

Referência:
CPA-046-2006



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Versão:
1.0

Status:
Ativo

Data:
18/dezembro/2006

Natureza:
Aberto

Número de páginas:
46

Origem:
João Furtado – USP e
BNDES

Revisado por:
GT-04

Aprovado por:
GT-04

Título:
Estrutura e dinâmica da Indústria Aeroespacial: Subsídios para a identificação de trajetórias possíveis para o desenvolvimento brasileiro

Lista de Distribuição

Organização	Para	Cópias
INPE	Grupos Temáticos, Grupo Gestor, Grupo Orientador e Grupo Consultivo do Planejamento Estratégico	

Histórico do Documento

Versão	Alterações
1.0	<i>Estudo</i> elaborado sob contrato junto ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

**Estrutura e dinâmica da Indústria Aeroespacial:
Subsídios para a identificação de trajetórias
possíveis para o desenvolvimento brasileiro**

João Furtado

Documento de Trabalho preparado no âmbito do
Planejamento Estratégico do INPE, sob a
coordenação do Prof. Dr. Sérgio Salles (GEOPI)

Novembro de 2006

I – Introdução

Este trabalho pretende contribuir para a reflexão coletiva que o INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais vem realizando com vistas ao seu planejamento estratégico. O ângulo da observação está localizado no conjunto da indústria e das políticas industriais e tecnológicas. É menos um olhar de especialista em indústria aeroespacial, que o autor está longe de ser. Representa, sobretudo, uma observação que coloca em perspectiva comparativa o desenvolvimento deste setor.

Ao apresentar uma reflexão sobre trajetórias de desenvolvimento do setor aeroespacial, o trabalho tem sempre em vista outras trajetórias, sejam elas de outros países ou de outras indústrias. As experiências internacionais são imprescindíveis a qualquer formulação política, mormente quando ela pretende olhar para o longo prazo e estabelecer objetivos remotos, para os quais é indispensável construir cenários e identificar ou construir os meios de alcançá-los. A intensidade dos fatores externos no desenvolvimento de qualquer indústria tem sido crescente, e as características próprias da indústria aeroespacial – em todos os seus segmentos – reforçam esta influência. As trajetórias de outras indústrias também oferecem parâmetros e balizas, e representam a segunda referência do trabalho.

Estes dois conjuntos de elementos para uma perspectiva comparativa permitem que a construção de um leque de possibilidades de desenvolvimento para a indústria aeroespacial brasileira se faça com realismo, mas sem tolhimento, um equilíbrio tão necessário quanto difícil de alcançar. Por isso mesmo, críticas, comentários e sugestões serão extremamente bem acolhidos. O estabelecimento de compromissos sólidos, sobre prazos necessariamente longos, exige que o diferente e o contraditório sejam contemplados e incluídos em cada estágio, da concepção à formulação, passando depois pela implementação e pela avaliação. Evidentemente, é no estágio inicial, de coleta de insumos e questões para reflexão e discussão, que o contraditório tem o seu espaço mais amplo.

Ao autor não escapam as complexidades institucionais deste setor no Brasil. Ele possui um berço comum, o daqueles visionários que, desde o primeiro quartel do século XX, olharam para o ar e para o espaço como oportunidades e desafios ao mesmo tempo mobilizadores de novas competências e ofertantes de soluções. Desde os preparativos do I Congresso Brasileiro de Aeronáutica (iniciados em 1928, realizado em 1934), a evolução do “setor” esteve mergulhada em teses contraditórias e conflitos entre trajetórias muito diferentes. A tese, tão cara à sociedade brasileira, do consumo imediato, ou da disponibilidade, para consumo imediato, de aviões (e serviços de transporte aéreo) que sairiam de uma unidade fabril trazida de algum outro lugar enfrentou a oposição daqueles outros brasileiros adeptos de outras teses e que pretenderam desenvolver competências e capacidades, que só depois – muitos anos e muitos orçamentos depois – se materializariam em aviões.

Estas duas famílias de idéias e trajetórias têm acompanhado o desenvolvimento brasileiro. Na imensa maioria das vezes, ele tem ocorrido muito mais em conformidade com a primeira, distanciando-se da segunda. A grande exceção foi a aeronáutica e a fabricação de aviões, uma atividade em que o conhecimento precedeu a reprodução material dos componentes e dos produtos acabados. Isto suscita questões evidentes: pode aquela trajetória ser reproduzida? Estarão os orçamentos disponíveis e preparados para irrigar o terreno, fértil, por um longo período de maturação, entre as idéias pioneiras e visionárias e os produtos e os serviços que poderão dar ampla legitimidade à trajetória? Como se preenche esta brecha temporal? Como poderão sobreviver as instituições e as empresas que estão a postos, construindo as suas capacidades, por um lado, e as empresas e instituições demandantes de produtos e serviços, de outro lado? Dito de outro modo, como se articulam as ofertas e as

demandas em cada momento e fase do processo? Ao mesmo tempo, é necessário ter presente que o caminho para uma participação vigorosa da exploração do espaço e da indústria aeroespacial – em sentido amplo, incluindo a ciência, a tecnologia, a indústria e os serviços – no leque de atividades relevantes para a economia e a sociedade brasileira poderá ser pavimentado pelas ligações do propriamente espacial com aqueles desenvolvimentos em áreas conexas. O espacial depende de áreas de conhecimento e de capacitações industriais extremamente relevantes como os materiais, a eletrônica, a informática tanto quanto pode nutri-las com os seus próprios desenvolvimentos. Do mesmo modo, o desenho da indústria aeroespacial e a sua inserção substantiva no desenvolvimento brasileiro dependerão grandemente da sua capacidade de identificar problemas e potenciais que possam ser adequadamente resolvidos e atendidos.

É possível argumentar que este elenco de questões extrapola aquilo que o planejamento estratégico de uma instituição tem por missão realizar. O questionamento é aceitável. Mas pode-se contra-argumentar, em defesa deste leque de questões, que nenhum planejamento poderá ser efetivo se não tiver ao seu lado e no seu horizonte uma macro-visão que examina ao mesmo tempo as peças e as possíveis configurações do sistema. Incluir de forma permanente o espaço no desenvolvimento brasileiro dependerá fortemente da capacidade de tecer elos qualificados com todas aquelas atividades cujo desempenho pode efetivamente ser alicerçado com novos ingredientes e soluções inovadoras. O lema que presidiu a reconfiguração da agência espacial dos EUA – *faster, better, cheaper*¹ – poderia inspirar um dos vetores do esforço de desenho ou redesenho do papel do espaço e das instituições espaciais brasileiras no contexto nacional e internacional atual, mas dificilmente poderia esgotá-lo. Na condição brasileira em termos territoriais e demográficos, considerando as especificidades nacionais e a inserção internacional do Brasil, existe um amplo espaço para a criação de serviços úteis que possam atender necessidades colocadas pela economia e a sociedade brasileiras ou novas ofertas para além das demandas existentes.

Quando o presidente Eisenhower (mandatos 1953-1961) inaugurou as *comunicações com recurso ao espaço* transmitindo, de um satélite, uma saudação ao povo dos Estados Unidos. Segundo relatos do episódio, fê-lo sem imaginar – na verdade, duvidando – que aquela tecnologia pudesse ter, no presente ou no futuro, utilidade ou importância maiores².

Conhecimentos e tecnologias, boas idéias e suas possíveis aplicações andam muitas vezes em ritmos distintos. Produzem-se, assim, desencontros freqüentes. Existem problemas bem identificados para os quais inexistem, apesar disso, soluções adequadas – como a cura do câncer, a vacina contra o vírus HIV ou a hidrólise eficiente da celulose. Isso pode dar-se por razões científicas, técnicas, econômicas ou mesmo sociais e regulatórias. É muito comum que as possibilidades abertas pelo conhecimento só muito mais tarde venham a ser exploradas, mas o campo espacial abriu, de fato, um leque e um arsenal imensos de possibilidades,

¹ Dan Goldin e a “nova NASA” (1991-2001). Apesar das polêmicas que cercaram a sua atuação, reconhece-se que “he has delivered on his promise to reshape NASA into a model government agency” (revista *Aviation Week & Space Technology*) e “most space watchers say that Goldin is a brilliant visionary who brought NASA back from the brink of a black hole” (*National Journal*).

² 34o. presidente dos EUA, entre 1953-1961, nasceu no Texas, em 1890, faleceu em Washington, em 1969. Existe alguma incongruência entre este relato e a estratégia que a AIA (Associação da Indústria Aeroespacial dos EUA) credita ao mesmo Eisenhower, uma visão que parece ter clara a importância futura do espaço. Segundo a AIA, os EUA poderiam ter lançado o seu Explorer antes Sputnik (em 1957), mas preferiram ceder a precedência aos “soviéticos” para evitar possíveis alegações de invasão ou quebra de soberania (do espaço) nacional. Ainda de acordo com a AIA, “the policy was sound, but U.S. leadership misread public reaction to the Soviet space achievement”. Cf. AIA (Associação da Indústria Aeroespacial dos EUA), disponível na página da rede.

difícilmente imaginadas no nascedouro. Trabalho, lazer, organização social e guerra – estas e muitas outras dimensões da vida contemporânea foram invadidas e moldadas pelo domínio e pela exploração do espaço. Esta expressão *exploração do espaço* e o próprio termo *espacial* têm ambos contribuído para impedir uma maior familiaridade com o termo e com as atividades ditas espaciais. Com isso, afastam da compreensão social uma atividade que, por sua evolução, tem inúmeras contribuições, como melhorar o nosso entendimento sobre alguns dos fenômenos mais importantes que afetam o Planeta (clima e diversos fenômenos naturais) e reduzir as distâncias que separam os indivíduos (comunicações).

Nem todos os países podem ostentar a ambição de uma presença ativa na exploração e uso do espaço, mas todos dependem dele. Eles dependem também, em maior ou menor medida, daquelas empresas e instituições que possuem um domínio efetivo de uma ou mais dimensões do espaço. Curiosamente, quando se examina a indústria aeroespacial do ponto de vista de um dos seus momentos fundadores (como a saudação de Eisenhower aos seus conterrâneos), seria difícil imaginar que o espaço e a sua exploração ganhariam uma tal penetração na vida cotidiana.

Para efeitos de comparação da evolução prospectiva, examinem-se os exemplos das trajetórias das indústrias automobilística e aeronáutica. Elas podem, em certa medida, ser consideradas irmãs, pelo menos quanto ao nascimento e aos passos iniciais. A evolução posterior, no entanto, afastou as trajetórias de ambas as indústrias. O automóvel apresentou um desenvolvimento notável, em termos do produto, do processo de produção e do mercado. O produto ganhou atributos novos e um padrão de qualidade extremamente elevado. O processo de fabricação do automóvel foi levado à condição de produção em massa, tornando o *artefato* disponível para um grande número de famílias e indivíduos. O avião, por outro lado, também ganhou atributos e qualidade, mas afastou-se cada vez mais da condição de objeto acessível aos indivíduos. O próprio consumo do serviço associado (o transporte aéreo) está longe, ainda, das possibilidades da grande massa de indivíduos. Estimativas indicam que apenas 4% da população mundial já realizaram algum tipo de deslocamento em avião³, uma porcentagem muito inferior à daqueles que já fizeram deslocamentos em automóvel.

Embora o transporte de passageiros ainda esteja muito distante dos padrões de consumo típicos da maioria da população, muitos dos produtos e serviços que freqüentam os hábitos modernos e são acessíveis à maioria das pessoas incluem doses elevadas de ingredientes típicos da indústria aeroespacial e do seu segmento propriamente espacial. A final da copa do mundo de futebol, o evento esportivo mais importante do planeta, é acompanhado ao vivo por bilhões de espectadores. Jogado por duas dúzias de protagonistas, acompanhado ao vivo por algumas dezenas de milhares de espectadores, tornou-se evento global pela ação de artefatos e serviços aeroespaciais. Desde a Copa do Mundo de 1970, (México), os satélites vêm auxiliando a construir a “mundialidade” desse evento e do próprio esporte. Curiosamente, então, a indústria aeroespacial tornou-se presente na vida cotidiana com uma intensidade dificilmente imaginada por qualquer indivíduo, incluindo aqueles, como o presidente Eisenhower, que teriam as melhores condições de informação e de apreciação. Automóveis, aviões e satélites apresentaram evoluções muito diferenciadas. E se é verdade que o automóvel está no cotidiano – da realidade ou do imaginário – dos indivíduos, moldando as cidades e os sonhos, o avião permanece inacessível e o satélite freqüenta e molda os gestos mais comuns.

³ *L'Avantage Québécois – Stratégie de développement de l'industrie aéronautique québécoise*, documento governamental, julho de 2006. A referência encontra-se na página 23.

O caráter globalizado da indústria espacial e aeroespacial está vinculado à sua própria natureza e vê-se reforçado por várias tendências contemporâneas, incluindo-se entre elas a multiplicação dos fluxos econômicos e o acirramento da competitividade. Os fluxos de capitais, informações, serviços e pessoas têm tornado o mundo cada vez mais integrado e a indústria aeroespacial, em cada um dos seus segmentos, contribui para essa evolução. Ao mesmo tempo, a concorrência foi transbordando dos espaços locais e nacionais para uma esfera cada vez mais ampla – continental, às vezes; global, cada vez mais. Este padrão competitivo, globalizado, que se tornou dimensão incontornável e inescapável da vida econômica, reforçou o processo de constituição de estruturas globais, para o transporte de mercadorias, indivíduos e informações. Estas estruturas estão cada vez menos confinadas aos espaços nacionais e contrapõem-se umas às outras como elementos de sistemas integrados entre si e em competição uns com os outros.

A busca de autonomia no terreno espacial convive de forma muito intrincada com uma rede complexa de colaborações variadas e formas diversas de dependências. Mesmo países que sustentaram de forma muito enfática as estratégias autonomistas, ligadas à segurança e às dimensões bélicas (ditas *de defesa*), vêm-se hoje envoltos cada vez mais por outros parâmetros, com uma forte dimensão econômica. O avião da Boeing percorre uma dezena de países para o *procurement* dos componentes, partes, conjuntos e sistemas; e a União Européia busca novos mercados para os serviços do seu sistema "civil" de satélites de navegação *Galileo* (também para objetivos militares), como parte de uma medida para recuperar seus custos crescentes, e isso ocorre a despeito do projeto incluir, como financiadores, nações que não pertencem ao núcleo de segurança mais próximo⁴. O econômico penetrou o estratégico e todas as estratégias têm, doravante, compromissos renovados com as equações que comparam custos e preços, investimentos e retornos.

A definição de indústria espacial e o estabelecimento de fronteiras nítidas com relação aos demais segmentos da indústria aeroespacial podem ser realizados de forma rigorosa. A utilidade dessa delimitação, no entanto, vê-se grandemente diminuída quando são levadas em conta as características da organização real dessas atividades – integradas, fortemente integradas. O trabalho está estruturado a partir de uma definição das indústrias espacial e aeroespacial, identificando o seu conteúdo e os seus contornos. Para o bem e para o mal, estes contornos estão definidos não apenas tecnicamente, mas também pelas percepções que os protagonistas da cena industrial possuem com relação às suas trajetórias, fortemente influenciadas pelas experiências (seção II). A despeito destes problemas ideossincráticos, mas muito reais, a seção III dedica-se a mostrar as razões para examinar o aeroespacial como um conjunto. A seção IV introduz questões ligadas à estrutura e ao funcionamento dos mercados, mostrando que a importância do chamado estratégico tem sido diluída pelo crescente da dimensão econômica. A seção V analisa as configurações nacionais das cadeias (aero)espaciais, procurando caracterizar a emergência de novas articulações, menos nacionalmente confinadas e mais globalizadas. A seção VI procura caracterizar a cadeia aeroespacial brasileira, colocando-a em perspectiva comparativa com o modelo industrial brasileiro. Prepara-se assim a discussão da seção VII, que apresenta algumas conclusões e proposições.

Embora cada uma destas proposições esteja fundamentada em evidências e argumentos desenvolvidos ao longo do trabalho, o objetivo maior da seção final e do próprio trabalho é oferecer insumos para reflexão e discussão. Entende-se que uma atividade de planejamento estratégico está necessariamente referida ao mais amplo leque de opções,

⁴ Proposição do comissário de Transportes da União Européia, Jacques Barrot, reportada pelo Financial Times de 14 de outubro de 2006.

incluídas aquelas que, de antemão, desagradam igualmente aos gregos e aos troianos. Possivelmente, cada uma das proposições e dos caminhos sugeridos possui variantes, possivelmente superiores às propostas. Mas o olhar externo, do estrangeiro, permite eventualmente uma contribuição mais isenta.

II – Definições e Contornos

Definições de indústria aeroespacial

O termo aeroespacial é “relativo à aeronáutica e ao espaço aéreo, concernente ao espaço”. O termo espacial, por sua vez, corresponde ao universo para além da atmosfera terrestre (“universe outside the earth’s atmosphere”, da definição do Webster’s Dictionary – Unabridged). Ainda não há uma definição disponível em termos de uso comum, “[a]erospace comprises air and space travel, manufacturing and associated research. Aerospace is a very diverse industry, with a multitude of commercial, industrial and military applications” (Wikipedia).

A indústria aeroespacial tem estado situada num espaço científico, tecnológico, industrial e de serviços que combina (e sobrepõe) esferas de atuação e dimensões públicas e privadas. “(...) In most industrial countries, the aerospace industry is a cooperation of public and private industries. For example, several countries have a space program under the command of the government, such as NASA in the United States, ESA in Europe, the Canadian Space Agency in Canada, Indian Space Research Organization in India, RKA in Russia, China National Space Administration in China, and Iranian Space Agency in Iran. Along with these public space programs, many companies produce technical tools and components such as spaceships and satellites. Some known companies involved in space programs include Lockheed Martin, Northrop Grumman, EADS, and Boeing. These companies are also involved in other areas of aerospace such as the construction of aircraft” (Wikipedia).

Conteúdo da indústria aeroespacial e as suas relações tecnológicas e industriais

Quanto ao conteúdo e aos contornos da indústria aeroespacial: “The Aerospace industry is defined as the manufacture, repair and maintenance of fixed and rotary-wing aircraft and aircraft components, gliders (except hang-gliders), guided missiles, spacecraft, satellites, various aspects of defense technology and avionics equipment.”

This industry comprises establishments primarily engaged in manufacturing aircraft, missiles, space vehicles and their engines, propulsion units, auxiliary equipment, and parts thereof. The development and production of prototypes is classified in this industry, as is the factory overhaul and conversion of aircraft and propulsion systems.

Quadro 1 – Segmentos e produtos componentes da indústria aeroespacial

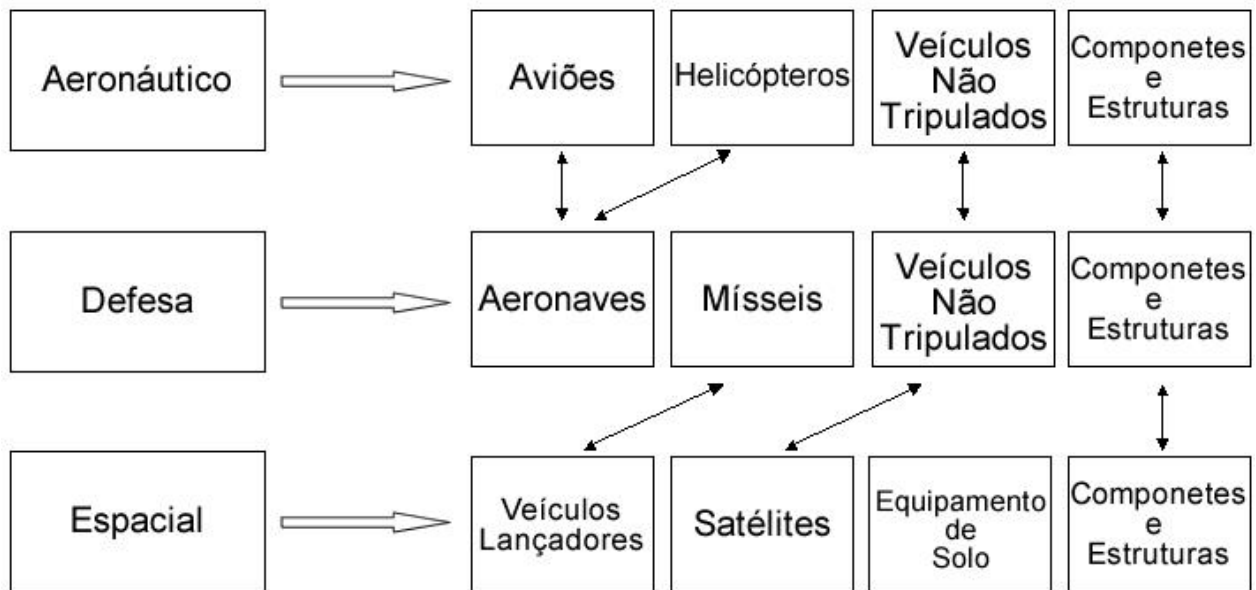
1. Aircraft assemblies
2. Hydraulic equipment, aircraft
3. Aircraft engines and engine parts (except carburetors, pistons, piston rings, valves)
4. Rockets (guided missiles), space and military, complete
5. Aircraft
6. Space vehicles parts
7. Fuselage assemblies, aircraft
8. Stabilizers, aircraft
9. Guided missiles, complete, assembling
10. Tail assemblies and parts (empennage), aircraft
11. Helicopters
12. Undercarriages, aircraft
13. Wing assemblies and parts, aircraft

Fonte: Classificação Industrial do Canadá

Vista de uma forma menos descritiva e um pouco mais analítica, é possível conceber a indústria aeroespacial como um conjunto articulado de sistemas complexos, emanados de diferentes áreas industriais, desenvolvendo e implementando soluções articuladas para a exploração do espaço e da terra. A definição mais encontrada enfatiza o espaço e omite, quase como regra, a terra; mas a indústria aeroespacial envolve o espaço e a terra, ou o espaço como elemento ligado à terra e ao território, à organização dos indivíduos e da sociedade. A maior parte dos elementos materiais da indústria espacial tem como principal razão de ser a criação de elementos imateriais (sons, imagens, dados, informações) para a compreensão e a comunicação humana e social. Uma outra parte envolve, é verdade, o elemento material ligado àquilo que, de forma eufemística e parcial, se chama *defesa*, compreendendo tanto essa ação, legítima, quanto o seu inverso, que exigiria, talvez um esforço intenso de legitimação social e política.

A descrição do conteúdo (em produtos) da indústria aeroespacial costuma ser feito pela própria indústria em termos dos seus três principais segmentos. “A Indústria Aeroespacial é composta por três segmentos inter-relacionados entre si: Aeronáutico, Defesa e Espacial. O papel dessa indústria é conceber e construir veículos de toda natureza que possam ser dirigidos acima da superfície terrestre, ou seja, basicamente aviões, helicópteros, mísseis e lançadores de satélites, assim como satélites, plataformas especiais e naves cósmicas” (MARTRE, 2001). A representação dos três segmentos e a identificação genérica dos seus elos está feita na figura a seguir.

Figura 1



“O segmento aeronáutico oferece uma variada gama de produtos, tais como: aviões de diversos portes, helicópteros, seus conjuntos e partes estruturais, motores, seus componentes e peças, equipamentos de radiocomunicação e navegação, sistemas e equipamentos embarcados e para o controle do tráfego aéreo. Também são oferecidos serviços de manutenção, reparo e revisão geral de aeronaves, motores, componentes e equipamentos de sistemas de bordo, além de serviços de projeto e engenharia e serviços industriais relacionados” (AIAB, 2006). “O segmento de defesa oferece, além de aeronaves desenvolvidas para diferentes tipos de missão, a integração de sistemas, equipamentos, componentes e partes, armamentos não guiados e inteligentes” (AIAB, 2006). “O segmento espacial fornece satélites e suas estruturas, seus equipamentos de bordo incluindo cargas úteis, foguetes de sondagem e veículo lançador, sistemas diversos e suas partes, propulsão, respectivos segmentos de solo e serviços envolvendo aplicação de imagens obtidas por satélites, além de consultoria e outros serviços especializados” (AIAB, 2006)⁵.

Evidentemente, os artefatos típicos da indústria aeroespacial estão longe de serem ordinários ou comuns; ao contrário, possuem características e atributos especiais: “Esses veículos caracterizam-se pela leveza e resistência de sua estrutura, a potência de seus motores e a agilidade de sua condução” (MARTRE, 2001). Além disso, possuem um conjunto de bases tecnológicas que, necessariamente, têm de articular-se⁶. Estas bases tecnológicas comuns, que constituem uma característica amplamente reconhecida, têm servido para criar estratégias de desenvolvimento articuladas entre as trajetórias espaciais (e também aeroespaciais) nos segmentos civil e militar.

⁵ AIAB. Sítio da Associação da Indústria Aeroespacial Brasileira. Disponível em: <<http://www.aiab.org.br/portugues/content/home/industria.asp>>. Acesso em: 10 out. 2006

⁶ O que é diferente de dizer que “[d]erivam portanto de uma base tecnológica comum, na qual a aerodinâmica, a resistência dos materiais, a termodinâmica e a eletrônica convivem permanentemente e têm aplicações semelhantes” MARTRE, H. A indústria aeroespacial. Análises e reflexões. Outubro de 2001. Disponível em: <<http://www.france.org.br/abr/imagesdelafrance/aeroespacial.htm>>. Acesso em: 10 out. 2006.

A concepção mais tradicional enfatiza o investimento militar como elemento de criação de tecnologias, sistemas e soluções que depois são aproveitados no âmbito civil. É assim que muitos autores colocam o problema das relações militar-civil, defesa-economia. A citação seguinte é um exemplo, mas pode ser vista em muitos outros autores, correspondendo à visão predominante: “Na maioria dos produtos dessas indústrias, a busca do desempenho é essencial para o sucesso. Isto depende do objetivo perseguido, que só pode ser atingido se se dispõe dos melhores materiais e componentes, mas também da competição militar e civil, que está constantemente induzindo à inovação. Se acrescentarmos que as séries de produção são relativamente curtas, fica evidente que o índice de pesquisa e desenvolvimento em relação à produção é excepcionalmente alto nessas indústrias, da ordem de 20 % em média. Os riscos financeiros daí decorrentes são particularmente altos, sendo compartilhados no terreno da defesa entre os Estados e as empresas. Com efeito, o surgimento dos aviões, em seguida dos mísseis e finalmente dos satélites representou uma drástica reorientação das estratégias militares, de tal modo que já não se concebe superioridade no campo de batalha sem armamento aéreo e espacial de primeiro nível. Em média, mais de um terço das verbas de equipamentos militares é destinado ao setor. Isto explica o fato de que muitos países tenham desejado criar em seu próprio solo uma indústria aeronáutica capaz de lhes proporcionar os meios necessários à concretização de suas ambições. Explica também a existência em cada país de uma estreita relação entre o poder público e a indústria aeronáutica, que se traduz particularmente no financiamento da pesquisa e do desenvolvimento” (MARTRE, 2001).

Embora este fluxo – do militar ao civil – possa corresponder ao movimento mais tradicional e continue a ser defendido por muitos protagonistas como sendo o mecanismo típico, ele não é o único e muito menos é o mais desejável. Existem várias razões que permitem sustentar este argumento. A primeira – e principal – envolve as próprias lógicas da defesa e da indústria civil. A lógica bélica evita as contradições entre resultados e custos associados. A guerra o impõe custos exorbitantes. Para ganhá-la, esforços imensos podem ser feitos e a excepcionalidade das situações o permite. Rompe-se, por este mecanismo, a relação entre esforços e custos, de um lado, e resultados e retornos, de outros. A lógica econômica é muito distinta. Ela compara, permanentemente, investimentos e retornos, mesmo que entre uns e outros transcorram longos períodos. Quando as políticas militares ou de defesa investem recursos em armamentos e sistemas bélicos, o produto esperado são armas com determinados atributos, capazes de cumprir determinadas funções. Desses investimentos podem resultar, também, outros produtos ou soluções para outros problemas, para outras demandas; mas não foi para isso que os recursos foram investidos. Será que esses outros retornos, adicionais, os transbordamentos (*spill-overs*) estão assegurados, de antemão? Será razoável imaginar que eles possam, efetivamente, transbordar, e fazê-lo com tal intensidade que sejam eles a justificar os investimentos em aparatos e equipamentos sofisticados, demandantes de volumosos recursos? Pela própria natureza da atividade “de defesa”, os equipamentos, artefatos e tecnologias militares voltam-se para aplicações restritas e por isso os conhecimentos envolvidos devem necessariamente demorar a transbordar para outras aplicações. É difícil, por isso, justificar um desenho de indústria aeroespacial que possua como estrutura e dinâmica principais um núcleo militar e efeitos de *spill-over* (transbordamentos) para outras indústrias e atividades. O espacial vai muito além do militar e o programa espacial brasileiro é, essencialmente, um programa com fins pacíficos, mesmo naquelas dimensões mais relacionadas com a defesa (por exemplo, a vigilância das fronteiras). Ocorre que o argumento dos transbordamentos como justificativa principal de um programa tecnológico como o espacial deveria contemplar, de forma explícita, um encadeamento entre o propriamente espacial e o conjunto das demais atividades relacionadas, sejam elas espaciais, aeroespaciais ou em outras áreas tecnológicas e industriais que possam, de forma previsível ou estruturável, estabelecer vínculos com o programa, numa perspectiva

de longo prazo, mas de forma identificável. Existem, entre os investimentos constitutivos de um programa espacial e as demais áreas para as quais os seus efeitos possam transbordar, barreiras de várias naturezas, e essas barreiras dificultam ou impedem a ocorrência dos aludidos ganhos adicionais.

Um caminho alternativo, sobretudo no caso de um programa espacial com finalidades civis, deve ser pensado como um conjunto de tecnologias e competências industriais originárias de distintos campos científico-tecnológicos e setores industriais, com fluxos múltiplos de alimentação das competências e das capacidades competitivas. A idéia de primazia tecnológica do espacial sobre outras áreas talvez deva ser relativizada, sobretudo quando se tem em mente que existe uma curva de aprendizado relacionando positivamente a frequência das experiências e os níveis de produtividade, de eficiência e de eficácia. Assim sendo, existem sem dúvida competências que a indústria aeroespacial está apta a *transbordar* para as indústrias em geral (eletrônicas, mecânicas, de materiais, de informática etc), mas o inverso também é verdadeiro, por razões bastante evidentes. Uma indústria que sobrevive a orçamentos erráticos tem sem dúvida méritos ligados à capacidade de sobrevivência, mas dificilmente poderia ter a seu favor também um desenvolvimento continuado de competências. Por isso mesmo, a despeito das dificuldades institucionais que as trajetórias passadas e as respectivas histórias colocaram, talvez seja necessário repensar as fronteiras, as distâncias e os papéis das indústrias espacial e aeronáutica, bem como os elos que possam existir ou ser criados com outras indústrias, mormente a partir do desenvolvimento de novos conhecimentos de base, de novas tecnologias de aplicação comum ou genérica, bem como de competências industriais que a indústria espacial possa receber daqueles setores que estiveram, há mais tempo, submetidos a pressões de mercado. Além das competências propriamente industriais, ligadas a processos de fabricação, à economicidade típica de setores voltados para os mercados e para a competição diuturna, a indústria em geral também tem desenvolvido capacitações técnicas e tecnológicas que reduzem as distâncias com relação aos padrões exigentes típicos das indústrias bélicas e espaciais. Estas indústrias certamente não perderam essa sua característica, mas não podem imaginar que detenham o seu monopólio e muito menos que os fluxos de conhecimento e tecnologia sejam unidirecionais, partindo delas.

III – Razões para examinar o aeroespacial como um conjunto

É possível contabilizar a produção, o emprego, as exportações ou as importações da indústria espacial e dos demais segmentos componentes da indústria aeroespacial (defesa e aeronáutica) separadamente. Mais difícil, no entanto, é pensar as estruturas, a dinâmica e as tendências dessas indústrias separadamente.

Existem várias razões que tornam esses segmentos da indústria aeroespacial praticamente inseparáveis. A primeira e principal delas é de natureza tecnológica: a maioria dos conhecimentos científicos, tecnológicos e industriais de cada um dos segmentos que compõem a indústria aeroespacial possui aplicação e utilidade em outros segmentos do “setor”. A indústria aeroespacial recebe insumos e produtos de outros setores, tanto quanto desenvolve soluções cujos conhecimentos podem ser utilizados em outras atividades⁷.

⁷ “A Indústria Aeroespacial é composta por três segmentos inter-relacionados entre si: Aeronáutico, Defesa e Espacial. O papel dessa indústria é conceber e construir veículos de toda natureza que possam ser dirigidos acima da superfície terrestre, ou seja, basicamente aviões, helicópteros, mísseis e lançadores de satélites, assim como satélites, plataformas especiais e naves cósmicas. Esses veículos caracterizam-se pela leveza e resistência de sua estrutura, a potência de seus motores e a agilidade de sua condução”. (MARTRE, 2001; ênfases e destaques acrescentados). Vai no mesmo sentido a intervenção de Câmara na Conferência Regional

Mas existem também razões de natureza propriamente econômica e da organização empresarial. Estas razões vêm-se confortadas e reforçadas pelas próprias políticas públicas, que muitas vezes propiciam às empresas os meios para criarem soluções dedicadas que possuem potencial genérico.

Razões econômicas e empresariais:

- muitos dos mais importantes desenvolvimentos tecnológicos da indústria aeroespacial resultaram de encomendas públicas específicas que permitiram criar conhecimentos, capacitações e competências aplicáveis a produtos de natureza comercial;
- um grande número de empresas desenvolve tecnologias e produtos cuja aplicação transcende as fronteiras dos segmentos que compõem a indústria aeroespacial e, de fato, as da própria indústria aeroespacial;

Isso ocorre no Brasil e ocorre também na maior parte dos países para os quais foi possível proceder a um levantamento de informações. Esse processo viu-se reforçado pelas modificações transcorridas no plano internacional após o ano de 1989, que levaram à substancial redução dos orçamentos militares (nos EUA e mundo afora) e determinaram, com isso, a necessidade por parte das empresas com forte exposição a este mercado de buscarem novos espaços econômicos.

Alguns projetos ilustram de forma clara esta interpenetração entre campos tecnológicos, áreas tecnológicas e mesmo serviços específicos. No quadro a seguir são apresentados alguns dos principais projetos em segmentos da indústria aeroespacial, que contam com participação da Boeing⁸.

de Ciência Tecnologia e Inovação, “Programa Espacial: C&T e Desenvolvimento Industrial”, São Paulo, Agosto de 2001 (o argumento encontra-se desenvolvido à página 2).

⁸ Câmara (2001) apresenta algumas evidências empíricas sobre a dimensão dos subsídios cruzados entre as encomendas pública, sobretudo de caráter militar, como instrumento de política industrial (idem, p. 3).

Quadro 2 – Projetos da Boeing em segmentos da indústria aeroespacial adjacentes à aeronáutica

Projeto	Segmento / Parceria	Outras informações
1. F-22 fighter	Boeing – Defense and Space Group	Parceria com a Lockheed Martin
2. V-22 Osprey tilt-rotor aircraft	Boeing – Defense and Space Group	Parceria com a Bell Helicopter Textron
3. RAH-66 Comanche helicopter	Boeing – Defense and Space Group	Parceria com a Sikorsky
4. Rede mundial de satélites	Teledesic (10% de participação da Boeing)	Projeto de US\$ 9 bilhões
5. Space shuttle	Boeing: “orbiters” e motores principais	
6. Estação espacial internacional	Boeing – lidera a participação dos EUA	O projeto tem a participação de 16 países

Fonte: informações da imprensa especializada e documentos setoriais

Quando se passa ao exame das atividades de serviços associadas ao setor, identifica-se um fenômeno semelhante. Uma mesma base material presta-se ao atendimento de demandas por serviços muito distintas. Os satélites constituem um exemplo bastante claro dessa característica, prestando-se a finalidades diversas, tanto em temas civis quanto militares. Esta característica da indústria aeroespacial possui conseqüências sobre a dinâmica do seu funcionamento, envolvendo também as políticas típicas para o setor.

A indústria espacial pode justificar a sua existência pela sua importância e pela relevância dos seus produtos e serviços. Pode, além disso, associar o seu desenvolvimento ao cumprimento de papéis singulares, de caráter nacional, vinculando-os às questões da segurança, tenha ela um cunho militar (a chamada defesa) ou civil (controle das fronteiras e monitoramento de fenômenos naturais). Estas funções muitas vezes, ou em situações excepcionais, não são passíveis de alcance nem pelas lógicas empresariais (ditas corporativas) nem por aquelas dos mercados que funcionam exclusivamente (ou preponderantemente) por critérios econômicos privados. A despeito de tudo isso, a existência e o pleno desenvolvimento da indústria espacial não estão assegurados de antemão. Para assegurar à indústria espacial brasileira as condições e os meios para o seu desenvolvimento, é necessário buscar, nas sinergias com outras atividades e setores, uma forma de alcançar economicidade e pleno aproveitamento do potencial conjunto.

A indústria espacial, como outras indústrias e atividades que possuem um forte conteúdo militar e estratégico (no sentido da segurança nacional), tem utilizado o argumento dos transbordamentos (*spill-overs*) como apoio aos seus pleitos, legítimos. Mas esses transbordamentos têm sido pensados de uma forma ao mesmo tempo automática e não-planejada, quase aleatória. Nas condições brasileiras, com atraso industrial e tecnológico significativo, recursos muito restritos e invariavelmente sob disputa, talvez seja necessário e oportuno pensar numa estratégia de planejamento conjunto ou articulado, entre algumas das atividades essenciais do programa e da indústria espacial e de outras atividades correlatas, estejam imediatamente próximas ou que possam articular-se ao seu desenvolvimento. Se as atividades espaciais se justificam pelos transbordamentos, deixar que eles ocorram de forma

natural ou automática pode significar que as políticas espacial e tecnológica brasileiras renunciaram, deliberada e antecipadamente, ao poder estruturante que possuem ou que podem desenvolver.

IV – Estruturas de Mercado e Padrões de Competição

O mercado, entendido como espaço econômico e competição baseada fundamentalmente em parâmetros econômicos, impõe mais restrições à entrada e permanência (competitiva) de empresas fabricantes de equipamentos aeroespaciais do que a capacidade de produção, entendida como capacidade técnica. Embora isso seja logicamente evidente, nem sempre é suficientemente enfatizado e por vezes sequer é reconhecido. Os feitos técnicos e tecnológicos e o trabalho planejado e rigoroso para alcançar resultados tecnológicos consistentes representam apenas passos iniciais de uma trajetória necessariamente mais longa e muito mais laboriosa, morosa e arriscada. Por vezes, o mais difícil está alcançado, na forma de feito técnico; mas ele só poderá expressar-se efetivamente pela agregação dos demais elementos – o feito econômico, comercial, financeiro. Apesar dessa hierarquia de importâncias relativas, é impossível pensar na existência prolongada do empreendimento baseado em conhecimento, tecnologia e “feitos técnicos” se eles não estiverem alicerçados em fundamentos econômicos; mas o inverso não é verdadeiro.

Existem pelo menos duas dimensões adicionais que definem as possibilidades de sucesso – e os riscos de fracasso – de um empreendimento de base tecnológica no mundo contemporâneo: os seus custos e os seus prazos. Este item procura explorar esta dimensão econômica da competição, sem todavia esquecer ou desprezar a importância das demandas que são decididas por parâmetros e critérios extra-econômicos e possuem, a despeito disso, grandes impactos econômicos.

Abundam informações sobre este tema na bibliografia e nas discussões sobre a indústria aeroespacial. Documentos de origem estadunidense mencionam sempre a impressionante cifra de 15 bilhões de dólares de subsídios que a indústria européia recebeu para se erguer e disputar com a indústria dos EUA (hoje, a Boeing) o mercado de equipamentos aeronáuticos de grande porte (e elevada autonomia). Na Europa, a Comissão Européia investigou e pretendeu aplicar penalidades contra a indústria aeroespacial estadunidense com base no argumento dos subsídios cruzados entre os segmentos militar e civil da Boeing (após a fusão). Estas duas disputas, melhor dizendo, esta encarniçada disputa pelo mercado de aeronaves de grande porte e elevada autonomia, motivou até mesmo a formulação do modelo econômico da competição comercial estratégica, uma brecha que a realidade impôs ao modelo das vantagens comparativas⁹.

No Japão, que em tantas atividades industriais revelou uma extraordinária competitividade, na indústria aeronáutica apresenta, comparativamente, uma limitada capacidade de atuação e de inserção no mercado, atuando, em termos de artefatos completos, de forma fundamentalmente voltada para a demanda de cunho governamental-militar. O mesmo ocorreu na Coreia, onde as três principais empresas do complexo, que consolidaram as suas atividades na indústria aeroespacial, capacitaram-se atendendo a uma demanda do segmento militar. A despeito de todas estas evidências, tão reveladoras e tão importantes, é

⁹ A formulação é devida a Paul Krugman, misto de prodígio e *enfant terrible* da universidade e do debate público dos Estados Unidos. Logo após a admissão da política comercial estratégica, Krugman procurou confiná-la a um espaço muito reduzido e mantê-la fora do alcance de tentações de políticos menos responsáveis. O que vale para europeus e estadunidenses presumivelmente não vale para outros países...

necessário reconhecer que o setor aeroespacial está cada vez mais voltado para o atendimento de demandas que estão sujeitas à lógica dos mercados e aos parâmetros econômicos.

Três forças principais parecem comandar esse processo. A primeira é de natureza industrial e tecnológica, associada às economias de escala e de escopo e à existência de certas indivisibilidades. Por definição, investimentos em conhecimento e tecnologia aproximam-se da lógica de todo e qualquer investimento fixo. Assim sendo, quanto maiores forem as quantidades produzidas, menores serão os custos unitários. Por isso, setores intensivos em tecnologia podem beneficiar-se de escalas elevadas e de certo grau de concentração da produção. Quanto às economias de escopo, é possível que conhecimentos desenvolvidos para um segmento da indústria aeroespacial ou para um certo produto possam ser aproveitados, com ganhos, em segmentos adjacentes, sejam eles integrados ou não na forma de um sistema conjunto. Esta lógica das economias de escala e de escopo desdobra-se num processo de consolidação de posições nos mercados; e a rigor, as fronteiras entre a busca de economias de escala e de escopo, de um lado, e de poder de mercado, de outro, são bastante difíceis de estabelecer. Mesmo que o processo tenha avançado bastante, contando com a tolerância ou mesmo o apoio das autoridades públicas, o sinal vermelho acendeu, nos EUA, quando da tentativa de fusão entre a Lockheed Martin e a Northrop Grumman (em julho de 1998), “on anti-trust grounds”. De acordo com os especialistas, esta negativa teve “chilling effects” no processo de concentração do setor.

Figura 2

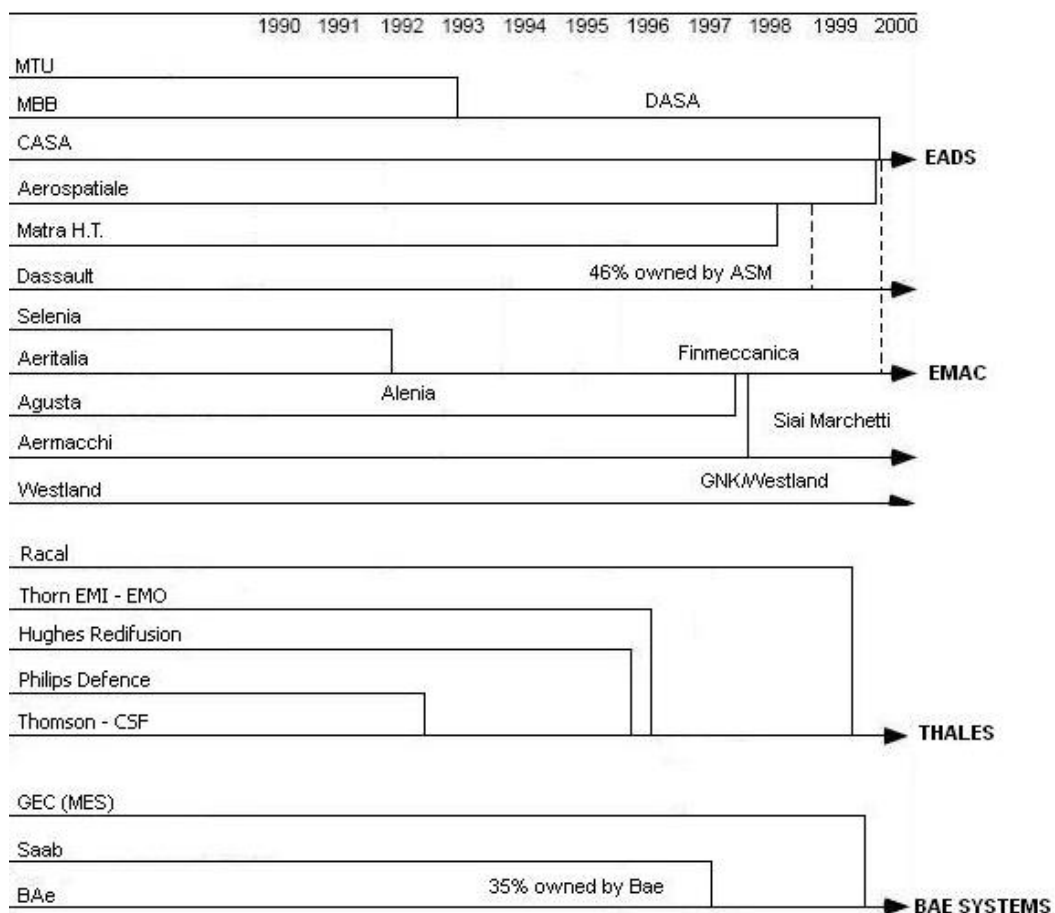
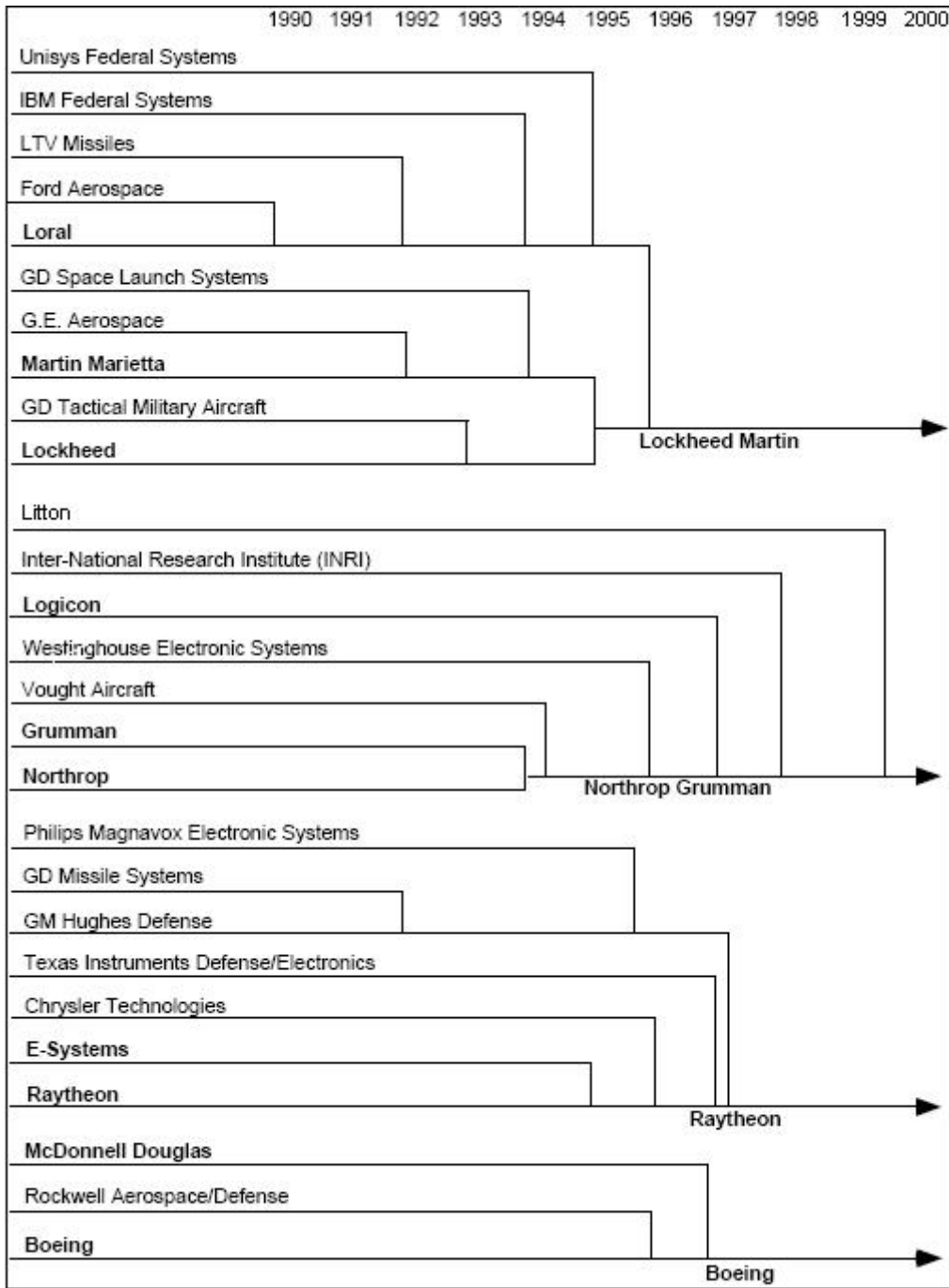


Figura 3



Este processo de concentração viu-se reforçado e modificado pela derrocada econômica e política dos regimes políticos comunistas do leste europeu. Muitas das justificativas mais persuasivas para a obtenção de orçamentos militares muito volumosos e de contratos de fornecimento correspondentemente generosos estacam ligadas às tensões EUA-URSS e Ocidente-Leste, tendo perdido a importância desde então. Com a redução subsequente dos orçamentos militares (ditos de defesa), muitas das maiores empresas do complexo aeroespacial-militar viram-se mergulhadas em grandes dificuldades financeiras e numa nova realidade, para a qual nem sempre estavam adequadamente capacitadas. A busca de novos espaços econômicos e novas aplicações para os conhecimentos, tecnologias, produtos e sistemas originários dos contratos e das necessidades do complexo aeroespacial-militar constitui uma segunda força a moldar as estruturas e a redefinir a dinâmica destas atividades e de outras para as quais as empresas direcionaram as suas atenções e os seus ativos. Automóveis, satélites e equipamentos de telecomunicações constituem exemplos deste processo de diversificação das empresas originárias do complexo.

A terceira força principal parece combinar e articular alguns elementos industriais e de mercado. Também aqui o segmento aeronáutico da indústria aeroespacial pode ajudar a caracterizar de forma concreta o fenômeno. Um fato marcante deste processo liga-se à tentativa, por parte das empresas aeronáuticas principais, de conquistar o apoio ou a boa-vontade dos governos nacionais de outros países e de constelações nacionais de interesses desses países para os seus produtos, utilizando para isso mecanismos de compensação que vão da chamada parceria estratégica ao off-set implícito. Um exemplo claro é a estratégia da Airbus em direção aos países industrializados da Ásia (Coreia do Sul e Japão). Considerados *chasse-gardée* (área reservada) da Boeing e dos EUA, as empresas desses países foram sendo persuadidas para uma adesão (parcial) aos produtos europeus (da Airbus) por meio de vantagens industriais que, posteriormente, ensejaram uma resposta análoga por parte da Boeing e do complexo estadunidense.

As três figuras a seguir descrevem o processo de formação de parcerias estratégicas entre as empresas principais do segmento aeronáutico e as fabricantes nacionais de partes, peças, componentes, conjuntos e sistemas representantes da indústria aeroespacial de outros países.

Figura 4

Os grandes programas – Boeing

Who makes the parts and where the engineering jobs are

Numbers of engineers are projections for the end of 2005 made by Boeing's first-tier partners, and may not include all engineering specialties. Production workers are not included.

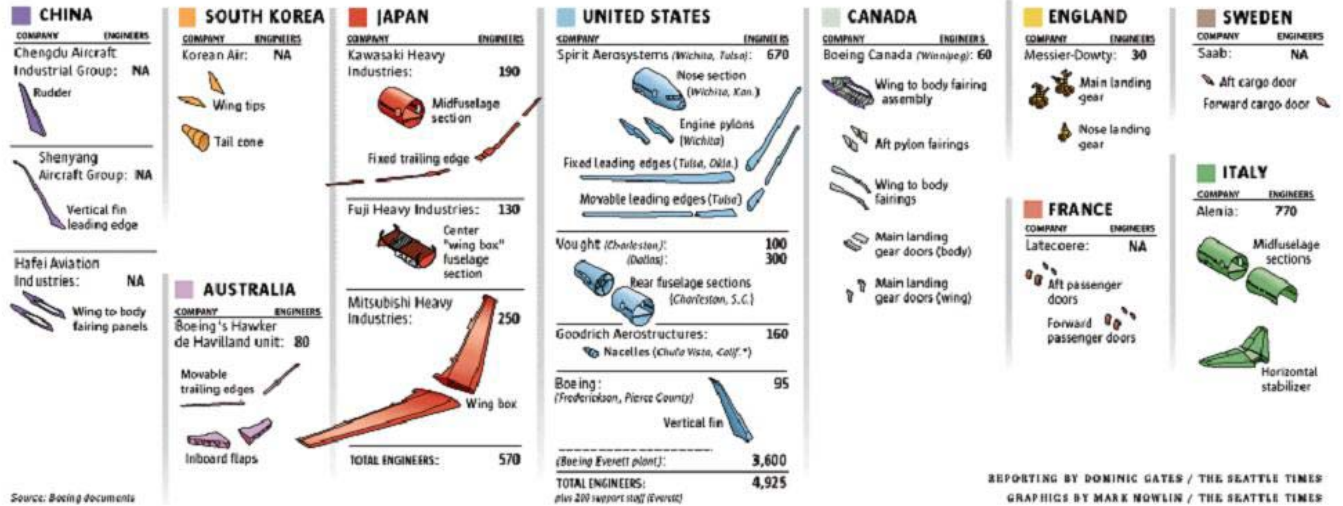


Figura 5

Os grandes programas – Boeing

Bringing the parts together in Everett

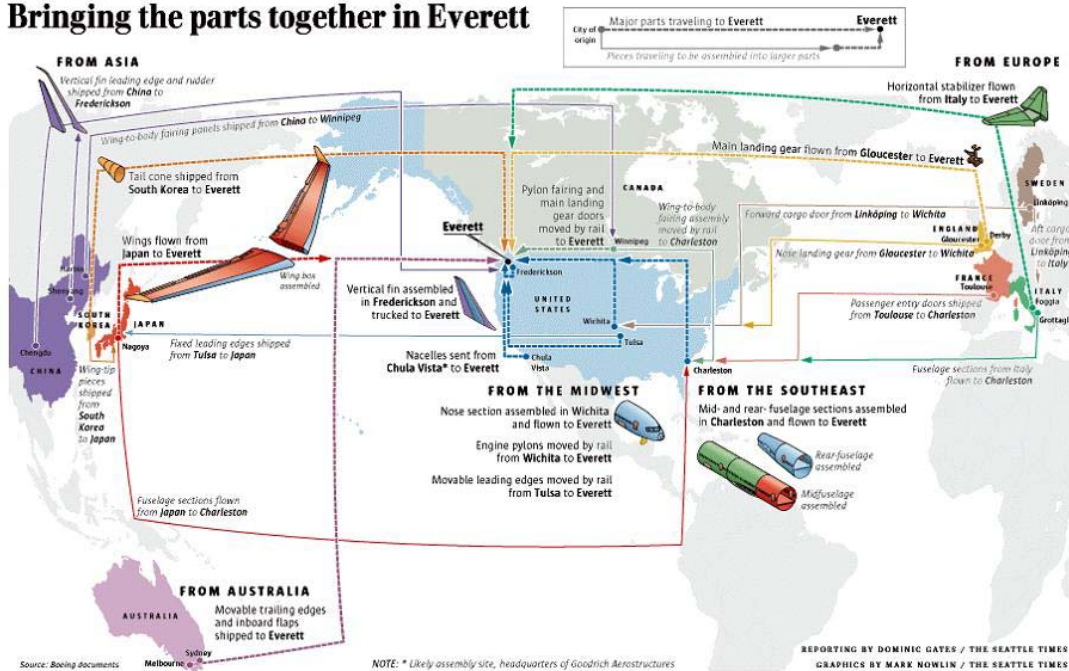
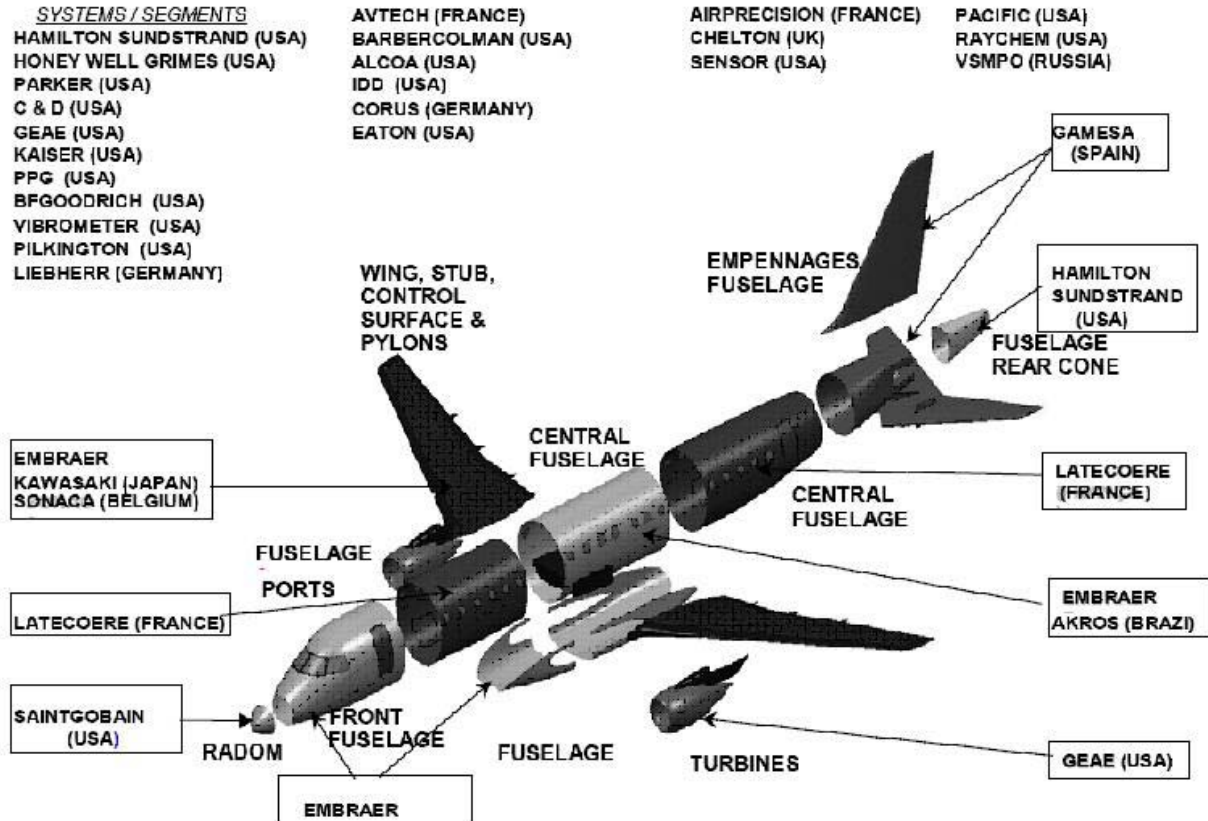


Figura 6

Os grandes programas – Embraer



Source: UNCTAD based on Embraer.

V – Algumas Configurações Nacionais Típicas

Uma tipologia das configurações nacionais típicas da indústria aeroespacial inclui duas situações polares, que não esgotam o quadro. A primeira é formada pelos países que apresentam ambições industriais e a segunda, no outro extremo do espectro, está caracterizada pelos países que utilizam serviços típicos da indústria aeroespacial, sem contudo possuírem quaisquer dos seus instrumentos e meios materiais.

O primeiro grupo de configurações desdobra-se em variantes. Um critério que permite examinar e tipificar essa variedade relaciona-se com a forma de participação industrial e tecnológica. O recurso à indústria aeronáutica ajuda a caracterizar essa tipologia. Existem, por um lado, configurações integradas, correspondentes a um processo que engloba, nas fronteiras nacionais, concepção, fabricação e montagem. Um segundo grupo de configurações está voltado principalmente para a concepção e integração de produtos (ou soluções); e nelas, o peso e a importância volta-se para as atividades de concepção e desenvolvimento, que se articulam com a montagem final. O terceiro tipo de configurações está ligado à fabricação de componentes e sistemas para serem integrados nos produtos finais. Ela deveria incluir, pela natureza das competências que envolve e pelos mecanismos de seu funcionamento, tanto os

ofertantes de soluções completas quanto aqueles que fornecem conjuntos e sistemas para artefatos maiores.

Uma das tendências mais relevantes que pode ser observada nas configurações nacionais da indústria aeroespacial refere-se à convergência em direção a uma estrutura mais rarefeita, no plano doméstico, e mais integrada, no plano internacional. A comparação entre a Bombardier e a Embraer ilustra de forma muito eloqüente este processo. ... “A indústria aeroespacial do Canadá é um componente vital e crescente da economia canadense, uma das principais empregadoras e contribuidoras para a P&D, assim como a principal exportadora de tecnologia avançada. O Canadá é um dos poucos países com um leque amplo (*a full range*) de atividades de concepção e fabricação aeronáuticas”. Na imagem que o Canadá possui e propaga da sua indústria aeroespacial, ela “representa o melhor em termos de aviões, eletrônica, aviônica, comunicações, simuladores, tecnologia espacial, reparações e *overhaul*, turbinas (gas turbine engines) e engenharia”. Por isso mesmo, as suas exportações são elevadas – US\$ 13 bilhões e mais de 70% das vendas (final dos anos 1990). Segundo a mesma fonte, uma das razões do sucesso da indústria aeroespacial canadense está ligada ao seu foco em nichos, que lhe permitiram apresentar um crescimento elevado. Em que pese esta imagem que a indústria ostenta, a realidade oferece parâmetros muito mais matizados. Mesmo dispendo de uma indústria local extremamente diversificada e que se proclama muito competitiva, a Bombardier encontra-se, a julgar pela classificação de risco dos seus títulos de dívida (e pela evolução da cotação das suas ações no mercado), em situação pré-falimentar.

O modelo industrial integrado parece, pois, não ser condição de sucesso. Aliás, a tendência afigura-se muito mais no sentido inverso, se julgarmos pelo caso bem-sucedido e pioneiro da Embraer¹⁰ e pelo recurso crescente das duas maiores companhias – Airbus e Boeing – à estratégia de parcerias estratégicas e a variadas formas de subcontratação. Tanto os EUA quanto a Europa parecem buscar cada vez mais soluções integradas no plano internacional. Os EUA utilizam cada vez mais elementos de outsourcing e desenvolvem elos externos que combinam elementos industriais e comerciais. Uma tendência análoga, embora matizada pela engenharia social e política do mosaico europeu, pode ser identificada com relação tanto à Airbus quanto ao programa espacial europeu.

No caso da Coreia, que em outros campos industriais e tecnológicos revelou, como o Japão, elevada competitividade, no campo aeroespacial apresenta limitações e deficiências. A KAI – Korea Aerospace Industries, resultado da fusão, em 1999, de três (divisões de) empresas: Samsung Aerospace, Daewoo Heavy Industries e Hyundai Space and Aircraft Co. está longe de ter alcançado uma configuração competitiva. Diferentemente do que ocorreu em outros campos industriais, nos quais a competição acirrada entre os grandes *chaebols* coreanos estimulou o progresso tecnológico e a constituição de trajetórias industriais consistentemente apoiadas em novas capacidades, no caso da indústria aeroespacial a organização do sistema industrial coreano levou à consolidação das atividades dos principais grupos do setor. A KAI possui, como resultado, três linhas de atividades ou negócios: aviões, helicópteros e satélites. Os principais produtos da KAI são KF-16, KT-1 (basic trainer), T-50, SB427 (helicóptero), UAVs, aeroestruturas e o programa de satélites KOMPSAT¹¹.

¹⁰ Mesmo admitindo-se o fato de que o caminho adotado pela Embraer tenha sido, na origem, uma segunda opção frente à escassez e ao custo dos seus recursos financeiros, ele mostrou-se extremamente bem-sucedido e parece ter definido uma trajetória que, por outras razões, mas sem desprezar os ensinamentos, outras empresas vêm trilhando.

¹¹ A KAI fabricou 128 aviões F-16 sob licença (da Lockheed Martin). Foi na fabricação sob licença dos aviões da Lockheed que a KAI desenvolveu tecnologia de fabricação que, segundo a empresa, vai permitir uma redução de 70% nas horas de trabalho (na produção) dos aviões T-50, supersônicos de treinamento

Todos os países têm procurado ampliar a sua base de capacitações, competências, qualificações, e as capacidades de fabricação, produção e montagem, sem no entanto resvalarem para a tentação de buscarem a “autonomia” quando esta significa isolamento e afastamento daquelas que podem ser consideradas as *normas competitivas internacionais*. Até mesmo a NASA (agência espacial dos Estados Unidos), paradigma de poderio e predominância das dimensões estratégicas (quer dizer, que podem prescindir de considerações econômicas), tem buscado conciliar a sua demanda de competências e capacitações com outros mercados de destino, permitindo assim distribuir os custos de desenvolvimento e os demais custos fixos com um conjunto mais amplo de mercados¹².

Um movimento análogo pode ser identificado na estratégia das empresas: a busca por parceiros, em outras bases industriais e em outros mercados, seja para capturar (e internalizar) novas fontes de competitividade, seja para tecer relações e estabelecer compromissos que facilitem a conquista e a preservação de fatias de mercado. Em vários aspectos, esta estratégia, de mercado, pode ser considerada um sucedâneo, neste plano, dos acordos e compromissos de *off-set*.

Caracterização de algumas mudanças recentes no segmento de satélites

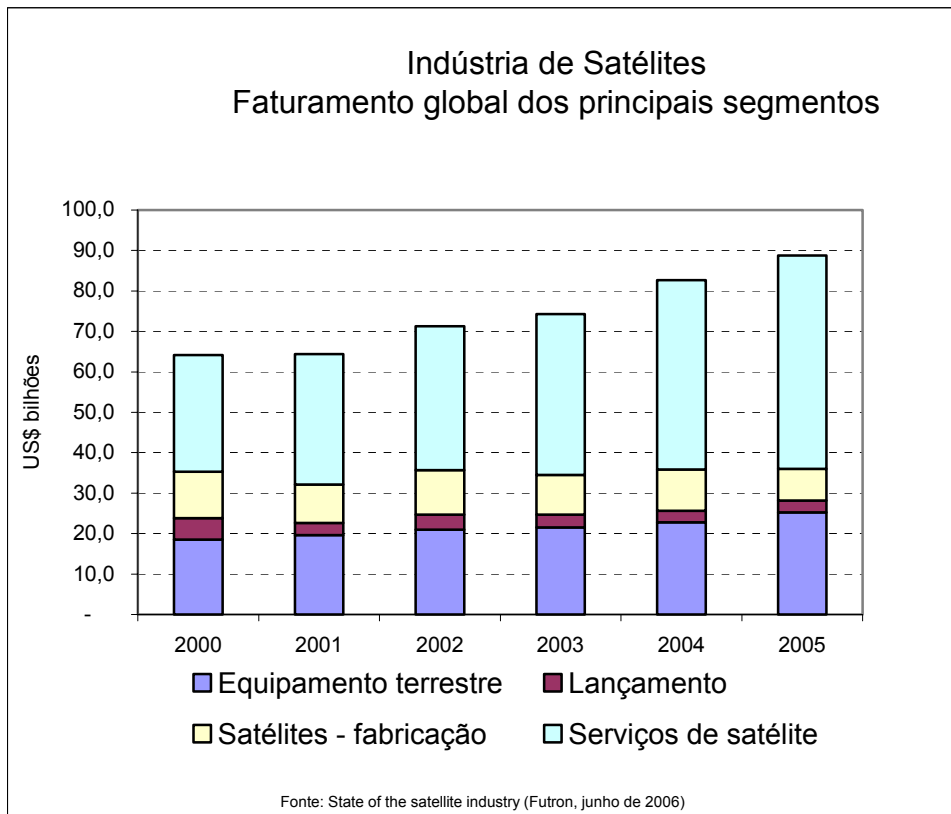
Uma das principais tendências atuais da indústria espacial, sobretudo no segmento de satélites, prende-se à mudança que ocorreu no setor – ele passou de uma demanda que valorizava sobretudo o máximo desempenho para uma outra em que o custo dos seus serviços passam a ter grande relevância e até mesmo predominância. As tendências identificadas pelas prospectivas e pelos estudos de mercado nos anos 1990 davam conta de uma crescente sofisticação e encarecimento dos satélites (e dos aparatos complementares e auxiliares). Os prognósticos de empresas como a Alcatel (francesa) e a Boeing (dos EUA), em direção a satélites crescentemente potentes (pesados e caros) frustraram-se. Ao invés de constatar uma evolução do mercado para satélites de 5-6 toneladas (e um amplo leque de funcionalidades), o mercado tem lançado equipamentos com menos de 4 toneladas (e uma maior dedicação em termos de funções).

Esta mudança está associada a um deslocamento da demanda, que era originária principalmente de governos (demandas associadas ao complexo de “defesa”) e instituições públicas, em ambientes fortemente regulados (por exemplo, no âmbito dos antigos serviços públicos de telefonia), para empresas privadas. Estas empresas, em vários segmentos, oferecem soluções em bases competitivas, havendo entre elas um ambiente de rivalidade extremamente acirrada. Por isso mesmo, o comando das trajetórias tecnológicas e industriais do setor deslocou-se do oferecimento de atributos diferenciados para o alcance de custos competitivos. As verbas de pesquisa eram concedidas muitas vezes com uma dupla lógica, típica da dualidade civil-militar: os investimentos no complexo militar e nas suas dispendiosas soluções amortizavam os custos de conhecimentos e instalações que depois estavam na origem de produtos e soluções novos.

encomendados pelo governo coreano (Força Aérea da República da Coreia). Um dos efeitos importantes da demanda governamental é a constituição de capacidade industrial e novas competências. Nesta referência sobressai mais uma vez a importância da curva de aprendizado (industrial e tecnológico), associando uma demanda regular a ganhos de produtividade e eficiência.

¹² É este o argumento de Linscott, William B., “Civil-Military Integration: The context and urgency”.

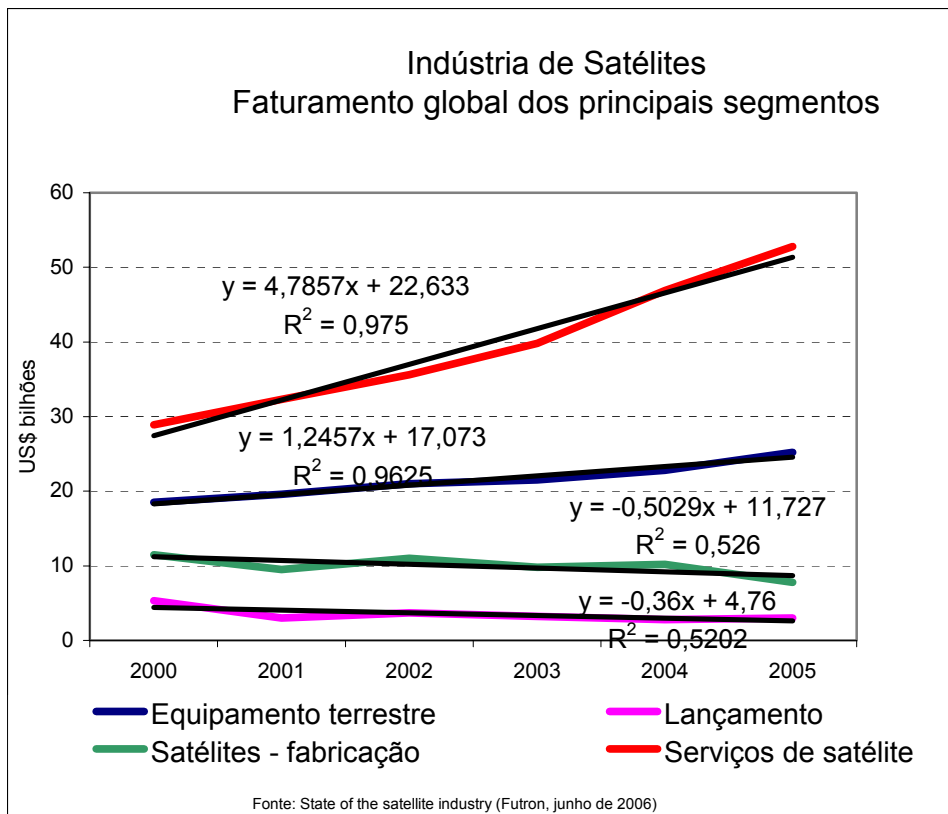
Figura 7



O avanço deste processo competitivo internalizou neste setor duas tendências que outros já adotaram anteriormente: a subcontratação e a terceirização. Este processo, que há um quarto de século era associado tipicamente às indústrias de bens leves de consumo (sapatos esportivos, vestuário) e com tecnologias banais ou amplamente conhecidas (corte, costura), dependentes para a sua competitividade sobretudo de salários reduzidos, encontra-se hoje difundido para muitos diferentes setores, incluindo alguns com grande intensidade tecnológica.

A eletrônica e a farmacêutica constituem dois exemplos de uma tendência que parece cobrir um amplo espaço da indústria (manufatureira). No caso da eletrônica, deu-se uma marcada separação entre empresas com domínio de ativos-chave como concepção de produtos, desenvolvimento de marcas e estratégias de comercialização e aquelas outras especializadas em tecnologia de fabricação, quase sempre em larga escala. Quanto ao setor farmacêutico, cujas principais empresas são grandes complexos industriais e de pesquisa, com operações integradas no plano internacional, verifica-se também a existência de empresas menores, inclusive empresas especializadas em cada uma das etapas da longa cadeia – desde as operações industriais relativamente simples da formulação, embalagem etc, passando pelas atividades de síntese química, de comercialização, de pesquisas científicas, de pesquisas clínicas e testes. A subcontratação e a terceirização, a convivência de atividades internas e externas, a cadeia integrada a partir de etapas especializadas em mãos de diferentes unidades de produção – todas estas tendências têm modificado o perfil das indústrias intensivas em conhecimento e tecnologia. Esta parece ser uma tendência do sistema industrial – e abarca todos os seus setores, dos mais “banais” aos mais “relevantes” em termos tecnológicos e industriais.

Figura 8



Algumas conseqüências deste processo são prognosticáveis. A primeira refere-se à redução do espectro de tecnologias críticas, comparativamente àquelas que podem ser consideradas comercializáveis. O acirramento da concorrência e a redução dos orçamentos públicos na composição das receitas das empresas provocam a ampliação e a diversificação dos mercados que as empresas buscam atender. Com isso, desenvolve-se um mecanismo de reforço das especializações: a empresa que obteve uma solução inovadora ou muito competitiva pode buscar comercializá-la para além do âmbito da sua configuração inicial (o “seu” sistema nacional ou regional), com isso adquirindo recursos adicionais e desenvolvendo novas competências, acentuando com isso a sua posição (de liderança ou de força competitiva). Evidentemente, a existência desta nova dinâmica enfraquece as posições daquelas outras empresas com opções mais restritas, confinadas nos seus espaços nacionais (ou regionais).

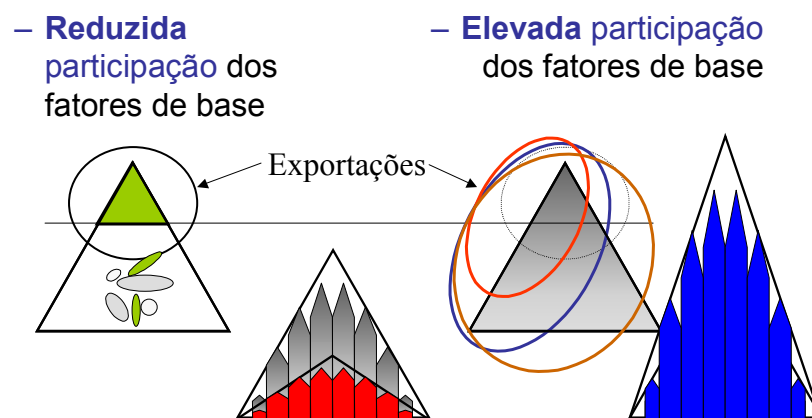
A segunda conseqüência envolve a ampliação dos recursos e competências da indústria aeroespacial: a necessidade de alcançar padrões competitivos de forma sustentável, com base em regras de mercado, fez com que as empresas procurassem soluções adequadas, em termos tecnológicos, e com custos mais reduzidos. A outorga de responsabilidades industriais (e possivelmente tecnológicas) a terceiras empresas contribuiu para difundir os padrões aeroespaciais, ao mesmo tempo em que permitiu ao setor incorporar, para si, práticas industriais e padrões econômicos de outras atividades. Este desenvolvimento de padrões industriais e tecnológicos superiores associa-se à terceira conseqüência do processo: a emergência de uma indústria fabricante de caráter internacional. Uma vez surgidos alguns fabricantes especializados em partes componentes e sistemas, algumas das empresas fabricantes-integradoras passam a deslocar para eles responsabilidades parciais de fabricação (e montagem). As cadeias nacionalmente integradas dão assim lugar a complexas teias de

relacionamentos, combinando alguns elementos duais (ditos *estratégicos*) com o desenvolvimento de fornecedores internacionalizados, responsabilizados pelo fornecimento de suas soluções a diferentes empresas, em vários países.

Este processo pode ser visualizado em termos de uma cadeia integrada, com várias camadas de fornecimento e uma etapa final integradora. Esta etapa final pode integrar sistemas ou módulos; ou componentes discretos, mais raramente. O processo de uma cadeia produtiva é geralmente descrito, de forma gráfica, por meio de uma seqüência de etapas (ver a figura 9-a). Todavia, é preferível descrevê-la por meio de uma pirâmide, onde o integrador, no vértice superior, relaciona-se, como na cadeia anterior, apenas com os sistemistas ou modulistas, mas estes formam um agrupamento mais amplo, com inúmeras especialidades e um número maior ainda de competências, inclusive aquela de reunirem as competências dos fornecedores de nível inferior. Esta configuração está representada na figura 9-b e será retomada posteriormente neste desenvolvimento.

Figuras 9-a e 9-b

Cadeias Produtivas Fatores de base e integração



A versão mais radical das pressões competitivas que se instauraram no setor aeroespacial pode ser encontrada na experiência da NASA ao longo do período 1991-2001, sob a direção (e a “liderança”) de Dan Goldin, que sustentou a criação da “nova NASA”. Acompanhando um conjunto de fatores e circunstâncias convergentes, a “nova NASA” pretendeu ser ao mesmo tempo “faster, better, cheaper”¹³. Mas não foi só a mega-agência estadunidense que se encaminhou para o melhor, mais rápido e mais barato. O quadro reproduzido a seguir mostra a emergência de um setor de satélites de custo reduzido operando em bases comerciais.

¹³ Segundo um comentador, he has “delivered on his promise to reshape NASA into a model government agency” (revista *Aviation Week & Space Technology*); e “most space watchers say that Goldin is a brilliant visionary who brought NASA back from the brink of a black hole” (*National Journal*).

Quadro 3 – SSTL signs landmark NIGERIASAT-2 deal (Guildford, Monday 6th November 2006)

British satellite specialists Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL¹) today signed a contract in Abuja for the supply of the NIGERIASAT-2 Earth observation satellite, related ground infrastructure and a training programme to further establish a national indigenous space capability in the Federal Republic of Nigeria. The selection of SSTL by the National Space Research and Development Agency (NASRDA) of Nigeria follows a detailed technical evaluation and due diligence undertaken by NASRDA's procurement advisor, Telesat of Canada, confirming the UK company's position as the world-leading supplier of advanced operational small satellites.

The new 300kg satellite, for launch in 2009, will provide Nigeria with valuable geographically referenced high-resolution satellite imaging for applications in mapping, water resources management, agricultural land use, population estimation, health hazard monitoring and disaster mitigation and management.

By signing this contract with SSTL, Nigeria takes another large step in the development of their National Space Plan, building upon the existing NIGERIASAT-1 Earth Observation microsatellite supplied by SSTL in 2003 and the NIGCOMSAT-1 communications satellite currently being built by China for launch in 2008.

Commenting on the contract with SSTL, NASRDA's Director General, Professor Robert Boroffice, stated that "this contract is the next step in Nigeria's long term plans to use space for the benefit of Nigeria and Africa. We are convinced that space provides a cost-effective means of addressing many of the issues facing African nations – such as mapping, water resources management, agricultural land use monitoring, population estimation, health hazard monitoring and disaster mitigation and management".

SSTL will develop NIGERIASAT-2 based upon its new generation of high-resolution Earth observation satellites to provide affordable access to space, using the latest advanced small satellite technologies developed from the TOPSAT and Beijing-1 missions launched successfully last year.

Commenting on the contract award, SSTL's CEO Sir Martin Sweeting noted "I am delighted that NASRDA has decided to continue its successful partnership with SSTL on such a critical operational and training programme for Nigeria. Nigeria is a very valued member of the DMC and its continued cooperation with SSTL and DMCII ensures the operational status of the international DMC is extended even further. NASRDA's decision also confirms SSTL as the world-leading supplier of operational small satellites."

The contract with NASRDA follows "hot on the heels" of the signature by Deimos (Spain) on 10th October 2006 on a contract with SSTL for an EO microsatellite to join the next generation of the international DMC constellation. With NIGERIASAT-2, Nigeria will also join the second generation DMC, with the satellite being fully controlled from NASRDA's new satellite Mission Control Centre facilities in Abuja.

The DMC owes its success to a unique concept created and led by SSTL whereby each member of the DMC consortium (Algeria, China, Nigeria, Spain, Turkey, UK) owns and operates its own satellite, whilst co-operating with the other DMC members on satellite tasking and image capture to achieve a 24-hour revisit worldwide. The DMC satellites have been manufactured by SSTL and their operation in orbit is coordinated by DMC International Imaging Ltd (DMCii), a subsidiary of SSTL.

The NIGERIASAT-2 contract adds to an already successful year for SSTL and is expected to create up to 50 new high technology jobs in the UK. Alongside the recent contract with Deimos (Spain) and the successful launches of TOPSAT, Beijing-1 and GIOVE-A missions at the end of 2005, this contract further illustrates SSTL's ability to manage multiple complex space missions successfully, at low cost and within short delivery timescales.

Fonte: página da empresa na internet

VI – O Setor Aeroespacial no Brasil

A imagem que o setor aeroespacial brasileiro apresenta de sua posição industrial e de mercado está longe de retratar de forma realista a posição competitiva do conjunto: *a maior do hemisfério Sul, globalizada e líder em vários segmentos de mercado, graças ao domínio tecnológico e à qualidade de seus produtos*¹⁴ pode caracterizar um segmento da indústria aeroespacial, mas dificilmente poderia retratar o conjunto. As diferenças entre os seus segmentos aeronáutico e espacial são sem dúvida extremamente importantes e foram reconhecidas por diversos autores¹⁵. Existem possivelmente aprendizados que podem ser retirados da indústria aeronáutica propriamente dita e que poderão inspirar os desenvolvimentos pretendidos para a indústria espacial.

Caracterização das trajetórias das indústrias aeronáuticas – Bombardier e Embraer

Um dos elementos mais interessantes de uma comparação entre a Bombardier e a sua principal rival Embraer está ligado às suas trajetórias, que dificilmente poderiam ser mais discrepantes. A Embraer é uma empresa construída num intervalo relativamente curto de tempo, a partir de conhecimentos adquiridos, acumulados e desenvolvidos ao longo de um período muito maior (desde os anos 1930). A Bombardier resultou de uma trajetória onde diferentes ativos industriais foram reunidos, posteriormente, e agregados a capacitações desenvolvidas a partir de uma vertente mais científica e tecnológica. O mais surpreendente e instigante da trajetória da Embraer prende-se à sua capacidade de realizar uma bem-sucedida operação de aprendizado e acúmulo de competências, que lhe permitiu colocar-se num patamar de desenvolvimento idêntico, ou talvez superior, ao de uma empresa com uma experiência industrial muito mais longa e com muito mais atividades industriais e comerciais.

As duas principais empresas que originaram a Bombardier (Canadair e Vickers) foram fundadas ou iniciaram as suas atividades no Canadá nos anos de 1920. A Canadair iniciou as suas atividades ainda nos anos 1920 (como divisão de aviões da Canadian Vickers, em Montreal) e a De Havilland em 1928 (subsidiária da britânica Havilland, em Toronto). Na sua longa trajetória, antes de pertencer finalmente à Bombardier, a Canadair produziu diversos equipamentos, foi controlada pelo governo canadense e beneficiou-se da demanda típica (e muito elevada) do período da II Guerra Mundial, sendo depois vendida à US Electric Boat (em 1947), recomprada pelo governo (em 1976), antes de ser vendida aos controladores atuais, a família Bombardier (em 1986). O outro alicerce industrial da Bombardier inicialmente vendia e prestava assistência técnica no Canadá aos aviões da empresa britânica Havilland, passando depois a fabricar aviões, uma atividade que durante a II Guerra Mundial alcançou uma escala muito elevada, e a projetá-los (desde pelo menos a segunda metade dos anos 1940). Tal como a Canadair, o controle acionário da Havilland também passou por diversas mudanças, tornando-se estatal (em 1974), vendido à Boeing (em 1986) e assumido pela mesma família Bombardier (em 1992)^{16, 17}.

¹⁴ Texto recolhido da página da AIAB na Internet.

¹⁵ Ver, por exemplo, a apresentação de Câmara à Conferência Regional de Ciência Tecnologia e Inovação, “Programa Espacial: C&T e Desenvolvimento Industrial”, São Paulo, Agosto de 2001.

¹⁶ Ao lado da fabricação de aviões, a indústria aeronáutica canadense também incluiu, desde muito cedo, a fabricação de motores, a partir de uma iniciativa do Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá, que implantou a Turbo Research em 1944 (em Leaside, próximo a Toronto). No ano seguinte (1945), foi implantada a A.V. Roe, para que o Canadá pudesse ter capacidade doméstica de concepção e fabricação de aviões e motores, sobretudo para propósitos de “defesa”. A empresa assumiu os ativos industriais de uma empresa que durante a II Guerra Mundial tinha produzido os bombardeiros Lancaster (Victory Aircraft, de Malton, em Ontário). A

Caracterização do segmento industrial propriamente espacial

É difícil conciliar a descrição apresentada no parágrafo inicial desta seção do trabalho com a realidade das empresas industriais do segmento espacial. O tecido industrial do segmento espacial no Brasil é, para caracterizá-lo em poucas palavras, frágil e rarefeito. As unidades produtivas constituintes do segmento (ou com atividades no segmento) possuem dimensões modestas, competências relevantes, mas restritas, e sobrevivem num ambiente que pode ser caracterizado como – pelo menos – inóspito. Quanto ao tecido industrial que elas formam, é possível afirmar que ele é duplamente rarefeito: pelas unidades frágeis que o formam e pelas relações tênues que existem. O Anexo I (Patentes) apresenta algumas evidências relevantes sobre este aspecto.

O reconhecimento destas características é condição preliminar para uma reflexão construtiva. Esta não pode deixar de levar em conta algumas características fundamentais e discutir alternativas situadas em amplo espectro – de forma responsável, mas sem preconceitos. Para fazê-lo, todavia, é útil colocar o problema numa perspectiva mais ampla, a do contexto do desenvolvimento industrial brasileiro.

Sistema industrial – cadeias integradas e vértice com capacidade de comando

O Brasil constituiu, ao longo do seu processo de industrialização e desenvolvimento econômico, um sistema industrial diversificado e integrado. O ponto culminante deste processo, em meados dos anos de 1980, estava sintetizado num diminuto coeficiente de importações (o quociente das importações pelo produto interno ou pelo produto industrial era inferior até mesmo ao de economias continentais, como os Estados Unidos, ou economias altamente industrializadas, como o Japão). Este sistema industrial amplamente diversificado e extremamente integrado estava – e em grande medida ainda está – constituído por cadeias produtivas “completas”, onde uma empresa (ou um grupo de empresas) perfazia o conjunto de etapas de produção, fabricação e montagem.

Várias razões explicam esta conformação dos sistemas industrial e econômico brasileiros. Elas podem ser agrupadas em duas categorias distintas. A primeira obedece a fatores objetivos, associada aos sinais emanados dos mercados, relacionados com os parâmetros básicos de funcionamento do sistema de preços. Crescendo a economia brasileira a taxas elevadas (mais elevadas do que a média mundial e dos principais parceiros comerciais), as importações brasileiras tenderiam, se nenhuma transformação ocorresse, a crescer a taxas mais elevadas do que as nossas exportações (quer dizer, as importações dos nossos parceiros comerciais). Este desequilíbrio entre fluxos de importações e de exportações representava, no mercado de divisas, uma pressão sobre o preço da moeda estrangeira, encarecendo-a, e com isso estimulando a produção doméstica, tanto nos setores já estabelecidos quanto em novos setores, gradualmente incorporados à gama daqueles cuja produção se tornava, com a contribuição da desvalorização cambial, competitiva (e rentável, lucrativa para a empresa). A própria incorporação de novas atividades econômicas ao rol daquelas realizadas internamente estimulava o crescimento, e com ele novas necessidades de

Pratt & Whitney Canadá Inc, implantada em 1929, é hoje a segunda maior empresa da indústria aeroespacial canadense.

¹⁷ Família, aliás, que mantém o controle acionário da empresa – mais uma fragilidade relevante da Bombardier relativamente à Embraer.

importações, com novas pressões sobre o câmbio, e com isso um novo estímulo para a incorporação de outras atividades, ou seja, novas substituições.

A este processo econômico com uma dinâmica fortemente autônoma soma-se uma segunda categoria de razões, ajudando a explicar a conformação diversificada e integrada do sistema industrial brasileiro. Ela possui uma natureza institucional e decorre de um conjunto de medidas que, ao longo do tempo, desde pelo menos o início dos anos de 1930, foram sendo tomadas com o intuito de estimular a produção doméstica e garantir níveis de competitividade da produção doméstica com relação aos produtos importados. Muitas vezes, o alcance de elevados graus de conteúdo nacional, em prazos relativamente curtos, foi preferido e ocorreu em detrimento de outros objetivos – como o aprendizado industrial e tecnológico ou a qualificação de empresas nacionais para tarefas industriais mais ambiciosas.

O símbolo mais eloqüente e mais conhecido deste processo foi a indústria automobilística, que se implantou e alcançou um elevado coeficiente de conteúdo local num intervalo de tempo extremamente curto. Este “feito” (assim o interpretaram os contemporâneos, que nos legaram essa visão) esteve associado à atração de empresas estrangeiras, ao deslocamento de empresas nacionais e à conquista – muitas vezes com caráter permanente, quiçá definitivo – da liderança econômica, industrial, tecnológica e comercial do setor por empresas estrangeiras. Este caminho não pode ser explicado sem considerar a pressão, os prazos extremamente curtos de implantação da indústria automobilística, a necessidade de proceder a essa “internalização” do setor e dos seus principais componentes materiais (a cadeia integrada), sem todavia provocar pressões exageradas sobre a balança comercial e a disponibilidade de divisas. Existe possivelmente um elemento comum, de fundo econômico-social, associado aos padrões brasileiros de consumo e de distribuição de renda, que ajuda a explicar a primazia do consumidor e dos padrões de consumo sobre a lógica industrial e sobre o desenvolvimento industrial e tecnológico de longo prazo.

O exemplo eloqüente da indústria automobilística está longe de ser único. Muitos dos setores foram incorporados desta forma ou sofreram transformações nesta mesma direção. A passagem do padrão televisivo preto e branco ao colorido (nos anos 1970)¹⁸ pode ser examinada nesta mesma ótica, tal como a adesão ao sistema de telefonia móvel (anos 1990)¹⁹. Seja pela restrição cambial, seja pelos estímulos da política econômica e industrial, seja pela ausência de uma política tecnológica explícita, seja ainda, simplesmente, pela força – objetiva ou subjetiva – do modelo de “substituição de importações”, é fato, empiricamente demonstrável, que a indústria brasileira desenvolveu-se constituindo um tecido integrado, com espaço reduzido para insumos e componentes importados.

¹⁸ O mercado estava ocupado por um grande número de pequenas empresas que montavam aparelhos receptores com componentes padronizados e amplamente disponíveis. A transição acelerada ao novo padrão representou um salto tecnológico que a maioria das empresas não acompanhou. A implantação da Zona Franca de Manaus e o advento da eletrônica reforçaram o movimento.

¹⁹ Algumas das empresas brasileiras tinham soluções adequadas, com alguma defasagem. A implantação do padrão mais atual levou-as a recorrerem a associações com “fornecedores” de tecnologia. Estes assumiram rapidamente a posição dominante na associação.

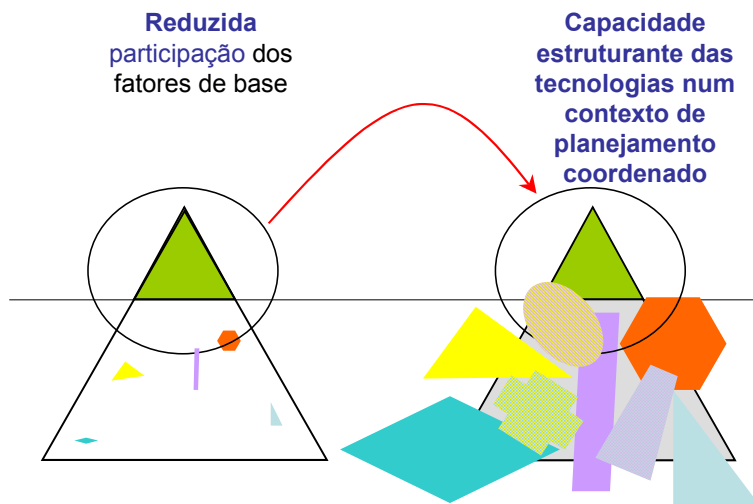
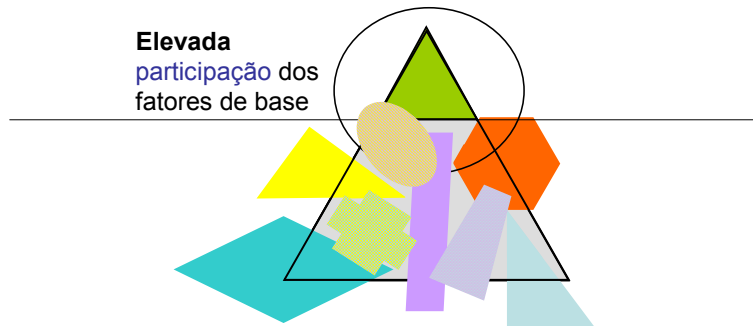
Figura 10

**Configurações Típicas
Padrão de Especialização**



**Configurações Típicas
Padrão de Especialização**

Economias diversificadas



A contrapartida deste processo, que apresentou, sem dúvida, grande vigor industrial, foi um dinamismo tecnológico em proporção muito mais modesta. Correndo o risco de uma simplificação excessiva, é possível afirmar que um grande número de setores industriais constituídos ao longo do processo de substituição de importações foi implantado com um processo de aprendizado inicial importante, mas restrito àquelas competências indispensáveis para uma operação industrial que procurava reproduzir, da melhor forma possível, as técnicas e os produtos anteriormente importados. Incorporadas essas capacidades, o estímulo a reproduzir outros setores (e suas capacidades) era superior ao existia para acumular novas competências nos setores ou nas atividades originais.

Poucos foram os setores industriais brasileiros que se constituíram e desenvolveram por uma trajetória distinta do padrão típico de “internalização” da produção anteriormente importada, quer dizer, partindo da concepção de produtos (ou processos) para, gradualmente, alcançar a produção. A exceção mais conhecida é representada pelo setor aeronáutico, que constitui o contra-exemplo notável, situado precisamente no extremo oposto daqueles que podem ser considerados o “padrão industrial” e o “padrão tecnológico” brasileiros. Foi neste campo que o aprendizado precedeu a produção, a formação de competências ocorreu antes da efetividade industrial, a visão de futuro (Santos Dumont, anos 1910), os debates acalorados (anos 1920-1930), a formação da escola e os engenheiros (anos 1950) formaram as peças de uma concepção que mais tarde – muito mais tarde – resultaria na criação de produtos e processos, numa empresa e – ainda mais tarde – num empreendimento bem-sucedido em termos tecnológicos, industriais, comerciais e empresariais.

Estes dois modelos industriais antípodas sintetizam a experiência da industrialização e do desenvolvimento econômico brasileiro. Conhecê-los é útil, mas reproduzi-los é, na atualidade, impossível. Nenhum deles preenche as condições mínimas de aderência às realidades contemporâneas, nelas incluídas os parâmetros objetivos e o plano das idéias. À substituição de importações, que hoje está totalmente estigmatizada no plano das idéias, faltariam também as mínimas condições de funcionamento do modelo, nelas incluídas, por exemplo, os acordos internacionais que o Brasil assumiu (OMC, consolidação de tarifas) ou a possibilidade de praticar taxas de câmbio diferenciadas. Quanto ao modelo de constituição autônoma de competências, é difícil conceber a possibilidade de reproduzir, para outros setores e atividades, sobretudo quando são demandantes de recursos públicos, um longo – muito longo – período de desenvolvimento. Entre as idéias visionárias de Santos Dumont e o sucesso empresarial do setor aeronáutico brasileiro transcorreram $\frac{3}{4}$ de século; e mesmo se datamos o marco fundador do setor com os primeiros passos efetivos em direção à estratégia visionária anteriormente anunciada (a preparação do Congresso Brasileiro de Aeronáutica, realizado em 1934, com propósitos e teses nascidas no final dos anos de 1920), será necessário passar por uma série de marcos intermediários antes mesmo de alcançar o centro tecnológico e escola, depois todos os estágios propriamente tecnológicos, antes de atingir a fabricação e, muito mais tarde, após a privatização, o sucesso empresarial. É difícil imaginar a possibilidade de imposição aos consumidores, sejam eles indivíduos, famílias, empresas, ou mesmo entidades governamentais, os ônus das proteções tarifárias e da taxa cambial desvalorizada que alimentaram a substituição de importações. Da mesma forma, é muito difícil imaginar que a sociedade ofereça a um setor, uma indústria ou uma atividade, por importante que ela possa ser, um período muito longo entre a estruturação e a maturação, entre os investimentos e os seus resultados, por promissores que eles sejam.

VIII – Discussão, conclusões e proposições

As principais fragilidades da indústria aeroespacial brasileira não estão localizadas no setor aeroespacial propriamente dito, mas no seu caráter insular, ligado à ausência de outros setores com demandas qualificadas, capazes de dotar o sistema de fornecedores de uma combinação virtuosa de especializações dinâmicas e escalas consistentes. Especializações dinâmicas estão ligadas a conhecimentos, qualificações e competências, expressas tanto na concepção quanto no mais amplo conjunto de atributos industriais, comerciais e financeiros que a capacidade competitiva de qualquer atividade econômica requer no mundo contemporâneo. Evidentemente, especializações demandam um acompanhamento sistemático do deslocamento das regras competitivas e dos padrões dominantes. Quanto às escalas adequadas, é evidente que elas dependem fortemente de demandas regulares. Por seu lado, as demandas regulares estimulam e reforçam os processos de aprendizagem, envolvendo elementos intangíveis e capacidades industriais e comerciais.

É difícil conceber uma solução fácil ou rápida para superar as limitações da indústria aeroespacial brasileira associadas a ambas as deficiências. Com orçamentos restritos e políticas de desenvolvimento tecnológico-setorial modestas, é bem mais provável que assistamos à ampliação das limitações orçamentárias do que as novas injeções de recursos. O problema fiscal é um dado permanente; ele pode ser atenuado por uma política macroeconômica mais confiante, que permita aos juros mais reduzidos e ao crescimento conseqüente reduzirem o peso da dívida pública (e daí reduzindo as necessidades de contingenciamentos orçamentários); mas deve persistir a pressão sobre o orçamento público. Uma política de desenvolvimento para o setor espacial deveria contemplar esta possibilidade como a mais provável. Se a realidade caminhar pela via alternativa, tanto melhor; mas uma estratégia realista de desenvolvimento setorial não deveria colocar-se nas mãos de um otimismo que ignore os sinais mais graves.

Por isso mesmo, um cenário futuro deveria encarar como principal desafio a constituição de alternativas que possam ampliar os horizontes e o leque de possíveis alianças do setor aeroespacial. Estas alianças passam por pelo menos quatro dimensões distintas, que podem reforçar-se mutuamente. A primeira é a aliança com os setores de serviços, sejam eles mercantis ou de caráter público. Existe um amplo conjunto de préstimos que o Espaço pode oferecer à Terra – ao território, às regiões, às atividades econômicas e sociais. Aliás, é notável o fato de que o valor do faturamento do setor de serviços baseados em atividades espaciais representa um múltiplo do valor correspondente ao setor de equipamentos espaciais. A ampliação deste leque de serviços pode contribuir decisivamente para que o setor espacial ganhe amplitude social e correspondente ressonância política. A sociedade brasileira envolveu-se em temas complexos e aparentemente distantes, mas essas causas tiveram a seu favor pedagogias claras e críveis. Subestimar a capacidade da população e da sociedade brasileira de compreender o alcance de atividades espaciais voltadas para o nosso desenvolvimento não contribui em nada para superar as restrições que dificultam o avanço d(as políticas para) o setor. Mas conquistar os corações e as mentes e penetrar a dimensão íntima do imaginário social brasileiro envolve muito mais a difusão de novos serviços, que atendam as demandas da sociedade ou que lhe ofereçam soluções cuja existência ela nem imagina, do que simplesmente pleitear por uma vaga, remota e etérea autonomia tecnológica; autonomia que, ademais, pode ser dispendiosa. O caminho para a conquista do direito de cidadania – e portanto, de voz política – da autonomia tecnológica na dimensão espaço envolve, como preâmbulo, a explicitação das possibilidades do espaço na vida comum, dos indivíduos, das comunidades, da sociedade brasileira.

E não tem sido esta a tecla que o setor espacial reverbera na defesa legítima dos seus pleitos? Trata-se de passar ao desenvolvimento concreto de soluções melhores e inovadoras. Desdobra-se na articulação de todos os setores econômicos e sociais favorecidos por estas soluções – da agricultura à energia, do clima ao urbano, passando pelas *florestas* verde e azul (a Amazônia e o Oceano) – e, numa segunda derivada, por inovações que ultrapassam o cálculo imediato. O presidente dos EUA que emitiu a primeira locução espacial duvidava da utilidade do espaço. É possível conceber novos produtos e sobretudo serviços? Se a resposta a esta pergunta fosse negativa, então a utilidade futura do espaço e a necessidade de desenvolvimento nacional neste campo seriam reduzidas. Se a resposta for, ao contrário, afirmativa, então é necessário pensar em soluções inovadoras. Os melhores argumentos para um programa espacial e para a existência de uma indústria espacial brasileira prendem-se à necessidade de desenvolver serviços inovadores com equipamentos correspondentemente adequados.

A segunda aliança envolve a indústria propriamente dita, quer dizer, os setores industriais que possuem relações de produção com a indústria espacial. As dificuldades de vinculação mais forte do espacial com o aéreo podem até ser compreensíveis em retrospectiva, mas estão além do aceitável quando são examinadas em perspectiva futura. A integração no plano daquilo que se denomina *main contractor* pode ser difícil, talvez impossível, mas os custos dessa dificuldade/impossibilidade precisam ser claramente quantificados e delimitados. E se essa porta está fechada, talvez seja necessário pensar numa alternativa – inferior, mas ainda assim útil. Ela consiste na identificação daquelas trajetórias científicas e tecnológicas mais promissoras e que possam atender tanto às demandas do setor espacial quanto daqueles outros setores que possuam proximidades ou convergências – estejam elas identificadas ou tenham ainda que ser construídas. Se no plano dos serviços a tese aponta para a identificação de soluções novas e melhoradas, no plano industrial a palavra de ordem é retirar a indústria espacial do pedestal. Por mais avançadas que sejam as suas soluções, já é tempo de reconhecer que a indústria espacial não possui nem o monopólio nem a liderança exclusiva de qualidades industriais como a complexidade ou a sofisticação; e que ela está longe de prescindir dos conhecimentos, das tecnologias e das competências que existem em diversos pontos do sistema industrial. *Faster, better, cheaper*, foi esse o lema da Agência Espacial dos Estados Unidos. Mas esta popularização do espacial é também a sua democratização, em termos mais amplos: o satélite barato egresso de Surrey representa a grande demonstração. Aproveitar essas riquezas e interagir com as empresas e os setores que as detêm constitui uma fonte de recursos e uma segunda aliança da indústria espacial.

A terceira aliança envolve o plano internacional e desdobra-se da primeira – nos serviços. Poucos são os países que possuem programas espaciais amplos, mas todos dependem, em maior ou menor medida, de atividades espaciais. A vastidão do território nacional, a sua diversidade, as dimensões costeiras, oceânicas e das fronteiras, o espectro de latitudes, a diversidade das configurações rurais, urbanas e demográficas – todos estes fatores credenciam o setor espacial ao desenvolvimento de produtos e serviços com potencial para uma ampla utilização em outros países. Alguns deles podem ser mercados com poder de compra, outros poderão apenas reforçar a presença brasileira e, com ela, auxiliar no desenvolvimento de cooperação econômica e penetração comercial.

A quarta aliança depende crucialmente da existência de competências diferenciadas simultaneamente no campo tecnológico e na sua expressão econômica. A primeira atende pelo nome de *domínio de tecnologias úteis e indisponíveis nos mercados* e a segunda pela *capacidade de produção competitiva*, quer dizer, a custos aceitáveis. Estas duas condições conferem ao complexo espacial, por rarefeito que ele possa ser, atributos valorizados internacionalmente, por empresas ou instituições.

Esta argumentação evitou deliberadamente o recurso a expressões ligadas ao universo lexical nucleado pelo adjetivo estratégico. A evolução do sistema sócio-econômico tem criado uma distância cada vez maior entre este adjetivo e o seu substantivo. Enquanto o primeiro evoca de forma vaga necessidades imperiosas, mas não demonstradas e talvez, em muitos casos, indemonstráveis, o segundo enfatiza a necessidade de um caminho rigoroso, onde as etapas bem definidas e os passos, concatenados. Uma estratégia consistente de expansão e desenvolvimento da indústria espacial brasileira passa pela identificação de competências e capacidades comuns ao setor aeroespacial e a outras atividades econômicas e industriais, estejam elas localizadas no Brasil ou em outras bases industriais ou mercados. Isto envolve, necessariamente, um duplo exercício, de prospectiva e de planejamento e tem, como um dos seus pontos nodais, a identificação de diferentes setores, produtos, tecnologias e competências que possam ser desenvolvidas para uso dedicado e genérico, propiciando o seu aproveitamento por outras atividades (setores, empresas, produtos) e instituições. Visto por outro ângulo, trata-se de criar as condições para que o setor aeroespacial seja, além de gerador de tecnologias para outros setores, também um receptor ativo (e um aproveitador qualificado) de tecnologias provenientes e das demandas de outros setores. O desafio consiste em dotar o setor aeroespacial das condições para que ele faça uso das demandas que costumam ser classificadas como críticas, sem delas depender inteiramente.

Anexo 1

Patentes das empresas aeroespaciais – INPI e USPTO

1. Aerotron

INPI – n

USPTO: Method and apparatus for receiving a compressed composite signal

Compressed single side band communications system and method

2. Akaer

INPI – n

USPTO – n

3. Aeroeletrônica

INPI – n

USPTO – n

4. Aeromot

INPI – n

USPTO – n

5. Aeroserv

INPI – n

USPTO – n

6. Alltec

INPI – n

USPTO – n

7. Atech

INPI – n

USPTO – n

8. AVIBRÁS

INPI

Aperfeiçoamento em grão propelente sólido para motores foguete

Dispositivo de proteção inteligente para caixa automático

Dispositivo queimador.

Aperfeiçoamento em ônibus elétrico

Sistema de retenção e contato elétrico para lançadores de foguetes

Disposição construtiva de lançador múltiplo de foguetes

Dispositivo alimentador para antenas parabólica

Pedestal radar

Antena radar

USPTO – n

9. Brazsat

INPI – n

USPTO – n

10. Cenic

INPI – n

USPTO – n

11. Comaf

INPI – n

USPTO – n

12. Compsis

INPI

Sistema móvel de controle de recebimento de cheques, apoio logístico e segurança de veículo

Sistema de registro de operações de montagem e processo de montagem industrial

Sistema integrado de identificação, bilhetagem e cobrança do acesso de veículos automotores em áreas de rede de estacionamentos pré-determinados

Instalação de sensores de pista para praças de pedágio

Sistema de telefonia de emergência

USPTO – n

13. Eleb

INPI – n

USPTO – n

14. EMBRAER EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA S.A.

INPI – 4 patentes

Revestimento antivibração das pegas dos marteletes pneumáticos para aeronaves

Gabarito para posicionamento de superfícies móveis junto as asas de aeronaves

Assento de poltronas de passageiros em aviões.

Braço articulável para poltrona de passageiros.

USPTO – n

15. Equatorial Sistemas

INPI – Sistema De Controle Para Aquecedores De Passagem

USPTO – n

16. Fibraforte

INPI – n

USPTO – n

17. Focal Engenharia

INPI – n

USPTO – n

18. GE Celma

INPI – n

USPTO – n

19. GKN Systems

INPI – n

USPTO – n

20. Helibras

INPI – n

USPTO – n

21. HTA

INPI – n

USPTO – n

22. Imagem

INPI – n

USPTO – n

23. Leg Engenharia

INPI – n

USPTO – n

24. Mectron

INPI –

FOGUETE DE SATURAÇÃO COM CONTROLE DIRECIONAL POR EMPENAS
GRAVADOR DIGITAL PORTÁTIL DE DADOS

USPTO – n

25. OMNISYS

INPI – n

USPTO – n

26. Orbital

INPI – n

USPTO: (194 patentes)

- Dispositivo de transmissão continuamente variável aperfeiçoado
- Motores de combustão interna e controle
- Processo de soldagem por atrito de múltiplas cabeças
- Estratégia do controle do motor.
- Método e sistema de controle de combustível para um motor
- Bocais injetores de combustível
- Controle de sincronização de válvula de escapamento responsivo à marcha lenta e paralisação do motor
- Método e sistema de controle do suprimento de ar de um motor de combustão interna e método de diagnosticar falhas num sistema de admissão de ar de motor
- Controle de temporização de válvula de escapamento responsivo à detonação e torque de motor
- Recirculação de gás de exaustão em motores de combustão interna de dois tempos

- Motor de combustão interna com múltiplos cilindros com recirculação de gás de escapamento
- Motor de combustão interna
- Motor de combustão interna injetado com combustível
- Sistema de alimentação de combustível de dois estágios para motor de combustão interna de dois tempos
- Método de operação de um motor de combustão interna
- Motor de ciclo de dois tempos lavado por cárter e processo para sua operação
- Sistema de ignição capacitada para motores de combustão interna
- Processo de formação de diafragma compostos, diafragma, e conjunto de diafragma
- Regulador de pressão, sub-conjunto para o regulador de pressão, e processo para fabricação do sub-conjunto
- Bomba regenerativa
- Sistema de alimentação de combustível/gás para motores de combustão interna
- Bocal injetor para um motor de combustão interna de combustível injetado e bocal injetor para um injetor de fluido
- Processo de controle de massa de ar e combustível distribuída a um motor de combustão interna por cilindro por ciclo
- Conjunto de combustível e gás
- Processo de introduzir e envolver um conjunto de solenóide, e alojamento de solenóide
- Motor de dois tempos policilíndrico
- Processo e aparelho para medição de óleo em motor de combustão interna de dois tempos
- Sistema de combustível para um motor de combustão interna e método de operação do mesmo
- Motor de combustão interna de ciclo de dois tempos e múltiplos cilindros.
- motor de combustão interna de curso alternativo a ciclo de dois tempos policilíndrico.
- Método de determinação da massa de ar induzida por cilindro por ciclo (iacc) de um motor de combustão interna
- Método de produzir centelha num sistema de ignição e sistema de ignição de descarga capacitiva
- Método de operar e sistema de gerenciamento para um motor de combustão interna.
- Instalação de motor de combustão interna de múltiplos cilindros.
- Injetor de combustível de motor de combustão interna
- Motor de combustão interna
- Processo de operar um motor de combustão interna para controlar a batida no seu interior
- Método e aparelho para controlar a operação de um solenóide

- Método de operar um sistema de injeção de combustível num motor ,de combustão interna e sistema de injeção de combustível
- Motor de combustão interna de múltiplos cilindros sistema de suprimento de ar para motor de combustão interna.
- Veículo lançador a foguete e processo de lançamento aéreo de um veículo lançador a foguete
- Processo de operar um motor de combustão interna de ciclo de dois tempos e motor de combustão interna de ciclo de dois tempos
- Motor de combustão interna de ignição por centelha de ciclo de dois tempos com tratamento do gás de escapamento e processo de operar o mesmo.
- Processo de operar um motor de combustão interna dotado de um sistema de injeção de combustível e motor de combustão interna a combustível injetado
- Sistema de injeção de combustível para um motor de múltiplos cilindros
- Bloco de motor policilíndrico
- Processo e sistema de injeção de combustível
- Processo de alimentação de combustível a um motor e aparelho para alimentar combustível a um motor processo e aparelho para a ministration dosada de combustível a um motor e processo e aparelho para o fornecimento de combustível a um motor
- Processo de fornecimento de combustível a um motor processo e aparelho de injetar combustível líquido, aparelho para injetar combustível líquido em uma câmara de combustão de um motor de combustão interna, e motor de combustão interna
- Processo de injetar combustível em uma câmara de combustão de um motor de combustão interna e sistema de injeção de combustível para motores de combustão interna
- Método de abastecer de combustível um motor de ignição por centelha de ciclo de dois tempos e motor desse tipo processo de controlar a distribuição de combustível na câmara de combustão de um motor de combustão interna com partida por centelha e sistema de injeção de combustível
- Processo de operar um motor de combustão interna de ciclo de dois tempos
- Processo para operar um motor de combustão interna de ciclo de dois tempos de ignição por centelha
- Processo de operação de um motor, motor de combustão interna, barco a motor, motor marítimo, veículo motorizado impelido a motor, motor para um veículo motorizado
- Aparelho para dosar combustível a um motor de combustão interna
- Processo e aparelho para fornecer combustível líquido a um motor de combustão interna
- Processo de dosagem de combustível e processo e aparelho para alimentar uma quantidade dosada de combustível líquido, em um sistema de injeção de combustível
- Processo e aparelho para dosar combustível para um motor de combustão interna
- Processo e aparelho de injeção de combustível em um motor de combustão interna de ignição à vela
- Aparelho de injeção de combustível

- Processo e aparelho para fornecer combustível líquido por pressão de gás a um motor, e processo e aparelho para entregar uma quantidade medida de combustível líquido a um motor
- Processo e aparelho para entregar combustível líquido a um motor de combustão interna
- Aparelho aperfeiçoado para a entrega de quantidades medidas de líquido

27. MTU

INPI –

- Eletrolisador para a eletrólise de água em hidrogênio e oxigênio
- Dispositivo de aspiração para um motor de combustão interna para uso em superalimentação de um ou dois estágios
- Motor de combustão interna a êmbolo com sobrealimentação por, pelo menos, um grupo de turbocarregadores a gás de escape, comutáveis
- Mancal deslizante ternário
- Trocador térmico

USPTO: muitas patentes para diferentes empresas com esse nome.

28. Parker Hannifin

INPI – 89 patentes

- Conjunto de filtro com rosca deslizante
- Extremidade de abertura ajustável de rosca reta elemento de filtro com orifício de ventilação e conjunto do mesmo
- Válvula de bloco com linhas integrais de refrigerante
- Conjunto e elemento filtrante com dreno contínuo
- Válvula de expansão de refrigeração com elemento de energia de massa térmica
- Filtro de retenção em capa anelar
- Separador de entrada de água
- Válvulas de dreno de combustível de solenóide construção de mangueira
- Cartucho de filtro com luva interna fixada de modo adesivo e estrutural e método de conjunto
- Manípulo indicador de mudança de elemento de filtro dispositivo de conformação portátil para conformar encaixes
- Fabricação de invólucro de componentes eletrônicos que possuem uma camada de blindagem metalizada
- Elemento de filtro atarraxante e cabeçote de filtro correspondente
- Compósitos poliméricos tubulares para construções de tubos e mangueiras

- Filtro para combustível com válvula de desvio construção de mangueira reforçada termoplástica válvula de interrupção de restritor duplo combinado para fluidos pressurizados
- Conjunto de filtro de combustível com bomba de escorvamento
- Válvula de passagem de segurança para sistema de controle de emissão de caixa de eixo de manivela
- Conjunto de extensão e travamento para elemento que não respinga e seu recipiente
- Válvula de drenagem com autoventilação
- Junta aparafusada com anel de vedação
- Estrutura de recarga e filtro com cartucho substituível secador de receptor com entrada de fundo
- União para tubos e processo para sua fabricação
- Unidade de tomada de força tendo conjunto de engrenagem transmissora de duas peças
- Válvula de engate chaveado para filtro de combustível aperfeiçoamento em circuito hidráulico para controle da força de atuação de cilindros compactadores, válvula reguladora de pressão e comando direcional hidráulico fabricação de gaxeta de blindagem emi de formação no lugar, de força de fechamento baixa
- Válvula de recirculação de combustível de retorno para a eliminação de ar
- Conjunto de filtro de combustível de passagem dupla e elemento para o mesmo
- Conjunto de filtro com vasilha de aparar óleo e válvula de repercussão
- Alojamento de unidade de tomada de força tendo tubulação hidráulica integral
- Aperfeiçoamento em válvula regenerativa para controle direcional
- Construção de mangueira resistente à deformação
- Método de aplicação de um material de interface térmica de mudança de fase
- Cartucho de filtro giratório com elemento substituível. Separador de combustível/água.
- Materiais de proteção contra emi de retardo de chama e método de fabricação
- Unidade de arranque com potência
- Gaxeta tubular para vedação ambiental aperfeiçoada e blindagem em emi
- Ligação de um tubo de metal a uma luva de metal.
- Válvula divisora de fluxo com retenção pilotada
- Bomba de engrenagem livre de cavitação
- Filtro de combustível
- Munhão bi-partido
- Circuito hidráulico fechado particularmente utilizável em veículos coletores de lixo, válvula, bloco de válvulas e combinação de válvula pilotada e válvula de comando
- Unidade de impulsão de força com freio seletivamente engatado

- Receptor/secador e método de montagem
- Elemento de filtragem não metálico sem núcleo alojamento para filtro e elemento para o mesmo
- Caixa protegida para componentes eletrônicos, método para protegê-las e processo para formar uma placa de cobertura
- Elemento de filtro e conjunto de filtro
- Válvula pneumática
- Válvula de controle direcional para um sistema de fluido e método para operar um sistema hidráulico
- Vedação de superfície e método para formar uma vedação de superfície
- Aperfeiçoamento em sistemas hidráulicos de controle remoto
- Válvula de controle
- Disposição construtiva em filtro para fluidos
- Unidade pto
- Disposição construtiva em filtro para veículos
- Válvula de carretel hidráulica com força equilibrada válvula dirigida de fluido
- Aparelho de filtro para fluidos
- Um sistema hidráulico de direção
- Válvula de perda de refrigerante
- Conjunto de drenagem para filtros de fluidos e similares filtro de combustível e válvula retentora de retorno para dar vazão a fluido num filtro de combustível diesel ou semelhante
- Filtro de combustível
- Disposições construtivas em elemento filtrante
- Filtro com tampa extrema inversora de fluxo que acomodará inversão de fluxo
- Unidade e conjunto de filtro com ação repelente
- Conjunto de tomada de força
- Conjunto de placa de adaptação para conectar uma unidade de tomada de força com uma transmissão e para conectar a unidade de tomada de força com caixa de engrenagens de acionamento de veículo
- Separador de fluidos para sistema pressurizado
- Conjunto de válvula para drenagem
- Membro de junta anular na forma de u e processo para a fabricação de uma vedação de anel na forma de u
- Conjunto de vedação
- Mangueira (com reforço de arame trançado)

- Filtro para fluidos e indicador de diferença de pressão nele contido
- Processo para proporcionar controle de fluxo e pressão de uma bomba de deslocamento variável
- Bucha- guia ou anel anti-fricção
- Anel raspador
- Aro anti-extrusão
- Expansor aperfeiçoado de dupla ação para vedação
- Anel de vedação de material resiliente conjunto compreendendo em combinação umanel de vedação, um eixo e uma superfície de apoio circundando o dito eixo e conjunto compreendendo em combinação um eixo, uma superfície de apoio circundando o dito eixo e uma pluralidade de anel de vedação
- Anel de vedação e conjunto de vedação

USPTO: 192 patentes

29. Pratt & Whitney

INPI – n

USPTO – n

30. Rolls- Royce Brasil

INPI – n

USPTO – n

31. Sobraer

INPI – n

USPTO – n

32. Squitter

INPI – n

USPTO – n

33. Turbomeca

INPI – n

USPTO: 14 patentes

- Device and method for adjusting the power of a power pack driving a helicopter rotor
- Acoustically treated turbomachine multi-duct exhaust device

- Turbomachine including a device for suppressing vibration caused by acoustical resonance
- Variable-throat gas-turbine combustion chamber
- Process for making a heat resistant nickel-base polycrystalline superalloy forged part
- Multiple layer erosion resistant coating and a method for its production
- Multiple layer erosion resistant coating and a method for its production
- Multilayer material, anti-erosion and anti-abrasion coating incorporating said multilayer material
- Multiple layer erosion resistant coating and a method for its production
- System for regulating air supply conditions of a turbo shaft machine
- Device for connecting two elements in rotation
- Turbomachine wheel with mounted blades
- Process and apparatus for monitoring monocrystalline structures with images of Kikuchi pseudo-lines
- Method and device for measuring the torque transmitted by a shaft subjected to temperature variations

Anexo 2

Surrey Satellite Technology Limited

ⁱThe current success of Surrey Satellite Technology Limited is based on almost three decades of small satellite engineering activity at the University of Surrey. In the mid 1970s, researchers in the Department of Electrical Engineering built their first satellite tracking station, which was used as a primary command station for the OSCAR-7 and OSCAR-8 satellites.

In early 1978, NASA offered Surrey's researchers a piggyback launch, and the University kicked-off the UoSAT-1 mission. UoSAT-1 was launched in October 1981, establishing Surrey's space programme. UoSAT-1 was the first small satellite to carry microprocessors for autonomous operation, and it far outlived its three-year planned lifetime, re-entering the Earth's atmosphere in October 1989.

UoSAT-1 demonstrated that satellite activities could be part of a University programme, and that relatively small and inexpensive satellites could be built rapidly to perform sophisticated missions. UoSAT-2, built by the Surrey team in just six months and launched by NASA in 1984, cemented Surrey's reputation for conducting sophisticated, rapid-response missions.

In 1985, the University of Surrey formed Surrey Satellite Technology Limited in order to transfer the results of its small satellite research to a wider industrial community.

In its first years of operation, SSSL's growth was delayed by the lack of small-satellite launch opportunities, which followed in the wake of the Challenger disaster. By 1990, however, the Company had begun to secure launch opportunities on Europe's Ariane-4 vehicle, using the Ariane Structure for Auxiliary Payloads (ASAP). In the next five years, SSSL launched eight satellites on the ASAP, firmly establishing the Company's first commercial product: the SSSL Modular Microsatellite.

In this period, SSSL also established its two main product offerings: turnkey operational satellites for civil and military missions, and know-how transfer / training (KHTT) programs for countries taking their first steps into space. Today, roughly half of SSSL's customers purchase know-how along with their satellites, whilst the others opt for the turnkey service.

Between 1995 and 2000, SSSL worked to diversify both its product offering and its source of launches. Using internally funded R&D programmes, the Company developed first a 300-kg, 3-axis controlled minisatellite, and then a 6.5-kg nanosatellite. Since 1995, SSSL has launched on Tsyklon, Zenit, Dnepr and Cosmos from the former Soviet Union, Athena from the U.S.A. and Ariane from Europe, giving the Company an unrivalled experience with integrating primary and secondary small-satellite payloads on the world's launch vehicles.

From its beginnings as a University research group, SSSL has grown to be the world's leading small satellite supplier, employing 250 staff and occupying the purpose-built Surrey Space Centre facility with the appropriate flight component stores, clean rooms, integration halls and spacecraft mission operations centre, and also Satellite House which provides office accommodation for the various project teams. SSSL has built satellites for customers as diverse as the United States Air Force and the Chinese Tsinghua University, and contributed subsystems to Space Shuttle experiments, the ISS and ESA's Rosetta mission. Through all of these programmes, the Company has stuck to its vision of providing its customers with affordable, frequent and rapid access to space.