



# O modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica: fatores motivadores

## *Systems integration model in the aerospace industry: motivating factors*

João Henrique Lopes Guerra<sup>1</sup>

**Resumo:** A ampliação das alianças estratégicas na indústria aeronáutica mostra uma clara opção dos fabricantes de avião por um modelo de integração de sistemas em que eles concentram o seu foco em atividades relacionadas às suas competências essenciais. Apesar da importância desta indústria e embora os principais fabricantes de avião do mundo estejam adotando este modelo, a literatura sobre este tema ainda é escassa e, mesmo a existente, encontra-se muito fragmentada. Este trabalho, qualitativo e de cunho teórico-conceitual, aproveita a literatura disponível e observa a movimentação dos principais fabricantes de avião do mundo para identificar e compreender os fatores que os têm motivado a adotar este modelo. Os seguintes fatores foram identificados: o interesse em tecnologias e empresas especializadas, os acordos de *offset* e as grandes barreiras e riscos existentes na indústria aeronáutica. Como decorrência do modelo de integração de sistemas, a indústria aeronáutica sofre atualmente uma agressiva desintegração vertical.

**Palavras-chave:** Modelo de integração de sistemas. Alianças estratégicas. Cadeia de suprimentos. Indústria aeronáutica. Fabricante de avião.

**Abstract:** *The increase in the number of strategic alliances in the aerospace industry shows a clear option of the aircraft manufacturers for a system integration model in which they can concentrate their focus on activities related to their core competences. Despite the importance of this industry and the fact that the major aircraft manufacturers in the world have adopted this model, the literature on this subject is rather scarce and fragmented. A qualitative and theoretical-conceptual research was carried out making use of the available literature and investigating the movement of the major aircraft manufacturers in the world to identify and understand the factors that have been motivating them to adopt this model. The following factors were identified: the interest in specialized technologies and companies, the offset agreements, and the great barriers and risks in the aerospace industry. Due to the system integration model, nowadays the aerospace industry is undergoing an aggressive vertical disintegration.*

**Keywords:** *System integration model. Strategic alliances. Supply chain. Aerospace industry. Aircraft manufacturer.*

## 1 Introdução

A indústria aeronáutica tem passado por sensíveis transformações visando se adequar a um cenário de apostas e riscos que, de fato, têm se mostrado crescentes. Os fabricantes de avião, no passado, possuíam estruturas verticalmente integradas, agregando diferentes atividades. Atualmente, no entanto, observa-se que eles têm empreendido uma forte desintegração vertical por meio da formação de alianças estratégicas com outras empresas.

Este trabalho discute que o crescimento das alianças estratégicas na indústria aeronáutica é resultado dos acordos de *offset* e das grandes barreiras e riscos existentes nesta indústria, entre outros fatores. Este crescimento tem gerado uma reorganização global que, na prática, tem tomado a forma de um novo modelo

de negócio que tem sido adotado pelos principais fabricantes de avião do mundo (a americana Boeing, a europeia Airbus, a brasileira Embraer e a canadense Bombardier): o modelo de integração de sistemas.

## 2 Método

Este trabalho é de cunho teórico-conceitual. Quanto ao tipo, como se pretende buscar a compreensão de um fenômeno ao invés da sua mensuração, ele pode ser classificado como qualitativo.

A literatura sobre o modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica é escassa e, basicamente, estrangeira – o que significa que o foco quase sempre fica restrito à Boeing e à Airbus. Assim,

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Rod. Washington Luís, Km 235, São Carlos, São Paulo, Brasil, CEP 13565-905, E-mail: jhlg2000@ig.com.br

buscou-se organizar a literatura disponível sobre este tema central e mais aqueles que o envolvem visando contribuir para a compreensão da relação existente entre este modelo, as alianças estratégicas e a desintegração vertical que a indústria aeronáutica sofre atualmente – mas incluindo também a Embraer nas discussões.

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

O artigo está organizado da seguinte forma: as alianças estratégicas são discutidas no item 3, enquanto que o item 4 apresenta o modelo de integração de sistemas. O item 5 associa este modelo às alianças estratégicas. O item 6 apresenta os fatores que têm motivado os fabricantes de avião a adotarem este modelo. O item 7, por sua vez, discute a desintegração vertical e alguns desafios relacionados ao modelo de integração de sistemas. As considerações finais e propostas para novos trabalhos aparecem no item 8.

### 3 Alianças estratégicas

Devido à falta de consenso na literatura sobre o que é uma aliança estratégica (KLOTZLE, 2002), já que a interpretação depende de cada autor, uma maneira de defini-la é conhecer suas características. Eiriz (2001) cita que uma aliança estratégica: é um meio para desenvolver uma vantagem competitiva sustentável; um meio para responder a oportunidades e ameaças externas; tem um impacto organizacional de longo prazo; é baseada em recursos organizacionais que mostram forças e fraquezas; envolve todos os níveis hierárquicos da organização; é influenciada pelo seu contexto cultural e político; envolve, direta ou indiretamente, todas as atividades da organização; afeta decisões operacionais.

Interpreta-se, assim, que as alianças estratégicas dependem de decisões da alta administração, são sustentadas por relacionamentos mais colaborativos entre as empresas e a validade dos acordos tendem a cobrir um horizonte de longo prazo.

É uma preferência do autor a forma de classificar os tipos de alianças estratégicas existentes. Por não ser o seu objetivo propor ou apresentar uma classificação, este trabalho limita-se a citar alguns dos tipos mais comuns encontrados na indústria aeronáutica. No caso das alianças horizontais (que envolvem empresas que ocupam a mesma posição relativa na cadeia de suprimentos), tem-se:

- **Consórcio:** estabelecido entre duas ou mais empresas que possuem capacidades e competências geralmente complementares, visando o desenvolvimento de um projeto técnico de grande envergadura e duração no tempo (EIRIZ, 2001). Por exemplo: a Airbus foi um consórcio desde a sua fundação, em 1970, até 2000, quando

então as empresas que integravam o consórcio transferiram seus ativos para uma nova empresa, a *European Aeronautic Defence and Space (EADS)*, que passou a controlar a Airbus junto com a britânica *BAE Systems* (atualmente, a EADS é a única controladora da empresa);

- **Joint-venture:** quando duas ou mais empresas constituem uma nova instituição (EIRIZ, 2001). Por exemplo: a Embraer criou *joint ventures* como a Harbin Embraer (em Harbin, na China), formada em 2002 entre a Embraer e duas subsidiárias da *China Aviation Industry Corporation II (AVIC II)* para a montagem de aviões, e como a Indústria Aeronáutica de Portugal (OGMA, de Alverca, Portugal), que presta serviços ao cliente e cujo capital é dividido entre a Embraer, a EADS e o governo português.

No caso das alianças verticais (que envolvem empresas que ocupam camadas diferentes da cadeia, como fornecedores e clientes), tem-se:

- **Subcontratação:** quando uma empresa contrata uma outra para realizar uma parte do seu processo de produção (EIRIZ, 2001). Por exemplo: conforme será detalhado em tópico posterior (6.2), a Embraer subcontrata várias atividades a micros, pequenas e médias empresas nacionais.
- **Parceria de risco:** quando outra empresa, chamada de parceira, é envolvida em etapas iniciais do desenvolvimento de um novo programa e fica responsável pelo projeto e produção do sistema que lhe cabe no acordo, sendo este geralmente uma parte importante e complexa do avião. De acordo com Ferreira, Salerno e Lourenção (2010), a empresa parceira assume riscos financeiros, mas, em compensação, participa do retorno do investimento envolvido no programa. Por exemplo: conforme será detalhado em tópico posterior (6.4), a Embraer tem adotado parcerias de risco nos seus programas mais recentes.

### 4 O modelo de integração de sistemas

No modelo de integração de sistemas, o fabricante de avião mantém internamente aquelas atividades relacionadas às suas competências essenciais. As competências consideradas essenciais podem ser definidas como geradoras de atividades que agregam valor ao produto e que lhe conferem diferenciação do ponto de vista do mercado. Pode ser estrategicamente perigoso transferir estas atividades a outras empresas.

Além disso, por estarem relacionadas a competências muito específicas, provavelmente é muito pequena a possibilidade de encontrar outra empresa que as domine (com exceção, é claro, dos concorrentes). Já as atividades associadas a competências não essenciais (periféricas) são transferidas a outras empresas. Uma das vantagens deste processo é que a execução dessas atividades – secundárias em termos de importância para o fabricante de avião –, pode ser a principal competência das empresas que as assumem. Isto porque estas empresas podem ser especializadas, o que significa que elas podem executá-las melhor (em termos de custo e qualidade, por exemplo) que o próprio fabricante de avião.

Esta discussão em torno das competências de uma empresa tem sido crescente na literatura. Uma das principais razões disso é o crescimento da *Resource Based View* (PRAHALAD; HAMEL, 1990), que transferiu o foco do planejamento estratégico do ambiente externo para o interior da empresa, com todas as suas idiossincrasias (competências e recursos específicos).

Neste modelo, então, os fabricantes de avião deixam de realizar várias atividades que eles tradicionalmente realizavam e concentram seu foco e esforço em atividades específicas. Mas é importante compreender a complexidade desta mudança. De um lado, as empresas fornecedoras terão que assumir aquilo que o fabricante não faz mais: elas terão que projetar, fabricar e se responsabilizar por todos os custos e riscos associados a estas atividades. De outro lado, o próprio fabricante de avião precisa coordenar todas as atividades de projeto e produção dentro de suas próprias fronteiras. Isto se torna ainda mais complexo quando diferentes empresas participam do desenvolvimento de um mesmo produto: trata-se de colocar em sintonia empresas que estão espacialmente dispersas, de tamanhos e especializações diferentes e que podem atuar em diferentes cadeias de suprimentos.

Mas quais seriam as atividades relacionadas às competências essenciais que os fabricantes de avião estariam interessados em manter internamente? Com a ajuda da literatura existente sobre o tema (por exemplo: MacPHERSON; PRITCHARD, 2003; ESPOSITO; RAFFA, 2006, 2007; FIGUEIREDO; SILVEIRA; SBRAGIA, 2008), pode-se interpretar que seriam as seguintes:

- **Marketing:** inclui a participação em feiras, apresentações, contatos com clientes atuais e potenciais, gestão da marca, além de outras atividades típicas desta função.
- **Desenvolvimento de produto:** inclui a participação tanto nas primeiras etapas de desenvolvimento do produto, quando o fabricante de avião define seus requisitos básicos, quanto nas etapas posteriores, quando ocorre também

a participação dos fornecedores (parceiros de risco ou não), com forte interação entre os fornecedores e o fabricante, bem como entre os próprios fornecedores. Os sistemas que serão 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. No papel de líder, o fabricante de avião deve definir padrões, implementar processos comuns, garantir que as informações sejam compartilhadas entre todos os envolvidos, coordenar o seu time e os times de projeto dos vários fornecedores de modo a garantir a total integração entre todos os sistemas, armazenar informações sobre o programa e manter contato próximo com o governo e as agências de certificação (o fabricante é legalmente responsável pela certificação do avião, independentemente de quem tenha projetado e produzido os seus sistemas isolados). O fato de não ser mais o único responsável por todas as etapas do desenvolvimento (pois ele deve compartilhar esta responsabilidade com os fornecedores, embora continue sendo o líder) não significa que o fabricante deixará de preocupar-se com o desenvolvimento de novas tecnologias ou novos materiais.

- **Montagem final, ensaios e entrega:** inclui o recebimento dos sistemas dos fornecedores, a montagem final, a pintura do avião nas cores da bandeira do cliente, a realização de testes e ensaios e, finalmente, a entrega do avião. Isto exige que ele tenha certo controle sobre o que ocorre nas fábricas dos seus fornecedores, visando o atendimento de prazos e a definição de planos de contingência, se e quando necessário. Assim, ainda que ele execute apenas parte das atividades relacionadas à produção do avião, ele deve ter um papel de gestor (direto ou indireto) de todo o processo produtivo. Em paralelo, ele deve perpetuamente buscar a melhoria das tecnologias e processos relacionados às atividades sob sua responsabilidade. Além disso, deve fazer a gestão de toda a documentação gerada durante o processo produtivo, visando garantir o histórico de cada avião (rastreabilidade).
- **Comercialização:** significa a venda dos aviões, que inclui a questão do financiamento e o contrato de venda.

- **Serviços ao cliente:** inclui a elaboração de publicações técnicas, o treinamento (pilotos, engenheiros, técnicos, etc.), os serviços de manutenção, o reparo e a revisão (*maintenance, repair and overhaul – MRO*, na sigla em inglês), o fornecimento de peça de reposição (no caso do fabricante servir como intermediário entre o fornecedor e o cliente), etc.

É importante que esteja clara a complexidade envolvida nas atividades de desenvolvimento e montagem final: nelas ocorre a integração de sistemas propriamente dita, ou seja, a união de sistemas complexos, complementares, inter-relacionados e interligados visando a criação de um sistema maior (o avião). Esta integração ocorre tanto no projeto quanto na montagem. A complexidade refere-se ao fato do avião, como produto, ter uma arquitetura integral, ou seja, é composto por sistemas complexos que não são apenas “juntados”, mas “integrados” entre si. Neste caso, a preocupação com e a complexidade das interfaces é muito maior, pois a integração não é apenas física, mas também funcional.

Para sustentar o ambiente (necessariamente) colaborativo que o modelo de integração de sistemas exige, Horng (2007) cita que o fabricante de avião terá que orquestrar o compartilhamento intensivo da informação por meio das tecnologias de comunicação e informação – absolutamente essenciais neste modelo. O verbo “orquestrar”, usado por este autor, faz parte da definição usada por um executivo da Embraer sobre o papel dos fabricantes de avião no contexto da integração de sistemas: eles seriam

[...] os maestros que vão fazer a orquestra funcionar. [...] Você precisa ter uma pauta de cinco linhas, com a escrita da música, que todo mundo leia e entenda [...] (de modo a gerar) um conjunto harmônico [...] (NETTO, 2005; p. 310).

Aproveitando a sugestão, “harmonização” seria um bom significado para a palavra “integração”: milhares de engenheiros de diferentes empresas trabalhando em inúmeras equipes isoladas apenas criariam um “Frankenstein”. A diferença deste para um avião reside justamente na harmonização (integração).

Os principais fabricantes de avião do mundo têm evoluído, programa a programa, na direção deste modelo. No programa EMB 120 Brasília, por exemplo, a Embraer não implementou parcerias de risco ou outro tipo de aliança estratégica representativa. Já nos programas ERJ 145 e Embraer 170/190, observa-se claramente o processo evolutivo da empresa na direção deste modelo, com as parcerias de risco crescendo em quantidade e também em responsabilidade em relação ao valor agregado do produto final (avião). Na Boeing, é possível observar também a adoção deste

modelo nos programas 767 e 777 e, principalmente, no novo programa 787 *Dreamliner*. Quanto ao último, apenas para ilustrar o movimento da Boeing em direção ao modelo de integração de sistemas, a empresa divulga em seu *site* (neste trabalho, o último acesso do autor foi feito no início de 2010) que sua meta é alcançar um ciclo total de montagem final de apenas 3 dias – embora seja difícil precisar em qual número de série a empresa planeja alcançá-la. A expectativa da empresa é vender mais do que 1750 aviões durante todo o ciclo de vida do programa. Embora o 787 tenha uma capacidade de 250 a 330 passageiros e preço em torno de 150 a 200 milhões de dólares, este ciclo não representa um milagre produtivo: trata-se de uma evidência de que os fornecedores da Boeing assumiram um grau tão elevado de responsabilidade que facilitará a montagem final (ou seja, a integração de sistemas) da Boeing. Já na Airbus, pode-se destacar o gigante A380 (já em operação) e, principalmente, o novo programa A350 XWB, futuro concorrente do 787 (HORNG, 2007; PRITCHARD, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007). No caso da Bombardier, pode-se citar o novo programa C Series.

## 5 Alianças estratégicas e o modelo de integração de sistemas

O modelo de integração de sistemas, atualmente adotado pelos principais fabricantes de avião do mundo, representa um importante meio pelo qual ocorre a desintegração vertical na indústria aeronáutica.

A evolução do modelo de integração de sistemas está intrinsecamente relacionada ao crescimento das alianças na indústria aeronáutica, em termos de quantidade e intensidade. Isto porque os fabricantes de avião implementam o modelo, em termos práticos, por meio da formação de alianças estratégicas que viabilizam a transferência de atividades associadas às suas competências não essenciais a outras empresas.

Por este raciocínio, pode-se afirmar que há uma relação causal entre a desintegração vertical da indústria aeronáutica (efeito) e a formação de alianças estratégicas nesta indústria (causa). Faz-se necessário adiantar que a formação de alianças tem sido interessante tanto para os fabricantes de avião quanto para seus fornecedores. Martinez (2007), por exemplo, afirma que a participação dos fornecedores em alianças com os grandes fabricantes de avião não significa apenas um certificado de qualidade no mercado e o lucro das vendas de seus produtos, mas a segurança da continuidade do negócio por muito tempo, dado o caráter de longo prazo das alianças estratégicas. As alianças também habilitam os fornecedores aos

(lucrativos) mercados de fornecimento de peças de reposição e serviços.

No entanto, também é importante destacar que as alianças estratégicas, que têm o papel de causa na relação citada, passam a ser o efeito em outra relação causal: o interesse em tecnologias e empresas especializadas, os acordos de *offset* e as grandes barreiras e riscos existentes na indústria aeronáutica (causas) são fatores que levam os fabricantes de avião às alianças estratégicas (efeito). O próximo tópico discute por que esses fatores levam os fabricantes de avião a buscarem alianças estratégicas, o que, na prática, significa levá-los ao modelo de integração de sistemas. Isto permitirá compreender por que as alianças estratégicas (e, consequentemente, o próprio modelo de integração de sistemas) são tão interessantes (em muitos casos até criticamente necessárias) aos fabricantes de avião.

## 6 Fatores motivadores do modelo de integração de sistemas

Este tópico apresenta os fatores que têm levado os principais fabricantes de avião do mundo em direção ao modelo de integração de sistemas.

### 6.1 Acesso a tecnologias especializadas

Conforme citado, os fabricantes de avião implementam o modelo de integração de sistemas por meio de alianças estratégicas. Uma das motivações dessas alianças é obter acesso a tecnologias especializadas de outras empresas (ESPOSITO, 2004; ESPOSITO; RAFFA, 2007). Bowen Junior (2007) acredita que o interesse dos fabricantes de avião (particularmente, a Boeing) nos fornecedores asiáticos refere-se ao fato dessa região ter, entre outras coisas, mão de obra especializada, domínio na fabricação de produtos com tolerâncias extremamente precisas e competência nas áreas de MRO e materiais compósitos. Horng (2007), na mesma linha, cita que a excelência e a maturidade tecnológica de japoneses e coreanos têm transformado a Ásia em uma região fornecedora atrativa para a indústria aeronáutica. Apenas para ilustrar, o fato de dominar tecnologias associadas ao processo de fabricação de aerossistemas em materiais compósitos contribuiu para fazer do Japão um dos principais fornecedores da Boeing no programa 787 (MacPHERSON; PRITCHARD, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007).

Sendo impossível a um fabricante de avião dominar todas as áreas do conhecimento associadas ao seu produto, a agregação de inovações e das tecnologias mais avançadas nos novos programas só é possível por intermédio de empresas especializadas, que investem todo o seu esforço no domínio de tecnologias específicas. Uma das vantagens é que, ao invés de

simplesmente especificar e receber um produto, o fabricante de avião pode, conforme discutido em Bernstein (2006), envolver o fornecedor (cedo) no projeto e encomendar uma solução, ou seja, um composto de ideias e tecnologia. Outra vantagem, sugerida por Johnson (1999), é que o fabricante de avião evita desenvolver uma tecnologia já disponível ao obtê-la de outra empresa.

### 6.2 Acesso a empresas mais eficientes

No fator anterior, o interesse do fabricante de avião está na tecnologia em si, pois ela pode trazer alguma vantagem ao seu produto. O acesso a empresas mais eficientes é um fator diferente: o fato de o fornecedor dominar uma determinada tecnologia, competência ou recurso pode trazer alguma outra vantagem ao fabricante de avião, relacionada à eficiência de seu fornecedor. Assim, seu real interesse pode ser outro, como a possibilidade de obter custos menores, como os custos de produção.

Muitos autores confirmam que um dos objetivos motivadores da formação de alianças estratégicas na indústria aeronáutica é a redução de custos (HORNG, 2007; FERA, 1998; BALES; MAULL; RADNOR, 2004; NIOSI; ZHEGU, 2005). Portanto, pode-se pensar nestas alianças como pontes para que os fabricantes de avião alcancem vantagens de custo.

No caso da Boeing, Pritchard (2002) chama a atenção para a questão do surgimento de fornecedores estrangeiros competitivos que podem fabricar componentes de alta qualidade. Já Cizmeci (2005) afirma que a Boeing tem sido particularmente ativa na subcontratação de aerossistemas, apesar de também fabricar este tipo de sistema. Seu objetivo, neste caso, é aproveitar as vantagens oferecidas por fornecedores asiáticos e europeus, cujas fábricas são mais novas, baratas e eficientes. Este cenário é ilustrado por Antoine et al. (2003), que citam exemplos de alianças entre a Boeing e fornecedores asiáticos, visando aproveitar suas tecnologias de produção e técnicas *lean* para obter vantagens de custo.

Cizmeci (2005) cita também que, em alguns casos, os fornecedores têm maior competência em projeto de sistemas do que a própria Boeing (por conta da especialização), o que favorece a redução do tempo de desenvolvimento e da própria montagem, já que o projeto dos componentes é integrado ao projeto das partes nas quais eles serão posteriormente montados.

Destefani (2004) defende que empresas pequenas, competitivas e talentosas podem ser *better, faster and cheaper* que a Boeing na produção de componentes. Além disso, há neste caso a vantagem da flexibilidade, pois é de se esperar que uma empresa com poucas dezenas de funcionários seja mais ágil que uma com várias dezenas de milhares.

A Embraer subcontrata um conjunto de atividades cuja complexidade tecnológica varia de baixa até alta. Entre estas atividades, estão (BERNARDES; OLIVEIRA, 2000; BERNARDES; PINHO, 2002; LIMA et al., 2005; BASTOS, 2006; FIGUEIREDO; SILVEIRA; SBRAGIA, 2008): estamparia, usinagem, tratamento químico e térmico, acabamento superficial, material compósito, montagem de subsistemas, projeto de partes específicas do avião, desenvolvimento de *software* e projeto e fabricação de ferramentais. Embora sejam atividades relacionadas a tecnologias que a Embraer domina, ao mantê-las internamente ela não alcançaria a eficiência oferecida pelas micro, pequenas e médias empresas nacionais especializadas.

AIAB (ASSOCIAÇÃO..., 2007) mostra que os países menos desenvolvidos oferecem vantagens muito atrativas em termos de custo de mão de obra aeronáutica (entre eles, evidentemente, a China), fato que Netto (2005), Bowen Junior (2007) e Bédier, Vancauwenbergh e van Sintern (2008) também concordam. Evidentemente, quanto mais barata a mão de obra e mais intensiva em mão de obra for a atividade (como é tipicamente o caso de aeroestruturas), mais interessante torna-se a transferência da produção para fora do país.

Mas a própria dinâmica que envolve o modelo de integração de sistemas pode ser um meio dos fabricantes de avião obterem vantagens em termos de custo. Citando o contexto da Boeing no programa 787, Horng (2007) destaca que, na medida em que existem acordos com perspectivas de longo prazo, há a possibilidade dos fornecedores planejarem e fazerem investimentos na melhoria do processo e em inovação, visando a redução de custo. Quem também acaba ganhando, no fim, é o próprio fabricante de avião.

### 6.3 Acordos de *offset*

O *offset* é um mecanismo amplamente empregado na indústria aeronáutica, tanto no setor militar quanto no civil. Para entender de que forma ele contribui para o modelo de integração de sistemas, é preciso primeiro conhecer o seu significado.

De acordo com Mowery (1999), o *offset* é uma prática usada em transações de exportação nas quais o comprador exige que o vendedor não forneça apenas o produto ou serviço demandado, mas, em contrapartida, conceda a ele acesso à tecnologia, compre componentes (a serem usados no produto final) fabricados localmente (no país comprador) ou forneça outras formas de assistência (técnica ou não) ao comprador. O *offset* é exigido pela empresa compradora como resultado de uma solicitação formal ou informal feita pelo governo do país comprador. Aliás, segundo o mesmo autor, é muito comum que a empresa compradora pertença ou seja controlada pelo próprio governo.

Dessa forma, o *offset* representa uma forma de *compensação* na qual um vendedor garante concessões a um comprador (MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2004). Esta concessão pode ser oferecida ao comprador ou exigida por ele. Se o comprador impõe o *offset* como condição para a compra, ele pode ser considerado como uma barreira não tarifária; se o vendedor oferece, ele pode ser encarado como uma vantagem oferecida pelo vendedor para ganhar a disputa. Nesse contexto, MacPherson e Pritchard (2003) afirmam que nenhum vendedor oferece um acordo de *offset* a menos que existam pressões competitivas para fazê-lo. Da mesma forma, nenhum comprador exige (e obtém) uma compensação sob a forma de *offset* sem ter poder de barganha para isso.

Mas o que faz com que um comprador tenha o poder de exigir *offset* de um vendedor? Fera (1998) responde: a natureza extremamente competitiva da indústria aeronáutica e os enormes valores envolvidos em cada venda permitem às empresas compradoras a exigência de compensações aos fabricantes de avião. Pritchard (2002), por sua vez, cita que clientes importantes podem impor condições de compra que os fabricantes de avião não podem ignorar.

A questão é que a base de compradores de aviões comerciais é relativamente pequena. A IATA (*International Air Transport Association*) divulga em seu *site* que atualmente possui cerca de 230 membros (entre companhias aéreas de transporte de passageiros e de carga), em mais de 120 países. Estas empresas respondem por cerca de 93% do tráfego aéreo regular mundial. Assim, o mercado de aviação comercial é formado por relativamente poucos clientes que fazem grandes compras.

Neste contexto, Pritchard e MacPherson (2004) sugerem que a habilidade em oferecer ou atender *offsets* pode ser considerada um critério competitivo importante, assim como o preço, a qualidade, a velocidade de entrega e a reputação do fabricante de avião.

Na prática, o uso do *offset* não é livre de críticas e tampouco transparente. Mowery (1999), por exemplo, afirma que a observação da característica central do *offset*, ou seja, a pressão direta ou indireta do governo depende muito mais da percepção do observador do que de dados ou outros indicadores objetivos. A dificuldade em se medir a magnitude e os efeitos econômicos do *offset* é amplificada, segundo o próprio Mowery (1999), pela existência de dois tipos de *offset*:

- **Offset direto:** as contrapartidas envolvem o próprio produto que será exportado. Exemplos: compromisso do vendedor de comprar de empresas do país comprador uma porcentagem (tipicamente medida com base em valor) dos componentes a serem usados no produto final

(MOWERY, 1999); transferência tecnológica (BOWEN JUNIOR, 2007; MARTINEZ, 2007) e treinamento (JOHNSON, 1999), ambos relacionados ao produto exportado. Um governo que detém o controle de uma companhia aérea e pretende adquirir novos aviões da Boeing poderia exigir dela que empresas do seu país fabricassem parte dos sistemas aeroestruturais, por exemplo.

- **Offset indireto:** as contrapartidas não envolvem diretamente o produto que será exportado. Exemplo: compromisso do vendedor (ou do país do vendedor) de comprar de empresas do país comprador itens que não estão relacionados ao produto em questão, até uma porcentagem ou seu valor integral. Considerando o alto tráfego de alguns importantes aeroportos europeus, a Airbus poderia liberar o acesso deles a novas companhias aéreas que adquirissem seus aviões (PRITCHARD, 2002; MacPHERSON; PRITCHARD, 2003; PRITCHARD; MacPHERSON, 2004), considerando a influência que essa empresa tem sobre importantes governos europeus.

Pelas descrições anteriores, é óbvio que a medida e a análise do *offset* indireto são muito mais difíceis do que a do direto.

Mas o que uma empresa busca ao fornecer *offset* a uma outra que está interessada no seu produto? Que vantagem ela tem? Considerando que o *offset* só existe quando uma empresa o oferece porque quer vender ou outra o exige como condição para comprar, por trás do *offset* haverá sempre o desejo de uma empresa vendedora de ter acesso a um determinado mercado. Dessa forma, pode-se pensar no *offset* como uma espécie de passe para que um comprador (um fabricante de avião, por exemplo) acesse um novo mercado. A relação entre o *offset* e o acesso a um mercado aeronáutico é citada na literatura (NIOSI; ZHEGU, 2005; BOWEN JUNIOR, 2007; HORNG, 2007). Vale destacar o trabalho de Netto (2005), que discute vários acordos de *offset* que envolveram a Embraer, sob os dois pontos de vista: o Brasil oferecendo (exemplo: como exigência para acessar o mercado do Reino Unido, em meados da década de 80, a Embraer assinou acordo com a empresa irlandesa Short Brothers para a coprodução do EMB 312 Tucano, fornecido à Royal Air Force) e exigindo *offset* (exemplo: no início da década de 90, a Embraer foi favorecida quando a VARIG comprou aviões MD-11 da McDonnell Douglas, ficando responsável pela fabricação de subsistemas).

Mas, afinal, qual a relação entre o *offset* e o modelo de integração de sistemas? De fato, quando

um fabricante de avião busca acessar um mercado por meio de *offset*, é muito comum que ele seja colocado em prática sob a forma de produção de componentes, subsistemas ou sistemas por empresas do país comprador (PRITCHARD; MACPHERSON, 2004, afirmam que tipicamente os *offsets* tomam a forma de acordos de produção compartilhada). Ora, a maneira natural de colocar isto em prática é por meio da formação de alianças, entre elas, as estratégicas. Desta forma, o mecanismo de *offset* acaba contribuindo para o modelo de integração de sistemas, já que contribui para a ampliação destas alianças.

MacPherson e Pritchard dão vários exemplos que relacionam a transformação da Boeing em uma integradora de sistemas (com uma produção descentralizada globalmente) como resultado de acordos de *offset*, principalmente envolvendo empresas japonesas e os programas mais recentes da empresa (MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2004, 2007).

Por fim, no contexto do modelo de integração de sistemas, é importante citar que o *offset* pode influenciar a estrutura da cadeia de suprimentos de uma maneira que o fabricante de avião não tem total controle. Por exemplo: certos fornecedores, dependendo da situação, podem ser selecionados por conta de uma imposição do país que pretende comprar seus aviões (medida compensatória). Assim, é como se membros da cadeia do fabricante de avião (incluindo até seus fornecedores diretos) não fossem escolhidos por ele ou (colocando de uma maneira mais amena) não fossem escolhidos exatamente segundo os critérios que ele usaria em uma situação, digamos, normal (quando o *offset* não está presente). De acordo com Pritchard (2002), é como se a descentralização (internacional) da produção deixasse de ser motivada apenas pelos critérios tradicionalmente usados na seleção dos fornecedores, como custo, qualidade e velocidade de entrega.

#### 6.4 Redução de barreiras e riscos

Para ser competitivo, como ocorre em qualquer outra indústria, um fabricante de avião precisa lançar novos produtos com certa frequência. O fato dos clientes manterem seus aviões em operação por muitos anos e os custos envolvidos com o lançamento de um novo programa serem fabulosos faz com que essa frequência, evidentemente, seja menor que a maioria das outras indústrias. Ainda assim, existem barreiras e riscos enormes a serem ultrapassados a cada novo lançamento. Na verdade, a magnitude desses obstáculos hoje é tal que nenhum dos grandes fabricantes de avião consegue superá-los sozinho. Por causa disso, eles têm superado as barreiras

compartilhando trabalhos, riscos e recompensas com outras empresas.

Este trabalho baseou-se na literatura (citada ao longo do texto) para dividir as barreiras e os riscos da indústria aeronáutica em dois grupos:

#### 6.4.1 Tecnológicos e financeiros

Esposito (2004) desenvolveu um índice para medir o nível tecnológico de um avião e descobriu que existe uma forte relação direta entre este nível e o preço do avião. Ainda que isto soe óbvio (e até seja), para se entender a importância desta informação é necessário complementá-la com duas outras. Primeira: ao se aumentar o nível tecnológico de um produto na indústria aeronáutica, seu preço aumenta ainda mais; mesmo uma pequena melhoria na tecnologia só é possível por meio de um enorme esforço técnico e financeiro que, por sua vez, é refletido no preço final do produto. Portanto, a relação *evolução tecnológica x esforços técnico e financeiro* nesta indústria não é linear. Bowen Junior (2007) associa estes esforços à tendência de aumento da complexidade das tecnologias envolvidas, à integração incerta entre elas e aos requisitos de segurança e confiabilidade extremamente rigorosos no setor de transporte aéreo.

Segundo Ferreira (2009), a introdução de inovações tecnológicas é fundamental para o desenvolvimento da indústria aeronáutica e algumas épocas ficaram marcadas por grandes saltos no nível tecnológico (inovações radicais). Esposito (2004) cita que no final dos anos 50 e início dos 60 houve a mudança do motor a pistão para o motor a jato e, em meados da década de 80, a utilização de novos materiais (como as ligas leves) e o uso massivo de instrumentos eletrônicos. Porém, Ferreira (2009), que analisou o contexto histórico desta indústria, lembra que a sua evolução tecnológica não ocorre apenas por meio de saltos, mas também por meio de inovações incrementais.

Nesse contexto, a segunda informação é que o nível tecnológico médio dos aviões tem crescido de forma consistente e regular ao longo do tempo (ESPOSITO, 2004). Assim, os custos e riscos associados ao desenvolvimento de novos programas na indústria aeronáutica mostram pouco sinal de que vão enfraquecer (MOWERY, 1999).

Assim, o preço dos aviões é cada vez maior por conta do custo de desenvolvimento cada vez maior. Como consequência, Esposito (2004) afirma que as empresas dessa indústria sofrem fortes barreiras tecnológicas e financeiras. Como resultado desse processo, decisões incorretas relacionadas à evolução tecnológica podem resultar em grandes perdas (ESPOSITO; RAFFA, 2006, 2007). Os custos associados ao desenvolvimento de um novo programa são tão altos (BOWEN JUNIOR, 2007) que se costuma dizer que, na indústria aeronáutica, tal qual em um

jogo de azar, “é apostada a empresa” a cada novo lançamento (MacPHERSON; PRITCHARD, 2003; SPREEN, 2007).

Por conta desse cenário que demanda evolução tecnológica a cada novo programa e custos de lançamento crescentes, atualmente não há outro caminho para os fabricantes de avião senão dividir o risco. Assim, eles têm buscado mecanismos de compartilhamento de risco, entre eles a formação de alianças estratégicas com outras empresas (principalmente, de outros países).

As alianças estratégicas permitem aos fabricantes de avião alcançarem dois meios eficazes para a redução das barreiras e riscos tecnológicos e financeiros. O primeiro é o acesso a tecnologias especializadas. Isto é essencial porque permite ao fabricante de avião delegar a outros uma parcela do seu esforço tecnológico e concentrar o seu foco em tecnologias específicas (aquelas relacionadas ao modelo de integração de sistemas). O segundo é o acesso ao capital, pois as empresas que participam de alianças contribuem financeiramente com o programa. A literatura oferece contribuições sobre esta última questão.

Enquanto no passado os fabricantes de avião aventuravam-se sozinhos no lançamento de novos programas, atualmente eles têm que buscar alianças com empresas que os ajudem a financiá-los (PRITCHARD, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007). Considerando as dificuldades em se obter empréstimos, Figueiredo, Silveira e Sbragia (2008) encaram as parcerias de risco como um meio de financiamento. Estes mesmos autores também defendem que as parcerias de risco permitem reduzir o tempo de desenvolvimento, o que também favorece o lado financeiro.

Bowen Junior (2007) cita exemplos em que a Boeing formou alianças com empresas estrangeiras (principalmente japonesas), tendo como um dos principais objetivos a redução de barreiras e riscos financeiros relacionados aos seus programas mais recentes (767, 777 e 787). Horng (2007), discutindo a mesma questão, foca o caso do 787.

MacPherson e Pritchard (2007), também usando como referência os programas mais recentes da Boeing, colocam que esta empresa, ao formar alianças, tem entre seus objetivos o acesso a capital e menores gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). De fato, citando as parcerias de risco, Dorna et al. (2004) defendem que elas permitem o financiamento tecnológico na medida em que transferem esforços de P&D a outras empresas.

Mas há muitos outros trabalhos na literatura que mostram exemplos que relacionam o interesse dos fabricantes de avião na redução de barreiras e riscos tecnológicos e financeiros com a formação de alianças estratégicas (ANTOINE et al., 2003; ESPOSITO,

2004; BERRITTELLA et al., 2007; PINTO; MIGON; MONTORO, 2007).

No caso nacional, a afirmação de que as parcerias de risco foram fundamentais para a sobrevivência e o crescimento da Embraer porque viabilizaram o lançamento de novos programas tem respaldo tanto da literatura (DORNA et al., 2004; MARTINEZ, 2007; FIGUEIREDO, SILVEIRA; SBRAGIA, 2008) quanto da própria empresa (UM OLHO..., 2001; NETTO, 2005).

Nesse contexto, o programa ERJ 145 merece, sem dúvida, um capítulo à parte na história da empresa. Ele foi uma ideia que surgiu e se materializou durante a era estatal da empresa, sendo responsável por seu crescimento e fortalecimento no período após a privatização (que ocorreu em 1994). Com esse programa a Embraer inaugurou o modelo de parcerias de risco tão difundido hoje na empresa (NETTO, 2005). Segundo Martinez (2007), o sucesso do 145 aumentou o leque de interessados em parcerias com a Embraer. Assim, o processo de seleção foi mais rigoroso nos programas Embraer 170/190 e resultou em um número maior de parcerias, que aumentou de 4 (ERJ 145) para 16 (Embraer 170/190) (BASTOS, 2006). A tendência, portanto, é que a empresa continue a implementar este tipo de aliança nos programas futuros.

#### 6.4.2 De mercado

A questão das barreiras e riscos de mercado é absolutamente essencial porque a viabilidade de um novo programa depende do seu acesso ao mercado global, pois nenhum fabricante de avião conseguiria sobreviver atualmente atendendo apenas ao seu mercado doméstico.

O risco de mercado está intrinsecamente relacionado ao *offset*, pois é muito comum os países imporem restrições para o acesso a seu mercado. Mas se, de um lado, a presença do *offset* por si só revela uma preocupação do fabricante de avião com as barreiras e riscos de mercado, por outro, as estratégias e ações que ele usará para reduzir essas barreiras e riscos podem ou não estar relacionadas aos acordos de *offset*. Por exemplo: um dos interesses dos fabricantes de avião ao formar alianças estratégicas com empresas de outros países é acessar ou ampliar sua participação no mercado desses países. Ora, essas alianças podem ou não estar relacionadas à exigência ou ao oferecimento de *offset*.

Quando o *offset* foi apresentado anteriormente, foram citados trabalhos que associam o *offset* com o acesso a mercados. Mas a literatura também fornece indícios de alianças que foram formadas com esse objetivo, mas (aparentemente) sem a presença de *offset*.

Antoine et al. (2003, p. 781-782) descrevem alianças feitas pela Boeing e Airbus com empresas de vários países cujos objetivos foram gerar “considerações

favoráveis de compra”, “facilitar futuros negócios” (p.782), “ter melhor acesso às companhias aéreas domésticas dos parceiros” (p. 785), “ajudar a assegurar vendas” (p. 785). Assim, interpreta-se das palavras dos autores, no caso específico do interesse dos fabricantes de avião em terem acesso a mercados, que não houve a criação das alianças como resultado de uma imposição do governo (*offset*) visando garantir a compra de aviões. Ao contrário: independentemente dos outros motivos que as incentivaram a criar essas alianças, parece que esses fabricantes acreditaram que, ao formarem alianças com empresas de mercados potenciais, poderiam ter vantagens nas compras futuras das companhias aéreas desses mercados. A ideia que transparece, portanto, é que não houve garantia de compra de aviões; se foi assim, não pode ter havido imposição do governo (*offset*), pelo menos no que se refere ao acesso ao mercado (de fato, ANTOINE et al., 2003, não citam em nenhum momento a palavra *offset*).

As palavras de um executivo da Embraer entrevistado por Netto (2005, p. 292) parecem ter o mesmo sentido: “existem mercados que se abrem quando você tem um parceiro local”. Há uma declaração semelhante em Bedaque Junior (2006), também feita por um executivo da empresa. Nesse caso, a possibilidade de venda parece decorrer primariamente de uma aliança, não de uma exigência na qual a aliança é apenas uma contrapartida.

Dessa forma, é importante compreender que a preocupação dos fabricantes de avião com as barreiras e riscos de mercado existe antes dos acordos de *offset* serem firmados (a existência das barreiras e riscos motivam esses acordos) e mesmo quando eles não são firmados (ou seja, quando outros meios são utilizados pelo fabricante de avião para reduzir essas barreiras e riscos). Mas não há como negar que os acordos de *offset* têm sido um dos meios mais importantes utilizados pelos fabricantes de avião para reduzi-los, principalmente em mercados crescentemente importantes e que ainda mantêm a mão forte do Estado na condução da economia. Atualmente, a Ásia é o exemplo mais evidente.

Portanto, o *offset* e, em um contexto mais geral, as próprias alianças estratégicas representam meios importantes utilizados pelos fabricantes de avião para reduzir as barreiras e riscos de mercado.

## 7 O modelo de integração de sistemas: desintegração vertical e desafios

Esposito (2004) afirma que será cada vez mais difícil competir sozinho na indústria aeronáutica. Dada a dimensão que as alianças estratégicas têm ganhado nessa indústria, não é exagero afirmar que elas representam atualmente uma das características

mais marcantes dessa indústria. Pode-se dizer que essas alianças atualmente são a “regra de sobrevivência” da indústria aeronáutica (MARTINEZ, 2007, p. 293).

A ampliação das alianças estratégicas na indústria aeronáutica mostra uma clara opção dos principais fabricantes de avião do mundo por um modelo de integração de sistemas, em que eles focam seus esforços e recursos em estratégias, processos e operações que podem, na visão deles, lhes dar uma vantagem competitiva. Uma constatação importante, no entanto, é que esses fabricantes têm priorizado as alianças internacionais, pelo menos no caso dos fornecedores mais importantes. A Embraer é um exemplo típico: a primeira camada da cadeia de suprimentos da empresa é ocupada por importantes parceiros de risco e fornecedores estrangeiros (a exceção é a Eleb que, no entanto, hoje pertence à Embraer).

Na verdade, a internacionalização da indústria aeronáutica não só representa uma das características mais marcantes do modelo de integração de sistemas (sendo a forma como ele é observado explicitamente), mas se confunde com ele. Tanto que eles passam a ser quase a mesma coisa. Nesse contexto, é procedente até uma proposta de discussão sobre quem cria quem (embora não será este trabalho que irá se propor a discuti-la): atualmente, é o modelo de integração de sistemas que gera a internacionalização da indústria aeronáutica ou este modelo é apenas o ponto culminante da história da internacionalização dessa indústria?

Independentemente de qual for a resposta, o fato é que as cadeias de suprimentos aeronáuticas estão se tornando cada vez mais dispersas, transformando a indústria aeronáutica em um sistema produtivo global (PRITCHARD, 2002; NIOSI; ZHEGU, 2005; ESPOSITO; RAFFA, 2006, 2007; HORNG, 2007).

Essa internacionalização gera desafios. No caso dos fabricantes de avião, há as óbvias dificuldades logísticas. No caso da base de fornecedores domésticos dos fabricantes de avião, dado que as alianças internacionais têm sido privilegiadas, o desafio é conseguir sobreviver e se desenvolver.

Durante a sua pesquisa, Bernardes e Pinho (2002) sentiram essa preocupação (quanto ao seu futuro) dos pequenos e médios fornecedores locais da cadeia da Embraer. MacPherson e Pritchard, por sua vez, são pessimistas quanto às consequências do modelo de integração de sistemas sobre a base de fornecedores domésticos da Boeing e os empregos na indústria aeronáutica americana, principalmente devido à proliferação do *offset* (MacPHERSON; PRITCHARD, 2003, 2007; PRITCHARD; MacPHERSON, 2007). Para Horng (2007), a competição global e os requisitos técnicos e financeiros podem levar os fornecedores das camadas mais baixas da cadeia a sofrerem fusões ou

serem adquiridos por empresas maiores, visando terem uma posição suficientemente robusta para competir.

Nesse contexto, como o modelo de integração de sistemas impõe desafios à base de fornecedores domésticos, a sua análise deve englobar um debate sobre a questão do adensamento das cadeias aeronáuticas nacionais.

Apenas para citar a importância deste debate no contexto brasileiro: a Ásia tem sido particularmente privilegiada pela internacionalização da indústria aeronáutica (BALES, MAULL; RADNOR, 2004; BOWEN JUNIOR, 2007; BÉDIER, VANCAUWENBERGHE; van SINTERN, 2008). Mas os fatores que têm criado um efeito magnético de atração de atividades produtivas da indústria aeronáutica para essa região estão presentes, no caso do Brasil, de uma forma muito limitada ou superficial:

- A existência de empresas fornecedoras que dominam tecnologias e competências especializadas e, segundo MacPherson e Pritchard (2003), que têm feito aquisições de caros e avançados equipamentos de produção;
- A presença de companhias aéreas importantes que “consumem” muitos aviões (dando a elas e aos seus países poder de barganha para exigir *offset* direto).

Mas há outros desafios relacionados ao modelo de integração de sistemas.

Neste modelo, os fornecedores assumem mais responsabilidades: desenvolvem e produzem sistemas mais complexos e integrados (DESTEFANI, 2004; HORNG, 2007; MacPHERSON; PRITCHARD, 2007). Assim, o poder deles aumenta – fato que não passa despercebido na literatura (BALES; MAULL; RADNOR, 2004; ABOULAFIA, 2007) e é assumido, por exemplo, pela própria Embraer (EMBRAER, 2004). Este maior poder dos fornecedores significa uma maior dependência dos fabricantes de avião. Em alguns programas recentes, esta maior dependência tem implicado em riscos.

Em junho de 2006, a Embraer divulgou que assumiria a fabricação das asas dos modelos 190 e 195 devido a problemas enfrentados pela japonesa Kawasaki (parceira de risco). A saída de um importante fornecedor de um programa aeronáutico em andamento é extremamente indesejável: segundo a empresa, uma vez selecionados os parceiros de risco e iniciado o programa de desenvolvimento e produção de aeronaves, é difícil substituí-los. Em alguns casos, como no dos motores, a aeronave é projetada especialmente para acomodar um determinado componente, o qual não pode ser substituído por outro fornecedor sem incorrer em atrasos e despesas adicionais significativas (EMBRAER, 2004, p. 39).

Posteriormente, no dia 5 de outubro de 2006, a empresa divulgou em seu *site*, por meio de uma nota

à imprensa, que as suas entregas de aviões planejadas para 2006 tiveram que sofrer redução (de 145 para 135) devido ao problema com a Kawasaki e a atrasos na cadeia de suprimentos. A Embraer acabou entregando 130 aviões naquele ano.

O programa 787 da Boeing também sofreu uma série de atrasos devido, entre outros motivos, a problemas com a sua cadeia de suprimentos (CHICAGO TRIBUNE, 2007; UPWARDS..., 2009; ver também, no site da empresa, as notas à imprensa de 10 de outubro de 2007 e de 16 de janeiro e 9 de abril de 2008).

Portanto, embora o modelo de integração de sistemas tenda a se efetivar cada vez mais como o padrão da indústria aeronáutica, a sua adoção envolve desafios e dificuldades que demandam uma análise cuidadosa. Neste contexto, a literatura tem muito a contribuir.

## 8 Considerações finais e proposta de novos trabalhos

Embora o modelo de integração de sistemas tenha sido definido neste trabalho em termos de atividades, algumas competências claramente terão que ser dominadas pelos fabricantes de avião que desejam evoluir neste processo. Além, obviamente, da competência em formar boas alianças estratégicas, outra que será imprescindível refere-se à competência em gerir a cadeia de suprimentos, considerando que os fabricantes têm transferido para a sua base de fornecedores uma responsabilidade cada vez maior pelo valor agregado do produto avião: a Embraer, por exemplo, afirma que mais de 80% dos custos de produção das famílias de aviões comerciais e executivos fabricados atualmente pela empresa consistem de materiais e equipamentos adquiridos de parceiros e fornecedores importantes (EMBRAER, 2007). Neste contexto, a literatura poderia contribuir com trabalhos que abordassem o modelo de integração de sistemas da indústria aeronáutica sob o ponto de vista de estruturas teóricas que adotam a cadeia de suprimentos como elemento central, tais como a abordagem da gestão da cadeia de suprimentos (GCS) e o conceito de flexibilidade em cadeias de suprimentos.

O modelo de integração de sistemas, por outro lado, encontra similaridades com o modelo de sistemistas da indústria automobilística. De fato, se atualmente não se fala mais em fabricante de automóveis, mas em “montadoras”, nota-se que a literatura relacionada à indústria aeronáutica já começa a adotar o termo “integradora de sistemas” para designar os fabricantes de avião (JOHANSEN; COMSTOCK; WINROTH, 2005; OLIVEIRA, 2005; MAZAUD; LAGASSE, 2007; PINTO; MIGON; MONTORO, 2007). O termo “integração de sistemas” tem a vantagem de representar bem o ponto de vista mais “engenheiro” do produto avião, intrinsecamente ligado à sua arquitetura

integral. Mas o termo também é adequado porque resume, em si, a própria tendência da indústria: ora, a necessidade de integração é consequência da opção dos fabricantes em focar esta atividade, o que implica que os sistemas sejam projetados e fabricados por outras empresas que, no caso, compõem uma rede global de suprimentos.

Embora a indústria aeronáutica tenha particularidades e suas cadeias de suprimentos sejam mais complexas que as cadeias da indústria automobilística, seria de grande valia o desenvolvimento de pesquisas que comparassem os modelos adotados por estas indústrias, identificando similaridades e diferenças, convergências e divergências.

Por fim, se este trabalho analisou os fatores motivadores que levam os fabricantes de avião a adotar o modelo de integração de sistemas, um trabalho complementar a este poderia analisar as consequências que esta adoção tem trazido à indústria aeronáutica, principalmente em termos de impacto sobre a estrutura das cadeias aeronáuticas e das relações entre os membros da cadeia.

## Agradecimentos

O autor agradece à FAPESP pelo apoio concedido.

## Referências

- ABOULAFIA, R. Winners and losers in the great aircraft boom. *Aerospace America*, p. 20-22, 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.
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL - AIAB. *Panorama do setor aeroespacial brasileiro*. São José dos Campos, 2007.
- 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.
- BASTOS, C. E. **Atributos de parcerias de sucesso em cadeias de suprimentos**: um estudo de caso na relação fabricante-fornecedor na indústria aeronáutica. 2006. 173 f. Dissertação (Mestrado em Administração)–Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BEDAQUE JUNIOR, A. **Alianças estratégicas e inovação de valor**: estudo de caso dos jatos regionais 170/190 da Embraer. 2006. 151 f. Dissertação (Mestrado em Administração)–Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2006.
- BÉDIER, C.; VANCAUWENBERGHE, M.; van SINTERN, W. The growing role of emerging markets in aerospace. *The McKinsey Quarterly*, p. 1-13, 2008.
- BERNARDES, R.; OLIVEIRA, L. G. **O arranjo produtivo da rede Embraer de fornecedores**. 2000. 33 p. Nota técnica da pesquisa: Arranjos e sistemas produtivos

- locais e as novas políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico.
- BERNARDES, R.; PINHO, M. **Aglomeración e aprendizado na rede de fornecedores locais da Embraer**. 2002. 36 p. Relatório de pesquisa.
- BERNSTEIN, M. **Boeing shrinks supply chain to facilitate 'risk sharing'**. 2006. Disponível em: <www.worldtrademag.com/Articles/Feature\_Article/88d9ab331207a010VgnVCM100000f932a8c0\_\_\_\_>. Acesso em: 05 maio 2009.
- BERRITTELLA, M. et al. Modelling strategic alliances in the wide-body long-range aircraft market. **Journal of Air Transport Management**, v. 13, p. 139-148, 2007.
- 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, 2007.
- CHICAGO TRIBUNE. **Behind Boeing's 787 delays: problems at one of the smallest suppliers in Dreamliner program causing ripple effect**. 2007. Disponível em: <archives.chicagotribune.com/2007/dec/08/business/chi-sat\_boeing\_1208dec08>. Acesso em: 27 jan. 2010.
- CIZMECI, D. **An examination of Boeing's supply chain management practices within the context of the global aerospace industry**. 2005. 89 f. Dissertação (Master of Engineering in Logistics)–Engineering Systems Division, Massachusetts Institute of Technology, 2005.
- DESTEFANI, J. A look at Boeing's outsourcing strategy. **Manufacturing Engineering**, v. 132, n. 3, 2004.
- 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.
- EIRIZ, V. Proposta de tipologia sobre Alianças Estratégicas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, n. 2, p. 65-90, 2001.
- EMBRAER. **Demonstrações financeiras 2003**. São José dos Campos, 2004. 57 p.
- EMBRAER. **Prospecto preliminar de distribuição pública secundária de ações ordinárias de emissão da Embraer**. 2007. 671 p.
- ESPOSITO, E. Strategic alliances and internationalisation in the aircraft manufacturing industry. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 71, p. 443-468, 2004.
- ESPOSITO, E.; RAFFA, L. Evolution of the supply chain in the aircraft industry. In: IPSERA Conference, 2006, San Diego. **Proceedings...** Disponível em: <www.ht2.org/conference/pdf/35.pdf>. Acesso em: 05 maio 2009.
- ESPOSITO, E.; RAFFA, L. Global reorganisation in a high-technology industry: the aircraft industry. **International Journal of Globalisation and Small Business**, v. 2, n. 2, p. 166-184, 2007.
- FERA, P. A. **Developing a framework for international outsourcing in the commercial aircraft industry**. 1998. 104 f. Dissertação (Master of Science in Mechanical Engineering)–Department of Mechanical Engineering, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1998.
- FERREIRA, M. J. B. **Dinâmica da inovação e mudanças estruturais: um estudo de caso da indústria aeronáutica mundial e a inserção brasileira**. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas)–Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- FERREIRA, V. L.; SALERNO, M. S.; LOURENÇÃO, P. T. M. Parcerias estratégicas na indústria aeronáutica brasileira. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., 2010, São Paulo. **Anais...** p. 1-16.
- 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.
- HORNG, T.-C. **A comparative analysis of supply chain management practices by Boeing and Airbus: long-term strategic implications**. 2007. 140 f. Dissertação (Master of Science in Transportation)–Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 2007.
- JOHANSEN, K.; COMSTOCK, M.; WINROTH, M. Coordination in collaborative manufacturing mega-networks: a case study. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 22, p. 226-244, 2005.
- JOHNSON, J. Offsets in the international marketplace: an aerospace industry view. In: WESSNER, C. W. (Ed.). **Trends and challenges in aerospace offsets**. National Academy Press, 1999.
- KLOTZLE, M. C. Alianças estratégicas: conceito e teoria. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 6, n. 1, p. 85-104, 2002.
- LIMA, J. C. C. O. et al. A cadeia aeronáutica brasileira e o desafio da inovação. **BNDES Setorial**, n. 21, p. 31-55, 2005.
- 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.
- 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.
- MARTINEZ, M. R. E. **A globalização da indústria aeronáutica: o caso da Embraer**. 2007. 340 f. Tese (Doutorado em Relações Internacionais)–Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- MAZAUD, F.; LAGASSE, M. **Vertical sub-contracting relationships strategy, the Airbus first-tier suppliers' coordination**. Toulouse: Université des Sciences Sociales de Toulouse, 2007. 22 p. Cahiers du GRES (Groupe de Recherches Economiques et Sociales)–Cahier n° 2007-02.
- 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.
- NETTO, L. E. S. C. **Alianças estratégicas como fontes geradoras de vantagens competitivas sustentáveis: o caso Embraer**. 2005. 318 f. Dissertação (Mestrado em Administração)–Instituto COPPEAD de Administração,

- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- NIOSI, J.; ZHEGU, M. Aerospace clusters: local or global knowledge spillovers? **Industry and Innovation**, v. 12, n. 1, p. 1-25, 2005.
- OLIVEIRA, L. G. **A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer**. Campinas. 2005. 226 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica)–Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- PINTO, M. A. C.; MIGON, M. N.; MONTORO, G. C. F. Convergência público-privada no adensamento da cadeia produtiva aeronáutica. **Revista do BNDES**, v. 14, n. 28, p. 145-170, 2007.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, 1990.
- 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. 5 p. Disponível em: <[www.uscc.gov/hearings/2007hearings/written\\_testimonies/07\\_05\\_24\\_25wrts/07\\_05\\_24\\_25\\_pritchard\\_statement.pdf](http://www.uscc.gov/hearings/2007hearings/written_testimonies/07_05_24_25wrts/07_05_24_25_pritchard_statement.pdf)>. Acesso em: 05 maio 2009.
- PRITCHARD, D. **The global decentralization of commercial aircraft production**: implications for U.S. based manufacturing activity. 2002. 113 f. Tese (Ph.D. in International Business)–Department of Geography, University at Buffalo, Buffalo, 2002.
- PRITCHARD, D.; MACPHERSON, A. **Outsourcing US commercial aircraft technology and innovation**: implications for the industry's long term design and build capability. 2004. Canada - United States trade center occasional paper, 29.
- PRITCHARD, D.; MACPHERSON, A. **Strategic destruction of the North American and European commercial aircraft industry**: implications of the system integration business model. Buffalo: Department of Geography, State University of New York, 2007. 15 p. Canada-United States trade center occasional paper, 35.
- SPREEN, W. E. **Marketing in the international aerospace industry**. Ashgate, 2007. 297 p.
- UM OLHO além do horizonte. **HSM Management**, v. 26, 2001. Entrevista de Ozires Silva concedida a Carlos Alberto Júlio e José Salibi Neto.
- UPWARDS and onwards: airborne at last, the Dreamliner and the A400M still have a lot to prove. **The Economist**, 17 dez. 2009. Disponível em: <[www.economist.com/businessfinance/displaystory.cfm?story\\_id=15127526](http://www.economist.com/businessfinance/displaystory.cfm?story_id=15127526)>. Acesso em: 27 jan. 2010.

