia das alianças estratégicas existentes, sugere-se a leitura de EIRIZ, 2001):

- **Subcontratação:** aliança estratégica por meio da qual uma empresa (a contratante) contrata outra (a subcontratada) para executar uma parte do seu processo de produção (EIRIZ, 2001).
- **Consórcio:** quando duas ou mais empresas com capacidades e competências possíveis de serem complementadas se juntam no desenvolvimento de um projeto técnico de grande envergadura e duração no tempo (EIRIZ, 2001). Tipicamente, as empresas que formam um consórcio desejam participar de um projeto, mas não têm recursos (ou interesse) para empreendê-lo sozinhas.
- **Joint-venture:** “quando duas ou mais empresas constituem uma nova entidade” (EIRIZ, 2001, p.74); “é uma fusão entre sócios de recursos financeiros, tecnológicos, produtivos e mercadológicos, consolidado em uma pessoa jurídica” (VIDOTTO; REBELATTO, 2003, p.7).
- **Parceria de risco (*risk-sharing partnership*):** no contexto da indústria aeronáutica, parceiro de risco refere-se ao fornecedor que participa do desenvolvimento de um programa aeronáutico com o fabricante de avião, define especificações técnicas, agrupa tecnologia e fica responsável pelo fornecimento de um sistema completo que posteriormente é integrado na montagem final do avião (BASTOS, 2006). Ao ficar responsável pelo projeto e produção de um sistema, o parceiro assume seus diversos custos associados: engenharia, infraestrutura, ferramentais, insumos, mão de obra direta e indireta, etc (FIGUEIREDO; SILVEIRA; SBRAGIA, 2008). Uma das principais características desse tipo de aliança é que o fabricante de avião compartilha com os seus parceiros os diversos riscos associados ao programa. Em compensação, os parceiros também participam do retorno do investimento envolvido no programa. Em um modelo cliente-fornecedor tradicional (sem a parceria de risco), a exposição do segundo é menor: seu papel é atender uma especificação, fornecer aquilo que foi combinado e receber o pagamento de acordo com a quantidade entregue. Além disso, o fabricante de avião assume a responsabilidade pela integração entre os vários sistemas do avião. Diferentemente, no modelo da parceria de risco a responsabilidade é

compartilhada: cada um dos parceiros deverá se preocupar com a interface do seu sistema com os sistemas dos outros parceiros. Assim, segundo Figueiredo, Silveira e Sbragia (2008), a parceria de risco exige uma forte troca de conhecimento e tecnologia entre os parceiros e entre estes e o fabricante de avião.

Exemplos de alianças estratégicas na indústria aeronáutica podem ser encontrados nos *sites* dos fabricantes de avião, em Netto (2005) e em Embraer (2009).

O modelo de integração de sistemas dos fabricantes de avião

Muitos dos produtos atuais são tão complexos que as empresas já não conseguem dominar completamente todo o conhecimento que os envolve. Os fabricantes de automóveis foram um dos primeiros a transferir a responsabilidade por tarefas aos seus fornecedores (A.T. KEARNEY, 2003). Atualmente, diferentes indústrias adotam o modelo de integração de sistemas (HOBDAY; PRENCIPE; DAVIES, 2003), incluindo a aeronáutica.

Guerra (2011) explica que no modelo de integração de sistemas os fabricantes de avião mantêm internamente as atividades associadas às suas competências essenciais, ao passo que as atividades associadas às suas competências não essenciais (periféricas) são transferidas a outras empresas (fornecedores). As competências essenciais, segundo o autor, são diferenciadoras: por meio delas são geradas atividades que agregam valor ao produto, conferindo a ele uma diferenciação sob os olhos do mercado.

No modelo de integração de sistemas, os fabricantes de avião preferem ter menos fornecedores assumindo mais responsabilidades, o que significa que eles fornecem sistemas mais complexos e completos (ESPOSITO; RAFFA, 2007; HORNG, 2007; MacPHERSON; PRITCHARD, 2007).

Dentre os fatores motivadores que induzem os fabricantes de avião a adotarem esse modelo – foco do trabalho de Guerra (2011) – estão os seguintes: o acesso dos fabricantes de avião a tecnologias especializadas (uma atividade associada a uma competência periférica que o fabricante de avião não deseja mais manter internamente pode estar associada a uma competência essencial do fornecedor que irá assumi-la), o acesso a empresas (fornecedores) mais eficientes e a redução dos riscos (tecnológico, financeiro e de mercado) presentes na indústria aeronáutica.

Guerra (2011, p.253-254) identificou, com base na literatura, que as competências essenciais que os fabricantes de avião estariam interessados em manter internamente seriam as cinco seguintes:

- **Marketing:** participação em feiras (exemplo: Le Bourget, na França, e Farnborough, na Inglaterra), apresentações, contatos com possíveis clientes, gestão da marca, etc.
- **Desenvolvimento de produto:** inclui tanto as primeiras etapas do desenvolvimento, quando são definidos os requisitos básicos do produto pelo fabricante de avião, quanto as etapas posteriores, com a participação dos fornecedores, com forte interação entre os fornecedores e o fabricante de avião e entre os próprios fornecedores. Os sistemas “projetados, fabricados e fornecidos por diferentes fornecedores devem ‘conversar’ e se ajustar entre si de tal modo que o avião tenha as características e atenda aos requisitos definidos pelo fabricante de avião” (p.253). O fabricante de avião define padrões, implementa processos comuns, garante o compartilhamento de informações entre os envolvidos, coordena o seu time de projeto com os times dos fornecedores visando garantir a

completa integração entre os sistemas, armazena as informações sobre o programa e mantém contato próximo com as agências de certificação.

- **Montagem final:** os diferentes sistemas do avião são recebidos dos fornecedores pelo fabricante de avião e integrados entre si. Em seguida, são realizados vários testes e, finalmente, ocorre a entrega do avião ao cliente. O fabricante de avião faz o controle de toda a documentação gerada durante a produção, visando garantir o histórico do produto (rastreabilidade).
- **Comercialização:** venda do avião, incluindo a operação de financiamento e o contrato de compra/venda.
- **Serviços ao cliente:** manutenção, reparo e revisão, treinamento, fornecimento de *spare parts* (peças de reposição), elaboração de publicações técnicas, etc.

Guerra (2011) cita exemplos que exemplificam que os principais fabricantes de avião do mundo têm avançado na direção desse modelo: considerando os programas comerciais mais recentes da Embraer, nota-se uma estrutura mais integralizada no EMB-120 Brasília, um forte aprofundamento do papel e das responsabilidades dos fornecedores no ERJ-145 e o ápice ocorrendo no programa seguinte, o Embraer 170/190. Na Boeing, também é possível observar este avanço em seus programas mais recentes: 767, 777 e, especialmente, no novo programa 787 *Dreamliner* (já em operação). Já no caso da Airbus, pode-se destacar o A380 (já em operação) e, especialmente, o novo programa A350 XWB, futuro concorrente do 787 e com entrada em serviço prevista para ocorrer em 2014. Sobre a Bombardier, pode-se citar o novo programa *CSeries*, previsto para entrar em operação em 2013.

Conforme Guerra (2011) explica, nas atividades de desenvolvimento de produto e montagem final é onde ocorre a integração de sistemas: a união de sistemas complexos, complementares e inter-relacionados visando a criação de um sistema maior. O autor lembra que um avião é composto por sistemas complexos que são “integrados” entre si – e não apenas “juntados” (a interface entre os sistemas é complexa).

Analisando-se esta interpretação de Guerra (2011) para o modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica, cabe fazer uma reflexão: as cinco competências essenciais descritas anteriormente não correspondem à realidade dos fabricantes de avião, já que atualmente eles realizam atividades (a fabricação de componentes e sistemas, por exemplo) que estão além dessas competências. Apenas para ilustrar: no caso do programa 170/190, a Embraer fabrica uma fuselagem dianteira e uma central. Neste contexto, parece frágil definir o modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica de uma forma estática e única, conforme sugerido pelas cinco competências anteriores – ou seja: só adotaria este modelo quem realizasse atividades relacionadas *apenas* às cinco competências anteriores. Ao invés disso, parece fazer mais sentido considerar este modelo como um processo evolutivo no qual essas cinco competências representassem o seu limite final (isto é, o seu último estágio).

Uma discussão relevante é se os fabricantes de avião desejam realmente alcançar esse último estágio – isto é, manter internamente *apenas* as cinco competências anteriores. Seria compreensível se um fabricante de avião decidisse continuar fabricando, por exemplo, alguns sistemas aeroestruturais visando preservar um domínio tecnológico. Para ele, esta atividade poderia estar associada a uma competência essencial. Neste caso, seria melhor mantê-la internamente.

Assim, embora seja possível imaginar um limite final para o modelo de integração de sistemas, o modelo ideal buscado por um fabricante de avião específico poderia estar um ou alguns estágios antes desse limite. Portanto, a consideração do modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica como um processo evolutivo poderia ser complementada pela ideia de que o limite ideal buscado por cada fabricante pode estar ao longo de um *continuum*. Isso significa que os limites finais dos diferentes fabricantes de avião podem não coincidir em um limite final comum. Na realidade, o limite final pode variar mesmo quando se considera um fabricante de avião específico: ele pode ser influenciado por características do programa. Por exemplo: Ferreira, Salerno e Lourenço (2011) mostram que no programa executivo Phenom da Embraer, a priorização de critérios como custo e *time-to-market* resultaram em um programa mais integralizado que o predecessor (170/190).

Segundo Guerra (2011), os fabricantes de avião implementam o modelo de integração de sistemas por meio da formação de alianças (em especial, as estratégicas, como as parcerias de risco) que viabilizam a transferência de atividades associadas às suas competências não essenciais para os seus fornecedores. Assim, o modelo de integração de sistemas representa um importante mecanismo pelo qual ocorre a desintegração vertical na indústria aeronáutica atualmente (chamada de “reorganização global” por ESPOSITO; RAFFA, 2007, p.167).

Consequências do modelo de integração de sistemas

A seguir são apresentadas as prováveis consequências da adoção do modelo de integração de sistemas. Evidentemente, não são discutidas aqui todas as consequências, mas tão somente aquelas mais diretamente relacionadas às cadeias de suprimentos aeronáuticas (considera-se, por exemplo, que os efeitos desse modelo sobre o processo de desenvolvimento de produto sejam profundos e amplos a ponto de exigirem pesquisas específicas).

Crescimento das alianças estratégicas

Considerando que os fabricantes de avião têm buscado e intensificado a adoção do modelo de integração de sistemas e este modelo é implementado especialmente por meio de alianças estratégicas, há, portanto, uma tendência de crescimento desse tipo de aliança na indústria aeronáutica. De fato, este crescimento não passa despercebido na literatura (ver: ESPOSITO, 2004; NIOSI; ZHEGU, 2005; ROSSETTI; CHOI, 2005; ABOULAFIA, 2007; ESPOSITO; RAFFA, 2007).

Dentre as alianças estratégicas mais implementadas, as parcerias de risco estão ganhando cada vez mais destaque entre os fabricantes de avião.

A Embraer introduziu o modelo de parcerias de risco no início da década de 90, através do programa ERJ 145 (ver EMBRAER, 2009; lançado no final da década de 80, o primeiro vôo deste avião ocorreu em 1995). Pode-se identificar tanto na literatura (DORNA et al., 2004; MARTINEZ, 2007; FIGUEIREDO; SILVEIRA; SBRAGIA, 2008), quanto por meio da própria Embraer (ver: JÚLIO; SALIBI NETO, 2001; NETTO, 2005), que o modelo de parcerias de risco foi fundamental para a sobrevivência da empresa, que se encontrava em situação delicada naquela época.

O sucesso do 145 (segundo dados disponíveis no *site* da empresa, mais de mil aviões foram entregues, considerando-se todas as suas versões: comercial, executiva e militar) fez com que vários fornecedores importantes da indústria aeronáutica se interessassem em participar como parceiros de risco em programas da Embraer. Assim, no programa Embraer 170/190 (lançado em 1999, com o primeiro vôo ocorrendo em 2002 e a entrada

em serviço em 2004, segundo EMBRAER, 2009) o processo de seleção dos parceiros foi mais rigoroso, permitindo que a empresa escolhesse as empresas que se mostraram mais próximas de seus interesses estratégicos (MARTINEZ, 2007). De acordo com Bastos (2006) e Figueiredo, Silveira e Sbragia (2008), a experiência obtida no 145 levou a Embraer a formar parcerias mais complexas e integradas no 170/190.

No Quadro 1 são mostrados os parceiros de risco da Embraer nos programas 145 e 170/190. No caso do programa Phenom, já em fase de serialização (o primeiro vôo ocorreu em 2007), a existência de parcerias de risco é citada em Embraer (2007a, 2007b, 2008a).

Vários autores também citam ou discutem a utilização desse tipo de aliança em programas recentes da Boeing, Airbus e Bombardier (PRITCHARD, 2002; CIZMECI, 2005; HORNG, 2007; PRITCHARD; MACPHERSON, 2007; MONTORO; MIGON, 2009).

Cabe, no entanto, comentar um fato peculiar que envolve a Airbus nesta discussão sobre as alianças estratégicas. Segundo Bowen Junior (2007), na estrutura europeia que forma a “organização Airbus”, cada empresa possui um relacionamento próximo com seu respectivo governo e é especializada em uma parte do avião. Diferentes sistemas do avião são fabricados em diferentes plantas na Europa (ver as páginas 64 e 65 de PRITCHARD, 2002, e o *site* da Airbus). As competências necessárias para a fabricação de cada sistema foram desenvolvidas ao longo dos vários programas lançados pela empresa.

O resultado, segundo Bowen Junior (2007), é menos flexibilidade política para a formação de alianças do que a sua rival Boeing. Isto não significa, no entanto, que a Airbus seja uma exceção no que se refere ao crescimento das alianças estratégicas na indústria aeronáutica. De fato, os dois programas mais recentes da empresa (o A380 e o A350) são exemplos que contribuem para ilustrar esse crescimento (ver HORNG, 2007, para o caso do A380 e PRITCHARD; MacPHERSON, 2007, para o caso do A350).

Quadro 1 – Parceiros de risco da Embraer nos programas 145 e 170/190 e principais itens fornecidos

Programa ERJ 145 (a)	
Aernnova (Espanha)	Asas, portas do trem de pouso principal
Sonaca (Bélgica)	Segmentos da fuselagem, portas (principal e do compartimento de bagagem)
Enaer (Chile)	Estabilizadores horizontal e vertical
C&D Zodiac (França)	Interior
Programa Embraer 170/190 (b)	
General Electric (EUA)	Propulsão
Honeywell (EUA)	Aviônicos
Liebherr (Suíça)	Trens de pouso
Hamilton Sundstrand (EUA)	Unidade auxiliar de potência, sistemas elétrico e de ar-condicionado
Kawasaki (Japão)	Superfícies de controle das asas e das portas do trem de pouso principal
Aernnova (Espanha)	Segmento da fuselagem e estabilizadores horizontal e vertical
Sonaca (Bélgica)	Segmento da fuselagem
C&D Zodiac (França)	Interior
Latécoère (França)	Segmentos da fuselagem

ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

Parker Hannifin (EUA)	Sistemas hidráulico, de combustível e de controle de vôo
Grimes (EUA)	Iluminação externa e da cabine de comando
Goodrich (EUA)	Sistema anemométrico

Fontes: site da Embraer e também: (a) Dorna et al. (2004), Bastos (2006), Embraer (2007a, 2008a) e Martinez (2007); (b) Lima et al. (2005), Bastos (2006), Embraer (2007a, 2008a) e Figueiredo, Silveira e Sbragia (2008);

Obs.: o país indica a localização da sede da organização

Aumento da internacionalização das cadeias de suprimentos aeronáuticas

Por suas implicações nos sistemas e processos logísticos, nos modelos de gestão, no relacionamento e interdependência entre as empresas, no processo de gerenciamento de riscos e na própria economia dos países, a internacionalização das cadeias de suprimentos tem atraído muita atenção, já sendo um tema recorrente na literatura (ver, por exemplo: GEREFFI; LEE, 2012; JARA; ESCAITH, 2012; CANIATO; GOLINI; KALCHSCHMIDT, 2013; CASSON, 2013) e até na imprensa (NASSAR, 2013).

Segundo Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005, p.78), “a economia mundial mudou significativamente nas últimas décadas, especialmente nas áreas de comércio internacional e organização industrial”. A existência de cadeias de suprimentos globais não é um fenômeno recente (GEREFFI; LEE, 2012; CASSON, 2013) e atualmente elas estão presentes em diferentes indústrias, tais como a automobilística, a eletrônica, entre várias outras (ESPOSITO; RAFFA, 2006, 2007).

Uma porcentagem considerável do custo de um avião tradicionalmente sempre foi fornecida aos fabricantes de avião por outras empresas (ABOULAFIA, 2007), embora não necessariamente do exterior. Mas, de fato, a internacionalização também é algo tradicional nessa indústria (NIOSI; ZHEGU, 2005; ESPOSITO; RAFFA, 2006).

O modelo de integração de sistemas fortalece esta tradição ao impulsionar este fenômeno. Guerra (2011, p.260) defende que a internacionalização da indústria aeronáutica não só representa “uma das características mais marcantes” desse modelo, mas “se confunde com ele”, já que esta característica seria uma maneira de observar a implementação desse modelo na prática.

O processo de internacionalização tornou a indústria aeronáutica uma rede organizada globalmente, com cadeias de suprimentos cada vez mais geograficamente dispersas (ver, por exemplo: BERNARDES; PINHO, 2002; PRITCHARD, 2002; ESPOSITO, 2004; NIOSI; ZHEGU, 2005; ESPOSITO; RAFFA, 2006, 2007; HORNG, 2007; MARTINEZ, 2007).

A Embraer pode ser utilizada como exemplo. De acordo com Cassiolato, Bernardes e Lastres (2002) e Bastos (2006), do fluxo total de suprimentos da Embraer, em termos de valor, da ordem de 95% são oriundos de empresas estrangeiras (cabe ressaltar que alguns fornecedores estrangeiros possuem instalações no Brasil).

De fato, com base no Quadro 1 e em Embraer (2007a, 2007b, 2008a), é possível observar que não há parceiro de risco nacional nos programas 145, 170/190 e Phenom. O grupo dos fornecedores ditos “normais”, por sua vez, em sua maioria são empresas estrangeiras (neste grupo não estão incluídos os fornecedores chamados pelo autor de “empresas subcontratadas”, que são basicamente pequenas e médias empresas nacionais que fornecem um serviço, já que a Embraer disponibiliza o projeto e os insumos).

De modo geral, os fabricantes de avião têm privilegiado as alianças internacionais. Neste contexto, alguns autores observam uma redução do conteúdo nacional dos aviões (MacPHERSON; PRITCHARD, 2003; MARTINEZ, 2007).

É importante destacar que algumas regiões têm sido particularmente favorecidas pela internacionalização produtiva da indústria aeronáutica. O caso da Ásia, principalmente o seu lado do Pacífico, é emblemático pelo fato dessa região representar um contrapeso em relação às regiões onde estão instalados os principais fabricantes de avião: Estados Unidos (Boeing), Europa (Airbus), Brasil (Embraer) e Canadá (Bombardier).

Bowen Junior (2007) associa a importância da Ásia para a indústria aeronáutica a um contexto mais amplo, relacionado ao desenvolvimento econômico desta região. Ele cita dois motivos que explicam porque a Ásia tem afetado a trajetória da indústria aeronáutica. O primeiro deles refere-se ao fato de que vários países asiáticos estão, de forma crescente, fornecendo componentes, subsistemas e sistemas aeroestruturais para a Boeing e a Airbus. Além disso, dados colhidos pelo autor mostram que a Ásia tem algumas das mais importantes companhias aéreas do mundo. Assim, o segundo motivo seria o seguinte: como uma proporção crescente dos grandes aviões tem operado em rotas asiáticas, as necessidades das companhias aéreas dessa região têm influenciado as especificações de projeto dos novos programas. Por exemplo: as companhias aéreas asiáticas consideram que as distâncias que separam a Ásia da Europa e América do Norte passaram a ser uma questão muito importante conforme o crescimento dos países asiáticos tornou as conexões com essas duas regiões mais frequentes. Dessa forma, elas parecem preferir aviões com um maior alcance (autonomia). Boeing e Airbus, então, têm respondido com o desenvolvimento de aviões que atendem essa característica.

Os países asiáticos que mais têm recebido destaque na literatura são: Japão, Coréia do Sul, Rússia, Taiwan, China, Singapura e Índia. Existem muitas informações disponíveis sobre a participação deles em atividades da indústria aeronáutica (ver: ANTOINE et al., 2003; MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, 2007; BALES; MAULL; RADNOR, 2004; NETTO, 2005; BOWEN JUNIOR, 2007; HORNG, 2007; BÉDIER; VANCAUWENBERGHE; VAN SINTERN, 2008).

O Japão, por exemplo, tem uma longa tradição nessa indústria e a sua participação nos programas mais recentes da Boeing (767, 777 e 787) ampliou-se a ponto de atualmente empresas do país estarem responsáveis pela fabricação das asas do último (BOWEN JUNIOR, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007). O que torna esta informação relevante, para Bowen Junior (2007), é o fato da asa ser o sistema aeroestrutural mais importante dos pontos de vista de custo, sofisticação tecnológica e efeito sobre o desempenho do avião.

De acordo com Horng (2007), embora as alianças entre a Airbus e os países da Ásia tenham começado mais tarde, quando comparadas com o caso da Boeing, a empresa europeia tem perseguido uma estratégia agressiva para fortalecer seus laços com essa região.

A Embraer, por sua vez, ainda tem privilegiado os fornecedores dos EUA e da Europa: dados fornecidos por Bernardes e Pinho (2002), Cassiolato, Bernardes e Lastres (2002) e Martinez (2007) revelam que em torno de 90 a 95% de todos os fornecedores estrangeiros da empresa são dos EUA e da Europa, considerando-se os programas 145 e 170/190 (ver também EMBRAER, 2008b).

Desafios à base de fornecedores domésticos e ao adensamento das cadeias

Porter (1998) define um *cluster* como uma concentração geográfica de empresas e instituições inter-relacionadas que pertencem a um setor particular. Segundo Niosi e Zhegu (2005), um *cluster* é constituído por dezenas ou até centenas de empresas pequenas e médias que “gravitam” em torno de uma ou poucas grandes empresas-âncoras.

Niosi e Zhegu (2005) explicam que a indústria aeronáutica é dominada por empresas com grandes plantas que possuem equipamentos complexos, de alto custo e que não podem ser transferidos facilmente de um ponto a outro. Conforme as empresas ganham mercado, elas aumentam a sua planta ou absorvem outras na mesma região ou em outras regiões. Por conta disso, um *cluster* aeronáutico é um fenômeno de longo prazo.

Os mesmos autores mostram que os EUA e a Europa possuem *clusters* de produção aeronáutica espalhados geograficamente. Nos EUA, destacam-se os de Los Angeles, São Francisco e Seattle. Na Europa, a dispersão é maior, cobrindo vários países, mas o Reino Unido, a França e a Alemanha merecem destaque. Toulouse (França) é o principal *cluster* da Europa. No Canadá, destaque para os *clusters* de Montreal e Toronto.

No Brasil, o *cluster* do Vale do Paraíba (destaque para a cidade de São José dos Campos) compreende plantas da Embraer, além de várias empresas que pertencem à cadeia de suprimentos da empresa. Nesta região há também empresas da indústria aeroespacial que não fazem parte da cadeia da Embraer (ver: BERNARDES; PINHO, 2002; OLIVEIRA, 2005). Segundo Oliveira (2005), o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) e a Embraer são os principais fatores de atração de empresas aeroespaciais para essa região.

No contexto da internacionalização da indústria aeronáutica, Niosi e Zhegu (2005) acreditam que: (i) o fluxo de conhecimento local que ocorre dentro de um *cluster* aeronáutico é menos importante em quantidade e valor estratégico do que o internacional; (ii) a troca de materiais dentro dos *clusters* tende a diminuir.

De fato, grande parte do fluxo de conhecimento ocorre entre o fabricante de avião e os seus principais fornecedores – que, cada vez mais, tendem a ser empresas internacionais localizadas em outros *clusters* e que possuem grande interação com o fabricante de avião devido à importância dos sistemas que fornecem.

Oliveira (2005, p.128) defende que os fornecedores de aeroestrutura da cadeia local da Embraer “ficam descolados da trajetória de aprendizagem tecnológica” da empresa. Em um trabalho que abordou o programa 145, Dorna et al. (2004) afirmam que a internacionalização adotada pela empresa foi “determinante para o quadro vigente de fracos efeitos de *linkages* e *spillovers* verificados na cadeia produtiva aeronáutica nacional” (p.3644; para os autores, é “extremamente baixo o poder de irradiação e de transbordamento de efeitos benéficos ao tecido produtivo nacional que a atividade aeronáutica brasileira encerra” – p.3646).

Por outro lado, pode-se supor que importantes fornecedores localizados no exterior privilegiem empresas também do exterior para serem seus próprios fornecedores – e não aquelas que pertencem ao *cluster* do fabricante de avião. Foi esta preocupação (quanto ao seu futuro) que Bernardes e Pinho (2002) sentiram dos pequenos e médios fornecedores locais da cadeia da Embraer durante a sua pesquisa.

Estes autores também acreditam que as condições financeiras, os requisitos e as competências exigidas de um parceiro de risco ou de um fornecedor importante tornam esses papéis quase inacessíveis aos pequenos e médios fornecedores brasileiros. Oliveira (2005, p.141), por sua vez, defende que estas empresas “não possuem uma margem de manobra que possibilite uma inserção mais estratégica na cadeia produtiva”.

Para Oliveira, L.G. (2008), a Embraer está atualmente mais vinculada à coordenação de uma rede de fornecedores externos, do que uma rede local de produção. Já Oliveira, F.B. (2008) afirma que, no caso brasileiro, a cadeia produtiva bastante internacionalizada reduziu a importância dos fornecedores domésticos, o que implica em dificuldades para o adensamento da cadeia de suprimentos nacional.

Segundo Montoro e Migon (2009, p.118), “embora a reorganização da cadeia com base em maior desverticalização e hierarquia, proporcionadas pela fórmula dos parceiros de risco, tenha contribuído para aumentar a competitividade da Embraer e reduzir o risco tecnológico e financeiro, a nova organização da cadeia cria uma rigidez e um viés contrários ao adensamento. O viés refere-se ao próprio desinteresse dos parceiros de risco pela nacionalização de suas atividades, em especial fabricação e montagem. Seja por razões estratégicas (manutenção de competências estratégicas na matriz), seja pelo pequeno porte do mercado regional na América Latina, que não é compatível com as escalas econômicas de operação requeridas”. Oliveira (2005, p.78) complementa: “embora a produção de aviões no Brasil seja significativa, ela por si só não possui uma escala de produção elevada. Esta variável [...] acaba por exercer muitas vezes o papel de barreira natural para o ingresso de novos entrantes neste setor”.

A preocupação quanto aos efeitos da internacionalização da indústria aeronáutica sobre a parcela doméstica das cadeias de suprimentos aeronáuticas também é observada no caso de outros fabricantes de avião. MacPherson e Pritchard, por exemplo, mostram-se pessimistas com relação às consequências que o modelo de integração de sistemas pode trazer à base de fornecedores domésticos da Boeing, aos níveis de emprego na indústria aeronáutica americana e à capacidade tecnológica dessa indústria (ver: MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007). Eles defendem que as “exportações norte-americanas de grandes aviões de passageiros tendem a crescer sob uma abordagem de integração de sistemas ao longo dos próximos anos. Mesmo assim, a tarefa de manufatura está destinada a encolher dentro dos EUA” (MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, p.236). “Integração de sistemas em uma base de compartilhamento de risco [...] implica em perdas de emprego doméstico entre trabalhadores qualificados, com experiência em projeto, engenharia e P&D (Pesquisa e Desenvolvimento)” (PRITCHARD; MacPHERSON, 2007, p.2).

Horng (2007, p.121), por sua vez, ainda acredita na ocorrência de fusões e aquisições que historicamente sempre caracterizaram a indústria aeronáutica: “a concorrência global e exigências financeiras e tecnológicas crescentes para competir no mercado significa que os fornecedores das camadas mais a montante, muitas vezes com uma base de capital menor, serão forçados a sofrer fusões ou aquisições por empresas maiores de modo a atingirem uma posição suficientemente robusta para enfrentar a concorrência no mercado”.

Portanto, pelo fato do modelo de integração de sistemas estar favorecendo uma internacionalização que começa em um ponto estratégico da cadeia – a primeira camada de fornecedores dos fabricantes de avião, ocupada por importantes empresas com poder de decisão sobre as camadas a montante –, ele gera desafios: (i) ao adensamento das cadeias locais dos fabricantes de avião; (ii) à base de fornecedores domésticos atuais.

Maior poder dos fornecedores da primeira camada

A concentração produtiva é uma característica da indústria aeronáutica: além de haver poucos fabricantes de avião, há relativamente poucos fornecedores que, por conta disso, são compartilhados pelos primeiros (CIZMECI, 2005; LIMA et al., 2005; BASTOS, 2006; NIOSI; ZHEGU, 2005). Há inclusive fornecedores que compartilham uma base de fornecimento comum – caso dos fabricantes de motor, segundo Tiwari (2005) (de acordo

com OLIVEIRA, 2005, não raro o próprio motor fornecido é o mesmo utilizado por diferentes fabricantes de avião).

Embora esta característica esteja relacionada às grandes barreiras de entrada existentes na indústria aeronáutica, o modelo de integração de sistemas representa um potencial fator causador adicional: ao buscarem ter menos fornecedores assumindo mais responsabilidades, os fabricantes de avião podem estar favorecendo fusões e aquisições na base de fornecimento. Nesta linha, Cizmeci (2005) afirma que a consolidação é uma tendência no setor de sistemas aeroestruturais, considerando que os fabricantes de avião estão preferindo receber produtos mais complexos e de maior valor agregado.

Pelo menos no caso dos sistemas mais importantes, os fabricantes de avião costumam adotar fonte única de fornecimento.

Esta estratégia é influenciada pelo processo de certificação de um novo avião: como variações de sistemas importantes significam diferentes configurações do produto, obter uma segunda fonte impacta diretamente este custoso e demorado processo (CIZMECI, 2005). No entanto, esta estratégia também é influenciada por características das alianças estratégicas que viabilizam o modelo de integração de sistemas. Em uma parceria de risco, por exemplo, ao investir recursos de diferentes ordens e assumir riscos, o parceiro recebe em troca a garantia de exclusividade no fornecimento do sistema (LIMA et al., 2005).

Cabe observar que as alianças estratégicas (especialmente a parceria de risco) adotadas no modelo de integração de sistemas também favorecem a fidelidade entre o fabricante de avião e os seus fornecedores durante o (longo) ciclo de vida de um programa aeronáutico. A Embraer (2007a) assume: “a produção de nossas aeronaves é feita com a estreita colaboração dos parceiros de compartilhamento de risco, responsáveis pelo desenvolvimento e fabricação de partes importantes das aeronaves [...]. Uma vez selecionados tais parceiros estratégicos, e iniciado o desenvolvimento de programas e montagem das aeronaves, torna-se difícil a substituição destes parceiros. Em alguns casos, a aeronave é projetada especificamente para receber um determinado componente, como por exemplo, os motores, os quais não poderão ser substituídos por produtos de outros fabricantes sem que ocorram atrasos e despesas substanciais” (p.47).

Conforme discutido, o modelo de integração de sistemas permite que os fabricantes de avião compartilhem com os seus fornecedores os riscos associados à indústria aeronáutica. Porém, do ponto de vista desses fornecedores, os riscos resultantes (os que eles já tinham e mais os que foram transferidos a eles) acabam por se mostrar difíceis de gerenciar sozinho. Por conta disso, alguns fornecedores estão transferindo parte da sua responsabilidade (e dos riscos) aos seus próprios fornecedores (no caso dos fabricantes de motores, ver: OLIVEIRA, 2005; TIWARI, 2005). Assim, alguns fornecedores também estão adotando o modelo de integração de sistemas (TIWARI, 2005; HORNG, 2007).

Todos esses fatores (compartilhamento de fornecedores, fonte única de fornecimento, fidelidade entre o fabricante de avião e os seus principais fornecedores e transformação de alguns fornecedores em integradores de sistemas), considerados em conjunto, sugerem uma maior dependência dos fabricantes de avião em relação aos seus fornecedores no modelo de integração de sistemas. Isto porque, nesse modelo, os fabricantes de avião não transferem aos fornecedores apenas riscos, mas também decisões que interferem no produto e na estrutura da cadeia, já que os fornecedores ficam responsáveis por projetar e fabricar sistemas completos e por decidir quem irá fornecer seus subsistemas.

Este maior poder dos fornecedores é citado em Bales, Maull e Radnor (2004) e Aboulafia (2007). A Embraer (2007a), por sua vez, afirma que “a dependência nos parceiros de

compartilhamento de risco nos torna suscetíveis aos riscos do desempenho, qualidade dos produtos e situação financeira de tais parceiros” (p.47).

Contribuição à disseminação do conhecimento na indústria aeronáutica

Oliveira (2005) afirma que a evolução de uma empresa é refletida sobre o grupo ao qual ela pertence. Assim, mudanças importantes que ocorrem nas cadeias da Boeing e da Airbus são, por exemplo, incorporadas pela Embraer ou Bombardier. Alguns autores explicam como isso ocorre.

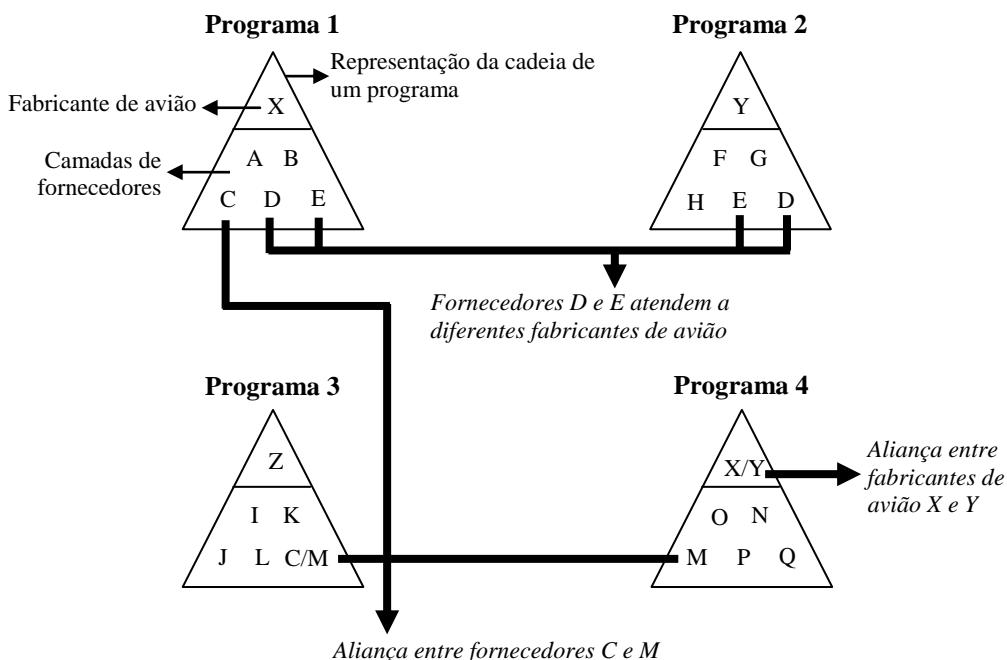
De acordo com Niosi e Zhegu (2005), os fornecedores absorvem conhecimento na interação com um fabricante de avião. Como ocupam diferentes cadeias, esse conhecimento acaba sendo aproveitado por eles para atender as demandas de outros fabricantes de avião. Tiwari (2005), ao discutir o caso da Rolls Royce (fabricante de motor), mostra que o mesmo processo ocorre em camadas mais a montante da cadeia.

Desta forma, com o objetivo de ganhar ou ampliar a sua participação em outros mercados, uma empresa que absorveu um conhecimento em um programa pode aproveitá-lo em outros (ESPOSITO, 2004), servindo como meio condutor de conhecimento, inclusive entre cadeias concorrentes (ESPOSITO; RAFFA, 2007).

Na indústria aeronáutica são comuns as alianças horizontais, que também favorecem a disseminação do conhecimento. Esse tipo de aliança ocorre inclusive entre os fabricantes de avião. Netto (2005) cita vários exemplos envolvendo a Embraer (ver exemplos de alianças horizontais envolvendo outros fabricantes de avião e também fornecedores em: ANTOINE et al., 2003; ESPOSITO, 2004). Apenas para citar um deles: o programa militar AMX foi essencial para a empresa brasileira ganhar experiência em acordos de cooperação industrial com múltiplas empresas. Acontece que um dos dois fabricantes de avião italianos que na época (década de 80) participaram deste programa com a Embraer, a Aeritalia (hoje Alenia Aeronautica, pertencente ao grupo Finmeccanica), havia tido uma importante experiência nesse tipo de acordo em um programa anterior, o caça europeu Tornado, que contou ainda com a participação de dois outros fabricantes de avião (um inglês e outro alemão): “tal experiência foi tão profunda no desenvolvimento industrial e tecnológico do setor aeronáutico italiano que permitiu, em menos de uma década, à Aeritalia liderar um novo projeto complexo como o do caça-bombardeiro subsônico AMX” (NETTO, 2005, p.210).

Na indústria aeronáutica, outro meio tradicional e importante de disseminação do conhecimento é aquele que ocorre do setor militar para o civil (ver, por exemplo: MOWERY, 1999; CIZMECI, 2005; OLIVEIRA, 2005).

Na Figura 1 são ilustradas algumas das diferentes formas de difusão do conhecimento. Baseado em Esposito (2004) e Oliveira (2005), é possível citar que os resultados dessa disseminação do conhecimento seriam os seguintes: redução da distância tecnológica entre as empresas (entre fabricantes de avião e entre fornecedores); homogeneização dos produtos (dos aviões, inclusive); e, finalmente, acaba ocorrendo uma melhoria geral do produto avião.

Figura 1 – Disseminação de conhecimento na indústria aeronáutica

Fonte: elaborada pelos autores

Neste contexto, a indústria aeronáutica tornou-se uma rede tão emaranhada de ligações que acabou criando canais diretos e indiretos pelos quais o conhecimento é transmitido entre setores, programas e empresas – quer sejam aliados ou concorrentes. Ainda que este processo seja fortemente favorecido por características desta indústria (como o compartilhamento de fornecedores e a existência de muitas alianças horizontais), o modelo de integração de sistemas contribui para a vazão desse fluxo na medida em que o número de alianças é ampliado. Por exemplo: de acordo com Martinez (2007), a participação da Aernnova (ver o Quadro 1) como parceira de risco no programa 145 da Embraer foi um dos primeiros negócios da empresa espanhola no setor aeronáutico. A partir desse programa, “a empresa expandiu mercado e passou a prestar serviços de engenharia e fornecimento de peças para a Boeing, Airbus [...] e outras empresas do setor aeronáutico” (p.294).

Formação de alianças estratégicas que podem favorecer o surgimento de novos competidores

A discussão sobre a possibilidade de surgirem novos fabricantes de avião é ativa na literatura e ocorre de diferentes perspectivas. Há autores que abordam de uma forma mais geral (ESPOSITO, 2004; ESPOSITO; RAFFA, 2007; BOWEN JUNIOR, 2007; BÉDIER; VANCAUWENBERGHE; VAN SINTERN, 2008). Outros sugerem que esta possibilidade está mais relacionada a mercados específicos, como o dos aviões médios (NETTO, 2005). Há ainda os que tomam o partido de um país que já possui esse tipo de empresa e encaram esta possibilidade como ameaça (ROSSETTI; CHOI, 2005; MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007).

Contra esta possibilidade, há as grandes barreiras de entrada existentes nesta indústria (BÉDIER; VANCAUWENBERGHE; VAN SINTERN, 2008) e também a volatilidade dos mercados que a sustenta. Considerando que os atuais fabricantes de avião sobrevivem em um ambiente altamente competitivo, novos competidores poderiam reduzir a parcela

dos ganhos que cabe a cada um, o que tornaria a competição ainda maior. Assim, como existe um risco dos ganhos não compensarem o esforço, há uma diminuição da atratividade.

Porém, já há ações bastante concretas direcionadas a criar novos fabricantes de avião. Essas ações envolvem países como a China (com o programa ARJ21), a Rússia (programa Sukhoi Superjet 100) e o Japão (Mitsubishi Regional Jet) (ver: LIMA et al., 2005; HORNG, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007; BÉDIER; VANCAUWENBERGHE; VAN SINTERN, 2008) e envolvem mais diretamente o mercado da Embraer e da Bombardier (para BOWEN JUNIOR, 2007, é pouco provável que apareça uma empresa concorrente direta das gigantes Boeing e Airbus; assim, o mercado da Embraer e da Bombardier passaria a ser naturalmente um dos mais atrativos para novos “aventureiros”).

Um dos motivos que torna factível a possibilidade de surgirem novos entrantes está diretamente relacionado ao modelo de integração de sistemas: segundo alguns autores, as alianças estratégicas associadas a esse modelo representariam um meio eficaz e “perigoso”, do ponto de vista estratégico, de transferência tecnológica (ver: PRITCHARD, 2007; NETTO, 2005). Como o domínio tecnológico é uma das principais barreiras de entrada da indústria aeronáutica, essas alianças seriam uma forma de resolver pelo menos parte do problema dos países que estariam interessados em participar desta indústria olhando o mercado do topo da cadeia. No cerne desta discussão está o chamado *offset*.

O *offset* (“compensação”), que é muito utilizado na indústria aeronáutica, é um tipo de acordo utilizado em transações de exportação no qual o vendedor compromete-se, perante o comprador, não apenas a fornecer o produto negociado, mas também a conceder acesso à tecnologia, a comprar componentes produzidos localmente (isto é, no país comprador) ou a fornecer assistência (técnica ou não) ao comprador (MOWERY, 1999).

Como na indústria aeronáutica uma venda pode envolver vários aviões e a base de clientes é relativamente pequena, a disputa entre os fabricantes de avião é feroz. Esta competição por poucas oportunidades de venda transfere um grande poder de barganha às companhias aéreas (CIZMECI, 2005). Desta forma, a forte competição e os altos montantes envolvidos em cada venda permitem que os compradores façam exigências aos fabricantes de avião (FERA, 1998).

Acontece que, na aviação comercial, o *offset* “tipicamente toma a forma de acordos de produção compartilhada” (PRITCHARD; MacPHERSON, 2004, p.3), em que empresas de um país comprador assumem a fabricação de partes dos aviões negociados. Neste processo, são formadas alianças entre essas empresas e o fabricante de avião. Assim, os acordos de *offset* contribuem para as alianças estratégicas que viabilizam o modelo de integração de sistemas (ver GUERRA, 2011). Além disso, como é comum eles envolverem transferência tecnológica (MOWERY, 1999; MacPHERSON; PRITCHARD, 2003; NETTO, 2005), as empresas podem ser beneficiadas com um domínio tecnológico que potencialmente poderia favorecer (ainda que no médio ou longo prazo) o surgimento de novos fabricantes de avião.

No entanto, não existe consenso na literatura sobre esta questão. Esposito (2004) apresenta dois pontos de vista: de um lado, as empresas envolvidas em alianças com os atuais competidores poderiam aproveitar o *know-how* conquistado para um dia também se tornarem competidores. De outro, ao participarem dessas alianças, elas acabam fortalecendo a posição dos atuais competidores. Portanto, elas podem estar contribuindo para perpetuar a atual hierarquia. Antoine et al. (2003), por exemplo, citam que a Airbus buscou formar alianças estratégicas na década de 80, entre outros motivos, para desencorajar potenciais competidores a entrarem no mercado com programas próprios.

Por ser uma discussão ampla, este trabalho não irá estendê-la. Mas fica o registro, alertado pela literatura, de que o modelo de integração de sistemas (ou as alianças que o viabilizam) pode potencialmente favorecer o surgimento de novos competidores, ainda que esta possibilidade pareça ser maior em alguns mercados específicos.

Conclusão

Algumas questões tendem a ganhar importância e, neste contexto, deverão receber prioridade dos fabricantes de avião que desejarem evoluir ao longo do *continuum* que foi proposto neste trabalho para representar o modelo de integração de sistemas. Elas se tornam mais claras quando analisadas à luz das consequências que decorrem da adoção desse modelo:

- Quanto ao crescimento das alianças estratégicas na indústria aeronáutica: como formar boas alianças estratégicas – colaborativas (sinérgicas) e de longo prazo; qual o tipo mais adequado de aliança estratégica, em cada caso; ao formar alianças com outras empresas, como garantir que a cadeia tenha a integração entre os seus membros como característica;
- Quanto à internacionalização das cadeias aeronáuticas: como gerenciar os riscos associados à dispersão geográfica dos fornecedores; como promover a integração com fornecedores que apresentam competências, localizações e tamanhos diferentes;
- Quanto aos desafios gerados à base de fornecedores domésticos: dado que a existência de uma cadeia de suprimentos doméstica apresenta óbvias vantagens logísticas e de comunicação, como conciliar o modelo de integração de sistemas e o adensamento da cadeia aeronáutica nacional; como devem ser divididos os papéis do governo e do fabricante de avião nesta questão;
- Quanto ao maior poder dos fornecedores: quais mecanismos utilizar para minimizar a possibilidade de comportamentos oportunistas por parte de membros da cadeia (o contrato de fornecimento é suficiente?);
- Quanto à disseminação do conhecimento entre cadeias de suprimentos aeronáuticas: como um fabricante de avião pode se beneficiar (em termos tecnológicos e de práticas de gestão) do fato de que os seus principais fornecedores também possuem relações próximas com seus concorrentes; como alcançar inovação e diferenciação de produto (avião) considerando que a base de fornecimento na indústria aeronáutica é comum;
- Quanto ao potencial surgimento de novos competidores: de que forma isto influencia a decisão de um fabricante de avião de formar alianças estratégicas com empresas de países que têm a intenção de criar ou desenvolver a sua indústria aeronáutica (tal como a China); como o potencial surgimento de novos competidores influencia a estratégia competitiva de um fabricante de avião e suas decisões sobre produtos e mercados.

Dostaler (2008) argumenta que o modelo de integração de sistemas adotado pelos fabricantes de avião constitui uma complexa rede difícil de ser gerenciada. Assim, Bédier, Vancauwenberghe e Van Sintern (2008) elegem a capacidade de gestão e integração da cadeia como um dos fatores de sucesso nesta indústria. Realmente, embora algumas das questões anteriores sejam de ordem política, estratégica ou mais relacionadas ao desenvolvimento de produto, várias delas gravitam em torno do projeto, da gestão ou da integração da cadeia de suprimentos.

Percebe-se, assim, que a discussão do modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica e suas consequências remete à abordagem conhecida como Gestão da Cadeia

de Suprimentos (GCS), cujo caráter multidimensional que tem marcado o seu desenvolvimento permite que diferentes funções, teorias e conceitos sejam articulados em direção à busca de uma cadeia de suprimentos mais integrada e cujo ótimo global esteja acima de interesses localizados de membros individuais.

A GCS “busca intensificar, somar e amplificar os benefícios de uma gestão integrada da cadeia de suprimentos” (PARRA; PIRES, 2003, p.3). Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2003) afirmam que ela é utilizada para integrar de forma eficiente os membros de uma cadeia de suprimentos de modo que o produto seja fabricado e distribuído nas quantidades, nos locais e nos prazos corretos, de modo a minimizar os custos e atender a expectativa dos clientes.

Para Tiwari (2005), a indústria aeronáutica representa um ambiente interessante para o estudo de questões relacionadas à cadeia e como a GCS pode ser usada para favorecer a posição competitiva das empresas.

Mas, a relação entre a GCS e a indústria aeronáutica também é reforçada por fatos reais – e graves – diretamente associados ao modelo de integração de sistemas.

A Embraer (2007a, p.81), em 2006, divulgou: “sofremos atrasos na linha de produção das aeronaves Embraer 190 e Embraer 195 relacionados a atrasos na montagem da asa e outros atrasos na cadeia de suprimentos”. Segundo Barbieri (2008, p.16), “as entregas das asas [...] sofreram constantes atrasos”. Por causa do problema envolvendo a asa, a empresa teve que tomar uma dura decisão (informação à imprensa divulgada pela Embraer em seu *site* em 01/06/2006): “as atividades da KAB (Kawasaki Aeronáutica do Brasil) nas instalações da Embraer em Gavião Peixoto, Estado de São Paulo, serão encerradas em julho de 2006. A transferência das atividades da KAB e KHI (Kawasaki Heavy Industries) para a Embraer inclui a produção das partes metálicas das asas dos jatos Embraer 190 e Embraer 195 [...].”

Para Dostaler (2008), os atrasos sofridos pelos programas A380 da Airbus e 787 da Boeing (para detalhes sobre os atrasos do 787, ver: JOHNSSON; GREISING, 2007; THE ECONOMIST; 2009) devido a problemas de abastecimento envolvendo os fornecedores são outros exemplos do “efeito bola de neve” a que estão sujeitos os fabricantes de avião no modelo de integração de sistemas.

Esses problemas indicam possíveis falhas que ocorreram na implementação do modelo de integração de sistemas. A GCS, por englobar questões tais como relacionamento (entre os membros de uma cadeia), compartilhamento (de informações) e integração (de objetivos e processos), representa um dos possíveis meios para se evitar suas reincidências.

Nota-se que a GCS tem na indústria aeronáutica um amplo e fértil terreno de pesquisa. Assim, sobre propostas de pesquisas futuras, cabe destacar que, embora os trabalhos que coloquem o modelo de integração de sistemas como elemento central de análise possam ser justificados por si só, considerando que este tema ainda é pouco explorado na literatura (a nacional, em especial), sugere-se que sejam priorizados trabalhos que abordem esse modelo sob a perspectiva das dificuldades, exigências e oportunidades relacionadas à gestão das cadeias aeronáuticas. Esta sugestão se justifica pelo fato desse modelo implicar em mudanças profundas nessas cadeias.

Agradecimento

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio concedido.

Referências

- A.T. Kearney. *Restructuring the global aerospace industry: the shifting roles of suppliers*. 2003. 10p. Disponível em: <www.atkearney.com>. Acesso em: 16/08/2012.
- Aboulafia, R. Winners and losers in the great aircraft boom. *Aerospace America*, p.20-22, jan. 2007.
- Antoine, A. et al. Acquisitions and alliances in the aerospace industry: an unusual triad. *International Journal of Technology Management*, v.25, n.8, p.779-790, 2003. DOI: /10.1504/IJTM.2003.003137.
- Bales, R.R.; Maull, R.S.; Radnor, Z. The development of supply chain management within the aerospace manufacturing sector. *Supply Chain Management: an International Journal*, v.9, n.3, p.250-255, 2004. DOI: /10.1108/13598540410544944.
- Bastos, C.E. *Atributos de parcerias de sucesso em cadeias de suprimentos: um estudo de caso na relação fabricante-fornecedor na indústria aeronáutica*. 173p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <www.teses.usp.br>. Acesso em: 15/09/2012.
- Bédier, C.; Vancauwenberghe, M.; Van Sintern, W. The growing role of emerging markets in aerospace. *The McKinsey Quarterly*, p.1-13, apr. 2008.
- Bernardes, R.; Pinho, M. *Aglomeração e aprendizado na rede de fornecedores locais da Embraer*. 2002. 36p. Relatório de pesquisa.
- Bowen Junior, J.T. Global production networks, the developmental state and the articulation of Asia Pacific economies in the commercial aircraft industry. *Asia Pacific Viewpoint*, v.48, n.3, p.312-329, dec. 2007. DOI: /10.1111/j.1467-8373.2007.00350.x.
- Caniato, F.; Golini, R.; Kalchschmidt, M. The effect of global supply chain configuration on the relationship between supply chain improvement programs and performance. *International Journal of Production Economics*, v.143, n.2, p.285-293, 2013. DOI: /10.1016/j.ijpe.2012.05.019.
- Cassiolato, J.E.; Bernardes, R.; Lastres, H. *Transfer of technology for successful integration into the global economy: a case study of Embraer in Brazil*. 2002. 61p.
- Casson, M. Economic analysis of international supply chains: an internalization perspective. *Journal of Supply Chain Management*, v.49, n.2, p.8-13, 2013. DOI: /10.1111/jscm.12009.
- Cizmeci, D. *An examination of Boeing's supply chain management practices within the context of the global aerospace industry*. 89p. Dissertação (Master of Engineering in Logistics) – Massachusetts Institute of Technology, 2005. Disponível em: <hdl.handle.net/1721.1/33315>. Acesso em: 15/09/2012.
- Dorna, M.A.S. et al. Rede de operações e integração vertical: risk-sharing agreements na cadeia produtiva aeronáutica brasileira. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24., 2004, Florianópolis. *Anais*. p. 3640-3647.
- Dostaler, I. Developing new product in a system integration context: the case of the aerospace industry. In: R&D Management Conference, 2008, Ottawa. *Proceedings*. p.1-5.

Eiriz, V. Proposta de tipologia sobre alianças estratégicas. *Revista de Administração Contemporânea*, v.5, n.2, p.65-90, mai./ago. 2001. DOI: /10.1590/S1415-65552001000200004.

Embraer. *Prospecto definitivo de distribuição pública secundária de ações ordinárias de emissão da Embraer*. 2007a. 680p. Disponível em: <www.embraer.com.br>. Acesso em: 23/07/2011.

Embraer. Phenom by Embraer. *Relatório de progresso*, v.2, n.6, jul. 2007b. Disponível em: <www.embraer.com.br>. Acesso em: 15/04/2011.

Embraer. *Formulário 20-F*. 2008a. 131p. Relatório anual arquivado no dia 19 de maio de 2008. Disponível em: <www.embraer.com.br>. Acesso em: 23/07/2011.

Embraer. *Internacionalização de empresas brasileiras: caso Embraer*. 2008b. 78p. Disponível em: <www.embraer.com.br>. Acesso em: 08/12/2011.

Embraer. *Linha do tempo*. 2009. 105p. Disponível em: <www.embraer.com.br>. Acesso em: 23/07/2011.

Esposito, E. Strategic alliances and internationalisation in the aircraft manufacturing industry. *Technological Forecasting and Social Change*, v.71, p.443-468, 2004. DOI: /10.1016/S0040-1625(03)00002-7.

Esposito, E.; Raffa, L. Evolution of the supply chain in the aircraft industry. In: IPSERA Conference, 15., 2006, San Diego. *Proceedings*. p.1-17.

Esposito, E.; Raffa, L. Global reorganisation in a high-technology industry: the aircraft industry. *Int. Journal of Globalisation and Small Business*, v.2, n.2, p.166-184, 2007. DOI: /10.1504/IJGSB.2007.015480.

Fera, P.A. *Developing a framework for international outsourcing in the commercial aircraft industry*. 104p. Dissertação (Master of Science in Mechanical Engineering) –Massachusetts Institute of Technology, 1998. Disponível em: <hdl.handle.net/1721.1/9982>. Acesso em: 15/09/2012.

Ferreira, V.L.; Salerno, M.S.; Lourençao, P.T.M. As estratégias na relação com fornecedores: o caso Embraer. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.18, n.2, p.221-236, 2011. DOI: /10.1590/S0104-530X2011000200001.

Figueiredo, P.; Silveira, G.; Sbragia, R. Risk sharing partnerships with suppliers: the case of Embraer. *Journal of Technology Management and Innovation*, v.3, n.1, p.27-37, 2008.

Gereffi, G.; Humphrey, J.; Sturgeon, T. The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, v.12, n.1, p.78-104, 2005. DOI: /10.1080/09692290500049805.

Gereffi, G.; Lee, J. Why the world suddenly cares about global supply chains. *Journal of Supply Chain Management*, v.48, n.3, p.24-32, 2012. DOI: /10.1111/j.1745-493X.2012.03271.x.

ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

Guerra, J.H.L. O modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica: fatores motivadores. *Gestão & Produção*, São Carlos, v.18, n.2, p.251-264, 2011. DOI: /10.1590/S0104-530X2011005000002.

Hobday, M. Prencipe, A.; Davies, A. Introduction. In: Prencipe, A.; Davies, A.; Hobday, M. (eds.). *The business of systems integration*. Oxford University Press, 2003. p.1-12. DOI: /10.1093/acprof:oso/9780199263233.001.0001.

Horng, T.-C. *A comparative analysis of supply chain management practices by Boeing and Airbus: long-term strategic implications*. 140p. Dissertação (Master of Science in Transportation) – Massachusetts Institute of Technology, 2007. Disponível em: <hdl.handle.net/1721.1/38579>. Acesso em: 15/09/2012.

Jara, A.; Escaith, H. Global value chains, international trade statistics and policymaking in a flattening world. *World Economics*, v.13, n.4, p.5-18, 2012.

Johnsson, J.; Greising, D. *Behind Boeing's 787 delays: problems at one of the smallest suppliers in Dreamliner program causing ripple effect*. 2007. Disponível em: <archives.chicagotribune.com>. Acesso em: 20/05/2010.

Júlio, C.A.; Salibi Neto, J. Um olho além do horizonte. *HSM Management*, n.26, 2001.

Kim, B. Technology roadmapping: R&D planning coordination between component supplier-system integrator. In: IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, 2006, Singapore. *Proceedings*. p.1004-1009. DOI: /10.1109/ICMIT.2006.262373.

Klotzle, M.C. Alianças estratégicas: conceito e teoria. *Revista de Administração Contemporânea*, v.6, n.1, p.85-104, jan./abr. 2002. DOI: /10.1590/S1415-65552002000100006.

Lima, J.C.C.O. et al. A cadeia aeronáutica brasileira e o desafio da inovação. *BNDES Setorial*, n.21, p.31-55, mar. 2005.

MacPherson, A.; Pritchard, D. The international decentralisation of US commercial aircraft production: implications for US employment and trade. *Futures*, v.35, p.221-238, 2003. DOI: /10.1016/S0016-3287(02)00055-1.

MacPherson, A.; Pritchard, D. Boeing's diffusion of commercial aircraft technology to Japan: surrendering the U.S. industry for foreign financial support. *Journal of Labor Research*, v.28, p.552-566, 2007. DOI: /10.1007/s12122-007-9005-2.

Martinez, M.R.E. *A globalização da indústria aeronáutica: o caso da Embraer*. 340p. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <hdl.handle.net/10482/2931>. Acesso em: 15/09/2012.

Montoro, G.C.F.; Migon, M.N. (Org.). *Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios*. Rio de Janeiro: BNDES, 2009. 552p.

Mowery, D.C. Offsets in commercial and military aerospace: an overview. In: Wessner, C.W. (ed.). *Trends and challenges in aerospace offsets*. National Academy Press, 1999.

Nassar, A.M. *A onda das cadeias globais*. 2013. Disponível em: <www.estadao.com.br>. Acesso em: 28/06/2013.

Netto, L.E.S.C. *Alianças estratégicas como fontes geradoras de vantagens competitivas sustentáveis: o caso Embraer.* 318p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <objdig.ufrj.br/41/teses/Luis_Coelho_Neto.pdf>. Acesso em: 15/09/2012.

Niosi, J.; Zhegu, M. Aerospace clusters: local or global knowledge spillovers? *Industry and Innovation*, v.12, n.1, p.1-25, mar. 2005. DOI: /10.1080/1366271042000339049.

Oliveira, F.B. *Desconcentração produtiva na indústria aeronáutica em direção à região administrativa central do Estado de São Paulo: o desafio da inserção no sistema de inovação.* 106p. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário de Araraquara, 2008.

Oliveira, L.G. *A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer.* 226p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

Oliveira, L.G. *Relatório setorial preliminar: aeronáutica civil.* 2008. Disponível em: <www.finep.gov.br>. Acesso em: 14/10/2011.

Parra, P.H.; Pires, S.R.I. Análise da gestão da cadeia de suprimentos na indústria de computadores. *Gestão & Produção*, v.10, n.1, p.1-15, abr. 2003. DOI: /10.1590/S0104-530X2003000100002.

Porter, M. Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, p.77-90, nov./dec. 1998.

Pritchard, D.; MacPherson, A. *Outsourcing US commercial aircraft technology and innovation: implications for the industry's long term design and build capability.* Canada-United States Trade Center occasional paper number 29. 2004.

Pritchard, D.; MacPherson, A. *Strategic destruction of the North American and European commercial aircraft industry: implications of the system integration business model.* 15p. 2007. Canada-United States Trade Center occasional paper number 35.

Pritchard, D. *The global decentralization of commercial aircraft production: implications for U.S. based manufacturing activity.* 113p. Tese (Ph.D. in International Business) – University at Buffalo, Buffalo, 2002.

Pritchard, D. *Testimony of Dr. David Pritchard.* In: Hearing on the “Extent of the Government’s Control of China’s Economy, and Implications for the United States”, Panel VI: Industry Perspectives. 2007. 5p.

Rossetti, C.; Choi, T.Y. On the dark side of strategic sourcing: experiences from the aerospace industry. *Academy of Management Executive*, v.19, n.1, p.46-60, feb. 2005. DOI: /10.5465/AME.2005.15841951.

Simchi-Levi, D.; Kaminsky, P.; Simchi-Levi, E. Introduction to supply chain management. In: _____. *Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies.* Boston: McGraw-Hill/Irwin, 2003. p.1-11.

ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DO MODELO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

The Economist. *Upwards and onwards: airborne at last, the Dreamliner and the A400M still have a lot to prove.* 2009. Disponível em: <www.economist.com>. Acesso em: 12/08/2011.

Tiwari, M. *An exploration of supply chain management practices in the aerospace industry and in Rolls-Royce.* 96p. Dissertação (Master of Engineering in Logistics) – Massachusetts Institute of Technology, 2005. Disponível em: <hdl.handle.net/1721.1/33373>. Acesso em: 15/09/2012.

Van Blokland, W.W.A.B. et al. Measuring value-leverage in aerospace supply chains. *Int. Journal of Operations & Production Management*, v.32, n.8, p.982-1007. 2012. DOI: [10.1108/01443571211253155](https://doi.org/10.1108/01443571211253155).

Vidotto, R.S.; Rebelatto, D.A.N. Uma visão sobre alianças estratégicas: consórcios, *joint ventures* e organizações virtuais. In: Congresso do Instituto Franco-Brasileiro de Administração de Empresas, 2., 2003, Franca. *Anais*. p.1-10.

Yin, R.K. *Estudo de caso: planejamento e métodos.* 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212p.

Yoshino, M.Y.; Rangan, U.S. *Alianças estratégicas: uma abordagem empresarial à globalização.* São Paulo: Makron Books, 1996.

ANALYSIS OF THE CONSEQUENCES OF AIRCRAFT MANUFACTURERS' SYSTEM INTEGRATION MODEL

Abstract: This is a theoretical-conceptual, which aimed to identify some likely consequences of the integration model systems that have been adopted in the aerospace industry by major aircraft manufacturers in the world. In the model of system integration, these manufacturers maintain internally the activities associated with their basic skills and transfer their skills to peripheral suppliers. We identified the following consequences: the growth of strategic alliances in the airline industry, the internationalization of aeronautical chains, with the strengthening of productive activities in some geographic regions; challenges related to the domestic supplier base and the consolidation of national chains, the greatest power suppliers of the first layer, the contribution to the dissemination of knowledge among supply chains, and the potential emergence of new competitors.

Keywords: aerospace industry; aircraft manufacturer; system integration model; aerospace supply chain

Submetido em 21/11/2012

Aceito para publicação em 10/06/2013.