CAPÍTULO 7

SISTEMAS ESPACIAIS VOLTADOS PARA DEFESA

Patrícia de Oliveira Matos[1]

INTRODUÇÃO

A partir do final da Segunda Guerra e início da Guerra Fria, o desenvolvimento de intensas inovações tecnológicas amplia o setor de defesa para uma nova dimensão: o espaço. Ocorre um profundo avanço nas tecnologias empregadas com fins militares, em particular naquelas relacionadas ao poder aéreo, gerando a transição do conceito de poder *aéreo* para *aeroespacial*, o que consolidou a articulação estratégica entre ciência, tecnologia, indústria e forças armadas.

Com o lançamento do satélite Sputnik pela Rússia, em 1957, mostrou-se possível a realização da guerra no espaço exterior por meio de satélites, plataformas e veículos espaciais, dando origem à "corrida espacial", com profundos impactos militares, científicos, econômicos e sociais.

Após o fim da Guerra Fria, a atividade espacial no mundo perdeu parte de sua força impulsora, fazendo com que instituições do segmento espacial procurassem alternativas para recompor as perdas de orçamentos governamentais, derivadas das mudanças nas prioridades, buscando novas aplicações que possibilitassem ganhos comerciais (Silva Filho, 1999).

Passa a ocorrer, desde então, um crescimento das atividades espaciais não governamentais, embora os Estados continuem, ainda, como os principais atores do setor espacial. Atualmente, as principais motivações dos Estados para investirem na atividade espacial são a geração de vantagens competitivas,

1. Professora Associada do Programa de Pós-graduação em Ciências Aeroespaciais da Universidade da Força Aérea (UNIFA).

o desenvolvimento científico e tecnológico, o crescimento econômico, o monitoramento do meio ambiente, o prestígio global e a segurança, por meio do poder estratégico oferecido pelo espaço (Futron, 2012).

O setor espacial de um país agrega uma vasta rede de instituições e atividades econômicas que envolvem produtos e serviços com aplicações em diferentes campos, variando desde a agricultura, transmissão de dados e previsões meteorológicas ao controle de tráfego aéreo e à defesa nacional, entre outros.

Segundo Guimarães (2011), as atividades espaciais, materializadas por meio dos satélites, têm ampla gama de emprego civil e militar, que vão desde as atividades relativas à observação sobre ocupação urbana até as questões ambientais e vigilância das fronteiras. Os satélites são essenciais para essas atividades e também para todos os tipos de comunicação, civil ou militar, bem como para o controle do espaço aéreo e dos sistemas de navegação.

De acordo com o documento *Overview of Indian Space Sector* (2010), à medida que mais países percebem o impacto estratégico e o potencial econômico de espaço, as motivações para a atividade espacial passam a não ser apenas estatais, mas também se voltam para o desenvolvimento de uma indústria capaz de competir no mercado global.

Como consequência, tem ocorrido uma tendência de globalização da atividade espacial no mundo. Há duas décadas apenas os Estados Unidos, a Rússia, a Europa e a China tinham regularmente lançado e implementado satélites e outras missões no espaço. Hoje em dia, várias outras nações realizam atividades espaciais e vêm buscando realizar acordos de cooperação com o objetivo de desenvolver a sua indústria espacial.

Segundo Schmidt (2011), vem ocorrendo uma intensificação da presença de países emergentes no grupo de países com acesso ao espaço. Países que até recentemente não se beneficiavam das tecnologias espaciais devido aos elevados níveis de investimento, risco e complexidade passaram a investir no setor.

Com a maior internacionalização da indústria espacial, passaram a fazer parte do conjunto de países que oferecem serviços espaciais a Coreia do Sul, a Índia, Israel e o Japão, enquanto o Brasil e a Austrália possuem centros de lançamento e buscam dar continuidade aos seus programas e ampliar a sua capacitação industrial.

Segundo a Futron Corporation (2013), o Brasil começou a reexaminar as suas prioridades nacionais, aumentou a oferta de financiamento para o setor, expandiu suas parcerias internacionais e definiu planos para um novo veículo de lançamento. Para a Futron, a questão principal, contudo, é se essas ações serão suficientes para manter o Brasil como líder regional, diante dos avanços de outros países da América do Sul no cenário espacial.

Contextualização e delimitação do segmento de sistemas espaciais voltados para a defesa

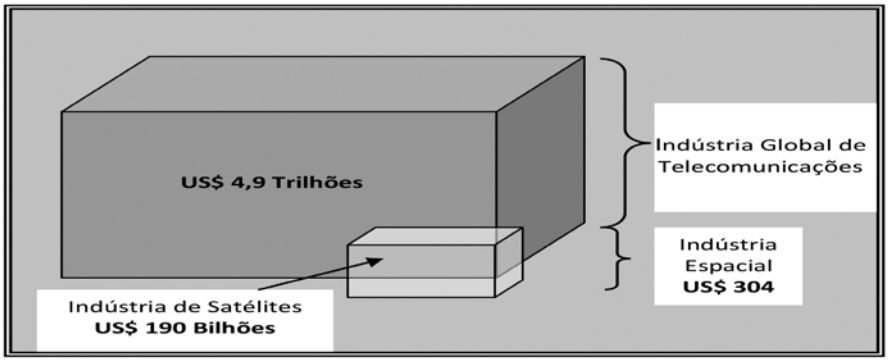
A indústria espacial tem sido classificada de diferentes formas a partir de suas várias aplicações. Segundo Schmidt (2011), sua conceituação não é simples, uma vez que não pode ser feita a partir de classificações usuais presentes na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Conforme a figura 1, a Space Industry Association (SIA) associa a indústria espacial à indústria de satélites, sendo esta parte da indústria de telecomunicações. Segundo a SIA, a indústria de satélites representou 62% das receitas da atividade espacial no mundo em 2012 e o restante das atividades espaciais está vinculado, principalmente, aos orçamentos governamentais. A indústria de satélites também representou, nesse ano, 4% das receitas do setor de telecomunicações.

Para Foust (2003), a dificuldade na definição do termo “indústria espacial” reside no fato de que o seu significado é muito abrangente, englobando empresas para as quais a atividade espacial pode não ser necessariamente o foco de seus negócios. Para o autor, o objetivo dessa definição abrangente seria um esforço para tornar a indústria maior e, portanto, tão proeminente quanto possível, dada a sua perda de prestígio após o fim da corrida espacial.

Figura 1

Indústria de telecomunicações, espacial e de satélites



Fonte: Space Industry Association (SIA, 2013)

Segundo Dewes (2012), as tecnologias espaciais referem-se a equipamentos projetados para missões espaciais e outras tecnologias relacionadas ao uso no espaço, constituindo-se de duas grandes atividades: a fabricação de foguetes e de satélites e os serviços de lançamento.

De modo geral, a indústria espacial tem sido analisada a partir de quatro segmentos principais: *i*) a fabricação; *ii*) o lançamento; *iii*) as operações; e *iv*) os serviços de satélites. Esses serviços podem ser divididos de acordo com os objetivos de suas aplicações: comunicações (comerciais ou governamentais), pesquisa e desenvolvimento, ciência espacial, navegação, meteorologia, vigilância militar e sensoriamento remoto.

Carvalho (2011), ao considerar a natureza do desenvolvimento de produtos e serviços espaciais, argumenta que a construção de satélites, de foguetes e de infraestrutura terrestre apresenta complexidade e riscos tecnológicos, altos custos e ciclos de desenvolvimento longos, em geral entre quatro e oito anos.

A indústria espacial apresenta ainda como característica a alta concentração, tanto no seu lado comercial, quanto no segmento financiado pelos governos, de modo que as cinco maiores fabricantes chegam a responder por 90% das receitas totais da indústria (Schimdt, 2011).

Quanto aos programas espaciais, Gattaz (2012) comenta que estes envolvem atividades em torno de três eixos: veículos lançadores; satélites, que podem ser divididos em serviços, plataformas e cargas úteis; e solo, compreendendo as estações de rastreio e controle dos satélites e os centros de missão para o gerenciamento das cargas úteis dos satélites.

Segundo Vaz (2011), os programas espaciais possuem características de mercado específicas e bastante diferenciadas: os recursos são, em sua maior parte, de natureza governamental implicando na prática de protecionismo do setor industrial; o mercado é altamente competitivo e os riscos são elevados; os bens são desenvolvidos por encomendas e têm alto valor agregado, devido à sua elevada complexidade tecnológica; envolvem tecnologias classificadas como "duais"; os custos de treinamento e especialização da mão de obra são elevados; e o mercado é limitado em quantidade de encomendas, justificando uma política governamental de aquisição que privilegie as empresas nacionais que se disponham aos riscos do investimento.

Devido a essas características, Costa Filho (2000) observa que o papel do Estado nos programas espaciais é, em um primeiro momento, planejar, financiar e desenvolver as atividades espaciais e, em um segundo momento, incentivar a transferência dos resultados obtidos nessas áreas para outros segmentos da economia e da sociedade. Segundo o autor, no caso do setor espacial, o Estado torna-se a figura central para estimular a capacitação tecnológica do país, cuja atuação se processa de várias maneiras: na implementação da política setorial, no incentivo à indústria, nas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), entre outros.

Para Meira Filho *et al.* (1999) existe uma relação direta entre o orçamento governamental e o nível de produção da indústria espacial de um país, pois o Estado assume o papel de principal usuário das aplicações espaciais de interesse para o país. Além disso, no setor espacial, por se tratar de empresas cujas atividades envolvem elevados custos e riscos financeiros, os governos estão mais dispostos a promover estímulos e compensações, chegando a assumir parte dos riscos.

Schmidt (2011) também argumenta que embora a importância dos atores privados no setor espacial seja crescente, a sua demanda ainda é bastante vinculada ao poder de compra do Estado.

Para Silva (2010), essa predominância dos governos como clientes principais da indústria espacial revela uma situação que é, ao mesmo tempo, positiva e negativa para o seu desenvolvimento. Positiva porque contratos com governos possibilitam o desenvolvimento tecnológico em todos os segmentos da indústria, assim como o surgimento e desenvolvimento de *spin offs*. E negativa porque as descontinuidades nos orçamentos e mudanças de prioridades governamentais elevam ainda mais os custos da atividade espacial.

Quanto ao segmento espacial da defesa, observa-se que este incorpora o desenvolvimento de veículos lançadores para o transporte de cargas e satélites de natureza militar, bem como as atividades de lançamento, recepção, tratamento e transmissão de imagens e informações e o monitoramento desses dados.

Contudo, na maior parte dos projetos que envolvem o segmento espacial, uma característica marcante é a sua possibilidade de utilização dual, seja em experimentos de cunho comercial, científico ou militar, de modo que há certa dificuldade para se estudar isoladamente o segmento industrial espacial "de defesa".

Empresas espaciais normalmente atuam em projetos de cunho dual e a diferenciação do segmento entre "civil" ou "de defesa" decorre, portanto, mais dos objetivos e das aplicações desses projetos do que da tecnologia espacial empregada. Um exemplo de aplicações espaciais em defesa desenvolvido atualmente no Brasil é o projeto denominado Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), que visa proporcionar um sistema de comunicações por satélite altamente seguro e voltado para o monitoramento de informações de interesse militar.

No cenário norte americano, Chapman (2008) descreve uma grande variedade de armas e aplicações espaciais de defesa desenvolvidas nos Estados Unidos, tais como o Sistema de Navegação Ativa (ADS), o Sistema Avançado Electro-Optical, Vigilância Espacial, Sistema Avançado de Alta Frequência (Advanced AEHF), pesquisas avançadas em Satellite Global Observation (Argos), Aegis Ballistic Missile Defense (para detectar e rastrear mísseis balísticos intercontinentais e relatar dados de monitoramento para o sistema de defesa antimísseis), Airborne Laser (programa de colaboração entre a USAF, Boeing, Lockheed Martin e Northrop Grumman), Armas antissatélite (Asat), entre outros.

Objetivo

O presente capítulo, como parte de um amplo projeto de pesquisa coordenado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e pelo Ipea, tem como objetivo geral realizar um mapeamento do segmento industrial de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil. A partir do levantamento de dados primários e secundários que evidenciem o potencial tecnológico e as condições de competitividade do segmento, o trabalho visa contribuir com o aperfeiçoamento e a elaboração da política industrial voltada para o setor.

Inicialmente, é realizada uma breve introdução ao tema com a caracterização da indústria espacial, seu desenvolvimento histórico no país e uma descrição dos principais projetos e parcerias internacionais em andamento.

Na segunda seção, apresenta-se o contexto mundial no qual o segmento está inserido, tendo como objetivos específicos levantar a dimensão do mercado mundial, a situação atual dos principais países que ofertam produtos e serviços espaciais, bem como identificar os grandes *players* do cenário espacial. A seção é finalizada com as perspectivas de mercado e análises de oportunidades apontadas por relatórios especializados no setor.

Na terceira seção são apresentadas as principais características do segmento industrial de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil por meio da análise descritiva de dados primários e secundários. Os dados primários foram obtidos a partir de um questionário enviado a 99 empresas do segmento via *web*. Os dados secundários foram coletados, via Ipea, em várias fontes tais como: Relação Anual de Informações Sociais (Rais), Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), entre outras. A análise desses dados tem como objetivo específico delinear o perfil do segmento quanto a fatores que possam afetar a sua capacidade de inovação e competitividade. Foram, ainda, realizadas entrevistas em oito firmas do segmento, de diferentes perfis, com o objetivo de nortear as análises e aproximar os dados coletados às aspirações e dificuldades vivenciadas por essas empresas.

Na última seção são discutidos os principais resultados e conclusões obtidos na pesquisa e suas implicações para a elaboração de políticas públicas que contribuam com o desenvolvimento do segmento de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil.

O segmento espacial no Brasil

As origens do setor aeroespacial brasileiro estão profundamente relacionadas à criação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) na região de São José dos Campos/SP. Com relação ao segmento espacial, observa-se que as primeiras iniciativas ocorreram a partir dos anos 1960 com a criação de uma comissão para estudar a política espacial brasileira, o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE). Também na década de 1960, foi construído o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), de onde foram realizados lançamentos com especialistas da National Aeronautics and Space Administration (NASA) e do Centro Aeroespacial Alemão[2] (DLR).

O primeiro foguete de sondagem brasileiro, o Sonda I, foi lançado em 1965 e, a partir dessa iniciativa, surgiram outros projetos que levaram o então CTA a desenvolver a família de foguetes de sondagem Sonda II, III, e IV, VS-30 e VS-40.

No âmbito do Ministério da Aeronáutica, foi criado, em 1966, o Grupo Executivo de Trabalhos e Estudos de Projetos Espaciais (Getepe) que, em 1969, originou o Instituto de Atividades Espaciais (IAE), tendo suas atividades direcionadas ao projeto e desenvolvimento de foguetes de sondagem e de veículos lançadores de satélites.

Segundo Ribeiro (1999), já na década de 1970, o CTA dominava a tecnologia de foguetes de sondagem e iniciava estudos para o desenvolvimento de um veículo que seria pilotado, seguindo uma trajetória previamente programada no solo. Para o autor, a implantação dessa infraestrutura espacial só foi possível devido à formação de recursos humanos especializados, a partir da consolidação do ITA e do CTA.

Segundo Dolinsky (1989), o Sonda I foi desenvolvido na indústria de defesa com especificações do Getepe visando à substituição de foguetes americanos (Arcas, HASP) usados em um programa internacional de sondagem meteorológica, o Exametnet (Experimental Inter-American Meteorological Netwok). Seu primeiro lançamento ocorreu em 1967, no CLBI, quando também foi iniciado o desenvolvimento do foguete Sonda II, no CTA, com a fabricação de componentes pela indústria nacional e cujo primeiro voo com êxito ocorreu no CLBI, em 1970.

O foguete Sonda II foi fabricado e ensaiado em diversas versões, algumas delas produzidas na indústria, mas que não se tornaram operacionais. Já as versões operacionais foram todas desenvolvidas no IAE. Destarte, atendendo a solicitação do Instituto de Militar de Engenharia (IME) e do antigo Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD) do Exército, foram produzidos no IAE os protótipos X-40 (derivados do Sonda IIC) e X-20 (pequeno veículo), que foram transferidos pelo Exército para a indústria e se tornaram foguetes militares objetos de exportação (Dolinsky, 1989).

O foguete Sonda III foi muito utilizado para realização de pesquisas de interesse da comunidade científica brasileira e, atualmente, esses experimentos são

2. Deutsches Zentrum für Luft – und Raumfahrt.

realizados por derivados mais modernos (VS-30, VS-30/Orion e VSB-30) que possuem maior volume útil para carga útil. Já o foguete Sonda IV foi criado apenas para testar em voo tecnologias desenvolvidas no IAE e necessárias para o projeto VLS-1 (Dolinsky, 1989).

Em 1971, o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais transformou-se no Instituto de Pesquisas Espaciais (mais tarde, em 1990, denominado Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE).

Esses foram alguns dos passos iniciais no desenvolvimento do que viria a se transformar no Programa Espacial Brasileiro, posteriormente denominado Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). A missão tinha como metas o desenvolvimento de pequenos satélites e de um veículo lançador, bem como a implantação da infraestrutura básica para estes projetos (Brasil, 1998).

Conforme Dolinsky (1989), a MECB era denominada como "completa" porque previa o lançamento de um satélite brasileiro, por meio de um veículo lançador brasileiro, a partir do solo brasileiro. Assim, foi definido o papel de cada ator, sendo que ao INPE caberia a ciência espacial, meteorologia, sensoriamento remoto e a construção dos quatro satélites iniciais da missão, e ao Ministério da Aeronáutica/CTA competia a construção do VLS e a coordenação dos centros de lançamentos da Barreira do Inferno, em Natal/RN, e de Alcântara/MA, este último criado em 1984 (Silva Filho, 1999).

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) foi implantado para o lançamento e rastreio inicial, cabendo ao CLBI o rastreamento como estação remota. Dentro da MECB foi construída a infraestrutura necessária ao desenvolvimento de veículos lançadores, aí incluídos diversos laboratórios e uma fábrica para a produção de propelente para grandes propulsores, a Usina Coronel Abner. Também foram implantadas instalações de ensaio para componentes, sistemas e subsistemas do VLS-1 e de seu veículo precursor, o Sonda IV. Com relação à indústria, foram criadas fábricas para a produção de insumos do propelente e fábricas de motores bobinados, além do desenvolvimento de aços especiais como o 300M, muitas vezes com equipamentos de propriedade do CTA e tecnologias desenvolvidas no centro ou em cooperação com terceiros.

A MECB foi planejada para durar nove anos e a sua conclusão significaria para o país o domínio de tecnologias sensíveis e a possibilidade de desenvolvimento de tecnologias mais complexas: representava o primeiro passo para o ingresso do Brasil nas atividades espaciais.

Segundo Cavagnari Filho (1993), três argumentos foram levantados para a criação da MECB: a sua utilidade imediata em obtenção de imagens de sensoriamento remoto e de dados meteorológicos, gerando, para o Brasil, autonomia, controle e ampla aplicação do uso de satélites nacionais; o impacto no parque industrial brasileiro e no padrão tecnológico nacional; e o interesse militar na obtenção de autonomia tecnológica, controle no sistema de comunicações e de informações e capacitação tecnológica e industrial para a produção de mísseis de maior alcance.

No entanto, para Carleial (1999), a MECB foi prejudicada, desde a sua origem, por questões organizacionais, gerenciais e orçamentárias. Além disto, segundo o autor, a partir de 1987 aumentaram as restrições à importação de materiais e componentes necessários ao desenvolvimento do VLS, dificultando a sua realização. Também Costa Filho (2000) alega que a missão enfrentou diversas dificuldades, observando-se um descompasso entre o subprograma de satélites e o subprograma do lançador, devido aos diferentes papéis atribuídos às instituições executoras da missão.

Como uma tentativa de reversão desse quadro, o governo brasileiro criou, em 1994, a Agência Espacial Brasileira (AEB), órgão inicialmente vinculado à Presidência da República, com o objetivo de unificar a gestão do programa espacial e evidenciar à comunidade internacional os propósitos civis do programa.

Atualmente, as diretrizes para a área espacial no Brasil encontram-se no documento *Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais* (PNDAE), cujo objetivo é "promover a capacitação do país para desenvolver e utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira" (Brasil, 1994). O documento

determina que o setor produtivo brasileiro deva adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais e não apenas para o fornecimento de partes e equipamentos, mas também, para o desenvolvimento e a manufatura de subsistemas e sistemas completos. Estabelece ainda a busca pela integração entre equipes de instituições de P&D e parceiros industriais, bem como a realização de planos de longo prazo que permitam às empresas um menor grau de incerteza quanto ao seu papel no Programa Espacial Brasileiro (Vaz, 2011).

O PNDAE direciona a elaboração do Programa Nacional de Atividades Espaciais (Pnae). Este, criado em 1997, tem periodicidade decenal e como objetivo capacitar o país para desenvolver e utilizar tecnologias espaciais na solução de problemas e em benefício da sociedade brasileira. O Pnae fixa as metas e projetos do setor a serem priorizados pelo Estado brasileiro. E, para organizar a execução dos projetos do Pnae, foi instituído o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), que define a AEB como órgão central e responsável pela coordenação geral do setor.

Segundo a AEB (2014a), entre os órgãos setoriais que compõe o SINDAE destacam-se o INPE, subordinado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Comando da Aeronáutica (Comaer), subordinado ao Ministério da Defesa (MD), que são responsáveis pela execução dos principais projetos e atividades estratégicas do Pnae.

Além do Pnae, o setor espacial brasileiro é destacado na Estratégia Nacional de Defesa (END), lançada em 2008. A END considera que o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (Sisdabra) "disporá de um complexo de monitoramento, incluindo veículos lançadores, satélites geoestacionários e de monitoramento, aviões de inteligência e respectivos aparatos de visualização e de comunicações, que estejam sob integral domínio nacional." (Brasil, 2008, p. 20). A END determina ainda, que o MD e o MCTI, por meio do IAE e da AEB, promovam medidas com vistas a garantir a autonomia de produção, lançamento, operação e reposição de sistemas espaciais, por meio do desenvolvimento de veículos lançadores de satélites e sistemas de solo.

Assim, os principais atores do sistema de produção espacial no Brasil estão divididos entre elementos públicos civis (AEB e INPE), vinculados ou subordinados ao MCTI; elementos militares, subordinados ao MD (IAE, Centros de Lançamentos – CLA e CLBI – coordenados pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial); e entre elementos privados que são as empresas espaciais que fornecem produtos e serviços para os programas desenvolvidos no âmbito dos atores públicos.

Com relação ao elemento privado do sistema de produção espacial brasileiro – a indústria – a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB),[3] informa que, no período de 2009 a 2013, o segmento espacial representou uma pequena parte do setor industrial aeroespacial: apenas 0,45%, em média, no período, conforme a tabela 1.

Tabela 1

Segmentação da indústria aeroespacial

	2009	2010	2011	2012	2013
Receitas (US$ Bilhões)	6,8	6,7	6,8	7,5	7,0
Exportações (US$ Bilhões)	5,14	4,99	5,1	6,01	5,4
Empregos	24.000	22.600	22.900	25.064	26.239
Segmentação (em %)					
Aeronáutica	87,55	82	86,79	85,7	80,38
Defesa	8,8	12,83	10,58	12,23	17,13
Espacial	0,44	0,5	0,63	0,23	0,46
Outras	3,21	4,67	2,01	1,26	0,02
Exportação	74	73,8	75,4	81,42	78,55

Fonte: Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), 2014

3. Entidade de classe que representa as empresas brasileiras do setor aeroespacial e divulga dados sobre receitas, exportações, emprego, segmentação do setor e outras variáveis (AIAB, 2013).

De fato, a participação da indústria nacional no desenvolvimento das atividades espaciais no Brasil tem se mostrado relativamente baixa quando comparada aos países que se desenvolveram no setor. Segundo Carvalho (2011), a indústria espacial brasileira tem mantido uma taxa de participação no Pnae estável, em torno de 20% a 30%, desde a criação da MECB, ainda no início dos anos 1980.

Dados da Futron Corporation também indicam que dos três indicadores utilizados para avaliar a competitividade espacial de países (governo, capital humano e indústria) o componente indústria é aquele em que o Brasil se encontra mais distante dos demais países (Schmidt, 2011).

Nesse sentido, uma das principais contribuições da presente pesquisa é fornecer informações detalhadas sobre esse elemento ainda pouco estudado, tanto no meio acadêmico civil, quanto no militar: as empresas espaciais brasileiras. Elemento esse vital para a consolidação de objetivos expressos nos documentos oficiais que tratam tanto da política de defesa, quanto da política de ciência, tecnologia e inovação no Brasil.

Projetos espaciais em desenvolvimento no Brasil

As atividades espaciais no Brasil estão divididas entre: projetos voltados para o desenvolvimento de foguetes, veículos lançadores, plataformas e seus componentes, coordenados pelo DCTA; e projetos voltados para a construção de satélites de observação da Terra – satélites científicos e meteorológicos – sob a responsabilidade do INPE. Estão também em andamento projetos desenvolvidos por empresas: o Cyclone, desenvolvido pela Alcântara Cyclone Space (ACS); e o primeiro grande projeto espacial coordenado por uma empresa privada, constituída majoritariamente de capital nacional, o Projeto Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), desenvolvido pela Visiona.

Projetos do DCTA/IAE

VLS-1

O projeto Veículo Lançador de Satélites (VLS-1) está inserido no Pnae e busca dotar o país de autonomia tecnológica em desenvolvimento de veículos lançadores de satélites, sendo concebido como uma continuidade dos projetos de foguetes de sondagem da família Sonda. O projeto conta com a parceria da Rússia e possui como estratégia incorporar o aprendizado adquirido com os antigos foguetes de sondagem, porém buscando um salto tecnológico, o que se torna possível devido à experiência acumulada pelo DCTA/IAE e pela indústria nacional em tecnologias de foguetes.

Segundo o IAE, o projeto VLS-1 tem como objetivo principal realizar voos completos, sendo capaz de entregar, a partir do Centro de Lançamento de Alcântara, em órbita circular equatorial, um satélite de 200 kg a uma distância de 750 km, ou uma variação dessa especificação. A conclusão do projeto permitirá autonomia "para projetar, fabricar, lançar, controlar, estabilizar e entregar uma carga útil em órbita terrestre, cumprindo as metas do Pnae e da Estratégia Nacional de CT&I" (IAE, 2014).

Quanto à dualidade do projeto, Cavagnari Filho (1993), já apontava, há duas décadas, para a possibilidade de o veículo tornar-se um míssil balístico de alcance médio, uma vez que, segundo o autor, um sistema de guiagem de um míssil é funcionalmente quase idêntico ao de um veículo lançador de satélite.

Segundo o IAE (2014), ao longo do desenvolvimento do projeto VLS-1, foram construídos três protótipos do veículo e efetuados dois lançamentos a partir do CLA. Nos lançamentos dos dois primeiros protótipos foi possível a verificação das funcionalidades em voo de diversos componentes do veículo. No entanto, no ano de 2003, no decorrer dos preparativos para uma tentativa de lançamento, houve acendimento intempestivo de um dos motores do veículo, resultando em acidente catastrófico (IAE, 2014).

Após esse acidente, uma comissão elaborou um relatório incluindo uma série de recomendações e o projeto VLS-1 sofreu várias revisões, implicando em modificações técnicas no projeto e, em alguns casos, o reprojeto de alguns de seus sistemas. Em 2011, foi concluída a construção do novo Sistema de Plataforma de Lançamento, com a nova Torre Móvel de Integração (TMI) com outras funcionalidades e maior velocidade de deslocamento. Esse novo

sistema de plataforma foi projetado de modo a aceitar mudanças para a sua utilização com outros veículos lançadores em desenvolvimento no DCTA, como o VLM-1 e o VLS-Alfa.

Em 2012, foi feita uma operação simulada de lançamento, utilizando-se de um *mock up* do VLS-1, o que permitiu a integração física dos sistemas à nova TMI. Entre os diversos objetivos do projeto já atingidos, destacam-se: a capacitação de recursos humanos em projeto e desenvolvimento de veículos espaciais; a criação e a manutenção de um centro de lançamento; o domínio da tecnologia de foguetes de sondagem (veículos exportados); e a capacidade de realizar operações espaciais complexas (IAE, 2014).

Além disto, aponta-se para as oportunidades geradas pelo fomento ao parque industrial aeroespacial brasileiro, com o desenvolvimento de fornecedores locais e a geração de *spin offs* no setor produtivo.

VS-40, VS-30 e VS-30 Orion

Segundo o IAE (2014), o VS-40 é um veículo suborbital de dois estágios à propulsão sólida com capacidade para efetuar missões com cargas úteis de até 500 kg em trajetórias de até 650 km. O primeiro estágio do veículo é constituído pelo propulsor do primeiro estágio do Sonda IV e o segundo estágio por um propulsor do quarto estágio do VLS-1.

O projeto teve início da década de 1990, como uma fase intermediária do projeto VLS-1, cujo objetivo era realizar um lançamento experimental para qualificar o quarto estágio do VLS-1 em condições de voo. No entanto, o experimento apontou para a possibilidade promissora de que o veículo atue como foguete de sondagem, tanto do ponto de vista de *performance* como de volume disponível de carga útil (IAE, 2014). Além de lançamentos no Brasil, o VS-40 já foi utilizado no exterior para atendimento ao projeto alemão Shefex 2.

O VS-30 é um veículo suborbital monoestágio à propulsão sólida, com capacidade para efetuar missões com cargas úteis de 260 kg a 330 kg, para um apogeu de 120 km a 160 km, e voo de até 5 minutos de permanência em ambiente de microgravidade. O projeto teve início em 1996 e o seu primeiro voo de qualificação ocorreu em 1997, a partir do CLA. Até o presente já foram efetuados onze lançamentos (IAE, 2014).

Já o VS-30/Orion é um veículo suborbital de dois estágios à propulsão sólida com capacidade de efetuar missões com cargas úteis de 160 kg para um apogeu de 350 km. Seu primeiro voo de qualificação ocorreu em 2000, a partir do CLA, e até o presente, já foram efetuados sete lançamentos (IAE, 2014).

Motor L75 e Motor L5

O projeto L75 tem como objetivo o desenvolvimento de um motor-foguete a propelente líquido, cuja meta é a sua utilização como terceiro estágio do VLS-Alfa. Em novembro de 2011, foi realizada a reunião de Revisão Preliminar de Projeto (PDR) para o desenvolvimento do Motor-Foguete a Propelente Líquido L75 (IAE, 2014). Em junho de 2014 foram realizados ensaios de queima do gerador de gás do motor L75. Esse gerador é parte importante do Motor L75, pois serve para acionar a turbina que movimenta as bombas de propelentes líquidos.

Também o projeto L5 surgiu a partir do conhecimento acumulado pelo instituto na área de propulsão líquida. O projeto tem como objetivo desenvolver um propulsor líquido que utilize etanol e oxigênio líquido e seja capaz de substituir o propulsor sólido do quarto estágio do VLS-1, dada a maior eficiência energética da propulsão líquida. Segundo o IAE (2014), com isto, será possível dobrar a capacidade satelitizável do atual VLS.

Em dezembro de 2011, o IAE realizou com sucesso os ensaios de qualificação em solo do motor L5; e em setembro de 2014 foi lançado do CLA, com êxito, um veículo VS-30 cuja carga útil era um estágio propulsivo líquido, tendo o L5 como motor. Todos os requisitos de sucesso estabelecidos para o voo foram cumpridos, concluindo uma importante etapa para a capacitação do instituto no desenvolvimento da tecnologia de propulsão líquida (IAE, 2014).

Projeto SIA

O projeto Sistemas Inerciais para Aplicação Aeroespacial (SIA) tem como objetivo desenvolver e integrar protótipos de sistemas de navegação inercial para aplicação aeroespacial com participação da indústria nacional. O principal produto do projeto SIA é

o domínio das tecnologias para a produção de sistemas inerciais empregando giros à fibra ótica.

Segundo o IAE (2014), devido ao seu caráter dual, o projeto poderá ser aplicado também a outras áreas, nas quais a demanda é bem superior à espacial. Para o andamento do projeto, em 2011, foi implantado o Laboratório de Identificação, Navegação, Controle e Simulação (Lincs), já tendo sido realizado um teste dinâmico do sistema. No próximo experimento do projeto VLS-1, a plataforma Sisnav do SIA fará parte da carga útil embarcada, visando sua qualificação em ambiente de voo.

VSB-30

Segundo o IAE, o VSB-30 teve origem a partir da parceria entre e o DCTA/IAE e o Centro Aeroespacial Alemão (Deutsches Zentrum für Luft- und *Raumfahrt* – DLR) para o desenvolvimento de um veículo com elevados requisitos de utilização e considerado fundamental para projetos em curso na Europa. Para o Brasil, o projeto tem como objetivo explorar o nicho de mercado de serviços de lançamento para experimentos em ambientes de microgravidade (AEB, 2014).

O VSB-30 é um veículo suborbital com dois estágios à propulsão sólida com capacidade de transportar cargas úteis científicas e tecnológicas (IAE, 2014). O seu desenvolvimento foi iniciado em 2001 e o primeiro voo ocorreu em 2004, no CLA. Já o primeiro lançamento em solo europeu ocorreu em 2005, a partir de um centro de lançamento da Suécia. Até o presente, já foram efetuados, com sucesso, quatorze lançamentos de foguetes VSB-30, sendo três lançados a partir do CLA e onze na Europa.

Considerado um projeto bem-sucedido, o VSB-30 é um dos mais modernos foguetes de sondagem disponíveis no mercado internacional. O seu projeto incorporou desenvolvimentos feitos para o VLS-1 e é o único foguete de sondagem cujo projeto foi certificado no Brasil.

VLM-1

O projeto VLM-1, também desenvolvido em parceria com a Alemanha, possui como objetivo estratégico explorar o nicho de mercado para lançamentos comerciais de microssatélites. Visa o desenvolvimento de um foguete destinado ao lançamento de cargas úteis especiais ou microssatélites (até 150 kg) em órbitas equatoriais e polares ou de reentrada (IAE, 2014).

O veículo, embora brasileiro, terá partes do desenvolvimento feitas pelo DLR da Alemanha. O planejamento do projeto prevê a participação da indústria nacional inclusive como organismo desenvolvedor de sistemas e subsistemas e não apenas como fabricante. Atualmente, o projeto prevê uma etapa intermediária com um foguete de sondagem denominado VS-50 que será utilizada, em 2017, para ensaiar na Europa o experimento de reentrada na atmosfera, o Shefex 3, de responsabilidade do DLR. O voo inaugural do VLM-1, no CLA, ocorreria em 2018.

Projeto SARA

O projeto Satélite de Reentrada Atmosférica (SARA) tem como objetivos estratégicos explorar o mercado comercial de serviços de lançamentos e recuperação de experimentos em microgravidade e dominar a tecnologia de reentrada na atmosfera. (AEB, 2014). Para isto, o projeto visa desenvolver uma plataforma espacial para experimentos em ambiente de microgravidade, destinada a operar em órbita baixa, circular, a 300 km de altitude, por um período máximo de dez dias.

Atualmente o projeto SARA encontra-se em uma fase de verificação dos subsistemas para voo suborbital, denominada Sara Suborbital. O Sara Suborbital consiste em um veículo suborbital de 350 kg a ser lançado, a partir do CLA, por um veículo de sondagem VS-40 modificado, com experimentos embarcados de cunho científico ou tecnológico, e tendo como finalidade realizar experimentos de microgravidade de curta duração.

Segundo o IAE, o Sara Suborbital apresenta uma proposta inovadora, pois toda a eletrônica do veículo VS-40 se encontra em sua plataforma. Será utilizada uma versão do VS-40 com o segundo estágio inativo (VS-40M) e os preparativos finais para o lançamento, tanto no IAE, como no CLBI, estão em andamento para que se realizem em 2015 (IAE, 2014).

PSM

A Plataforma Suborbital de Microgravidade (PSM) é um projeto que tem por objetivo o desenvolvimento

de uma plataforma nacional para experimentos de microgravidade para o atendimento ao Programa Microgravidade.

Até o momento, os experimentos de microgravidade brasileiros têm sido realizados por meio da utilização de plataformas desenvolvidas pelo DLR da Alemanha, semelhantes às empregadas na Europa com os veículos VSB-30.

O projeto PSM teve início junto a uma empresa brasileira, com recursos financeiros oriundos da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), em 2006. Segundo o IAE (2014), a PSM procura manter similaridade e compatibilidade com as plataformas estrangeiras e as plataformas teuto-brasileiras, contemplando a possibilidade de intercambiabilidade entre módulos estrangeiros e nacionais.

Projetos do INPE

CBERS

O Programa Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS)[4] é resultado de uma parceria entre o Brasil e a China, envolvendo o INPE e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (Cast), firmada no ano de 1988, cujo objetivo era a produção de dois satélites avançados de sensoriamento remoto para mapear os territórios dos dois países. Pretendia-se que os satélites levassem a bordo, além de câmeras imageadoras, um repetidor para os Satélites de Coleta de Dados (SCD). O projeto tem como objetivos estratégicos capacitar o país para observar o território nacional e outras regiões da Terra de forma autônoma e fortalecer a parceria internacional com a China (AEB, 2014a).

Segundo o INPE (2014), o CBERS, que recebeu investimentos superiores a US$ 300 milhões, foi desenvolvido em um princípio de "responsabilidades divididas (30% Brasil e 70% China), tendo como intuito a implantação de um sistema completo de sensoriamento remoto de nível internacional."

Foram então desenvolvidos os satélites CBERS-1 e CBERS-2 que, segundo o INPE (2014), são idênticos em sua constituição técnica, missão no espaço e em cargas úteis (câmeras, sensores, computadores e outros equipamentos para experimentos científicos). Esses equipamentos visavam, além de atender às necessidades dos dois países, permitir o ingresso no emergente mercado de imagens de satélites.

Após o sucesso dos primeiros satélites, lançados a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na China, o projeto teve continuidade em 2002, com a construção de dois novos satélites, os CBERS-3 e CBERS-4, com novas cargas úteis e uma nova divisão de responsabilidades entre o Brasil e a China, com 50% de investimentos para cada país. O CBERS-3 foi perdido devido a falhas no seu lançamento, e o CBERS-4 está previsto para ser lançado em dezembro de 2014.

Segundo a AEB (2014a), a família de satélites de sensoriamento remoto CBERS trouxe significativos avanços em aplicações espaciais no Brasil, com mais de 15 mil usuários cadastrados, representando cerca de 1.500 instituições. De acordo com a agência, as imagens desses satélites são usadas para o controle do desmatamento e queimadas na Amazônia, o monitoramento de recursos hídricos, áreas agrícolas, crescimento urbano, ocupação do solo, educação, entre outras áreas.

Conforme o INPE, a indústria nacional teve significativa participação na construção dos CBERS, com a presença de mais de uma dezena de empresas brasileiras. Além de fornecer os subsistemas sob sua responsabilidade, o Brasil também forneceu equipamentos para alguns subsistemas sob responsabilidade da China.

Satélites de Coleta de Dados (SCD)

Para conhecer a diversidade ambiental do nosso território, o Brasil projetou e construiu dois Satélites de Coleta de Dados (SCDs). Lançados ainda na década de 1990, os satélites SCD1 e SCD2 fazem parte da Missão de Coleta de Dados e permitem, juntamente com as plataformas terrestres, um sistema de coleta de dados ambientais baseado na utilização de satélites e plataformas distribuídas pelo território nacional.

Plataforma Multimissão

Segundo o INPE (2014), a Plataforma Multimissão (PMM) é um conceito moderno que consiste em

4. China Brazil Earth Resources Satellite.

reunir, em uma única plataforma, todos os equipamentos que desempenham funções necessárias à sobrevivência de um satélite.

A PMM consiste em uma plataforma genérica, com massa de 250 kg, para satélites na classe de 500 kg, capaz de prover os recursos necessários, em termos de potência, controle, comunicação e outros, para operar, em órbita, uma carga útil de até 280 kg (INPE, 2014).

Amazônia-1

Com lançamento previsto para 2015, o Amazônia-1 é um satélite de órbita polar que irá gerar imagens do planeta a cada 4 dias, a partir de um imageador óptico capaz de observar uma faixa de 720 km com 40 metros de resolução (INPE, 2014). Suas características permitem dados melhores de alerta de desmatamento na Amazônia, pois maximizam a aquisição de imagens úteis diante da cobertura de nuvens na região, além de fornecer imagens frequentes das áreas agrícolas brasileiras.

Segundo o INPE (2014), o satélite Amazônia-1 será o primeiro a utilizar a PMM e tem como objetivo prover dados para o monitoramento ambiental e aperfeiçoar o sistema de detecção em tempo real (Deter) do desflorestamento no Brasil.

Sabiá-Mar

O projeto Sabiá-Mar, fruto de uma parceria com a Argentina, tem como objetivo desenvolver, fabricar, testar e colocar em órbita dois satélites de observação dos oceanos por meio de análises de sua cor, com aplicações no estudo dos ecossistemas oceânicos, ciclo do carbono, mapeamento do *habitat* marinho e observação costeira.

Seu primeiro lançamento está previsto para o ano de 2019, já tendo sido realizada a parte inicial do projeto relativa à fase de estudos de viabilidade (INPE, 2014).

Satélites científicos

O programa de satélites científicos do INPE envolve o desenvolvimento de pequenos satélites com experimentos embarcados, voltados à investigação de fenômenos atmosféricos e do espaço exterior. Estão em andamento os seguintes projetos de satélites científicos: Lattes, Equars e Mirax.

O satélite Lattes transportará sensores destinados a três missões distintas e seu desenvolvimento está baseado na PMM. O Equars será utilizado para o monitoramento global da atmosfera na região equatorial, enfatizando processos dinâmicos, fotoquímicos, e mecanismos de transporte de energia entre a baixa, média e alta atmosfera e a ionosfera. Já a missão Mirax será voltada para o estudo da região central do núcleo da galáxia e seus objetos, como buracos negros e estrelas de nêutrons através de imageadores de raios-x.

Nanossatélites

O NanosatC-Br é o primeiro nanossatélite brasileiro desenvolvido com recursos da AEB. Ele foi lançado em 2014 da base de Yasny, na Rússia. O objetivo do programa é monitorar a intensidade e mapear o campo magnético sobre a América do Sul.

As informações enviadas são recebidas pelas Estações Terrenas de Rastreio e Controle de Nanossatélite do Programa NanosatC-BR da Universidade Federal de Santa Maria e a do ITA/INPE.

Satélite GPM – Brasil

O GPM-Br é um satélite criado para ampliar os conhecimentos acerca das precipitações no planeta, melhorando a qualidade dos produtos desenvolvidos pelas equipes de aplicações. Foi concebido para prover informações e produtos para os estudos definidos pelo Pnae, fornecendo, a partir do espaço, informações cíclicas, com relação a dados para a agricultura, energia elétrica, defesa civil, pesca, florestas e monitoramento das chuvas (AEB, 2014).

Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC)

Buscando atender a necessidades dos ministérios da Defesa, das Comunicações, e da Ciência, Tecnologia e Inovação, o governo brasileiro estabeleceu o Projeto Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). O projeto visa o acesso à banda larga em regiões remotas do país, bem como elevar a segurança e garantir a soberania nas comunicações das Forças Armadas brasileiras.

O satélite será operado pela Telebrás na banda Ka (civil) e pelo MD na banda X (militar). Segundo Pietroluongo (2011), sistemas satelitais em banda X permitem maior mobilidade e facilitam a comunicação militar sem risco de interferência de outros sistemas.

De acordo com a Telebrás (2014), o sistema SGDC trará mais segurança às comunicações estratégicas do governo e às comunicações militares, pois seu controle será realizado no Brasil em estações localizadas em áreas militares, sob a coordenação da Telebrás e do MD. Esse controle ainda não ocorre na atualidade, pois os satélites que prestam serviço no Brasil, ou são controlados por estações estrangeiras, ou sua atitude é determinada por empresas de capital externo.

Para o desenvolvimento do projeto, foi criada a empresa Visiona, uma *joint venture* da Embraer e da Telebrás. A Visiona pretende atuar uma como *prime contractor* do setor espacial que, até então, não contava com empresas com esse perfil específico. O contrato prevê a entrega do primeiro satélite para 2016, e a integração de um segundo satélite para ser lançado em 2021.

Segundo Russo (2013), a Visiona irá atuar como integradora de sistemas, bem como é a responsável pela contratação das empresas fornecedoras, tais como a Thales Alenia Space para o fornecimento do primeiro satélite e a Ariane Space para o lançamento. Assim, o primeiro SGDC será realizado em sua totalidade por empresas estrangeiras mas, a partir do segundo satélite, prevê-se a capacitação e a participação de empresas brasileiras na fabricação do satélite geoestacionário.

Para Russo (2013), o projeto apresenta potencial para estimular a indústria nacional à realização de componentes ou serviços e ainda propiciar transferência de tecnologia, sob a coordenação da AEB.

Projeto Cyclone

Segundo a AEB (2014a), o Projeto Cyclone tem como objetivo estratégico introduzir o país no mercado mundial de lançamentos comerciais de satélites. Desenvolvido a partir de uma parceria realizada com a Ucrânia – por meio da criação de uma empresa binacional de capital público brasileiro e ucraniano –, a Alcântara Cyclone Space (ACS), o projeto irá desenvolver o veículo Cyclone, cuja aplicação prevê lançamentos comerciais de satélites com massa entre 1.600 kg em órbita geoestacionária ou 5.600 kg em órbita equatorial baixa.

O projeto, contudo, vem enfrentado dificuldades sob vários aspectos. Entre eles estão o problema orçamentário, tanto do lado brasileiro quanto do ucraniano; as incertezas devido à situação de crise externa na Ucrânia e, ainda, devido ao fato de o Brasil não ter assinado o acordo de salvaguardas tecnológicas com os Estados Unidos. Isto porque a grande maioria dos satélites em operação incorpora componentes americanos, o que limita as possibilidades de lançamento, a partir de Alcântara, de artefatos que contenham esses componentes.

Cooperação internacional

Segundo Carvalho (2011), a efetivação de parcerias internacionais no segmento espacial é prática corrente entre Estados, dada a limitação de recursos financeiros, materiais e humanos requeridos para os grandes projetos espaciais. Para o autor, a colaboração internacional, além de uma divisão de custos e riscos, possibilita a concretização de um maior número projetos, gerando dinâmica e sustentabilidade para os setores industriais. As parcerias podem, ainda, promover maior desenvolvimento, transferência de tecnologia e alianças estratégicas de alto valor geopolítico.

Há décadas o Brasil desenvolve projetos espaciais em cooperação com outros países. Entre os projetos atuais, destacam-se as parcerias realizadas com a Alemanha, Argentina, China, Rússia e Ucrânia, embora o país realize ainda pesquisas científicas conjuntas e tenha assinado protocolos de cooperação com diversos outros países.

Alemanha

Segundo a AEB (2014), Brasil e Alemanha mantêm um longo relacionamento no setor espacial, que teve início em 1971, quando os dois países homologaram um convênio entre o antigo CTA e a Agência Espacial Alemã (DLR). Em 1982 a parceria se estendeu também ao INPE.

Atualmente, a cooperação entre os dois países ocorre em vários projetos, com intercâmbio de serviços, equipamentos e equipes de trabalho. Entre os projetos, merecem destaque o desenvolvimento do SARA, o Veículo Lançador de Microssatélites (VLM), a utilização do foguete de sondagem brasileiro VSB-30 no programa de foguetes de sondagem europeu e o desenvolvimento conjunto de um radar orbital para imageamento do solo (AEB, 2014).

Argentina

Segundo a AEB (2014), a Argentina vem, há décadas, realizando parcerias com o Brasil no segmento espacial, tendo essa colaboração bilateral ganhado novo impulso em 1989, a partir da *Declaração Conjunta sobre Cooperação Espacial*.

Em 1998, os dois países assinaram um programa de cooperação para o desenvolvimento do Sabiá-3, um satélite para monitoramento do meio ambiente, recursos hídricos e produção agropecuária dos dois países. Esse projeto foi redefinido, em 2008, como Projeto Sabiá-Mar, para a observação oceanográfica.

Segundo Carvalho (2011), o Projeto Sabiá-Mar vem acumulando atrasos e modificações técnicas desde seu início, sobretudo devido às crises econômicas vivenciadas pelos dois países nos anos 1990.

Pode-se citar também como atividade espacial em cooperação entre os dois países o contrato com a empresa INVAP da Argentina para o desenvolvimento de componentes da PMM e o lançamento, em 2007, do VS-30 com carga-útil contendo experimentos tecnológicos argentinos, a partir do CLBI (Natal/RN). O Brasil e a Argentina mantêm, ainda, desde 2001, um acordo de cooperação relativo à concessão de reciprocidade para a aquisição de equipamentos para aplicações espaciais (AEB, 2014).

China

Em 1988, o Brasil estabeleceu uma parceria estratégica com a China para o desenvolvimento e lançamento conjunto de dois satélites de sensoriamento remoto de observação da Terra, resultando no Programa de Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS). Os CBERS-1 e 2 foram lançados por veículos chineses a partir do Centro de Lançamento de Taiyuan, na China, e as atividades de montagem, de integração e des teste do CBERS-2 foram realizadas no Laboratório de Integração e Testes (LIT) do INPE.

Com o sucesso dos lançamentos, os dois países decidiram dar continuidade ao programa e assinaram, em novembro de 2002, um protocolo complementar para o desenvolvimento de mais dois satélites da mesma família: o CBERS-3 e 4.

Segundo a AEB, desde 2004, mais de 430 mil imagens dos CBERS foram distribuídas, sem nenhum custo, para instituições da administração pública, para o setor privado no Brasil e para países da América Latina. A recepção dos dados foi estendida também para a Agência Espacial Nacional Sul-Africana (Sansa).

Estados Unidos

De acordo com a AEB (2014), a maior parte dos projetos de cooperação entre Brasil e Estados Unidos é voltada para o desenvolvimento de pesquisas científicas com a NASA, tais como a pesquisa espacial geodésica, a pesquisa atmosférica por meio de balões, a Missão de Medição de Precipitação Global e a Missão de Cooperação de Ozônio.

Carvalho (2011) destaca, ainda, a participação do Brasil no projeto da Estação Espacial Internacional (ISS), e o acordo entre Brasil e Estados Unidos sobre salvaguardas tecnológicas relacionadas à participação dos Estados Unidos em lançamentos a partir do CLA. Nesse acordo, algumas cláusulas de seu conteúdo não foram aceitas pelo Congresso Nacional, não sendo ratificado, o que prejudica o ingresso do Brasil no mercado de serviços de lançamento, uma vez que a maioria dos satélites a serem lançados possui partes e componentes americanos (Carvalho, 2011).

França

Brasil e França iniciaram as atividades de cooperação no setor espacial ainda na década de 1960, por meio de uma parceria com Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES).[5] Segundo Carvalho (2011), essa parceria avançou principalmente no campo da pesquisa científica.

5. Centre National d'Études Spatiales (CNES).

Citam-se como projetos oriundos da cooperação entre Brasil e França o Projeto *Global Precipitation Measureme*, (GPM-Br), relativo à cooperação na área do clima e do ciclo de água, e o Projeto do Microssatélite Franco-Brasileiro. Este último, iniciado em 1997, acumulou atrasos sucessivos causados por falta de financiamento e de recursos humanos, o que levou ao rompimento do acordo, causando a paralisação do projeto pelo lado brasileiro, com prejuízo tecnológico e científico para o país (Carvalho, 2011).

Segundo a AEB (2014), no ano de 2005, as agências brasileira e francesa firmaram um programa de cooperação relativo à participação do Brasil no Projeto Convecção, Rotação e Trânsito Planetários (Corot), para pesquisas no domínio da asterossismologia e de exoplanetas. Nesse mesmo ano, cita-se o protocolo de intenções assinado pelos dois governos referente à cooperação em áreas de tecnologias avançadas.

Em 2008, foram definidos projetos entre a AEB e o CNES para a cooperação na área da tecnologia dos sistemas espaciais aplicados às PMMs e também para o desenvolvimento do Projeto Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC). E, em 2011, foi assinado um protocolo entre a AEB, o DCTA e o CNES, relativo à utilização de meios de telemedidas, em proveito de lançamentos franceses realizados a partir do CLBI em Natal.

Índia

O Brasil assinou um acordo de cooperação com a Índia, em 2004, para *Usos Pacíficos do Espaço Exterior* que, em 2007, foi complementado com a ampliação da Estação Brasileira Terrestre de Recepção e Processamento de Dados dos Satélites de Sensoriamento Remoto da Índia. A AEB e a Indian Space Research Organisation (ISRO) chegaram também a estudar a possibilidade de cooperação entre as duas agências para rastreio e monitoramento, pelo Brasil, da missão lunar indiana Chandrayaan-1 (AEB, 2014). Em 2008, foi definido o Programa Cooperativo entre a AEB e a ISRO para a recepção direta e distribuição de dados do Resourcesat-1.[6]

Rússia

A Rússia tem sido parceira internacional do Brasil no desenvolvimento de veículos lançadores dada a tradição e a tecnologia russa nesta atividade. Em 1988, foi assinado o *Protocolo de Cooperação no Campo da Pesquisa Espacial e de Utilização do Espaço para Fins Pacíficos* entre Brasil e União Soviética. Já a partir de 1992, foram realizados contratos entre o antigo CTA e instituições de pesquisa e empresas russas para o fornecimento de materiais e serviços para o VLS – Veículo Lançador de Satélites (AEB, 2014).

Atualmente, são realizados estudos conjuntos para o desenvolvimento de um novo veículo lançador e, desde 2008, vem sendo desenvolvido o Programa de Cooperação no Campo da utilização e Desenvolvimento do Satélite Russo de Navegação Global por Satélite entre a AEB e a Agência Espacial da Federação da Rússia (Roscosmos). Em 2005, a AEB e a Agência Espacial Russa também firmaram um termo de cooperação para a modernização do VLS-1 (AEB, 2014).

Ucrânia

Segundo Carvalho (2011), com interesses econômicos em comum pela conquista de mercados, o Brasil e a Ucrânia uniram esforços para ingressar no mercado internacional de serviços de lançamento de cargas úteis, com o lançamento de foguetes ucranianos a partir do CLA.

Ao Brasil caberia ceder o local e a infraestrutura do CLA e aos ucranianos desenvolver o veículo Cyclone-4, o que poderia representar uma grande oportunidade comercial devido à excelente posição geográfica de Alcântara/MA para a realização de atividades de lançamento. Para a concretização desse projeto, foi criada a empresa binacional Alcântara Cyclone Space (ACS), com diretores representantes dos governos do Brasil e da Ucrânia, e tendo como objetivo realizar serviços de lançamentos comerciais.

6. Resourcesat-1 ou IRS-P6 é um satélite de sensoriamento remoto construído pela ISRO que visa fornecer informações relacionadas à vegetação – caracterização de culturas e espécies vegetais. Além disso, este satélite destina-se não só a continuar os serviços de sensoriamento remoto fornecidos pelo IRS-1C e IRS-1D, bem como a melhorar consideravelmente a qualidade dos dados coletados (INPE, 2014).

No entanto, a implantação do sítio de lançamento em Alcântara e o desenvolvimento do projeto apresentam atrasos por diversas razões, inclusive políticas e econômicas, não sendo previsível, no momento, a data de lançamento do primeiro Cyclone-4.

Outros países

O Brasil também assinou acordos de cooperação para *Usos Pacíficos do Espaço Exterior* com diversos outros países: com o Peru, no ano de 2006; com a Colômbia em 2009; com o Chile em 2002; e com a Bélgica em 2009.

Com a Venezuela, o Brasil assinou, em 2008, um *Acordo-Quadro de Cooperação em Ciência e Tecnologia Espacial* e, também em 2008, foi assinada uma carta de intenções entre a AEB e a Agência Espacial Italiana (ASI) para *Exploração de Oportunidades para Cooperação no Espaço Nacional e Internacional em Tecnologias e Aplicações*.

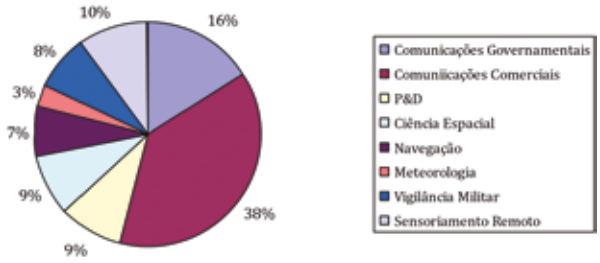
CONTEXTO MUNDIAL

Dimensão do mercado mundial do segmento

Segundo Schmidt (2011), desde o início da era espacial,[7] a indústria foi viabilizada pela demanda governamental e, embora ainda seja essa a predominância, o mercado privado tem crescido consideravelmente. A autora observa que esse fato reflete uma mudança importante na indústria, onde os satélites de comunicação assumiram um papel que anteriormente cabia à defesa e aos satélites de inteligência.

De acordo com a SIA (2013), em 2012, as comunicações (governamentais e comerciais) representaram 54% do total das atividades satelitais, enquanto a vigilância militar atingiu 8%, conforme pode ser observado no gráfico 1.

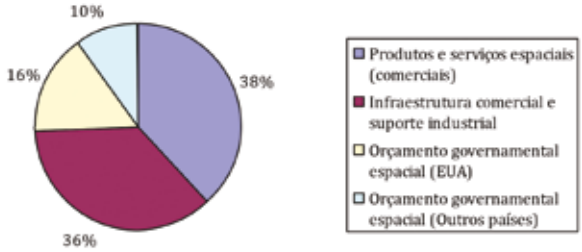
Gráfico 1
Atividades satelitais (2012)
(Em %)



Fonte: SIA (2013)

Considerando as atividades especiais como um todo, o *Space Report 2013*, da Space Foundation, revela que, em 2012, 74% das receitas oriundas das atividades espaciais estiveram vinculadas ao setor privado, como parte da indústria de telecomunicações. Já as atividades derivadas dos orçamentos governamentais representaram 26% do total, de acordo com o gráfico 2.

Gráfico 2
Atividade espacial global (2012)
(Em %)



Fonte: Space Foundation (2013)

O *Space Report 2013* revela ainda que o investimento público espacial no mundo cresceu, em 2012, pouco mais de 1% em relação a 2011. Esse crescimento foi desigual entre os países: alguns diminuíram seus orçamentos e outros aumentaram ou anunciaram novas iniciativas para os próximos anos.

Os gastos espaciais do governo dos Estados Unidos apresentaram uma mudança de tendência, estagnando-se a partir do ano de 2009, como

7. Considera-se como início da "era espacial" o período pós-Segunda Guerra Mundial, quando se iniciam as primeiras conquistas no desenvolvimento científico e tecnológico espacial e os Estados Unidos e a União Soviética lançam-se na corrida espacial. O marco desse período é o lançamento do satélite Sputnik pela União Soviética, em 1957.

consequência da crise econômica mundial. Em 2012, houve um crescimento de apenas 1,4%, em contraste com vários países emergentes que aumentaram consideravelmente seus orçamentos: 27% no Brasil, 30% na Rússia e 51% na Índia (em relação a 2011). Outros países, como o Canadá e a Itália, diminuíram seus níveis de investimento espacial durante o ano.

Já em 2013, segundo a Euroconsult (2014), o orçamento público global para os programas espaciais caiu para US$ 72,1 bilhões após o pico de US$ 72,9 bilhões em 2012. Esta é a primeira vez, desde 1995, que os programas espaciais públicos mundiais entram numa tendência de queda. Tal tendência pode ser explicada como resultado direto da natureza cíclica dos investimentos em infraestruturas espaciais combinada com os esforços dos governos em reduzir os gastos públicos.

O relatório destaca ainda que, com a tensão orçamentária, muitos países estão desenvolvendo mecanismos inovadores para implementar seus programas espaciais, buscando uma maior participação do setor privado em áreas até então reservadas a iniciativas do governo. Para a Euroconsult, essa relação transformadora entre órgãos públicos e o setor privado terá efeitos duradouros na forma com que os governos conceberão seus programas espaciais.

Em 2013, 58 países investiram até US$ 10 milhões em tecnologias espaciais, em comparação com 53, em 2011, e 37 em 2003; 30 outros países investiram entre US$ 10 milhões e US$ 100 milhões em seus programas espaciais nacionais – e apenas dez deles faziam parte da lista em 2003; dezenove países registraram mais de US$ 100 milhões em gastos espaciais, entre eles estão a Argentina, o Brasil, o Canadá, a Coreia do Sul, a Espanha, Israel entre outros; e seis países investiram mais de US$ 1 bilhão: a Alemanha, a China, a França, a Índia, a Itália e o Japão, bem como a União Europeia. Apenas os Estados Unidos e a Rússia e ultrapassaram o limite de US$ 10 bilhões em investimentos espaciais.

De acordo com o relatório *Overview of Indian Space Sector* (2010), apesar da crise econômica internacional do período, a indústria espacial provou resistência. Enquanto outras indústrias sofreram com crise, a indústria espacial ampliou seus campos de atuação. Isto devido, em grande parte, à variedade de produtos e serviços da indústria espacial, o que permite ao segmento responder rapidamente às mudanças na demanda global.

O relatório ressalta que, nos últimos anos, os governos têm adotado uma abordagem mais pragmática dos investimentos espaciais, concentrando-se em projetos que apresentem possibilidades concretas de retorno, enquanto repensam os programas estratégicos e visionários, de longo prazo e alto custo. Por outro lado, segundo o documento, houve um papel crescente do setor privado por meio do desenvolvimento de novos mercados e do *spin off* da tecnologia espacial.

De acordo com a SIA (2013), atualmente, mais de 50 países operam pelo menos um satélite, sendo que, alguns deles em cooperação regional, o que pode ocorrer em diferentes formatos. Alguns exemplos incluem a transferência de tecnologia e *know-how* técnico para a construção e *design* de veículos e operações; a cooperação em políticas e tratados espaciais; e a cooperação onde a informação científica, obtida por meio da exploração e da pesquisa espacial, pode ser compartilhada com outras nações (Stone, 2013).

Segundo o relatório de 2012 da SIA, a partir de dados de mais de 80 empresas em todo o mundo, a indústria mundial por satélites obteve uma receita de US$ 189,5 bilhões em 2012, com crescimento de 7% – superando os 6% de crescimento em 2011 –, bem como ultrapassando a taxa de crescimento da economia mundial (2,3%) e o crescimento dos Estados Unidos (2,2%), conforme os dados do gráfico 3.

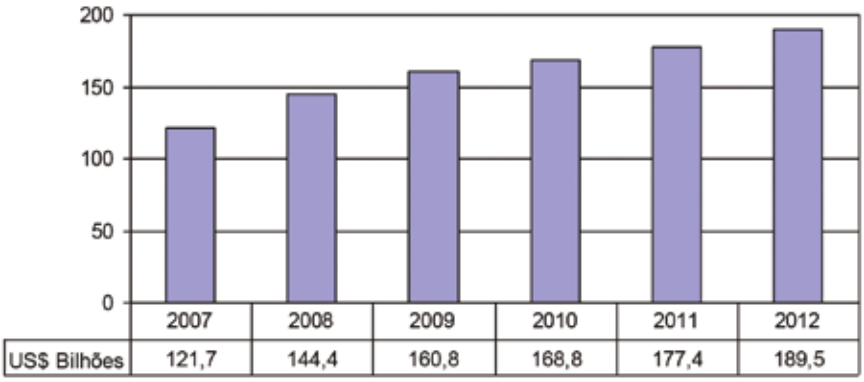
A Space Foundation (2013) revela que, em 2012, 119 satélites foram colocados em órbita por 24 países e organizações internacionais, levando a um total estimado de 1050 satélites ativos, um aumento de 6% em relação a 2011.

De acordo com a SIA, todos os quatro segmentos da indústria de satélites (os serviços de satélites, a fabricação de satélites, os serviços de lançamento e equipamentos de solo) apresentaram crescimento em 2012. E a receita global da indústria de satélites quase triplicou desde 2001, com um aumento médio de 10% ao ano (gráfico 4).

Gráfico 3

Receita mundial da indústria de satélites (2007-2012)

(Em US$ bilhões)

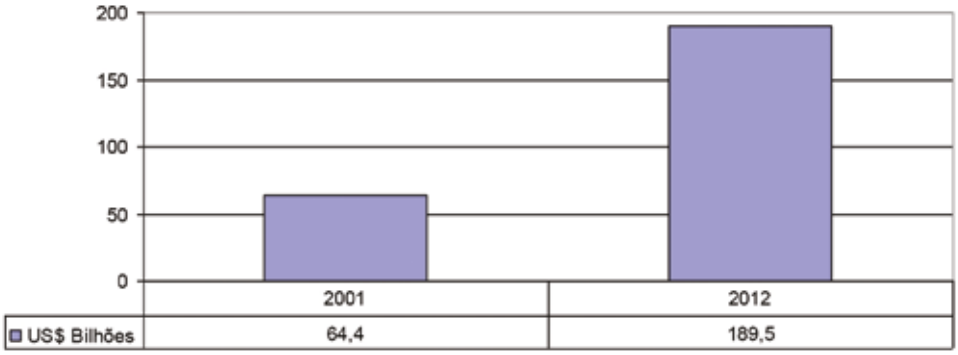


Fonte: SIA (2013)

Gráfico 4

Receita global da indústria de satélites (2001 e 2012)

(Em US$ bilhões)



Fonte: SIA (2013)

Conforme o gráfico 5, ao longo do período de 2001 a 2012, manteve-se a segmentação da indústria de satélites, com crescimento da importância do segmento de serviços e queda no segmento de fabricação de satélites.

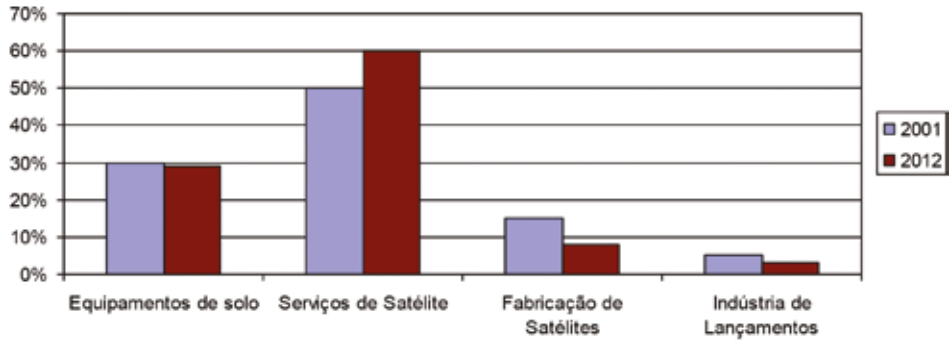
Os serviços de satélite, maior segmento, cresceram 5% em 2012. O Relatório da SIA aponta que os principais serviços de satélites são: serviços ao consumidor, serviços fixos por satélite, serviços móveis por satélite e serviços de sensoriamento remoto e tratamento de imagens. Segundo o documento, os serviços ao consumidor continuaram a ser um fator chave para a indústria global por satélite, dado o crescimento dos serviços satelitais de TV por assinatura, rádio e internet banda larga. Satélites também foram lançados para melhorar a cobertura por sensoriamento remoto, observação da Terra, posicionamento e navegação (Space Foundation, 2013).

O segmento de equipamentos de solo, o segundo maior, representou um total de 29% da receita total da indústria de satélites em 2012, com crescimento de 4% em relação a 2011. O segmento divide-se em equipamentos de rede e equipamentos de consumo. São equipamentos de rede as *gateways*, as centrais de controle e os terminais *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) – comunicação via satélite. Já os equipamentos de

Gráfico 5

Indústria de satélites por segmento (2001 e 2012)

(Em %)



Fonte: SIA (2013)

consumo envolvem equipamentos de rádio e telefones móveis por satélite e *Global Positioning System* (GPS).

De acordo com o gráfico 6, no segmento de fabricação de satélites, a receita total em 2012 foi de US$ 14,6 bilhões, com crescimento de 23%, e o mercado americano teve, aproximadamente, 56% dessa receita global.

Já a receita da indústria de lançamentos aumentou 35% em 2012, mesmo com o menor número de lançamentos em relação a 2011, devido à elevação no valor dos satélites lançados, o que coincide com os objetivos previstos no programa Evolved Expendable Launch Vehicle (EELV) dos Estados Unidos, de redução no número de lançamentos, mas com satélites de maior capacidade.

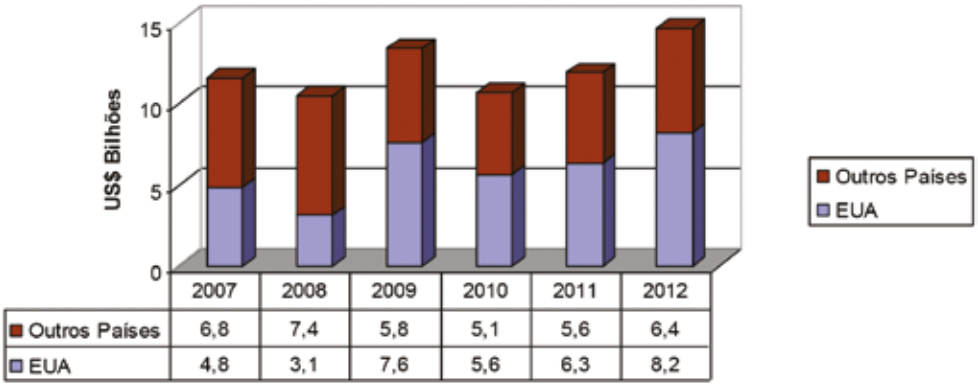
Conforme o gráfico 7, a Rússia, a China, os Estados Unidos e a Europa conduziram a maioria das atividades de lançamento em 2012, com um total de 78 tentativas de lançamento orbital, uma queda de 7% em relação a 2011, embora mantendo a média dos cinco anos anteriores (Space Foundation, 2013). No entanto, segundo a Space Foundation (2013), países como a Rússia, o Brasil e a Índia estabeleceram planos ousados para o aumento do investimento espacial nos próximos anos, com os novos veículos lançadores, sistemas de satélites e missões de exploração espacial.

Quanto aos níveis de emprego na indústria de satélites, observa-se uma tendência de queda. Segundo a SIA, nos Estados Unidos, em 2012, três dos quatro segmentos da indústria de satélites experimentaram queda no nível de emprego, contrastando com a elevação da receita no período.

Gráfico 6

Receita mundial da fabricação de satélites (2007-2012)

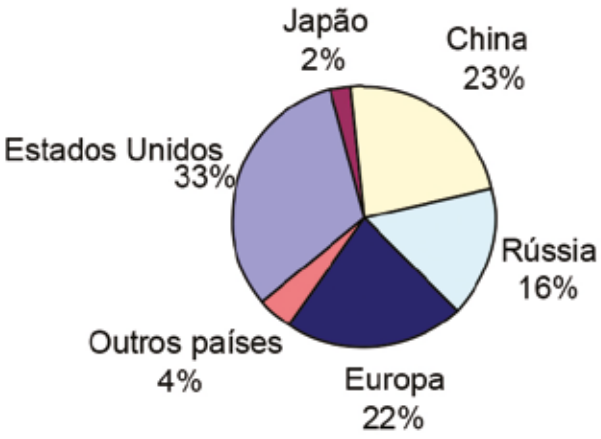
(Em US$ bilhões)



	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Outros Países	6,8	7,4	5,8	5,1	5,6	6,4
EUA	4,8	3,1	7,6	5,6	6,3	8,2

Fonte: SIA (2013)

Gráfico 7
Veículos lançados por região
(Em %)



Fonte: SIA, 2013

Grandes *players*

Os cinco principais países/regiões *spacefaring*[8]

Segundo Vaz (2011), os países que possuem programas espaciais bem-sucedidos estabeleceram políticas especiais de fomento e apoio ao desenvolvimento de tecnologias espaciais com forte participação do setor privado. Tais políticas conduziram estes países ao desenvolvimento das capacidades industriais no setor espacial.

Em praticamente todos os países que realizaram investimentos em atividades espaciais verifica-se que ocorreu o surgimento e a estruturação de um forte sistema setorial de inovação e produção tecnológica. O fomento a este tipo de sistema tornou-se estratégico do ponto de vista da segurança nacional e do desenvolvimento econômico (Gattaz, 2012).

Segundo Vaz (2011), em diversos países, ou até mesmo em regiões geográficas como é o caso da Europa, o sistema setorial de inovação e produção tecnológica no setor espacial foi estruturado em torno de uma agência governamental responsável pelo estabelecimento de políticas; planejamento e coordenação dos programas e projetos; financiamento à ciência e ao desenvolvimento de tecnologias aplicadas; e para a contratação ao setor produtivo dos desenvolvimentos tecnológicos e da produção de bens e serviços relacionados aos segmentos típicos de um programa espacial. Além disso, verifica-se que, nesses países, as atividades espaciais foram consideradas estratégicas, tanto do ponto de vista econômico quanto da política externa.

Com base em diferentes relatórios e pesquisas sobre as atividades espaciais no mundo, classificam-se como os cinco principais países ou regiões *spacefaring* os Estados Unidos, a Europa, a Rússia, a China e a Índia.

Estados Unidos

Segundo Stone (2013), o desenvolvimento das atividades espaciais forneceu aos Estados Unidos inúmeras vantagens econômicas e segurança internacional ao longo dos últimos 40 anos. Como o vencedor da "corrida espacial" com a União Soviética, os Estados Unidos obtiveram enormes vantagens em tecnologia espacial, capacidade de defesa, e em ciências avançadas geradoras de novos setores da economia, que criaram milhares de empregos no setor privado.

Atualmente, as atividades espaciais de diferentes organizações estão interligadas pela NASA, que realiza seu trabalho em quatro eixos principais: aeronáutica, sistemas de exploração, ciência, e operações espaciais (*Overview of Indian Space Sector*, 2010).

Segundo McCartney *et al*. (2006), os Estados Unidos possuem uma estratégia para a área de segurança nacional espacial, a National Security Space (NSS), até 2020. Essa estratégia será concretizada por meio de um programa denominado Evolved Expendable Launch Vehicle (EELV), que tem como objetivo desenvolver a base para o acesso ao espaço de cargas intermediárias e maiores, para segurança nacional interna e fins civis, com elevados requisitos de missão, desempenho, custos e cronograma.

No programa, cada família EELV deverá ter a capacidade para executar toda a demanda de NSS até 2020. Prevê-se que, com o EELV, haverá um número

8. Regiões ou países *spacefaring* são aqueles capazes de realizarem, de forma autônoma, todas as etapas da atividade espacial: a fabricação e o lançamento de engenhos espaciais, e a recepção, análise e utilização das informações geradas por satélites.

menor de lançamentos, mas com veículos aptos a uma capacidade de carga cada vez maior. Duas empresas americanas, a Lockheed Martin e a Boeing são responsáveis pela construção dos veículos Atlas V e Delta IV, respectivamente. Segundo McCartney *et al*. (2006), até a data da publicação de seu relatório, todos os voos das diferentes famílias EELV haviam sido bem-sucedidos. O financiamento do programa, bem como a base industrial e a força de trabalho, foram considerados adequados para sustentar a produção e as necessidades de lançamento do Atlas V e do Delta IV até 2020.

No entanto, segundo a Euroconsult (2014), os Estados Unidos investiram US$ 38,7 bilhões em seu programa espacial em 2013, com uma redução de US$8,8 bilhões em comparação com o pico de gastos de US$47,5 bilhões em 2009, confirmando a tendência de queda iniciada desde o início da década.

Segundo a Futron (2012), ao considerar o índice de competitividade espacial de diversos países, os Estados Unidos – que lideram os países *spacefaring* – vêm perdendo, de forma consistente, a competitividade global. O relatório aponta que os Estados Unidos, embora ainda líderes gerais em competitividade espacial, tiveram sua posição relativa diminuída pelo quinto ano consecutivo (durante o período de 2008 a 2012), enquanto outros países vêm aumentando as suas capacidades. Esse fenômeno revela que os Estados Unidos passam por grandes transições em meio à incerteza significativa (Futron, 2012).

Um dos motivos para essa incerteza seria o crescimento da competitividade de outros países no cenário espacial, a partir do desenvolvimento interno de suas capacidades. Segundo Dewes (2012), as barreiras criadas pelos Estados Unidos para restringir o comércio de tecnologias críticas acabaram por estimular muitos países a desenvolverem as suas próprias tecnologias.

Por este motivo, Silva (2010) aponta que a política externa dos Estados Unidos de controle absoluto das transferências de tecnologias espaciais está sendo revista. Segundo o autor, a associação norte-americana da indústria espacial, a Satellite Industry Association (SIA), defende uma revisão das normas vigentes, para manter as limitações de venda de produtos "tecnologicamente sensíveis", restrita apenas a adversários, bem como facilitar a exportação para aplicações civis, evitando uma queda ainda maior da participação dos Estados Unidos no mercado global de satélites.

Europa

A European Space Agency (ESA) é uma organização internacional com dezoito Estados-membros europeus, que planeja o desenvolvimento da capacidade espacial da Europa, bem como coordena os recursos financeiros e humanos de seus membros, podendo realizar programas e atividades espaciais além do alcance de um país europeu isolado. Segundo o Relatório da Futron (2012), essa abordagem espacial integrada da Europa tem sido complementada com o surgimento de novas agências espaciais nacionais no continente europeu.

O mercado espacial europeu possui forte foco em inovação, e o seu desafio para os próximos anos será o de captar os benefícios dos avanços nos setores de proteção de dados – biométricos e tecnologias de segurança interna – que dependerão de uma combinação transnacional eficiente das capacidades.

Na Europa, a concorrência entre as empresas de menor porte não tradicionais aumentou, o que as têm levado a adotar abordagens inovadoras para capturar a participação de mercado em programas espaciais públicos, baseadas na competitividade de custos, tecnologias de ponta e liderança de programas (Deloitte, 2010a).

Tendo recebido ajuda econômica governamental, a principal empresa espacial europeia é a EADS, que se tornou uma competidora global bem-sucedida comercialmente. Em 2014, a EADS uniu-se à Airbus e suas novas divisões passaram a se chamar: Airbus, Airbus Defence and Space e Airbus Helicopters, sendo o grupo EADS renomeado como Airbus Group. A divisão Airbus tem foco em atividades de aviões comerciais; a Airbus Defence and Space integra as atividades de defesa e espaço oriundas da Cassidian, Astrium e Airbus Military; e a Airbus Helicopters compreende as atividades comerciais e militares de helicópteros.

Rússia

Segundo Chapman (2008), ao longo de quase seis décadas de desenvolvimento espacial, os esforços espaciais russos obtiveram sucessos e falhas consideráveis, mas o país continua a ser um importante *player* global em forças armadas e em empreendimentos espaciais.

Durante muito tempo líder mundial na construção de foguetes, a Rússia ainda é um dos principais fornecedores de veículos lançadores de cargas úteis. Contudo, não foi capaz de se tornar um forte concorrente no mercado de fabricação e serviços de satélite. E, de acordo com o relatório de 2013 da SIA, apenas 3,4% dos US$ 189,5 bilhões da receita da indústria espacial em 2012 vieram dos serviços de lançamento. Os 96,6% restantes da receita foram derivados dos segmentos de fabricação e serviços de satélite e equipamentos de solo.

A Rússia tem registrado um aumento do seu investimento público espacial e é o único país, depois dos Estados Unidos, a ultrapassar o limite de US$ 10 bilhões em investimentos espaciais. De 2008 a 2012, a Rússia acelerou os investimentos a uma média de crescimento anual de 32% (Euroconsult, 2014).

Assim, o desafio para a indústria espacial russa é garantir o retorno sobre o investimento do governo no setor e se concentrar na criação de parcerias público-privadas para fazer a indústria espacial mais rentável. Além disso, há a necessidade de maior cooperação internacional e de planejamento de longo prazo para enfrentar as necessidades futuras até 2040.

Nesse sentido, Chapman (2008) comenta que a indústria espacial russa firmou parcerias internacionais em lançamentos comerciais com os Estados Unidos, com a Agência Espacial Europeia e com numerosos outros países e entidades comerciais.

No aspecto militar, a Rússia ainda mantém interesses significativos no espaço. Tais interesses podem aumentar diante de tendências futuras de insegurança internacional como o crescente poder da China, as relações problemáticas com os Estados Unidos, com a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), e a ameaça nuclear no Irã, o que tem reforçado a importância do espaço como uma prioridade de segurança nacional para os políticos russos (Chapman, 2008).

China

Segundo Chapman (2008), a China realizou o primeiro lançamento de um satélite em 1970 e, em 1974, iniciou uma série de programas de satélites cujo foco era o sensoriamento remoto e as pesquisas em microgravidade. Ao longo das décadas subsequentes, o programa espacial chinês passou a incluir satélites de comunicação, grupos de lançamento de foguetes e um moderno complexo de bases de lançamento espacial, com uma lista crescente de clientes para seus serviços de lançamento.

Segundo Stone (2013), a China desenvolveu o seu programa espacial em um ritmo surpreendente, lançando a sua primeira nave espacial tripulada em apenas dez anos. O autor, baseado em um relatório do Defense Threat Reduction Agency (DTRA), comenta que, após décadas de esforço, a China está caminhando para alcançar a paridade estratégica com o Ocidente. Os meios utilizados pelo país para alcançar essa paridade estratégica se concentram, pesadamente, na aquisição de tecnologia avançada.

A China tem buscado absorver as tecnologias de uso dual, muitas vezes desenvolvidas ou adquiridas por meio de seu setor comercial. As principais fontes destas tecnologias são a aquisição de tecnologia de empresas ocidentais, bem como as transferências de tecnologia como parte de acordos de cooperação e transações comerciais (Stone, 2013).

Para Stone (2013), torna-se bastante clara a pretensão da China em se tornar o principal competidor dos Estados Unidos no espaço e, em termos militares, bloquear o poder de influência dos Estados Unidos, anulando sua vantagem estratégica espacial.

O Índice de Competitividade Espacial Futron de 2012 revela que, das quinze nações *spacefaring* analisadas, apenas a China tornou-se mais competitiva em cinco anos consecutivos, ou desde que o estudo começou (2008-2012). O relatório mostra, ainda, que a China executou um número recorde de lançamentos em 2012, superando os Estados Unidos pela primeira vez, além de um aumentar os investimentos na educação técnica espacial e em institutos de pesquisa civis.

Segundo o relatório *Overview of Indian Space Sector 2010*, da Deloitte, a China pretende conquistar

20% do negócio espacial do mundo até 2015. Já o *Space Report*, de 2013, comenta que a China fez um progresso constante no seu programa de voos espaciais e atingiu um novo marco em seu programa espacial, com o lançamento, em 2011, da Tiangong-1, um módulo experimental do laboratório orbital (Space Foundation, 2013).

Em 2013, a China colocou em órbita vinte satélites – a grande maioria deles de uso dual. Tais empreendimentos foram seguidos da chegada de um veículo de sondagem chinês à Lua, nesse mesmo ano. As missões chinesas à Lua fazem parte do programa *Yu Tu*, ou *Coelho de Jade*, que estuda a estrutura geológica da Lua, com fotografias panorâmicas de alta qualidade. Esse programa é considerado uma grande realização da astronáutica chinesa e faz parte de uma estratégia que inclui o lançamento de um laboratório espacial em 2015, uma estação orbital em 2020 e o envio do homem à Lua após 2025.

Índia

O programa espacial da Índia teve início há cinquenta anos e se desenvolveu rapidamente após as sanções ocidentais impostas como resposta aos testes nucleares realizados pelo país em 1974. Tais sanções estimularam o desenvolvimento interno, gerando a construção de foguetes de alta tecnologia.

O programa espacial indiano tem como objetivo principal alcançar a autossuficiência em tecnologia espacial e, segundo o *Overview of Indian Space Sector 2010*, o programa obteve grande progresso em sua busca para dominar tecnologias críticas, testemunhando várias realizações. Uma dessas grandes realizações ocorreu em 2008, com o sucesso do lançamento da primeira missão não tripulada da Índia à Lua, o satélite Chandrayaan-1.

Outro sucesso nesse mesmo ano foi o lançamento de dez satélites que incluíam um satélite avançado de sensoriamento remoto indiano, um minissatélite indiano e oito nanossatélites para clientes internacionais. Após a Chandrayaan-1, a Índia desenvolve a Chandrayaan-2, uma segunda missão de exploração lunar não tripulada. Além disso, segundo a Futron (2012), a Índia vem, assim como a China, aumentando os investimentos relacionados a ciência e educação espaciais, enquanto progride gradualmente em direção à autossuficiência em veículos lançadores de última geração.

A Indian Space Research Organisation (ISRO) é a agência espacial da Índia e atua em parceria com outras agências e empresas como a Airbus Group, da Europa, no atendimento a clientes europeus.

Em 2013, a Índia lançou o seu primeiro veículo de sondagem espacial a Marte, com o objetivo de detectar a presença de metano na atmosfera marciana. A missão, realizada com a sonda indiana Mangalyaan, utiliza tecnologia de relativo baixo custo e pode ajudar a Índia a ingressar no restrito grupo de nações que exploram o planeta Marte. Atualmente, apenas os Estados Unidos, a Europa e a Rússia conseguiram enviar sondas que orbitaram ou pousaram em Marte.

A sonda Mangalyaan, equipada com aparelhagem nacional para fotografar Marte e os seus satélites, foi lançada de uma base de lançamento indiana a bordo de um veículo indiano. O seu custo é apenas uma fração do custo da sonda Maven, da NASA, e, por isto, acredita-se que a Índia poderá lucrar mais de US$ 304 bilhões no mercado espacial nos próximos anos com sua tecnologia de baixo custo.

Esses recentes progressos espaciais da Índia têm gerado algumas análises que consideram a possibilidade de uma corrida espacial na Ásia, levando em consideração, também, o grande avanço da China. Segundo analistas, a relação da Índia com a China é marcada mais pela competição do que pela cooperação e, ainda que no âmbito do governo indiano seja descartada a possibilidade de uma corrida espacial, o fato é que a Índia intensificou o seu programa após o avanço da tecnologia espacial da China, destinando o equivalente a US$ 6,4 bilhões ao seu programa espacial para o período 2012-2017.

Segundo o Observer Research Foundation (ORF), embora a Índia reitere sua oposição à militarização do espaço, tem levado em conta os progressos do arsenal espacial de seus vizinhos e lançou seu primeiro satélite militar em 2013.

Competitividade espacial entre países

Segundo a Futron (2012), a competitividade relativa espacial tem se modificado nos últimos anos.

A Futron utiliza o Space Competitiveness Index (SCI) para classificar a competitividade dos países no desenvolvimento, implementação e execução da atividade espacial, bem como o seu desempenho em relação a outras nações no mundo.

O índice compara as quinze principais nações que desenvolvem atividades espaciais –África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, China, Coreia do Sul, Estados Unidos, Europa (tratada como um único ator integrado), Índia, Irã, Israel, Japão, Rússia e Ucrânia. Por um lado, dos países analisados, apenas os Estados Unidos registraram cinco anos consecutivos de declínio na competitividade, de 2008 a 2012. Por outro lado, a China, o Japão, a Rússia e a Índia melhoraram a sua competitividade espacial em 41%, 37%, 11% e 10%, respectivamente, desde quando o índice começou a ser calculado em 2008 (Futron, 2012).

Conforme Schmidt (2011) vem ocorrendo uma redução do *gap* entre os Estados Unidos e os países mais próximos, bem como uma expansão recente do desempenho de nações emergentes, tais como a Índia e a China, reforçando a importância do espaço como ativo estratégico na última década.

As principais empresas espaciais no contexto mundial

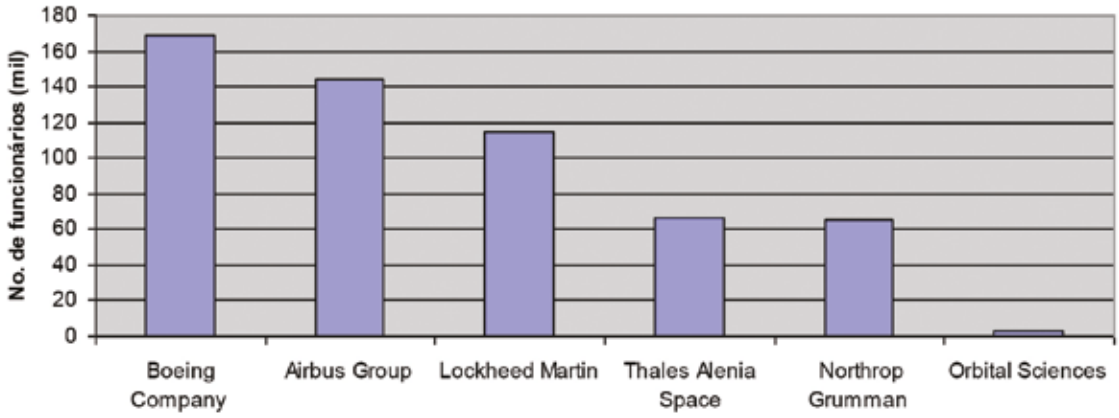
As principais empresas do setor espacial no mundo estão localizadas nos Estados Unidos e na Europa: a Boeing, a Lockheed Martin, a Northrop Grumman, a EADS-Astrium (Grupo Airbus), a Alcatel Space (Thales Alenia Space), a Orbital Science e a Arianespace.

Essas empresas concentram grande parte das receitas oriundas das atividades espaciais (cerca de 90% das receitas totais da indústria espacial), bem como se caracterizam pelo seu elevado porte e por atuarem como *prime contractors* do setor. Várias delas estão igualmente listadas entre as maiores empresas de defesa do mundo, atuando também em outros setores como, por exemplo, o aeronáutico (Sipri, 2014). Embora sejam empresas essencialmente privadas, sempre contaram com o aporte público por meio de encomendas para as forças armadas de seus países, incentivos fiscais e uma política industrial e de ciência e tecnologia que favoreceu a sua consolidação.

Conforme o gráfico 8, a empresa americana Boeing, atuante também nos segmentos aeronáutico, de defesa e de segurança, é a maior empresa por número de funcionários, com 174.400, segundo dados do Sipri (2014), seguida da europeia Airbus Group, com 140 mil e da também americana Lockheed Martin com 120 mil funcionários, aproximadamente. A Thales Alenia Space e a Northrop Grumman, por sua vez, contam com aproximadamente 68 mil funcionários. Já a Orbital Sciences, especializada no segmento espacial, aparece em uma escala bem menor, com menos de 10 mil funcionários.

Gráfico 8

Principais empresas espaciais por número de funcionários (2014)



Fonte: Sipri (2014)

Obs.: Não foram obtidos os dados da Arianespace

Com relação às receitas provenientes das vendas no setor de defesa, a Lockheed Martin é a primeira do *ranking* mundial com 76% de suas vendas voltadas para armamentos, resultando em uma receita de US$ 36 bilhões em 2012. A Boeing obteve uma receita de US$ 27,6 bilhões em armamentos, representando, contudo, um percentual menor de sua receita total (34%). Já a Northrop Grumman é a mais militarizada, com 77% de suas receitas oriundas do setor de defesa (US$ 19,4 bilhões). O Grupo Airbus, segundo em porte por número de funcionários, aparece como sétimo colocado no *ranking* do Sipri, com US$ 15,4 bilhões em vendas de armamentos. A Thales Alenia Space e a Orbital Sciences não constam na lista das dez maiores empresas da indústria de defesa no mundo (tabela 2).

Tabela 2

As dez maiores empresas da indústria de defesa no mundo

Ranking	Empresa	Vendas de armamentos em 2012 (US$ Milhões)	Total de vendas (%)
1	Lockheed Martin (Estados Unidos)	36.000	76
2	Boeing (Estados Unidos)	27.610	34
3	BAE Systems (Reino Unido)	26.850	95
4	Raytheon (Estados Unidos)	22.500	92
5	General Dynamics (Estados Unidos)	20.940	66
6	Northrop Grumman (Estados Unidos)	19.400	77
7	Airbus Group (Europa)[1]	15.400	21
8	United Technologies (Estados Unidos)	13.460	22
9	Finmeccanica (Itália)	12.530	57
10	L-3 Communications (Estados Unidos)	10.840	82

Fonte: Sipri (2014)

[1] EADS foi renomeada como Airbus Group em janeiro de 2014

Obs.: Exclui-se a China

Segundo Câmara (2001), há uma forte conexão entre a indústria aeronáutica e a indústria espacial. Em países como Estados Unidos, Canadá e França, por exemplo, os contratos da área espacial representam uma parcela significativa do setor aeroespacial, sendo muito frequente a atuação de uma só empresa nos setores aeronáutico, militar e espacial. Para o autor, o motivo desta conexão é a convergência entre as tecnologias do setor, bem como a capacidade dos governos em gerar subsídios para a indústria aeronáutica e para P&D em componentes críticos.

Conforme Schmidt (2011) observa, os principais atores do setor espacial são grandes conglomerados industriais que possuem, em sua maioria, unidades de negócio diversificadas e nem sempre ligadas à atividade espacial.

As empresas americanas Lockheed Martin, Boeing e Northrop Grummam, por exemplo, também atuam no setor aeronáutico e em outros ramos da indústria de defesa como sistemas eletrônicos, equipamentos militares e navios de guerra. A pan-europeia Airbus Group (antiga EADS) também tem forte atuação em vários outros setores militares.

Nosella e Petroni (2007, *apud* Schmidt, 2011) destacam os principais *players* do setor espacial a partir dos diferentes tipos de atividade executados pelas empresas. Nos segmentos de fabricação e lançamento de satélites destacam-se a Boeing, a Lockheed Martin, a Northrop Grumman, a EADS, a Orbital Science e outras; nos segmentos de operações e serviços de satélites, a EADS, a Alcatel Space, a Intelsat, entre outras.

Essas empresas vieram se consolidar como grandes conglomerados após o final da Guerra Fria, a partir da queda no comércio internacional de armamentos e da redução dos orçamentos de defesa no mundo nos anos de 1990.

Segundo Moraes (2012), com o fim da Guerra Fria, houve um aumento da capacidade ociosa na

indústria de defesa mundial em função da redução nos gastos militares. Para garantir a viabilidade da indústria nesse cenário, várias empresas passaram a se fundir e/ou a adquirir outras empresas, dando origem aos cinco principais conglomerados da indústria de defesa atual: Lockheed Martin, Boeing, Northrop Grumman, General Dynamics e Raytheon.

Também têm se destacado recentemente no segmento empresas provenientes do mundo não ocidental, como as chinesas e as russas, predominantemente estatais, bem como as indianas e as japonesas. Como exemplos, a Hindustan Aeronautics (indiana) e a Dauria Aerospace (russa). Contudo, o acesso a informações sobre esses *players* é mais restrito.

Perspectivas de mercado, desafios e oportunidades para o Brasil

Segundo Silva (2010), o desenvolvimento tecnológico em todos os segmentos da indústria espacial tem sido intenso. Por conseguinte, as transformações na tecnologia poderão também se traduzir em modificações nos objetivos dos países.

Uma evolução tecnológica citada pelo autor, que poderia vir a ameaçar a indústria de lançamentos de satélites, seria a provável viabilização de veículos denominados *High Altitude Long Endurance* (Hale), ou seja, aviões remotamente pilotados que voariam em altitudes de até 30 km (três vezes mais elevadas que a de um jato comercial transcontinental) e que poderiam permanecer em voo por aproximadamente cinco anos. Lançados a partir de aviões, os Hales poderiam fornecer serviços de observação da Terra mais baratos do que por meio de satélites, podendo, também, ser usados como plataformas de comunicação de dados, o que reduziria os mercados para lançadores e satélites possivelmente.

Contudo, de acordo com os diversos relatórios recentes sobre a indústria espacial[9] consultados para esta pesquisa – oriundos de organizações tais como a SIA, a Space Foundation, a Futron Corporation, a Euroconsult e a Deloitte –, o mercado mundial para a indústria espacial apresenta várias perspectivas favoráveis para os próximos anos. Entre elas está o aumento do número de satélites a serem lançados durante a próxima década, o crescimento dos interesses privados pelo setor, bem como o aumento da participação de países emergentes no cenário espacial.

A Euroconsult (2013a) estima que 115 satélites sejam lançados, em média, a cada ano em todo o mundo até 2022. São esperados até 140 satélites por ano entre 2015 e 2017, desacelerando para cem unidades após esse período. Assim, as receitas provenientes da fabricação e do lançamento desses 1150 satélites esperados, ao longo da década, terão um aumento de 26% em relação às receitas geradas pelos satélites lançados na década anterior (2003-2012).

A forte participação governamental no mercado espacial permanecerá, uma vez que os sistemas de satélites são infraestruturas essenciais para comunicação e soluções de geoinformação tanto para os usuários civis como para os militares. No entanto, após anos de expansão contínua durante a última década, as atividades espaciais governamentais estão entrando em uma fase de estagnação ou até mesmo de queda. Estima-se um decréscimo nos orçamentos governamentais globais para programas espaciais até 2015, enquanto que, nos mercados comerciais, há uma tendência de crescimento.

A demanda por satélites de agências governamentais civis será mais forte do que a demanda das agências militares, e as aplicações espaciais militares permanecerão concentradas em um número limitado de países.

A produção espacial governamental permanecerá concentrada nos 15 países que possuem indústrias espaciais estabelecidas. No entanto, a Euroconsult (2013b) revela que vários países emergentes iniciaram programas para construir as suas capacidades espaciais e que, nesses países, houve crescimento nos investimentos espaciais em relação à avaliação realizada no ano de 2007, com perspectivas de que esses países continuem investindo no longo prazo, principalmente em satélites de observação da Terra (da sigla em inglês *Earth observation* – EO).

9. Deloitte (2010); Euroconsult (2014; 2013a;2013b; 2013c); Futron Corporation (2012); Satellite Industry Association (2013); Space Foundation (2013).

Estima-se que 375 satélites EO sejam lançados na próxima década, sendo esta a aplicação satelital na qual os governos mais irão investir, visando não só o monitoramento do ambiente e dos recursos naturais, mas também as áreas de meteorologia e defesa.

A Euroconsult (2013c) também indica que a demanda de dados de inteligência de imagens (Imint) continuará a crescer globalmente para apoiar as atividades de defesa e operações militares. Contudo, devido ao custo relativamente alto para manter e lançar satélites de defesa EO, poucos países têm desenvolvido a capacidade de fornecer dados Imint, esperando-se um crescimento da participação do setor privado para compensar uma parcela significativa dessa demanda.

De fato, tem sido observado um maior interesse do mercado privado pelo setor espacial, com investimentos em novas ou em empresas já existentes. Esses interesses comerciais são suscetíveis de desempenhar um papel ainda mais importante na indústria espacial nos próximos anos se as já citadas medidas de austeridade nos orçamentos governamentais continuarem a reduzir a quantidade de recursos disponíveis para programas nacionais.

Além disso, o setor privado poderá obter retornos a partir da identificação e promoção de novas tecnologias, onde o *spin off* tem sido um esforço empreendido por várias agências governamentais, como a NASA, a European Space Agency (ESA) e a Indian Space Research Organisation (ISRO), que têm escritórios dedicados a promover o uso de tecnologia espacial em outros campos.

O número de satélites de defesa e de uso dual (não classificados) lançados somou 75 ao longo da última década. Esse número deverá subir para cem satélites entre 2013 e 2022, com novos países desenvolvendo a capacidade de lançamento, inclusive o Brasil, o que poderá representar uma oportunidade para o país devido à já comentada localização estratégica de Alcântara.

Quanto ao segmento de serviços de satélites, grande parte da atenção dos países *spacefaring* está focada na África, onde a demanda por esses serviços tem uma previsão de crescimento de 11% ou mais, por ano, até 2017, o que também pode representar uma oportunidade futura para Brasil.

Existem ainda oportunidades de exportação de produtos e serviços espaciais para os governos de países que ainda não desenvolveram a sua indústria espacial, bem como para aqueles que, embora já dominem a atividade espacial, tenham estabelecido projetos conjuntos e parcerias com o Brasil, o que facilita o comércio internacional.

Com relação às pequenas e médias empresas do setor espacial brasileiro, Schmidt (2011) comenta que no contexto em que o mercado mundial é concentrado em torno de alguns grandes *players*, e com a necessidade de altos investimentos em P&D para assegurar as inovações dos componentes satelitais, bem como em seus processos de produção, essas empresas se tornarão mais viáveis se voltarem seus esforços para o atendimento a demandas específicas, buscando as inovações a um custo competitivo.

Dessa forma, um segmento que tem demonstrado forte potencial para a atuação da indústria espacial brasileira é o de micro e pequenas plataformas de satélites e o de veículos lançadores de pequena capacidade. Segundo Carvalho (2011), o desenvolvimento e o fornecimento desses sistemas são exemplos de possibilidades promissoras para o setor industrial espacial brasileiro, que já dispõe de capacitação para atuar nesse mercado.

Nesse sentido, o autor destaca o projeto do Satélite de Reentrada Atmosférica (SARA) suborbital, cujo desenvolvimento foi inteiramente contratado com a indústria nacional.

Também Vaz (2011) destaca os microssatelites e os veículos lançadores nacionais para micro e pequenos satélites como boas oportunidades. Ressalta, ainda, a necessidade de elevação do envolvimento do setor industrial tanto em grandes projetos mobilizadores, como o CBERS e o VLS, quanto em projetos menores como o Satélite Amazônia e os foguetes de sondagens, como o VSB-30. Para o autor, esse envolvimento deve ocorrer desde os níveis sistêmicos mais elevados até os fornecimentos mais simples de produtos e serviços.

Segundo Vaz (2011), há também possibilidades para a indústria espacial brasileira em projetos de atualização dos sistemas espaciais já desenvolvidos, como o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados

Ambientais e na reposição dos Satélites de Coleta de Dados (SCD).

Outro ponto a se considerar em relação às perspectivas para o segmento espacial de defesa no Brasil relaciona-se à mudança ainda não concretizada, mas já vislumbrada, de um ambiente insitucional e regulatório mais favorável para o setor, a partir de iniciativas públicas como a Lei nº 12.598, de 2012, que estabelece normas especiais para compras, contratações e desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa.

Cita-se, ainda, o Plano de Apoio Conjunto Inova Aerodefesa, iniciativa da Finep, BNDES, MD e AEB que visa à atuação integrada de instrumentos de apoio por meio de crédito, subvenção econômica e projetos cooperativos.

Mais especificamente com relação ao ambiente institucional do segmento espacial de defesa, foi criada a Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE), com o objetivo de organizar todas as ações relacionadas aos projetos espaciais de interesse da defesa em andamento (Brasil, 2012).

Para desempenhar suas atribuições, a CCISE organizou o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (Pese), que analisa um cenário de ações de curto, médio e longo prazos, num horizonte de vinte anos, e aponta as premissas operacionais e técnicas necessárias ao emprego de sistemas espaciais pelas Forças Armadas, com foco na definição das suas necessidades e requisitos, o que poderá ajudar no direcionamento de projetos que incluam a indústria espacial brasileira.

O Pese foi organizado para complementar o Pnae com relação às necessidades militares específicas, podendo estimular a indústria nacional a partir da geração de demanda contínua para produtos com um índice crescente de nacionalização. Para o programa, está previsto um orçamento de R$ 8,5 bilhões até 2020.

O objetivo principal do Pese é fornecer infraestrutura espacial para o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (Sisgaaz), o Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (Sisfron), o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (Sisdabra) e o Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam), entre outros projetos em fase de operação ou de planejamento. O Pese prevê a realização de lançamentos anuais de satélites – em sua maioria de menor porte e com ciclo de vida mais reduzido – voltados para órbitas baixas, de forma a reduzir custos de lançamento, com exceção para satélites de comunicações e meteorologia (geoestacionários e de maior porte).

Outro aspecto relevante sobre as oportunidades geradas pelo Pese é que este prevê que as contratações dos sistemas, quando realizadas no exterior, deverão ser acompanhadas de cláusulas de *offsets*, visando elevar o conteúdo nacional e uma maior participação da indústria nacional, além de transferência tecnológica em áreas críticas. Estão em andamento três projetos do Pese: o Centro de Operações Espaciais (Cope), destinado a controlar todos os satélites do Pese; o Projeto Carponis, satélites de observação da Terra com sensores ópticos de alta resolução; e o Projeto Lessônia, satélites de observação da Terra com sensores radar.

PERFIL DAS EMPRESAS DO SEGMENTO DE SISTEMAS ESPACIAIS VOLTADOS PARA A DEFESA NO BRASIL

Para a realização do levantamento de dados sobre o perfil das firmas do segmento de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil foram selecionadas 115 empresas, identificadas a partir de diferentes fontes, e verificadas quanto a sua adequabilidade à amostragem. Foram coletados dados secundários para o período de 2000 a 2013, variando conforme disponibilidade e fonte.

Com relação à utilização dos dados secundários, é necessário esclarecer que o objeto de análise do estudo é a composição de firmas do segmento, incluindo nelas suas diferentes unidades de negócios. Assim, os dados das empresas incorporam receitas, itens importados, exportados, investimentos em P&D, etc., não necessariamente provenientes apenas da unidade de negócios "espaço".

Essa opção metodológica, que analisa os resultados globais das empresas atuantes no segmento espacial, e não suas unidades de negócios, é compatível com o objetivo central do projeto Mapeamento

da Base Industrial de Defesa (BID): avaliar a capacidade competitiva e de inserção internacional das empresas por meio de uma abordagem mais ampla e voltada para a questão da dualidade e do conteúdo tecnológico.

Além disso, para a pesquisa, foram selecionadas empresas atuantes não apenas nas atividades finais do segmento espacial, tais como a fabricação de veículos de lançamento, foguetes e satélites e em atividades de lançamento, mas também aquelas fornecedoras de serviços e participantes de fases intermediárias da produção, de modo a se permitir um mapeamento da cadeia produtiva como um todo.

Associado ao levantamento dos dados secundários, foi enviado um questionário a 99 das 115 empresas da amostra, das quais 38 iniciaram o preenchimento e 25 firmas o completaram, o equivalente a um total de 25% de retorno válido para o instrumento *websurvey*. Essa taxa de retorno para as empresas do segmento foi próxima à média de resposta de *websurveys*, de 26%, segundo o estudo de Weible e Wallace (1998).

Estrutura produtiva

Distribuição regional

As empresas espaciais brasileiras concentram-se na região Sudeste, principalmente no estado de São Paulo, em São José dos Campos. Tal concentração decorre do processo histórico de constituição das atividades espaciais em torno do antigo Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) e do ITA, irradiadores iniciais dos recursos humanos especializados.

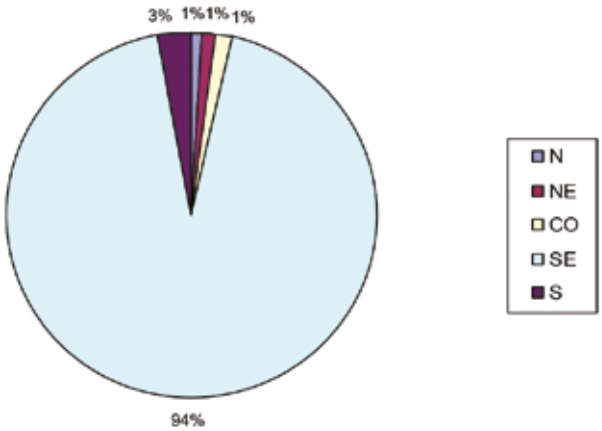
A concentração das firmas espaciais na região de São José dos Campos está também relacionada à já citada convergência entre a tecnologia espacial e a aeronáutica, diante da presença da principal empresa aeronáutica brasileira na região, a Embraer. Essa concentração industrial, identificada como a formação de um *cluster* aeroespacial no entorno da região, gera questionamentos sobre até que ponto ocorre, de fato, interdependência e cooperação entre as empresas do segmento.

De acordo com a Relação Anual das Informações Sociais (Rais), ao longo do período de 2003 a 2011, em média, 94% das 115 empresas do segmento, listadas na pesquisa, foi localizada no Sudeste do país (gráfico 9).

Gráfico 9

Distribuição regional do segmento espacial (2003-2011)

(Em %)



Fonte: Relação Anual das Informações Sociais (Rais, 2014)

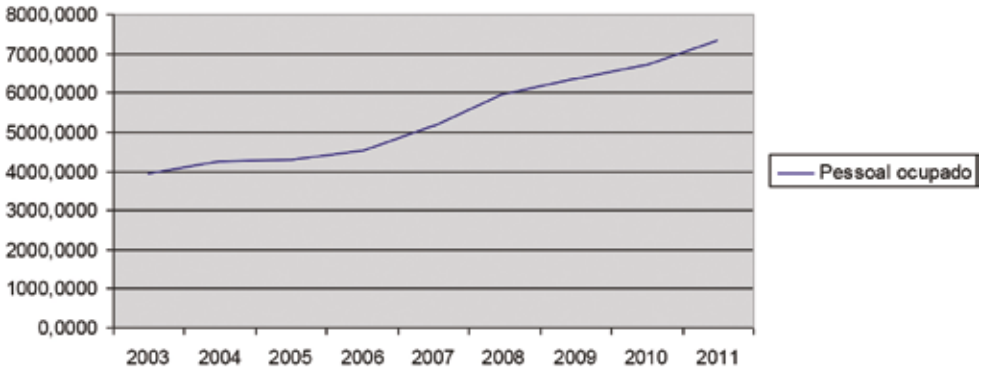
Pessoal ocupado

Considerando o nível de pessoal ocupado no período de 2003 a 2011, observa-se uma elevação do emprego total do setor. O pessoal ocupado total nas empresas do segmento espacial foi de 3942,4 pessoas, em 2003, para 7321,4 em 2011, revelando um aumento de 85,7% ao longo de nove anos, segundo os dados da Rais (2014).

Já o nível de ocupação médio no segmento espacial, para o ano de 2011, foi de 77,9%, uma elevação de 58,05% em relação ao ano de 2003, cuja taxa de ocupação média foi de 49,3%. Nesse período, observa-se que, por um lado, não houve redução no nível de pessoal ocupado ao longo dos anos, e por outro, houve um crescimento relativamente constante a partir do ano de 2005, enquanto a taxa de ocupação anual média nas regiões metropolitanas (IBGE, 2014), no Brasil, para o mesmo período, sofreu quedas nos anos de 2003 e de 2009, além de ter apresentado uma variação positiva de apenas 7,1%. Tais informações podem revelar um maior dinamismo do segmento em relação a outros setores econômicos, possivelmente mais afetados pela crise econômica de 2008 do que o segmento espacial (gráfico 10).

Gráfico 10

Evolução do pessoal ocupado – total (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Porte das empresas

Com relação ao porte das empresas, o IBGE utiliza, para o setor industrial, o número de funcionários como critério para a classificação do tamanho das firmas em: microempresas (até 19 empregados); pequenas empresas (de 20 a 99 empregados); médias empresas (entre 100 e 499 empregados); e grandes empresas (mais de 500 empregados).

Para três períodos distintos (2005, 2008 e 2011), observa-se que a maior parte das firmas listadas no segmento encontra-se na faixa de 0 a 99 empregados, confirmando a predominância de micro e pequenas empresas no segmento espacial. Em 2011, vinte firmas puderam ser consideradas médias empresas (100 a 499 funcionários) e apenas uma empresa pôde ser classificada como grande (acima de 500 funcionários).

De acordo com a tabela 3, houve, contudo, uma tendência de elevação no número de empresas consideradas médias ao longo do período, tanto na classificação 99 a 249 funcionários, quanto no porte de 249 a 499, passando de dez para vinte empresas inseridas no porte médio, uma elevação de 100% em relação ao ano de 2005.

Tabela 3

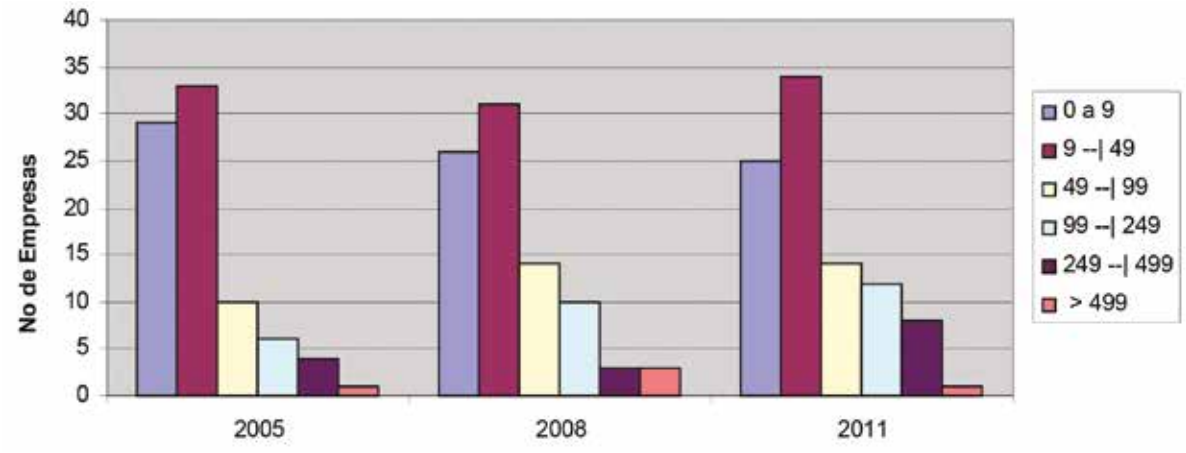
Categorização das empresas por porte (2005, 2008 e 2011)

	Número de empresas (Total)	Classificação por número de empregados					
		0 -| 9	9 -| 49	49 -| 99	99 -| 249	249 -| 499	> 499
2005	83	29	33	10	6	4	1
2008	87	26	31	14	10	3	3
2011	94	25	34	14	12	8	1
	Pessoal ocupado (Total)	**0 -| 9**	**9 -| 49**	**49 -| 99**	**99 -| 249**	**249 -| 499**	**> 499**
2005	4275,4	120,5	749,8	607,6	911,4	1345,6	540,5
2008	5956,2	98,04	702,5	893,4	1502,2	955,4	1804,6
2011	7321,4	95,4	764,7	992,6	1607,1	2746,5	1115,1

Fonte: Rais (2014)

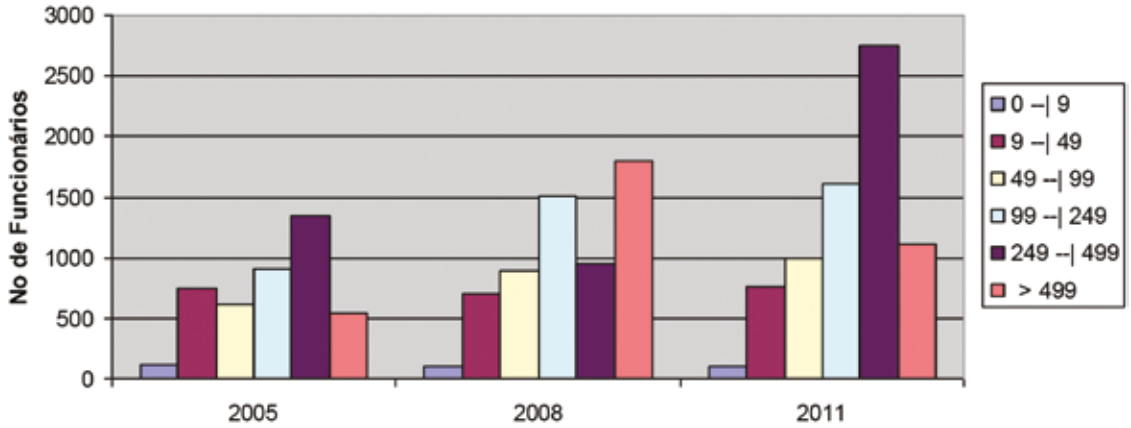
Conforme os gráficos 11 e 12 observa-se, ainda, que embora a maior parte das firmas seja classificada como micro e pequenas empresas, o pessoal ocupado concentra-se nas médias empresas (52,78% em 2005; 41,26% em 2008; e 59,46% em 2011).

Gráfico 11
Empresas por porte (2005, 2008 e 2011)



Fonte: Rais (2014)

Gráfico 12
Empresas por número de funcionários (2005, 2008 e 2011)



Fonte: Rais (2014)

Caracterização do segmento quanto à classificação de suas atividades

Conforme observa Schmidt (2011), a indústria espacial não possui uma classificação própria, estando as empresas do segmento listadas em diferentes seções da CNAE.

Observa-se, inicialmente, que a grande maioria das empresas espaciais não atua apenas no segmento em questão, possuindo uma diversificada oferta de bens e serviços. No período de 2003 a 2011, a maior parte das firmas do segmento esteve classificada como "indústria de transformação" (C).

Outras seções nas quais as empresas estiveram classificadas incluem "comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas", "atividades profissionais, científicas e técnicas" e outras conforme a tabela 4.

Conforme o gráfico 13, observa-se que do total de empresas espaciais classificadas na CNAE durante esse período, 57% atuaram na indústria de transformação. Nessa seção, as principais atividades

desenvolvidas pelas firmas foram: fabricação de aparelhos e equipamentos de medida, teste e controle; de artefatos de material plástico; de equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições; de máquinas e equipamentos de uso geral; de produtos de metal não especificados; manutenção e reparação de equipamentos e produtos não especificados; e serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais.

As empresas do segmento classificadas nas outras seções CNAE apresentaram como atividades principais: serviços prestados principalmente às empresas não especificadas; atividades técnicas relacionadas à arquitetura e engenharia; serviços de engenharia; comércio atacadista de máquinas e equipamentos para uso industrial, partes e peças; e comércio atacadista de máquinas, aparelhos e equipamentos não especificados anteriormente, partes e peças.

Tabela 4

Classificação CNAE das empresas do segmento espacial (2003-2011)

Seção (CNAE)	Frequência/ano									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Média
Indústrias de transformação	41	42	42	46	46	47	47	50	50	45,67
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	18	17	18	17	20	21	19	20	18	18,67
Informação e comunicação	3	2	2	4	3	4	6	7	8	4,33
Atividades profissionais, científicas e técnicas	5	7	7	8	8	8	10	7	8	7,55
Atividades administrativas e serviços complementares	5	5	5	0	0	0	0	1	1	1,89
Administração pública, defesa e seguridade social	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0,67

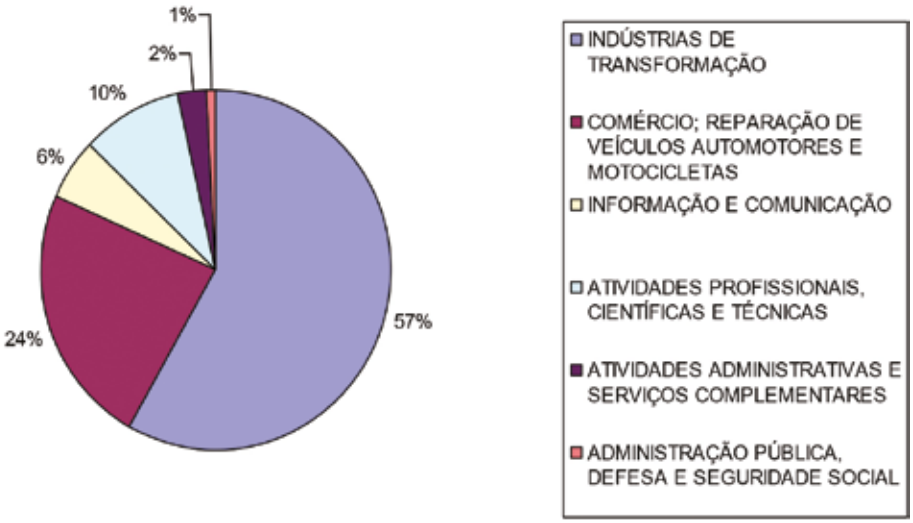
Fonte: Rais (2014)

Obs.: Consideradas as empresas que continham a classificação CNAE no período

Gráfico 13

Distribuição percentual do segmento espacial nas seções da CNAE 2.0 (2003-2011)

(Em %)



Fonte: Rais (2014)

Esses dados da Rais contrastam com os resultados obtidos a partir dos questionários. Das 25 empresas respondentes, quinze – o equivalente a 60% da amostra – classificam a participação da oferta de bens, informações, obras ou serviços especificamente espaciais (em relação à sua oferta total) como de média a muito elevada. Nove, ou 36%, a classificam como baixa ou muito baixa.

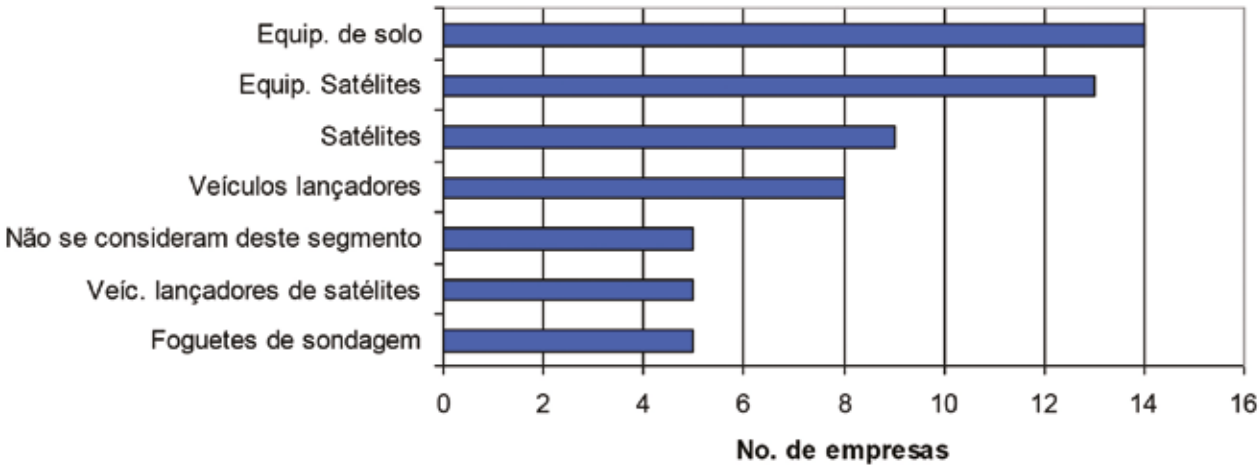
Em outra questão foram definidos seis subsegmentos para o segmento espacial: veículos lançadores, veículos lançadores de satélites, foguetes de sondagem, satélites, equipamentos para satélites e equipamentos de solo. De acordo com o gráfico 14, entre esses subsegmentos, o que apresentou a maior frequência de atuação das empresas foi o de *equipamentos de solo*, com quatorze empresas participantes (56%). O subsegmento de equipamentos de solo incorpora as atividades de recepção e tratamento de informações e de dados satelitais, além de equipamentos de rede e de consumo.

O segundo subsegmento a apresentar maior atuação das empresas brasileiras espaciais é o de *equipamentos para satélites*, incluídos aqui todos os componentes e subsistemas para diferentes tipos de satélites – com treze empresas atuando. Em seguida, vêm os subsegmentos *satélites* e *veículos lançadores*, com nove e oito empresas, respectivamente. Com frequência de atuação de cinco empresas, encontram-se os subsegmentos *foguetes de sondagem* e *veículos lançadores de satélites*.

Por fim, entre as 25 empresas participantes do questionário, cinco (20%) não se classificaram como pertencentes ao segmento espacial. Esse dado revela uma das dificuldades ocorridas quando da definição das empresas da amostra global do segmento (115 empresas), que foi o fato de que várias firmas selecionadas apresentam um portfólio bastante diversificado e nem sempre seu produto principal está relacionado ao setor espacial. Algumas dessas empresas, no entanto, são fornecedoras de importantes componentes e insumos para outras firmas do segmento. Optou-se por mantê-las na amostra como forma de mapear a cadeia produtiva do segmento como um todo. Tal opção pode ter gerado essa distorção, apesar do cuidado na análise de cada empresa participante da pesquisa.

Gráfico 14

Subsegmentos do segmento espacial



Fonte: *WebSurvey* (2014)

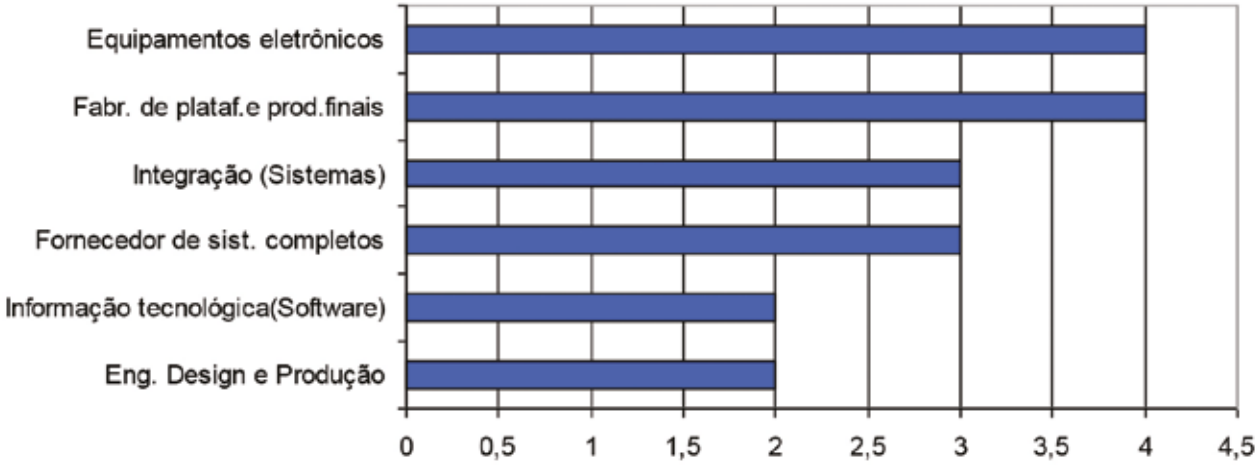
Obs.: As empresas puderam optar por mais de um subsegmento

Quanto às principais áreas de atuação classificadas pelas empresas respondentes – consideradas as atividades em que são alocados mais recursos da organização –, as empresas consideraram como área principal a de equipamentos eletrônicos e a de fabricação de plataformas e produtos finais (quatro empresas em cada área). Em seguida, apresentaram maior frequência pelas empresas: as áreas de integração de sistemas, e o fornecimento de sistemas completos, com três empresas em cada; e as áreas de *software* e engenharia de *design* e produção com duas empresas, conforme pode ser observado no gráfico 15. Outras sete áreas foram citadas com frequência de uma empresa para cada.

De acordo com o gráfico 16, as áreas secundárias mais citadas foram pesquisa e desenvolvimento, manutenção e serviços pós-venda, reparos, integração de produtos, informação tecnológica (*software*), engenharia de *design* e produção, usinagem geral e integração de plataformas.

Gráfico 15

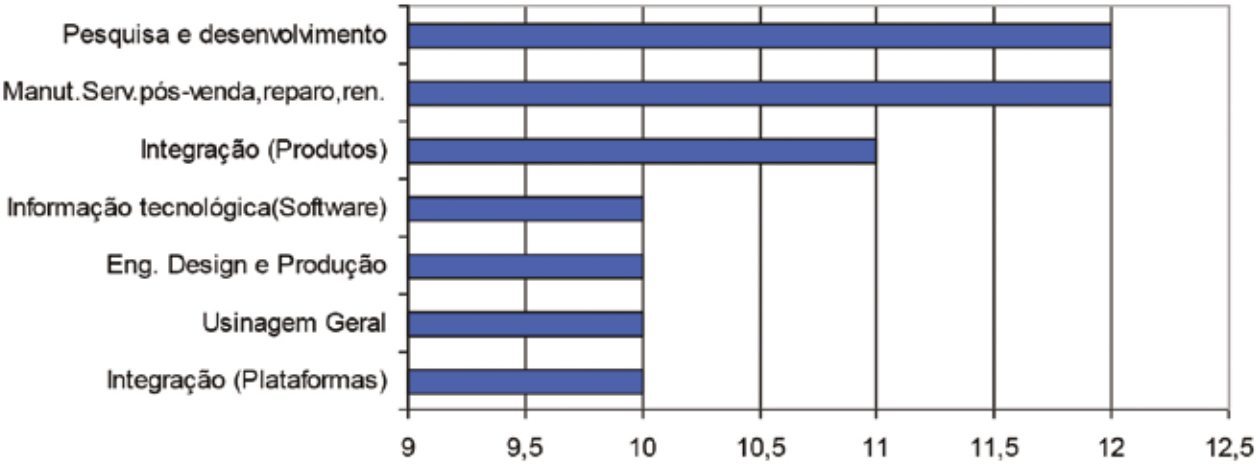
Principais áreas de atuação das empresas do segmento



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Gráfico 16

Áreas de atuação secundárias das empresas do segmento



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Verifica-se, dessa forma, que enquanto os dados da Rais informam como principais atividades das firmas a fabricação de equipamentos, partes e peças, manutenção, serviços de usinagem, tratamentos em metais, etc., não necessariamente voltadas para a atividade espacial, os dados levantados pelo questionário revelam que as empresas respondentes são atuantes no segmento espacial, inclusive em áreas mais complexas, como a fabricação e integração de equipamentos eletrônicos e sistemas espaciais completos.

Em pesquisa sobre o segmento espacial brasileiro, Schmidt (2011) conclui que as firmas não atuam majoritariamente na cadeia final de produção das atividades espaciais – tais como a fabricação e o lançamento de satélites e de veículos espaciais, e no setor de serviços gerados pelos satélites, como o processamento de imagens e informações satelitais. A maior parte das empresas atua na fabricação de insumos, subsistemas e componentes para satélites e veículos lançadores, bem como no fornecimento de bens e serviços para a infraestrutura de lançamento e serviços de solo.

Assim, embora várias empresas respondentes associem sua produção a produtos finais do segmento, ao se considerar os dados secundários para a amostra global de 115 empresas, verifica-se que a maioria das firmas classificadas como espaciais atua, essencialmente, no fornecimento de bens e serviços intermediários para os institutos de pesquisa do DCTA, para outros organismos relacionados ao programa espacial brasileiro, como o INPE, e também para as poucas empresas espaciais brasileiras de conteúdo tecnológico mais elevado. Esses dados caracterizam o segmento como ainda não consolidado no Brasil quando comparado a outros segmentos da própria indústria de defesa brasileira, mesmo considerando o seu potencial inovativo já existente.

Estrutura produtiva voltada para a defesa

O levantamento realizado via questionário revela que de 2010 a 2013, das 25 empresas respondentes, em média 9,5 empregaram um percentual de 0% a 25% das capacidades de sua empresa em produtos e serviços voltados para a defesa. Conforme o gráfico 17, esse percentual manteve-se relativamente estável no período (de onze empresas em 2010 para dez empresas em 2013), enquanto verifica-se uma elevação no número de empresas que ocuparam suas capacidades com o setor de defesa na faixa de 25% a 50% (de uma empresa em 2010 para quatro empresas em 2013).

Na faixa de 50% a 75% houve uma inversão (de quatro empresas em 2010 para uma em 2013), havendo pequena elevação na faixa de 75% a 100% (cinco empresas em 2010 para seis empresas em 2013). Do total de empresas, quatro informaram não fornecer produtos ou serviços ligados à defesa, número que se manteve no período considerado.

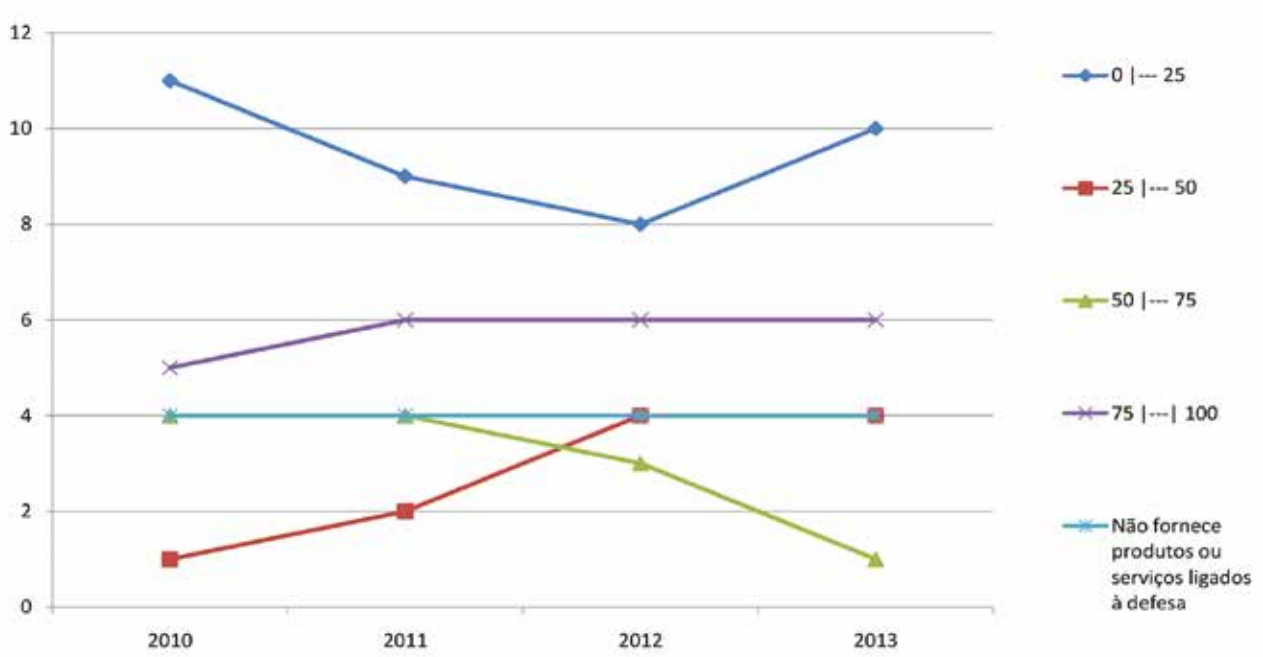
Esses dados revelam uma estabilidade na taxa de utilização das capacidades das empresas em defesa, com tendência para uma diversificação das atividades nas faixas centrais (25% a 75%), o que pode indicar uma tentativa de expandir a produção para novos mercados além do governamental.

De acordo com a tabela 5, a maior parte das empresas respondentes trabalha com o *desenvolvimento customizado* de bens e serviços, o que representa um tipo de produção no qual o ofertante busca o atendimento às necessidades de clientes individuais, porém a um custo menor que o da produção exclusiva, ou de requisitos únicos especificados pelo cliente (*build to print*).

A produção do tipo *build to print*, que ocorre mediante contratos de encomendas, apresentou 33 ocorrências. Já a produção do tipo pronta entrega ou *off-the-shelf* apresentou apenas sete ocorrências para a categoria "produto", mas nenhuma para "informações", "obras" e "serviços". Esses dados refletem a própria essência das atividades espaciais: produtos de alto conteúdo tecnológico, com destinações específicas e que, dificilmente, se enquadram no tipo produtos "de prateleira", conforme já observado em Vaz (2011).

Gráfico 17

Taxa estimada de utilização das capacidades da empresa em produtos e serviços voltados para a defesa (2010-2013)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Tabela 5

Desenvolvimento de produtos

Categorias	Build to print	Desenvolvimento customizado	Pronta entrega *(off-the-shelf)*
Informações	7	15	-
Obra	1	3	-
Produto	14	20	7
Serviço	11	21	-
Frequência	33	59	7

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Das empresas participantes da pesquisa, nove apresentam mais produtos customizados para clientes defesa e quatorze apresentam mais produtos customizados para clientes não defesa; dezoito das 25 empresas (72%) terceirizam alguma etapa do seu processo produtivo, o que revela integração no setor, ou baixo nível de verticalização produtiva entre as empresas participantes da pesquisa. Esse processo de terceirização é realizado 81,94% junto a empresas nacionais e 18,06% junto a empresas estrangeiras.

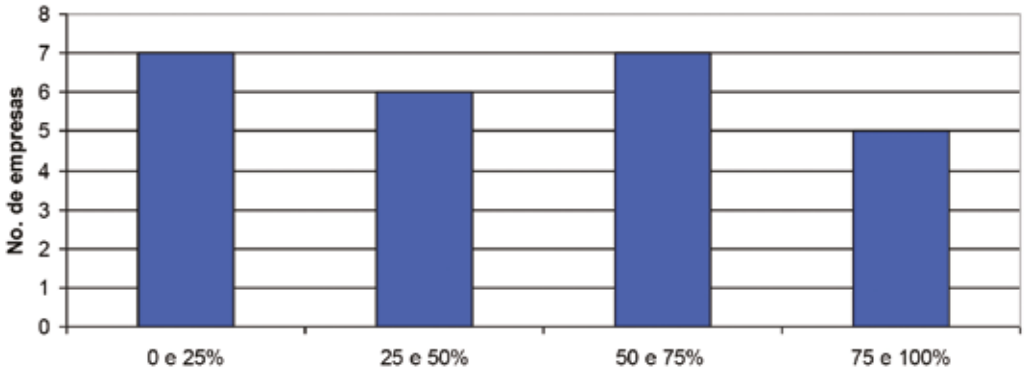
Para conservar ativa a produção voltada para a defesa, as empresas necessitam manter em funcionamento um determinado percentual mínimo de sua

estrutura produtiva. Os dados do gráfico 18 revelam que entre as empresas respondentes, sete necessitam manter entre 0% e 25% de sua capacidade produtiva em funcionamento, seis entre 25% e 50%, sete entre 50% e 75% e cinco empresas precisam de 75% e 100%.

Gráfico 18

Estrutura produtiva para manter a produção da área de defesa

(Em %)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Mercados principais

As empresas participantes do questionário ofertam diversos produtos e serviços para a área de defesa, o que reflete a diversificação de seu portfólio, conforme já observado. De acordo com a tabela 6, a maioria das empresas atua em mais de um segmento, embora, entre os quatorze produtos e serviços apontados pelas firmas como os principais para o mercado de defesa doméstico, constem, pelo menos, sete diretamente relacionados à produção espacial (concepção e integração de sistemas; motor foguete a propelente líquido; *racks*; radar de vigilância e controle de tráfego aéreo; serviços de *software* embarcado para satélites e para veículos lançadores de satélites; procedimentos de V&V,[10] TT&C[11] e sistemas espaciais). A produção desses bens e serviços ocorre, em sua maior parte (dez de quatorze, ou 71,4%), como desenvolvimento autônomo, havendo também desenvolvimento com transferência de tecnologia (14,3%) ou em cooperação internacional (14,3%).

Os principais concorrentes nesses mercados são estrangeiros (onze de quatorze, ou 78,6%), sendo os Estados Unidos o país a apresentar o maior número de empresas concorrentes (quatro), seguido de Israel (três) e da França (dois). Foram citadas ainda, a Alemanha e a Espanha como países a possuírem empresas que concorrem com o segmento espacial nacional.

Já os principais produtos de defesa exportados pelas empresas do segmento não são produtos enquadrados como tipicamente espaciais. Conforme já observado, as empresas atuam em vários segmentos da indústria de defesa. Entre eles o aeronáutico (ferramental aeronáutico), armas e munições leves e pesadas (Sistema Astros) e de comando e controle (armamentos inteligentes, radares), de acordo com a tabela 7. Esse dado pode apontar um baixo nível de competitividade internacional do setor espacial brasileiro, ou ainda, dificuldades na execução de uma política que favoreça as exportações do setor. Os principais produtos de defesa exportados são realizados em desenvolvimento autônomo, sendo os principais concorrentes estrangeiros e provenientes de Estados Unidos, Israel, Espanha e França.

10. V&V (Verificação e Validação) de *softwares* e sistemas espaciais.
11. TT&C (Telemetry Tracking and Command Cost Drivers), subsistema utilizado na telemetria e rastreamento de dados a partir de satélites.

Tabela 6

Mercado de defesa (doméstico) das firmas do segmento espacial

Principal produto/serviço	Tipo de desenvolvimento	Concorrente	País de origem
Alvos aéreos	Autônomo	Estrangeiro	França
Armamentos inteligentes	Autônomo	Estrangeiro	Israel
Concepção e integração de sistemas			
Ferramental aeronáutico	Autônomo	Estrangeiro	Espanha
Helicópteros	Transferência de tecnologia	Estrangeiro	Estados Unidos
Motor foguete a propelente líquido	Autônomo	Estrangeiro	Estados Unidos
Racks			
Radar de vigilância e controle de tráfego aéreo			Estados Unidos
Saber-M60	Autônomo	Estrangeiro	Israel
Serviços de manutenção	Autônomo	Estrangeiro	
Serviços de *software* embarcado e procedimentos de V&V	Cooperativo Internacional	Nacional	
Sistemas espaciais	Cooperativo Internacional	Estrangeiro	França
Submarino	Transferência de tecnologia	Estrangeiro	Alemanha
Suítes aviônicas	Autônomo	Nacional	
TT&C	Autônomo	Estrangeiro	Estados Unidos
Desenvolvimento de *software* sob encomenda	Autônomo	Nacional	
Sensores de proximidade a laser para mísseis	Autônomo	Estrangeiro	Israel
Usinagem			

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Tabela 7

Mercado de defesa (externo) das firmas do segmento espacial

Principal produto/serviço	Tipo de desenvolvimento	Concorrente	País de origem
Sistema Astros	Autônomo	Estrangeiro	Estados Unidos
Lançadores	Autônomo	Nacional	
Armamentos inteligentes	Autônomo	Estrangeiro	Israel
Ferramental aeronáutico	Autônomo	Estrangeiro	Espanha
Modernização de radar de rastreio			França
Saber-M60	Autônomo	Estrangeiro	Israel

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Com relação às vendas públicas domésticas para outros setores, externos à defesa, como o INPE, encontram-se produtos espaciais tais como "geradores solares para satélites", "subsistemas de satélites", "Orbisar X/P"[12], "sistemas espaciais", "MS³" [13] e "câmeras para uso espacial". Outros produtos não especificamente espaciais também são ofertados, tais como "sensores", "sistemas de gestão, analíticos e para operação", "sistemas de segurança", "desenvolvimento de *software* sob encomenda" e "usinagem". Não foram disponibilizados dados completos para o tipo de desenvolvimento, se autônomo ou em cooperação, etc. Dois desses produtos foram apresentados como de desenvolvimento autônomo e um com transferência de tecnologia. Os principais concorrentes nesses mercados são estrangeiros, originados dos Estados Unidos, Alemanha, Canadá, China e França, conforme a tabela 8.

12. Obtenção de imagens por satélites via bandas X e P.
13. MS³ (Multi Satellite Station System), sistema que opera no INPE, processando e gerando dados de satélites.

Tabela 8

Mercado público "não defesa" (doméstico) das firmas do segmento espacial

Principal produto/serviço	Tipo de desenvolvimento	Concorrente	País de origem
Sensores		Nacional	
Sistemas de gestão, analíticos e para operação			
Sistemas de segurança	Transferência de tecnologia	Estrangeiro	Estados Unidos
Geradores Solares para Satélites		Estrangeiro	Alemanha
Subsistemas de satélites			
Orbisar X/P		Estrangeiro	Canadá
Sistemas espaciais		Estrangeiro	China
MS3		Estrangeiro	França
Desenvolvimento de *software* sob encomenda	Autônomo		
Câmeras para uso espacial	Autônomo	Estrangeiro	França
Usinagem			

Fonte: *WebSurvey* (2014)

De acordo com a tabela 9, para clientes públicos estrangeiros externos à defesa foram apontados apenas dois produtos principais: "radar de vigilância e controle de tráfego aéreo" e "Orbisar X/P". Não foi definido o tipo de produção para o radar, já o Orbisar X/P foi considerado pela empresa ofertante como de desenvolvimento autônomo. Para o radar de vigilância e controle de tráfego aéreo, o principal concorrente é proveniente dos Estados Unidos, enquanto para o Orbisar X/P, a empresa competidora é canadense.

Os clientes comerciais do mercado doméstico demandam diversos serviços e produtos – entre laboratoriais, usinagem, ferramentais, sistemas embarcados em aeronaves, laseres, etc. Dos treze itens apontados como os principais produtos para clientes comerciais nacionais, apenas dois (o Orbisar X/P e Sistemas Espaciais) apresentam relação direta com o segmento espacial. Esse dado corrobora o fato de que, apesar de a vertente comercial das atividades espaciais estar em ascensão, o mercado principal do segmento ainda é o governamental – o Estado ainda é o principal absorvedor das tecnologias espaciais.

Embora não tenha sido possível obter dados completos sobre o tipo de desenvolvimento dos produtos, observa-se que a sua grande maioria (cinco de seis) apresenta desenvolvimento autônomo. Os principais concorrentes são estrangeiros, com exceção para os serviços de calibração e usinagem, pela própria natureza dessas atividades, e para o desenvolvimento de *softwares* sob encomenda.

Os principais produtos comerciais exportados pelas empresas do segmento incluem equipamentos metálicos, peças, serviços de engenharia, radares e laseres para tratamento oftalmológico. Segundo a tabela 10, entre os oito produtos apontados como os principais para o mercado externo comercial, a maioria é realizada em desenvolvimento autônomo. Há também produtos realizados em cooperação internacional, como é o caso dos "serviços de projeto de componentes passivos de rádio frequência (RF)" e das "suítes aviônicas". Os principais concorrentes são estrangeiros, oriundos de Suécia, França, Estados Unidos, Canadá e Alemanha. E há apenas um concorrente nacional para o produto "puxador rebatível".

Em uma análise para o mercado global das empresas, foram apontados 25 tipos de produtos principais, dezoito deles com produção autônoma, quatro em cooperação internacional e três com transferência de tecnologia.

Conforme já descrito na contextualização do segmento, os dados levantados pelos questionários corroboram que os principais bens e serviços ofertados estão relacionados a sistemas e subsistemas espaciais, radares, ferramentais aeronáuticos, bem como a serviços de desenvolvimento de *software*, processamento de imagens de satélites e usinagem,

que foram os produtos a apresentarem maior frequência nas opções de "principal produto" das empresas. Os principais concorrentes são estrangeiros (76,6%), oriundos, em sua maioria, dos seguintes países (em ordem de frequência): Estados Unidos, França, Alemanha e Israel.

Tabela 9

Mercado comercial (doméstico) das firmas do segmento espacial

Principal produto/serviço	Tipo de desenvolvimento	Concorrente	País de origem
Calibração	Autônomo	Nacional	
Reagentes analíticos	Autônomo	Estrangeiro	Alemanha
Usinagem	Autônomo	Nacional	
Tridimensionais			
Ferramental aeronáutico		Estrangeiro	Espanha
Aviônicos	Cooperativo Internacional	Estrangeiro	Estados Unidos
Simulador solar		Estrangeiro	Estados Unidos
Orbisar X/P		Estrangeiro	Canadá
Usinados de artigos descontinuados			
SENAV - Sistema Embarcado de Navegação para aeronaves Agrícolas	Autônomo	Estrangeiro	Estados Unidos, Canadá
Sistemas espaciais		Estrangeiro	Estados Unidos
Desenvolvimento de *software* sob encomenda	Autônomo	Nacional	
Laseres para tratamento oftalmológico		Estrangeiro	Alemanha

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Tabela 10

Mercado comercial (externo) das firmas do segmento espacial

Principal produto/serviço	Tipo de desenvolvimento	Concorrente	País de origem
Puxador rebatível	Autônomo	Nacional	
Tridimensionais			Suécia
Ferramental aeronáutico	Autônomo	Estrangeiro	França
Serviço de projeto de componentes passivos de RF	Cooperativo Internacional	Estrangeiro	França
Radar de vigilância e controle de tráfego aéreo			Estados Unidos
Orbisar X/P	Autônomo	Estrangeiro	Canadá
Suítes Aviônicas	Cooperativo Internacional	Estrangeiro	Estados Unidos
Lasers para tratamento oftalmológico	Autônomo	Estrangeiro	Alemanha

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Capital Estrangeiro

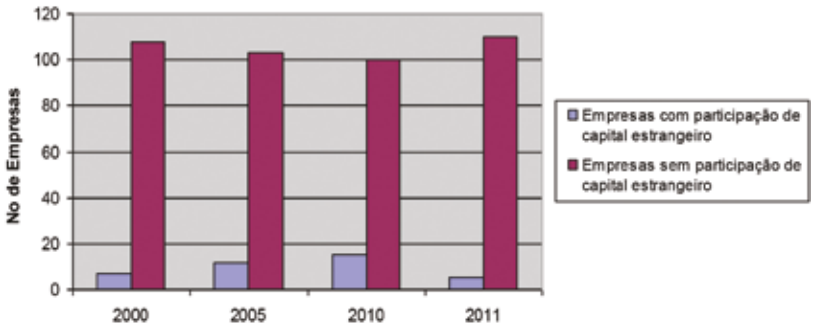
Com relação ao aporte de capital estrangeiro, entre as 115 empresas selecionadas do segmento, apenas 9,75, em média (aproximadamente 8,5%), no período de 2000 a 2011, apresentaram participação de capital estrangeiro (gráfico 19). Esse padrão se manteve durante o período analisado, o que pode estar associado a uma baixa capacidade do segmento em captar investimentos estrangeiros e às dificuldades em desenvolver iniciativas de cooperação com empresas de outros países.

Já os dados coletados por meio do questionário mostram 64% das empresas como independentes com capital controlador nacional, 16% como parte de um grupo com capital controlador nacional, 8% parte de um grupo com capital controlador

estrangeiro, 8% independente com capital controlador estrangeiro, e 4% parte de um grupo com capital controlador misto (gráfico 20). Portanto, 80% das empresas apresentam capital controlador nacional, coincidindo com a maioria evidenciada nos dados do Banco Central.

Gráfico 19

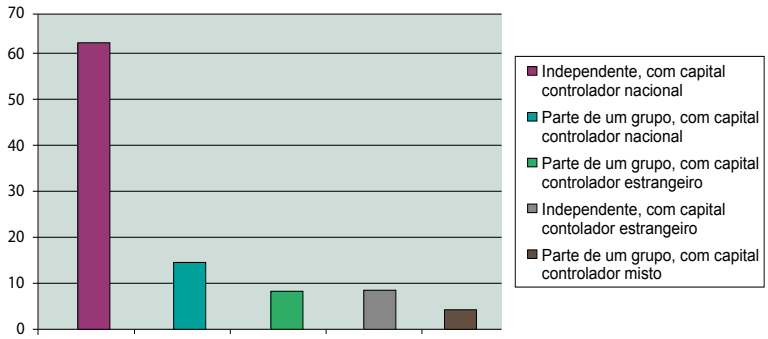
Participação de capital estrangeiro nas empresas do segmento (2000, 2005, 2010 e 2011)



Fonte: Banco Central do Brasil (BCB, 2013)

Gráfico 20

Origem do capital controlador nas empresas do segmento



Fonte: *WebSurvey* (2014)

No entanto, essa situação poderá ser modificada, uma vez que vem sendo observada a absorção, de parte ou do todo, de empresas brasileiras por grupos estrangeiros. Conforme informações obtidas nas visitas às empresas do segmento, firmas brasileiras foram absorvidas por grupos europeus e asiáticos – como italianos e israelenses, por exemplo. Tal fato justifica as políticas favoráveis à indústria nacional como o estabelecimento das Empresas Estratégicas de Defesa (EED), a partir da Lei nº 12.598 e do Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (RETID), de modo a se priorizarem compras para o reaparelhamento das FFAAs nas empresas de defesa com capital predominantemente nacional e, como consequência, impulsionar a BID brasileira.

Os dados do questionário também revelam que o capital controlador estrangeiro das empresas do segmento situa-se nos continentes da Europa e da Ásia, com frequências de quatro e uma empresas, respectivamente. No entanto, apenas uma dessas empresas apresentou capital votante estrangeiro maior que 80%.

Entre as empresas respondentes, 21 não contam com subsidiárias no exterior e quatro

apresentam até um país subsidiário. Essas quatro empresas possuem subsidiárias nos Estados Unidos, na Holanda, em Israel e na Itália. Esse montante de empresas com subsidiárias no exterior aproxima-se do número de empresas catalogadas na OTAN. Entre as 25 participantes do questionário, 5 estão catalogadas na OTAN, o que pode acarretar maior acesso ao mercado externo, devido ao atendimento às especificações de catalogação adotadas.

Recursos Humanos

Quanto ao perfil dos recursos humanos empregados no segmento espacial, observa-se que este se diferencia a partir de uma elevada qualificação profissional do pessoal ocupado, quando comparada a outros setores industriais. Em relação ao nível de escolaridade, verifica-se um aumento nos anos de estudo e também no percentual de profissionais com nível superior ocupados na indústria espacial no período de 2003 a 2011, de acordo com o gráfico 21.

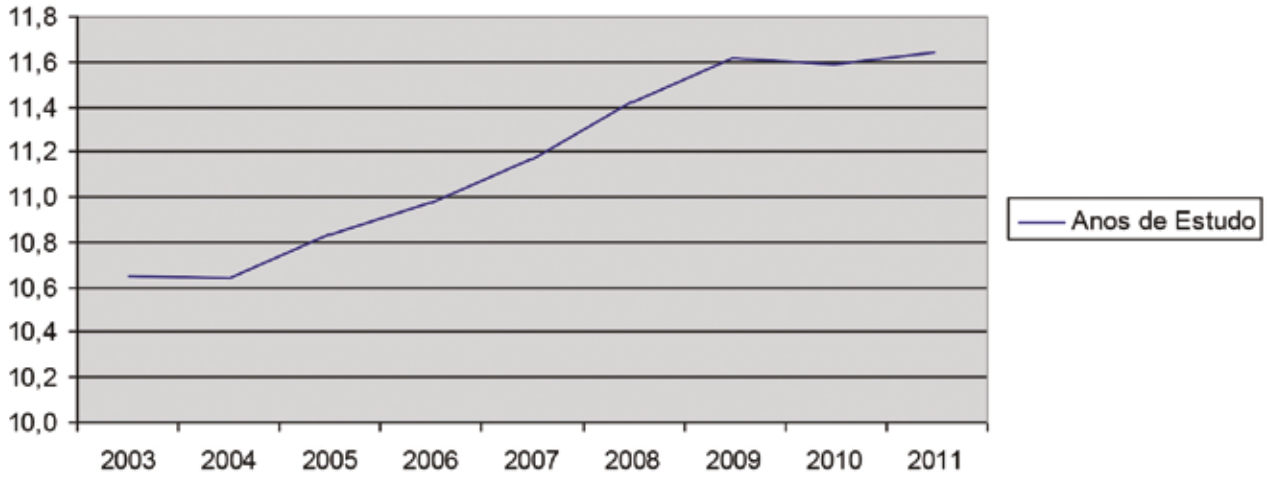
Em 2011, 42,7% do pessoal ocupado no segmento foi formado por funcionários com nível superior. A escolaridade média é de 11,6 anos de estudo, enquanto nas demais firmas de outros setores, a escolaridade média situa-se em torno de nove anos de estudo, segundo dados da Rais (gráfico 22).

Considerando a proporção entre profissionais de nível superior, técnicos e engenheiros[14] ocupados no segmento espacial (gráfico 23), verifica-se, ao longo do período de 2003 a 2011, a predominância de profissionais de nível superior (37,5%, em média) e, ainda, uma tendência crescente na ocupação de técnicos (cientistas), além de estabilidade na proporção de engenheiros em torno de 4,4%, percentual este bastante superior à média das firmas nacionais (0,7%) (Schmidt, 2011).

De fato, a elevação no percentual de cientistas ocupados nas empresas do segmento, entre 2003 e 2011, caracteriza um potencial para a inovação. Isto porque grande parte do esforço tecnológico das firmas incorpora o pagamento de salários de técnicos e engenheiros, de modo que esses dados podem representar uma *proxy* para a dimensão desse esforço (gráfico 24).

Gráfico 21

Tempo médio de estudo dos profissionais do segmento espacial (2003-2011)

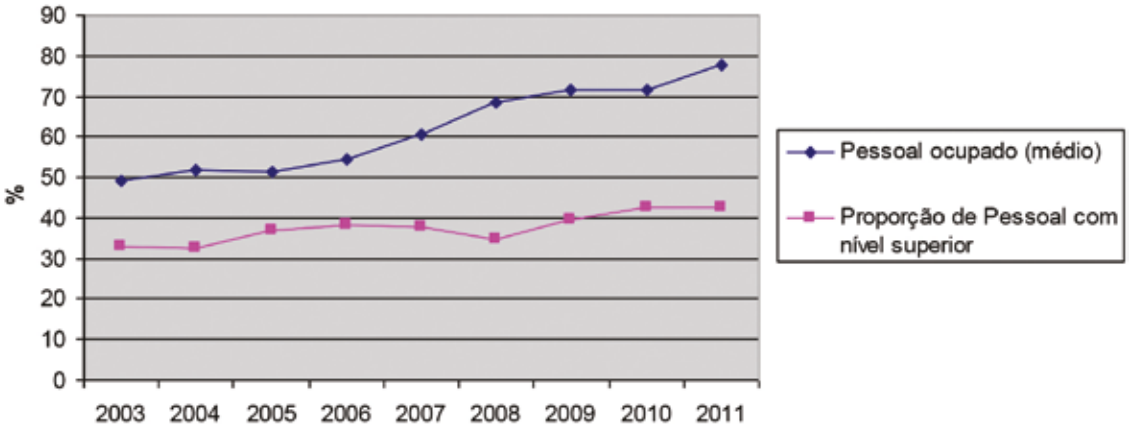


Fonte: Rais (2014)

14. Nesse indicador estão contabilizados apenas os que exercem funções de engenharia, sendo que os engenheiros que atuam em outras funções, como administração e direção, não estão incluídos.

Gráfico 22

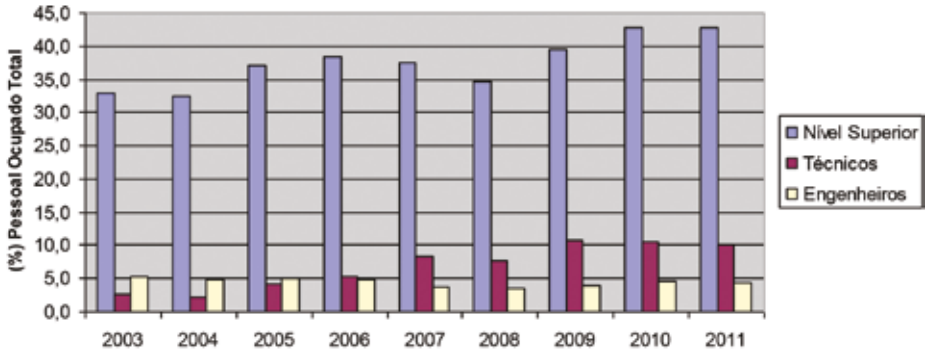
Percentual de pessoal ocupado (médio) e de pessoal com nível superior em relação ao pessoal ocupado total (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Gráfico 23

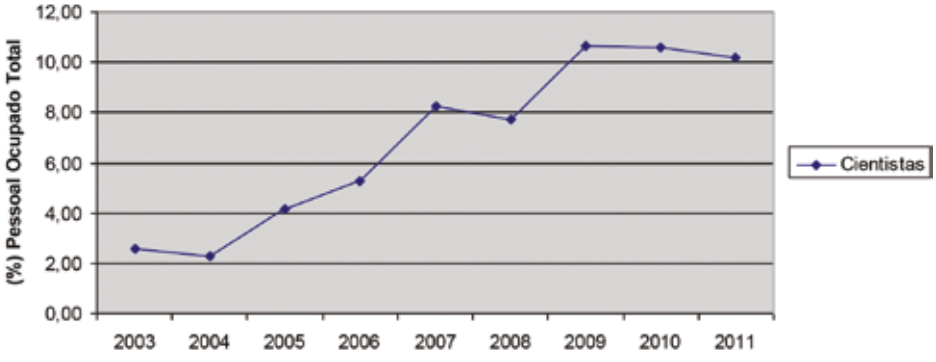
Proporção entre profissionais de nível superior, técnicos e engenheiros no segmento espacial (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Gráfico 24

Percentual de cientistas em relação ao pessoal ocupado total (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Ainda assim, considerando os dados do questionário, o gráfico 25 revela que as empresas do segmento classificam a oferta de mão de obra especializada para a área de defesa como insuficiente: 20 das 25 empresas respondentes (80%) afirmaram ser "muito difícil" ou "difícil" encontrar mão de obra especializada e suficiente para as atividades realizadas na área de defesa; cinco empresas (20%) consideraram "nem fácil nem difícil" e nenhuma das empresas participantes considerou "fácil" ou "muito fácil" a obtenção de mão de obra especializada.

Já com relação à oferta de mão de obra especializada no segmento espacial, as empresas foram questionadas se a oferta de cursos existentes na sua região tem suprido as demandas para as atividades ligadas a sistemas espaciais. Nessa questão, houve maior freqüência na opção "atende razoavelmente à demanda", com 8 empresas, seguida da opção "atende à maior parte da demanda", de acordo com o gráfico 26.

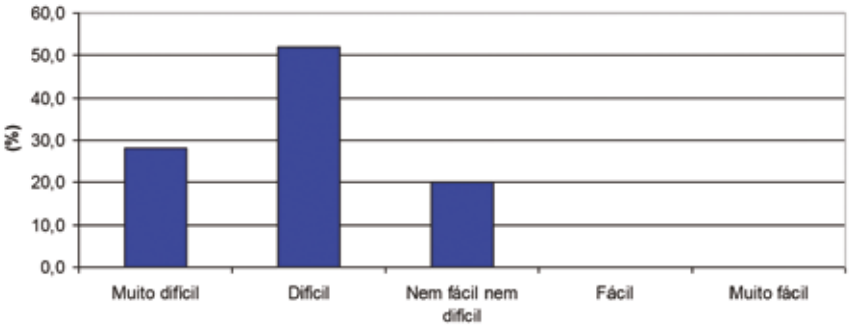
Nesse aspecto, vale relembrar que a maioria das empresas do segmento situa-se na região Sudeste, especificamente, em São José dos Campos, onde estão localizados o ITA e o INPE, principais instituições voltadas para a formação de engenheiros e pesquisadores do setor espacial no Brasil. Ainda assim, um percentual expressivo, 40% das empresas, considera que a oferta de cursos "atende pouco" ou "não atende à demanda" de mão de obra do segmento (gráfico 26). Como resposta a essa demanda, o ITA está ampliando sua estrutura e pretende dobrar, até 2015, o seu número de alunos.

Com relação aos salários do pessoal empregado no segmento, observa-se que a diferenciação da mão de obra, a partir de sua maior qualificação, tem se refletido na elevação dos salários médios e da massa salarial total.

Conforme o gráfico 27, no período de 2003 a 2011, houve elevação no salário médio do segmento,

Gráfico 25

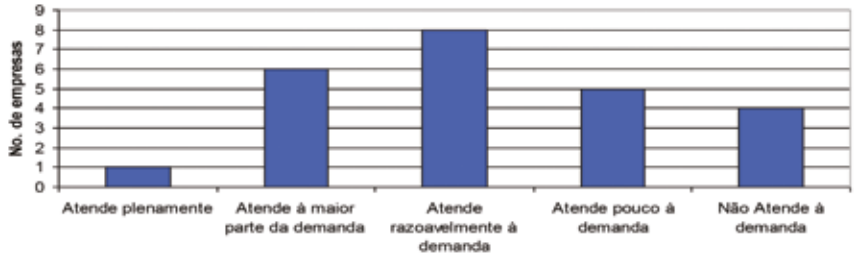
Obtenção de mão de obra especializada para a área de defesa



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Gráfico 26

Oferta de mão de obra especializada para a área espacial



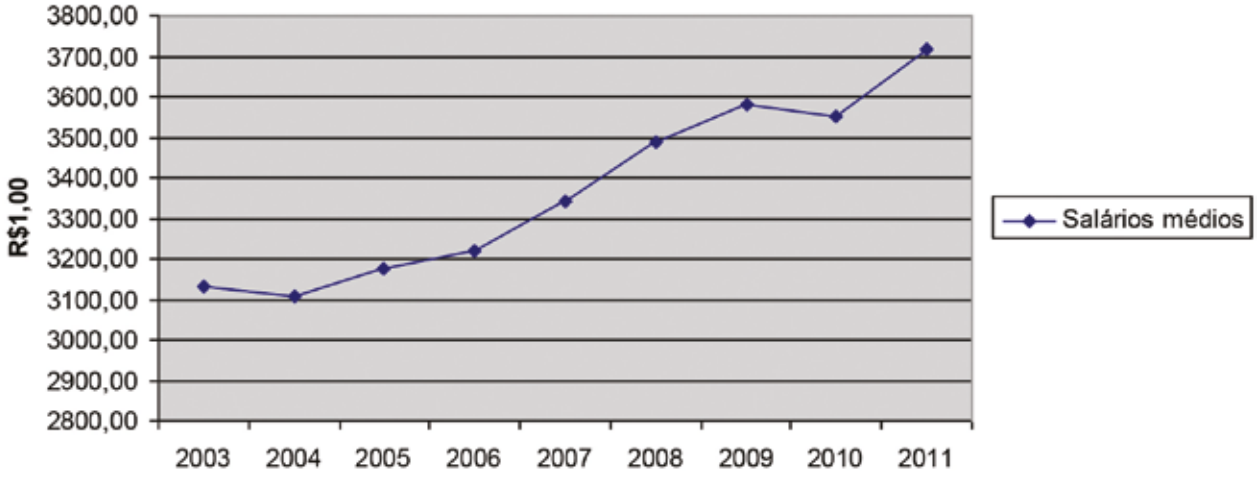
Fonte: *WebSurvey* (2014)

possivelmente em função do aumento no número de cientistas, técnicos e de pessoal ocupado com nível superior. O valor médio dos salários na indústria espacial, em 2011, foi de R$ 3715,1 o que representou um aumento real de 18,7% em relação a 2003. Comparando esses valores com a média salarial na indústria de transformação como um todo em 2011 (3,5 salários mínimos ou o equivalente a R$ 1.907,00), verifica-se uma superioridade salarial de 94,8% do segmento espacial, quando considerados os salários médios, segundo dados do IBGE.

Também devido à maior capacitação da mão de obra, bem como à forte elevação no total de pessoal ocupado no segmento, verifica-se uma elevação de 105,1% no volume da massa salarial nas empresas espaciais no período de 2003 a 2011 (gráfico 28).

Gráfico 27

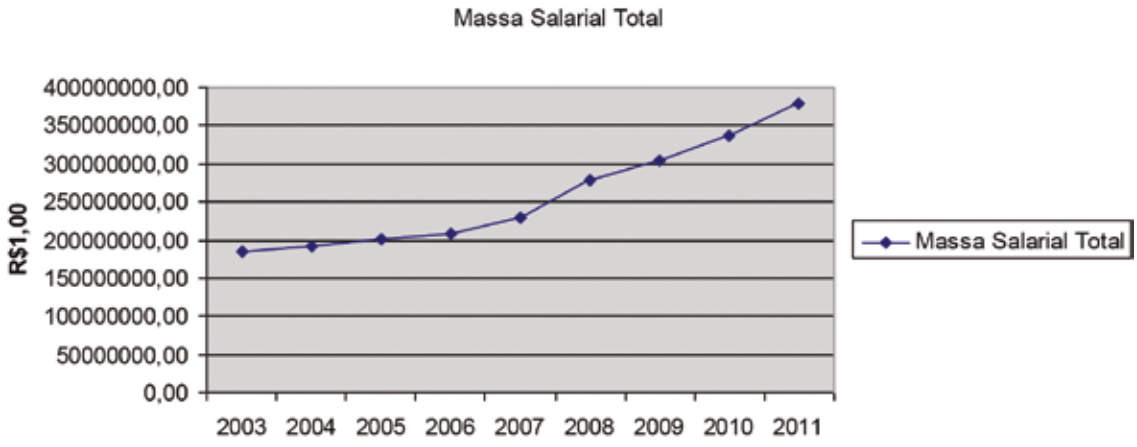
Evolução do salário médio no segmento espacial (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Gráfico 28

Evolução da massa salarial no segmento espacial (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

POLÍTICAS PÚBLICAS

Compras públicas

A política de compras públicas é uma prática comum na indústria de defesa mundial, incluindo a espacial. Conforme já abordado, os governos são os principais clientes espaciais e grande parte dos países procura privilegiar a indústria nacional via compras governamentais e diversos outros mecanismos de política industrial.

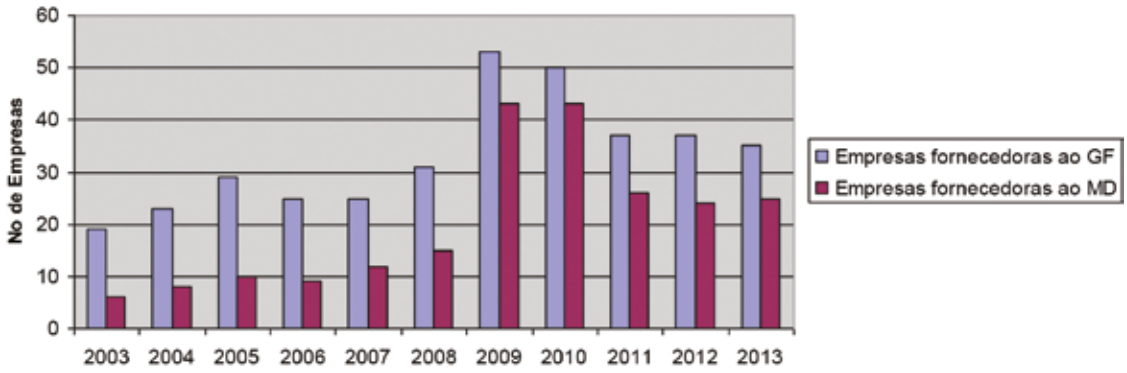
No segmento espacial brasileiro, verifica-se uma elevação de 84,21% no total de fornecedores ao governo federal em relação ao número de empresas da amostra durante o período de 2003 a 2013. Em 2003, dezenove empresas forneceram bens e serviços ao governo federal (16,52% do total da amostra), enquanto em 2013, foram 35 firmas (30,43% do total de empresas).

Observa-se que embora as 115 empresas do segmento tenham sido classificadas na amostra como potenciais fornecedores de sistemas espaciais voltados para a defesa, apenas 20,1 empresas, em média, ou o equivalente a 17,5% do total de firmas, forneceram bens e serviços ao MD no período de 2003 a 2013. No entanto, há uma tendência crescente do número de empresas fornecedoras à defesa, com maiores participações nos anos de 2009 e 2010, quando 43 empresas do segmento realizaram vendas de bens e serviços ao MD.

Com relação à proporção de firmas fornecedoras ao MD, em relação ao total de firmas que realizaram vendas ao governo federal, verifica-se a elevação no percentual de 31,6% do ano de 2003 para 71,4% no ano de 2013, o que revela que um crescente número de empresas voltou-se, na última década, para o mercado de defesa (gráfico 29).

Gráfico 29

Empresas fornecedoras ao governo federal e ao Ministério da Defesa (2003-2013)



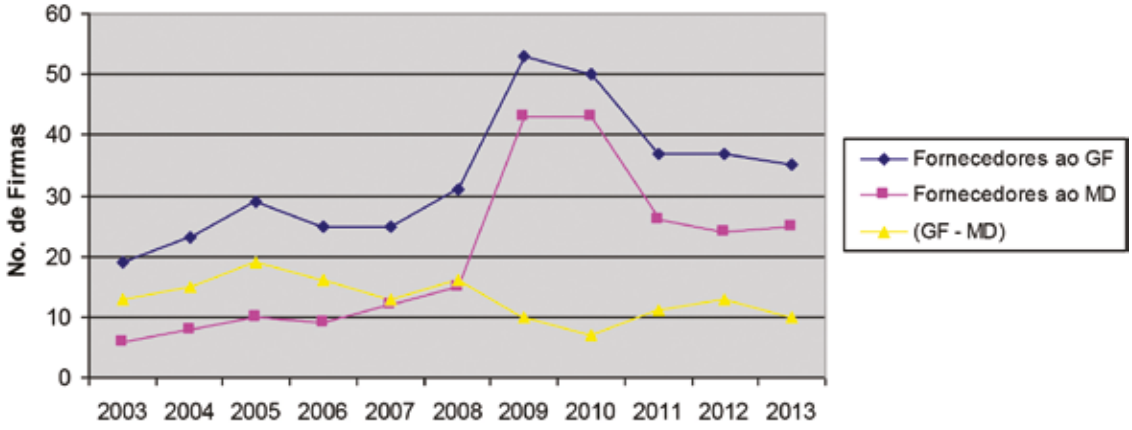
Fonte: Comprasnet (2014)

Assim, observa-se que apesar de as empresas do segmento fornecerem bens e serviços a outros órgãos federais, externos ao MD e relacionados ao programa espacial, a exemplo do INPE, que é vinculado ao MCTI, o aumento no número de empresas fornecedoras ao governo federal ocorreu devido à elevação da quantidade de empresas que realizaram vendas ao MD. Se forem excluídas essas empresas do total de vendedores, constata-se uma tendência de queda no número de empresas (gráfico 30).

Quando considerado o volume total (em R$) das compras governamentais realizadas em empresas do segmento, verifica-se que apenas 1,2% desse total foi destinado ao MD em 2003. No entanto, essa proporção chegou a atingir 79,6% no ano de 2012, o que

Gráfico 30

Clientes governamentais: Governo Federal e Ministério da Defesa (2003-2013)



Fonte: Comprasnet (2014)

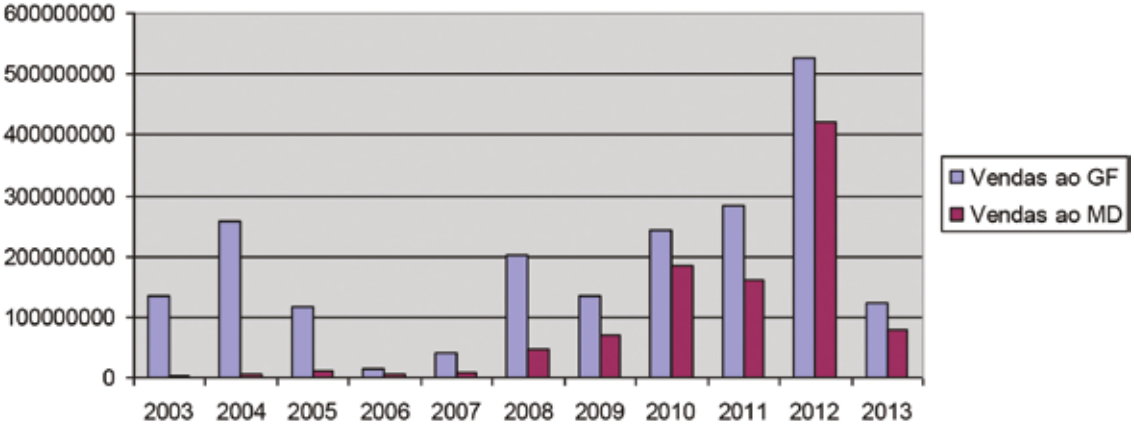
revela o potencial de compras do MD como mecanismo de política industrial do setor. Em 2013, essa proporção caiu para 64,3%.

O volume de vendas das empresas ao MD tem aumentado e não apenas devido ao aumento no número de empresas que fornecem à defesa, uma vez que os anos de 2009 e 2010, que apresentam o pico no percentual de firmas fornecedoras ao MD, não correspondem ao pico no valor total das vendas, ocorrido em 2012. Naquele ano, após um período de contingenciamento orçamentário, no qual o setor de defesa foi um dos maiores afetados –cortes em diversos programas das três Forças Armadas –, houve um aumento dos recursos orçamentários destinados à defesa, em um cenário mais promissor para a BID a partir da introdução da Lei nº 12.598/2012, que instituiu um marco legal para compras, contratações e desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa no país (gráfico 31). Portanto, o acréscimo no valor das vendas do

Gráfico 31

Vendas ao governo federal e ao Ministério da Defesa (2003-2013)

(Em R$1,00)



Fonte: Comprasnet (2014)

segmento ao governo federal em 2012 corresponde, sobretudo, à elevação das compras do MD, a partir da maior liberação de recursos orçamentários para projetos considerados estratégicos, como o Astros 2020, o desenvolvimento de componentes eletrônicos para o cargueiro KC-390 e para os submarinhos da Marinha do Brasil, entre outros.

Quanto ao tipo de bens e serviços fornecidos pelas empresas do segmento ao MD, verifica-se, de acordo com a tabela 11, que, no período de 2003 a 2011, as firmas apresentaram maior frequência no fornecimento dos seguintes tipos de produto: equipamentos, artigos de laboratório e produtos químicos; serviços diversos, principalmente em educação, treinamento, engenharia, segurança e serviços de manutenção e reparo de máquinas e equipamentos.

Quanto às classes de materiais que apresentaram a maior proporção no valor empenhado pelo governo federal, no período de 2003 a 2013, encontram-se as seguintes: equipamentos e acessórios para veículos; equipamentos diversos para comunicações; outros serviços de engenharia; outros serviços de segurança; outros serviços diversos/miscelânea; rojões, foguetes, munição e componentes; serviços de ensaio e análises técnicas; serviços de manutenção de sistemas; serviços de manutenção e reparo da maquinaria e equipamentos de transporte; serviços de manutenção e reparo de outros produtos; serviços de manutenção, reparo e atenção ao equipamento de informática; e serviços relativos à produção.

Entre as empresas listadas no segmento, verifica-se que quatorze delas possuem produtos ou

Tabela 11

Principais materiais e serviços fornecidos pelas firmas espaciais ao MD

Grupos de materiais	Frequência (2003 a 2013)
Acessórios diversos de motores de aeronaves	2
Acessórios e ferragens especiais para mangueiras, canos e tubos	1
Acessórios para máquinas auxiliares para trabalho em metais	1
Acessórios para treinamento	1
Acessórios para treinamento de comunicações	1
Bombas e compressores a vácuo	1
Centrifugadores, separadores e filtros de pressão e a vácuo	1
Componentes estruturais de aeronaves	1
Compostos e preparados para limpeza e polimento	2
Discos e pedras abrasivos	1
Enceradeiras e aspiradores de pó	1
Equipamentos e artigos de laboratório	31
Equipamentos para acabamento em metal	2
Equipamentos para testes de propriedades físicas	2
Granadas	2
Instrumentos para análises químicas	4
Inválido [1]	33
Outros serviços de educação e treinamento	10
Outros serviços de engenharia	6
Outros serviços de segurança	6
Outros serviços diversos/miscelânea n.c.p [2]	29
Produtos químicos	22
Recipientes especializados para transporte e armazenagem	4
Serviços de licença pelo direito de uso de *software*	2
Serviços de manutenção e reparo de outras maquinarias e equipamentos	4
Serviços de manutenção e reparo de outros produtos n.c.p	22
Serviços relativos à produção	2

Fonte: Rais (2014)

Notas: [1] Inválido – materiais não especificados. [2] n.c.p – não classificado previamente

serviços catalogados no Centro de Catalogação das Forças Armadas (Cecafa) e que embora o programa espacial brasileiro seja em parte desenvolvido no âmbito da Força Aérea, todas essas quatorze empresas são fornecedoras da Marinha do Brasil, com 265 produtos catalogados. Três dessas quatorze empresas fornecem também ao Exército Brasileiro, com 701 produtos catalogados (699 de uma única firma) e apenas cinco empresas do segmento espacial possuem 85 produtos catalogadas pela Aeronáutica, totalizando 1.051 produtos ou serviços fornecidos pelas firmas do segmento às forças (Cecafa/MD, 2014). Esse dado, contudo, deve ser analisado com cautela, devido às diferentes condutas adotadas pelas três forças no procedimento de catalogação.

Políticas de apoio ao desenvolvimento tecnológico

De 2006 a 2013, dezenove empresas participaram de 53 projetos beneficiados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), por meio da Finep, principalmente na modalidade subvenção econômica. Foram 52 projetos apoiados como subvenção econômica, na categoria não reembolsável e um como fundo reembolsável, totalizando R$ 175.705.856,97 em valor contratado e R$ 158.540.264,08 em valor já desembolsado.

Duas empresas da amostra se destacaram, com sete e seis projetos beneficiados pelos fundos setoriais (tabela 12).

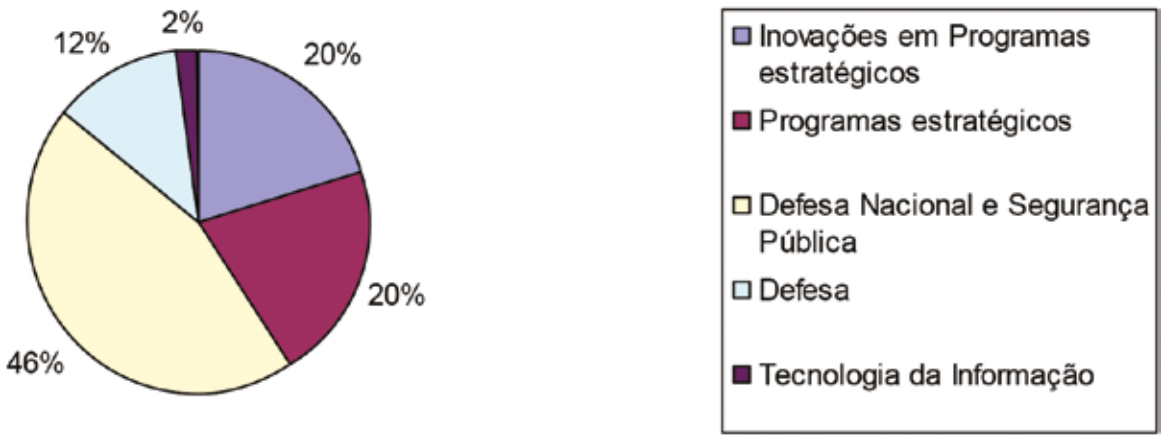
Os projetos atenderam, em sua maioria, às chamadas e seleções públicas, e apenas um projeto (o que foi contratado como fundo reembolsável) foi fruto de uma demanda espontânea. De acordo com a Finep (2014), a aprovação de quarenta projetos foi resultado de chamadas públicas do MCTI/Finep de subvenção econômica à inovação; seis resultaram de chamada pública de subvenção econômica tema aeroespacial, três projetos de chamada pública de subvenção econômica tema geral, dois projetos de chamada MCTI/Finep Pesquisador na Empresa, e um da seleção Prêmio Finep 2011 de Subvenção Econômica.

Grande parte dos projetos do segmento está relacionada à área de defesa nacional e segurança pública, sendo classificados também como "inovações em programas estratégicos", "programas estratégicos", "defesa" e "tecnologia da informação", de acordo com o gráfico 32. Dos 53 projetos apoiados no período, três não apresentaram definição de área.

Gráfico 32

Classificação de áreas dos projetos apoiados por fundos setoriais

(Em %)



Fonte: Finep (2014)

Considerando a classificação de grande área[15] do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), observa-se que a maior parte dos projetos das empresas do segmento está inserida na grande área das engenharias, seguidos de projetos das grandes áreas das ciências exatas e da terra. Com relação às áreas, destaca-se a engenharia aeroespacial, o que denota o desenvolvimento de projetos inovadores voltados para aplicações mais específicas dos segmentos espacial e aeronáutico.

O FNDCT contém um fundo específico para o setor espacial, o chamado Fundo Setorial Espacial, cujo foco é "estimular a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico ligados à aplicação de tecnologia espacial na geração de produtos e serviços nas áreas de comunicação, sensoriamento remoto, meteorologia, agricultura, oceanografia e navegação" (MCTI, 2014). Os recursos para o Fundo Espacial são oriundos de 25% das receitas de utilização de posições orbitais; 25% das receitas auferidas pela União derivadas de lançamentos e 25% relativas à comercialização dos dados e imagens obtidos por meio de rastreamento, telemedidas, controle de foguetes e satélites; e o total da receita auferida pela AEB decorrente da concessão de licenças e autorizações.

No entanto, observa-se que os projetos desenvolvidos nas empresas do segmento, e financiados pelo FNDCT, não necessariamente foram beneficiados especificamente pelo Fundo Espacial. Segundo o MCTI, o Fundo Espacial beneficiou apenas dezoito projetos no período de 2002 a 2011 (tabela 13). Ribeiro, em 2007, já argumentava que a não viabilização do lançamento de satélites em bases comerciais (principal fonte de receita do fundo) tornava inócua a contribuição do Fundo Espacial para o desenvolvimento dos projetos do Pnae.

Tabela 12

Projetos apoiados por fundos setoriais (2006-2013)

Projetos	R$
Absorção e desenvolvimento de novas tecnologias em produtos e processos do setor aeroespacial	4.583.122,00
Advanced Wide Field Imager: desenvolvimento de uma câmera de imageamento óptico para emprego no satélite de sensoriamento remoto INPE- PMM.	3.074.032,00
Antena para radar de defesa e controle aéreo em banda L	3.491.318,60
Auto diretor (*seeker* radar)	4.908.196,00
Brasnet	6.738.800,00
Câmera de observação passiva de imagem termal multipropósito no espectro de 8 a 12 mícrons com processamento de imagem	2.510.640,00
Câmera no visível e no infravermelho com *down-link* em VANT – ORBISTAr	1.888.213,05
Computador aeronáutico modular IMA	4.070.490,88
Computador de missão para veículo aéreo não tripulado (VANT)	5.049.073,00
Concepção, integração e teste em voo de um conjunto motopropulsor elétrico para VANT	1.598.070,00
Controle remoto de tiro para veículos e lanchas	191.520,00
Desenvolvimento da tecnologia para a fabricação de filmes finos com geometria dedicada para a manufatura de filtros multiespectrais para aplicação em sistemas de imageamento orbital.	2.724.448,31
Desenvolvimento de ADAHRS com certificação aeronáutica	2.291.458,40
Desenvolvimento de aviônicos e serviços de integração de sistemas	1.274.040,00
Desenvolvimento de computador de bordo para uso em satélites	3.954.378,90

continua na próxima página...

15. "Grande área" é a designação adotada pela Capes e pelo CNPq para a aglomeração de diversas áreas do conhecimento, "em virtude da afinidade de seus objetos, métodos cognitivos e recursos instrumentais, refletindo contextos sóciopolíticos específicos". Já a "área do conhecimento" reflete "o conjunto de conhecimentos inter-relacionados, coletivamente construído, reunido segundo a natureza do objeto de investigação com finalidades de ensino, pesquisa e aplicações práticas". (CNPq, Capes e Finep, 2005, p. 2).

Tabela 12

(continuação)

Projetos	R$
Desenvolvimento de dispositivo autônomo de neutralização de explosivos	2.661.387,50
Desenvolvimento de elementos mecânicos e estruturais básicos para modelo de engenharia de sistema de controle de atitude de satélite	3.888.200,00
Desenvolvimento de motor-foguete à propulsão líquida	1.976.750,00
Desenvolvimento de plataforma suborbital de microgravidade	1.275.900,00
Desenvolvimento de processo industrial para fabricação de sistema estrutural em materiais compostos com fibras de carbono para propulsores de veículos lançadores de satélites.	3.007.854,10
Desenvolvimento de produtos destinados à visão térmica e noturna	5.558.458,00
Desenvolvimento de receptor GPS por *software* com sensores inerciais mems integrados	1.610.136,60
Desenvolvimento de sistema automatizado para inspeção de estruturas de materiais compostos de emprego aeroespacial	5.622.000,00
Desenvolvimento de sistema autônomo de controle de voo para posicionamento, navegação, controle e guiamento de foguetes de porte médio (SPNCG)	9.042.791,32
Desenvolvimento de tanque de propelente para sistema de propulsão aeroespacial	2.850.110,00
Desenvolvimento de um estágio propulsivo de foguete a propelente líquido	500.000,00
Desenvolvimento de um sistema multiespectral de captura de imagens para monitoramento, identificação, salvamento e resgate	2.273.751,04
Desenvolvimento e fabricação de painéis para blindagem adicional de viatura blindada transporte de pessoal média de rodas (VBTP-MR) e suas configurações	2.575.692,11
Desenvolvimento e fabricação de um veículo aéreo não tripulado (VANT) e integração a um sensor radar (SAR)	1.057.154,93
Desenvolvimento, integração e testes funcionais de sistema de posicionamento georeferenciado, navegação, controle e guiamento, simuladores de voo e controle de propulsão aplicados a veículo aéreo não tripulado	18.885.695,00
Estação de telemetria de solo para veículo lançador de satélite	1.839.584,00
Estação terrena de satélites de sensoriamento remoto	1.553.846,40
Radar meteorológico com tecnologia de estado sólido – GRADE	1.945.399,92
Imageador avançado para a Amazônia	3.954.594,00
INS/GPS-5.3 – sistema integrado de navegação para georreferenciamento direto de alta precisão	1.056.000,00
Linearizador para amplificadores de micro-ondas de potência que utilizam válvulas TWT (*traveling-wave tube*)	1.039.322,80
Plataforma inercialmente estabilizada para canhão de 30mm	5.113.188,20
Radar de imagens SAR nas bandas X e P e *down-link* para UAVS	1.436.146,16
Radar imageador para levantamento topográfico e estimativa de biomassa.	1.588.000,00
Sistema computadorizado para controle eletrônico digital de disparo e ignição de propulsores para uso na área de defesa e aeroespacial e explosivos na área civil.	4.440.062,60
Sistema de detecção de lançamento de míssil (SDLMI)	3.276.144,02
Sistema de guiamento e navegação de aeronaves (SGNA)	4.770.566,00
Sistema de mapeamento de relevo	2.302.395,00
Sistema de planeio e guiamento de bombas por GPS	4.111.643,71
Sistema de software aviônico	2.155.902,32
Sistema de telemetria de alta velocidade para aplicações em navegação e controle	3.008.029,60
Sistema pressurizado de alimentação de motor-foguete à propulsão líquida	2.200.000,00
Sistemas de guiamento infravermelho de alto desempenho	2.989.759,20
Sistemas de medidas de apoio eletrônico – SMAE	1.590.800,00
Software de controle de atitude e orbita para plataformas espaciais – AOCSW	4.105.732,30
Software de supervisão e controle para o computador de bordo do ACDH	5.231.040,00
Transmissor em estado-sólido para radar de rota de controle de tráfego aéreo em banda L	2.904.300,00
VOAR3D	1.959.719,00
Total	175.705.856,97

Fonte: Finep (2014)

Tabela 13

Projetos apoiados pelo Fundo Espacial (2002-2011)

Projeto	Ano
Centro de dados de sensoriamento remoto	2002
Congresso ABIPTi 2002	2002
Km Brasil-3º *Workshop* Brasileiro de Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento – Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Gestão do Conhecimento	2002
Plano de divulgação dos resultados dos projetos apoiados pelo *habitare* - continuidade do portal	2002
Sistema integrado de tratamento de dados de localização	2002
XIV Forum Nacional	2002
Desenvolvimento de receptor GPS para navegação espacial	2004
Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no Rio de Janeiro	2004
Sistema integrado de tratamento de dados de localização 2	2005
XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto	2005
Demonstrador de veículo à propulsão a laser	2006
Desenvolvimento de metodologias para construção de protótipos e técnicas de *payload* de veículos aéreos não tripulados	2010
Desenvolvimento de sistemas de combustão para uso de biocombustíveis em turbinas a gás aeronáuticas	2010
Microsensores em Rede Sem Fio para Sensoriamento de Integridade de Aeronaves	2010
Miniaturização de *hardware* de sistemas de navegação e controle para emprego em mini-VANT	2010
Otimização de antena onidirecional para o sistema Terra-Ar para o controle do trafego aéreo	2010
Sistema de Mini-VANTs para monitoramento de áreas com minimização de tempo	2010
Desenvolvimento de um sistema de Mini-VANT para imageamento giroestabilizado	2011

Fonte: MCTI (2013)

Políticas de apoio à exportação

As empresas classificadas no segmento tiveram uma baixa participação em programas federais de apoio às exportações como o *Drawback*, o Proex e o Exim, que são considerados os maiores instrumentos públicos nacionais para a promoção das exportações. No período de 2003 a 2007, nenhuma das firmas do segmento recebeu incentivos do Exim do BNDES, e apenas três empresas – uma em 2006 e duas empresas em 2007 – foram apoiadas pelo Proex do Banco do Brasil, conforme dados da tabela 14.

O *Drawback*, instrumento via incentivos fiscais, foi o mais utilizado para estimular as exportações das empresas listadas no segmento, embora ainda com uma participação relativamente baixa (em média, apenas 8,2 empresas por ano foram beneficiadas com o incentivo no período).

O baixo acesso aos instrumentos de apoio às exportações talvez contribua para explicar o motivo pelo qual, embora haja aumento no número de firmas exportadoras, os valores das exportações do segmento permaneçam relativamente estagnados (vide seção *Inserção Internacional*).

Tabela 14

Programas de apoio às exportações (2003-2007)

Ano	Número de empresas beneficiadas			
	Amostra	Exim	Proex	Drawback
2003	115	0	0	6
2004	115	0	0	9
2005	115	0	0	8
2006	115	0	1	9
2007	115	0	2	9
Total		0	3	41

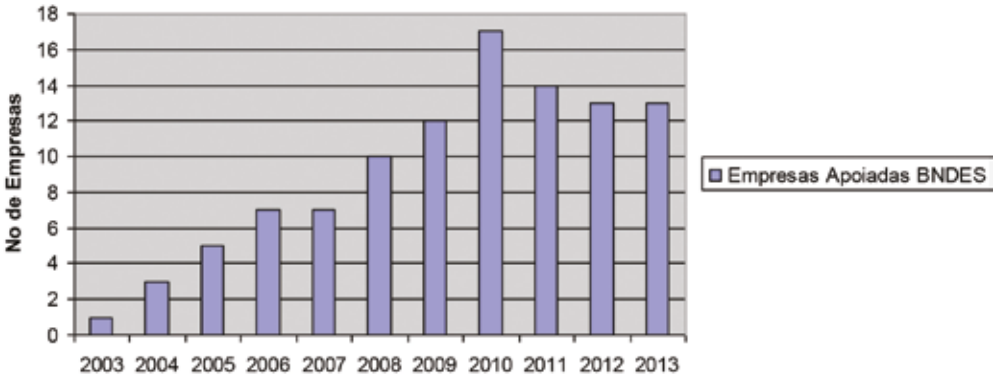
Fonte: MDIC (2013)

Apoio do BNDES

De 2003 a 2013 foram realizados 102 contratos de crédito via programas de financiamento do BNDES para as empresas do segmento – média de nove empresas beneficiadas ao ano, o que totalizou R$ 99.548.866,86 em contratos. Houve, no período, uma tendência de crescimento no número de firmas atendidas, além de uma elevação no perfil dos financiamentos, que passaram de um valor médio de R$ 50.127,20 a apenas uma empresa em 2003, para R$ 805.824,35, em média, para treze empresas no ano de 2013 (gráficos 33 e 34 e tabela 15).

Gráfico 33

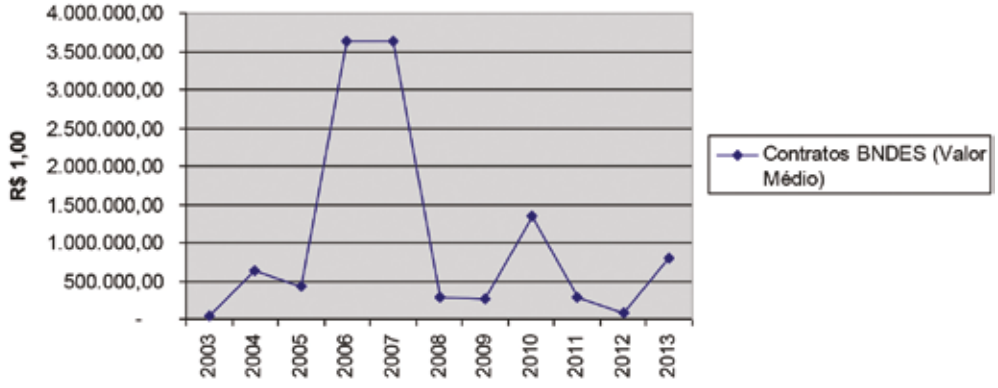
Empresas do segmento com acesso ao crédito do BNDES (2003-2013)



Fonte: BNDES (2014)

Gráfico 34

Valor médio dos contratos com o BNDES (2003-2013)



Fonte: BNDES (2014)

Tabela 15

Financiamento via BNDES para as empresas do segmento (2003-2013)

Ano	Número de firmas apoiadas	Valor total dos contratos (R$)	Valor médio dos contratos (R$)
2003	1	50.127,20	50.127,20
2004	3	1.910.804,08	636.934,69
2005	5	2.107.757,12	421.551,42
2006	7	25.427.437,69	3.632.491,10
2007	7	25.400.160,37	3.628.594,34
2008	10	2.880.480,91	288.048,09
2009	12	3.085.210,38	257.100,87
2010	17	22.930.254,05	1.348.838,47
2011	14	4.138.973,67	295.640,98
2012	13	1.141.944,89	87.841,91
2013	13	10.475.716,50	805.824,35
	9,27 (média)	99.548.866,86 (total)	1.041.181,22 (média)

Fonte: BNDES (2014)

De acordo com a tabela 16, no período de 2008 a 2013 foram realizadas 89 operações entre as empresas do segmento para a utilização de crédito do BNDES. Entre essas operações o instrumento financeiro mais utilizado foi o Cartão BNDES (64 operações), que visa financiar os investimentos das micro, pequenas e médias empresas no país. Outros instrumentos utilizados foram: aquisição de bens de capital; BNDES PROGEREN; Indústria, agropecuária e infraestrutura; Micro, pequenas e médias empresas; PEC BNDES; PSI-BK - demais itens; PSI-BK - ônibus e caminhão; e PSI - capital inovador.

Tabela 16

Instrumentos financeiros (2008-2013)

Ano	Instrumento financeiro	Empresas	Valor total contratado (R$)
2008	Aquisição de bens de capital	1	99.000,00
	Cartão BNDES	8	281.510,91
	Micro, pequenas e médias empresas	1	2.499.970,00
2009	Aquisição de bens de capital	1	1.320.000,00
	BNDES PROGEREN	1	500.000,00
	Cartão BNDES	9	165.210,38
	PEC BNDES	2	1.100.000,00
2010	Aquisição de bens de capital	1	5.310.000,00
	BNDES PROGEREN	1	1.800.000,00
	Cartão BNDES	11	345.322,35
	Indústria, agropecuária e infraestrutura	1	9.370.000,00
	PSI-BK - demais itens	5	1.165.931,70
	PSI-BK - ônibus e caminhão	1	239.000,00
	PSI-capital inovador	1	4.700.000,00
2011	Aquisição de bens de capital	1	99.000,00
	BNDES PROGEREN	1	1.956.000,00
	Cartão BNDES	13	298.623,67
	PSI - BK - demais itens	1	1.785.350,00
2012	BNDES PROGEREN	2	520.521,07
	Cartão BNDES	13	335.423,82
	PSI-BK - demais itens	1	286.000,00
2013	BNDES PROGEREN	1	1.593.782,00
	Cartão BNDES	10	266.634,50
	PSI-BK - demais itens	1	8.477.300,00
	PSI-BK - ônibus e caminhão	1	138.000,00
Total		89	4.652.580,40

Fonte: BNDES (2014)

Inserção internacional

Quanto à inserção internacional das firmas, verifica-se que de 2008 a 2010 a Argentina foi a principal importadora de produtos das empresas do segmento, sobretudo de produtos de alta e média-alta intensidade tecnológica. Já a partir de 2011, possivelmente em função das dificuldades orçamentárias enfrentadas pela Argentina, cresceu a importância do mercado europeu (como a França e outros países), dos Estados Unidos e de países do Oriente Médio. No ano de 2013, por exemplo, o Paquistão foi o principal importador de produtos das empresas do segmento espacial, o que pode revelar um redirecionamento estratégico das empresas.

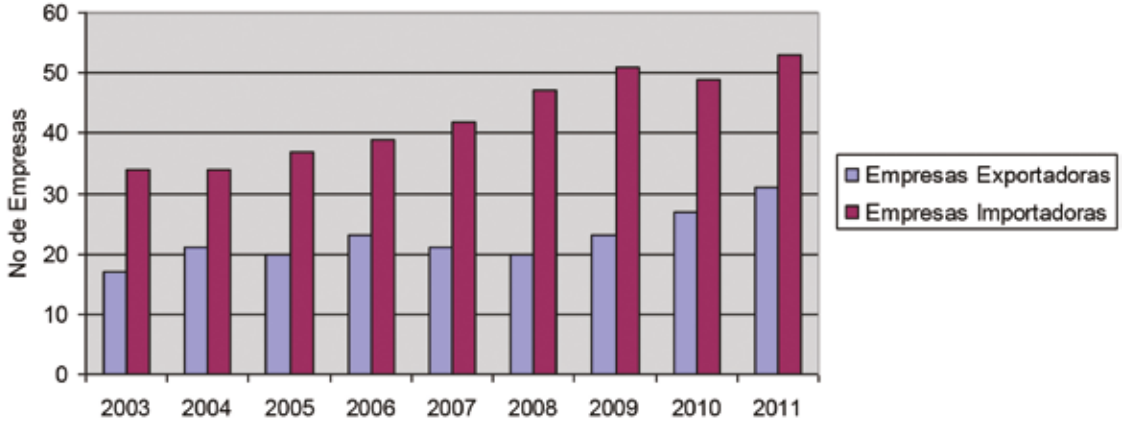
Quanto às importações de alta e média-alta intensidade tecnológica, observa-se que de 2008 a 2011, o segmento espacial brasileiro realizou a maior parte desse tipo de compras externas no mercado norte-americano (Estados Unidos), tendo ainda como importantes fornecedores, Alemanha, China, França e Israel. Já em 2013, as compras em empresas

israelenses e alemãs superaram as de origem norte-americana, possivelmente em função da presença de empresas aeroespaciais com capital israelense no Brasil, bem como da parceria celebrada com a Alemanha no setor espacial.

Com relação ao número de empresas exportadoras e importadoras, observa-se que no período de 2003 a 2011 a quantidade de empresas importadoras tem superado a de empresas exportadoras (gráficos 35 e 36). As exportações estão concentradas, em média, em 23 empresas do segmento, enquanto as importações concentraram-se em 43 empresas durante o período, representando, aproximadamente, 20% e 38% das empresas da amostra.

Gráfico 35

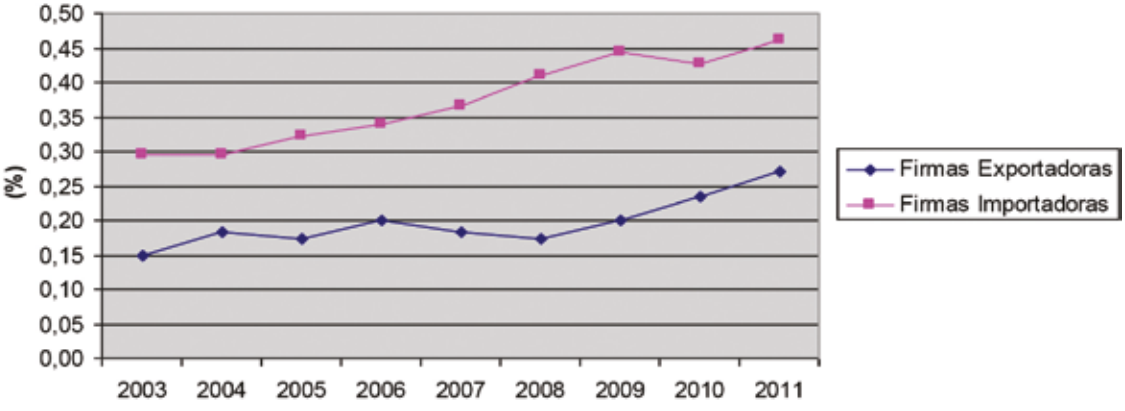
Evolução do número de empresas exportadoras e importadoras (2003-2011)



Fonte: Secex/MDIC (2013)

Gráfico 36

Proporção de empresas exportadoras e importadoras em relação ao número de empresas da amostra (2003-2011)

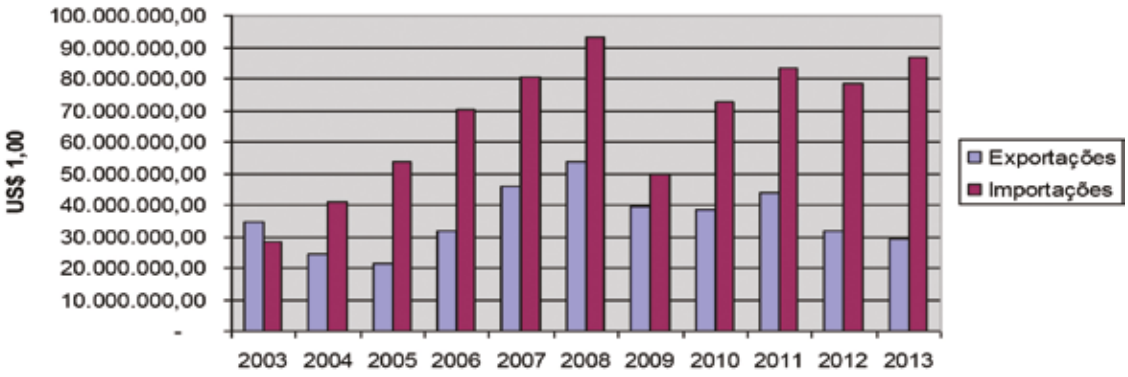


Fonte: Secex/MDIC (2013)

Quanto ao saldo resultante do valor total (em US$) das exportações e importações do segmento, observa-se uma tendência de crescimento no valor das importações e estabilidade no valor total das exportações (gráfico 37). De 2003 a 2013 houve uma queda de 0,16% no volume total das exportações, passando por um pico no ano de 2008; enquanto ocorreu um aumento de 205% no valor total das importações. Dessa forma, com exceção para o ano de 2003, o saldo externo total do segmento foi negativo no período.

Gráfico 37

Exportações e importações – valor total (2003-2013)

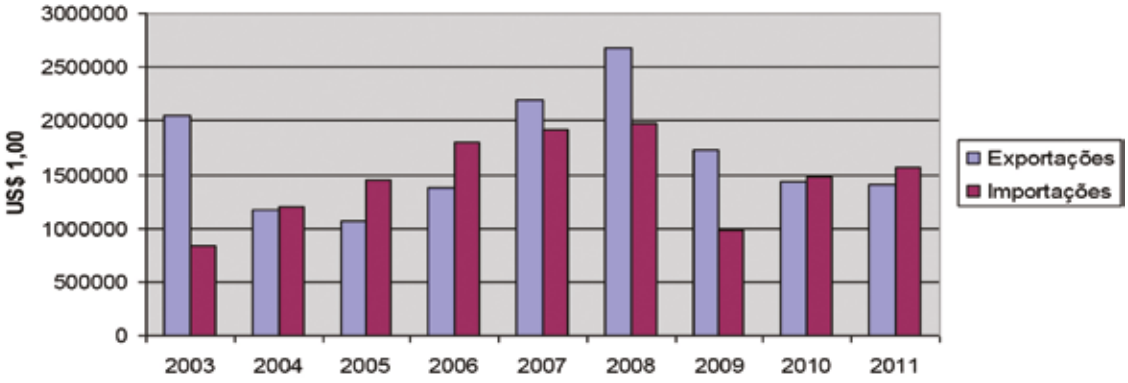


Fonte: Secex/MDIC (2014)

Entretanto, considerando o período de 2003 a 2011, embora o número de empresas importadoras tenha superado o de exportadoras, bem como o volume total das importações em relação às exportações, o saldo comercial do segmento, a partir dos valores médios das exportações e importações, tem sido equilibrado ou positivo – com exceção para os anos de 2005 e 2006, de acordo com os dados do gráfico 38. O valor médio das exportações (em US$) tem se equiparado, ou até mesmo superado o valor médio das importações do segmento, principalmente a partir do ano de 2007, revelando um maior valor agregado para os bens exportados do que para os importados, aspecto este que diferencia o segmento.

Gráfico 38

Exportações e importações – valor médio (2003-2011)



Fonte: Secex/MDIC (2013)

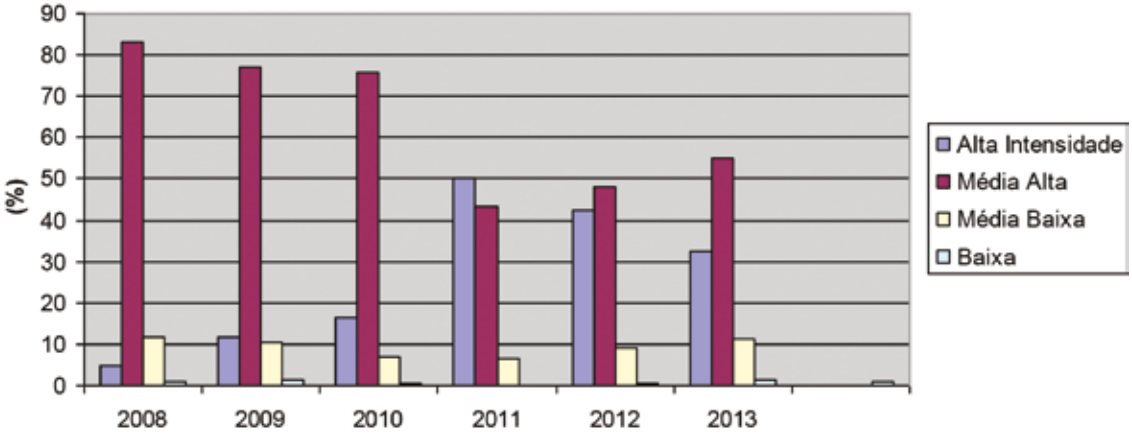
Entre 2008 e 2013, verifica-se uma diversificada pauta de produtos exportados no segmento, com 231 números da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) distintos, exportados para 54 países, em média, no período. Observa-se a predominância de exportações classificadas como de média-alta intensidade, seguidas das de alta intensidade, média-baixa e, por fim, as de baixa intensidade, o que é coerente com o grau de complexidade que envolve as atividades do segmento.

Com relação às importações, observa-se uma diversificação ainda maior na pauta de produtos importados pelo segmento, com 333 NCMs distintos para o mesmo período, oriundos de, aproximadamente 40 países, em média.

Quanto ao nível de intensidade tecnológica, as importações também se concentram em produtos de média-alta intensidade, com 46,15%. Porém, as importações de baixa intensidade superam as de alta intensidade, diferentemente do que ocorre com as exportações (gráficos 39 e 40).

Gráfico 39

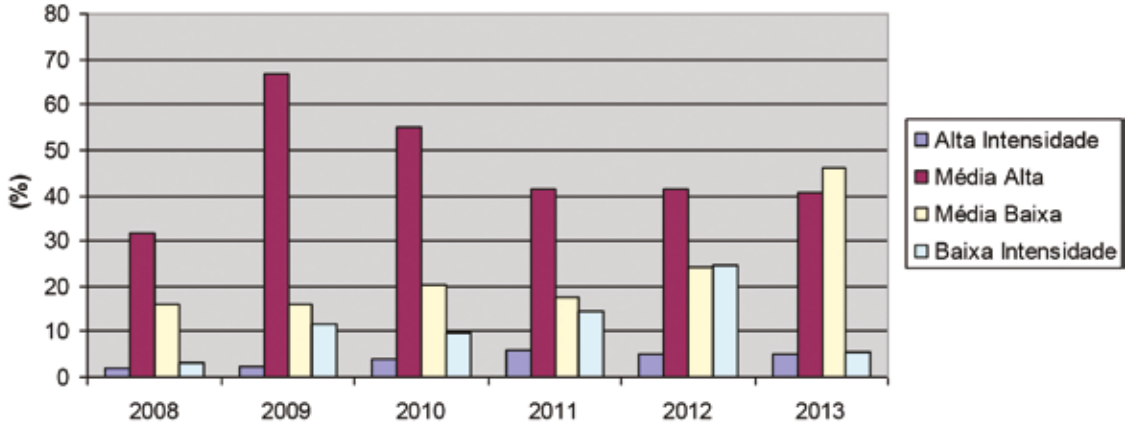
Percentual de exportações por grau de intensidade tecnológica (2008-2013)



Fonte: Secex/MDIC (2014)

Gráfico 40

Percentual de importações por grau de intensidade tecnológica (2008-2013)



Fonte: Secex/MDIC (2014)

Entre os anos de 2008 e 2013 foram identificados como os dez principais itens NCM exportados pelas empresas do segmento os produtos das cadeias produtivas da indústria química, de bens de capital, aeronáutica e complexo da defesa. Entre esses dez NCMs, observa-se a presença de produtos não especificamente relacionados ao segmento espacial, tais como cartuchos para espingardas e outros, uma vez que as firmas da amostra atuam também em outros segmentos industriais, pertencentes ou não à base industrial de defesa (tabela 17).

Quanto aos dez principais itens NCM importados no período, encontram-se distribuídos produtos da cadeia da indústria química e de bens de capital, mas encontram-se ainda produtos pertencentes ao complexo da saúde, à indústria metalúrgica, tecnologias da informação e comunicação (TICs) e complexo eletroeletrônico. Interessante observar que entre os principais bens importados no segmento encontram-se produtos bastante distintos das aplicações espaciais, o que denota o grau de diversificação dos negócios das empresas da amostra (tabela 18).

Tabela 17

Principais NCMs exportados (2008-2013)

Principais NCMs exportados	Valor correspondente (US$)	Descrição NCM
85299030	25140796	Outras partes para aparelhos de radio detecção e radiossondagem
93062100	24597510	Cartuchos p/ espingardas/carabinas de cano liso
85312000	18030104	Painéis indicadores com dispositivos de cristais líquidos (LCD) ou de diodos emissores de luz (LED)
35061010	14165212	Produtos úteis como colas, adesivos, de cianoacrilatos, p<=1kg
35069190	13543090	Outros adesivos à base de plásticos
32141010	11496429	Mastique de vidraceiro, cimentos de resinas,outros mastiques.
39095011	11050563	Poliuretano em soluções em solventes orgânicos
90142090	10975508	Outros instrumentos e aparelhos para navegação aérea/espacial
39095019	10179920	Outros poliuretanos em líquido e pastas
73079900	7666956	Outros acessórios para tubos de ferro fundido, ferro ou aço

Fonte: Secex/MDIC (2014)

Tabela 18

Principais NCMs importados (2008-2013)

Principais NCMs importados	Valor correspondente (US$)	Descrição NCM
82090011	52890826	Plaquetas/pastilhas, ceramais para ferramentas
90318099	31841558	Outros instrumentos, aparelhos e máquinas de medida/ controle
35061090	26136029	Outros produtos utilizados como colas ou adesivos, peso<=1kg
90279099	24854758	Partes e acessórios para outros instrumentos e aparelhos para análise, etc.
84714900	24240610	Outras máquinas para processamento de dados apresentadas sob a forma de sistemas
90185090	18601879	Outros instrumentos e aparelhos de oftalmologia
88022010	18096543	Aviões a hélice, etc. peso<=2000kg
90185010	16120485	Microscópios binoculares para cirurgia oftalmológica
90118090	16104317	Outros microscópios ópticos
90278099	13659787	Outros instrumentos e aparelhos para análise, ensaio, medida, etc.

Fonte: Secex/MDIC (2014)

Com relação aos valores das operações de exportação das empresas do segmento, verifica-se que no período de 2005 a 2013 houve uma concentração em operações com valores de até US$ 1 milhão, com 129 ocorrências. Houve ainda 61 operações de US$ 1 milhão a US$ 10 milhões, quinze de US$ 10 milhões a US$ 50 milhões e apenas uma operação com valor entre US$50 milhões e US$ 100 milhões, para uma média de 16,8 empresas exportadoras no período (tabela 19).

Tabela 19

Quantidade de operações de exportação por faixa de valor (2005-2013)

Valores (US$)					
Ano	até 1 milhão	de 1 a 10 milhões	de 10 a 50 milhões	de 50 a 100 milhões	Número de empresas
2005	19	9	0	0	16
2006	14	9	1	0	16
2007	17	6	1	0	15
2008	15	6	2	0	15
2009	18	6	3	0	15
2010	11	5	1	1	15
2011	12	7	3	0	19
2012	10	5	3	0	18
2013	13	8	1	0	22
Total	129	61	15	1	16,8 (média)

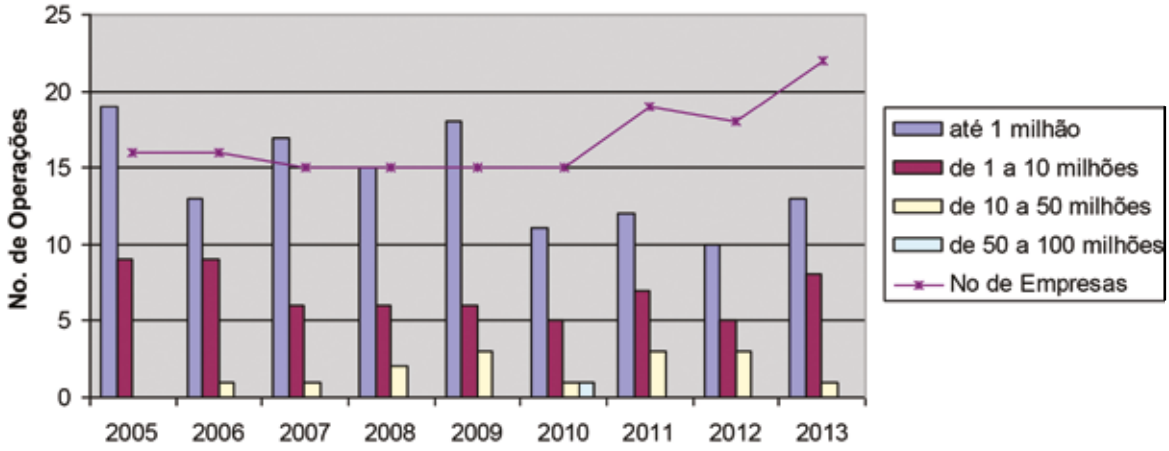
Fonte: Secex/MDIC (2013)

Verifica-se que há, no período, uma tendência de elevação no número de empresas exportadoras, mas não acompanhado de evolução nas faixas de valores das operações, mantendo a predominância das exportações até US$ 1 milhão e até US$ 10 milhões, com redução naquelas que envolveram valores acima de US$ 10 milhões, conforme o gráfico 41.

Gráfico 41

Evolução das operações de exportação por faixa de valor (2005-2013)

(Em US$)



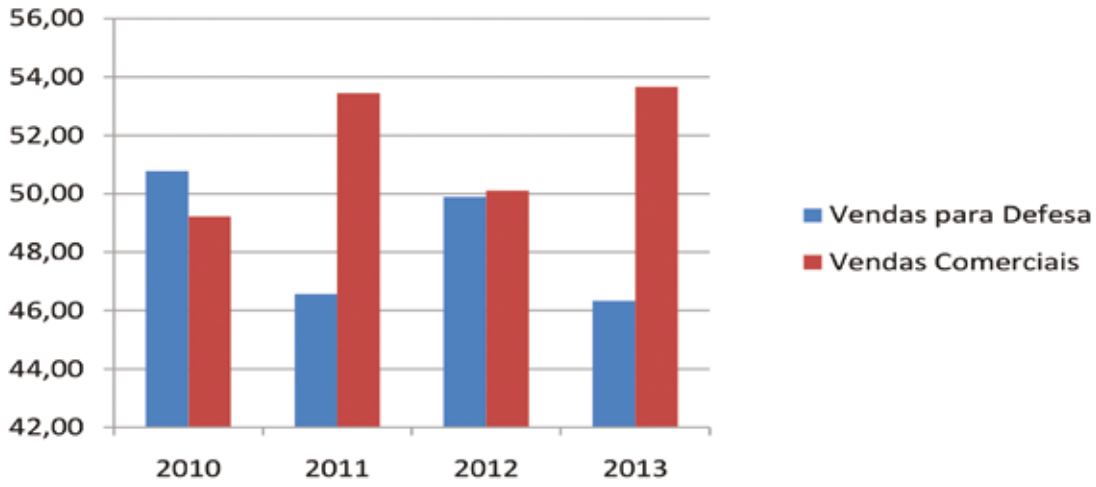
Fonte: Secex/MDIC (2013)

Com relação ao levantamento sobre inserção externa das empresas do segmento, realizado a partir do questionário via *web*, foi verificada a divisão das vendas internacionais entre os itens defesa, segurança pública e vendas comerciais. Os dados do questionário mostram que nenhuma das nove empresas que preencheram este item apresentaram vendas internacionais para o setor de segurança pública.

As vendas internacionais para o setor de defesa apresentaram uma tendência de queda, enquanto as vendas comerciais mostraram tendência de elevação (gráfico 42). Esses dados corroboram as perspectivas apontadas nos relatórios sobre o mercado espacial global para o ano de 2013, com o crescimento maior da participação do setor privado comercial em aquisições do segmento espacial.

Gráfico 42

Segmentação das vendas internacionais (2010-2013)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Entre as 25 empresas que responderam ao questionário, sete utilizam de 0% a 25% de suas receitas para a compra de insumos no exterior, seis utilizam de 25% a 50%, três de 50% a 75%, duas de 75% a 100%, e outras sete não enquadraram sua empresa nesta questão.

Portanto, mais da metade das empresas (treze) utiliza até 50% de suas receitas para a compra de insumos no exterior. O restante é realizado a partir de insumos nacionais. Esse dado é verificado também a partir da observação do percentual de conteúdo nacional (CN) para os produtos de defesa das empresas: doze das 25 empresas apresentam de 75% a 100% de insumos nacionais na produção e quatro empresas apresentam 50% a 75% de CN, o que equivale a 64% de empresas utilizando mais de 50% de insumos nacionais em sua produção (gráfico 43).

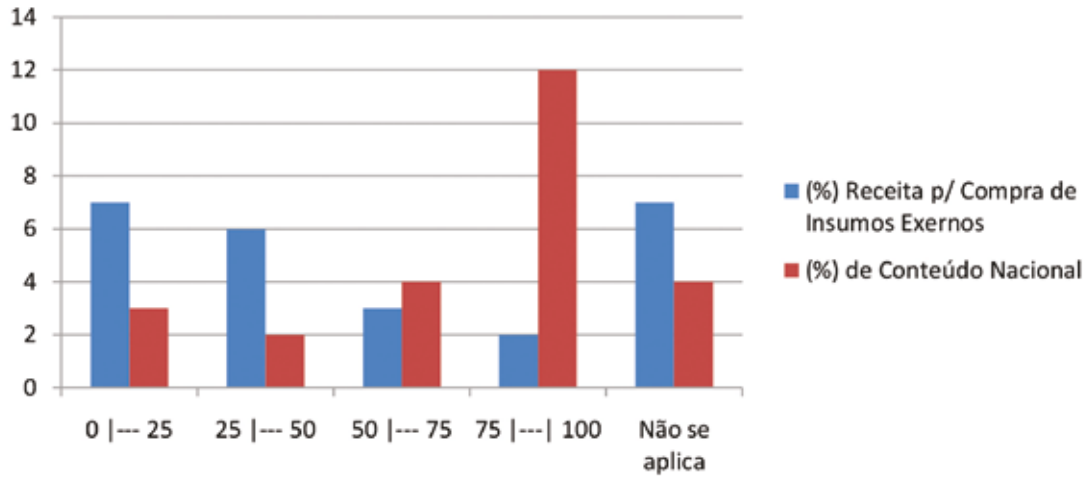
Sobre os obstáculos ao alcance de mercados externos, dois fatores se destacaram no questionário com uma frequência elevada no nível de importância muito alta. O primeiro deles é a consideração de que "os governos de outros países auxiliam suas empresas mais do que o governo brasileiro faz com nossas empresas", com 64% das firmas considerando esse um obstáculo de importância muito alta, 25% com grau de importância alta, 2% média, 1% baixa e 0% muito baixa.

Outro fator que se destacou como obstáculo foi a "burocracia interna", considerada por 40% das empresas como de importância muito alta, 25% de importância alta, 20% média, 8% baixa e 8% muito baixa (tabela 20). Outros fatores apontados como óbices pelas empresas respondentes foram: a falta de seguro de crédito (garantias), considerada por 72%

das empresas como de importância muito alta e alta e a falta de crédito, com 60% das empresas atribuindo os graus de importância muito alta e alta, entre outros. Esses dados coincidem com as análises de dados obtidos do MDIC sobre a política de exportações, na qual o instrumento mais utilizado pelas firmas foi o *Drawback*, com baixo nível de utilização do Proex e do Exim.

Gráfico 43

Receitas utilizadas para a compra de insumos externos e conteúdo nacional para produtos de defesa



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Tabela 20

Obstáculos à obtenção de mercados externos

Obstáculos na busca por mercados externos	Importância				
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
Taxa de câmbio desfavorável	7	7	9	2	0
Custos portuários e aeroportuários	7	7	4	5	2
Custo do frete internacional	3	7	6	7	2
Custo do transporte interno	2	5	9	6	3
Barreiras técnicas de potenciais países compradores	1	7	10	6	1
Falta de informação sobre as leis dos potenciais países compradores	3	3	11	6	2
Falta de crédito	6	9	7	3	0
Falta de seguro de crédito (garantias)	6	12	3	4	0
Burocracia interna	**10**	**6**	**5**	**2**	**2**
Imagem do Brasil não é associada a produtos da área de defesa	1	6	14	3	1
Preço não é competitivo com similares de empresas estrangeiras	1	12	9	3	0
Qualidade/tecnologia não é competitiva com similares de empresas estrangeiras	3	6	8	7	1
Governos de outros países auxiliam as empresas de seus respectivos países mais do que o governo brasileiro faz com nossas empresas	**16**	**6**	**2**	**1**	**0**
A empresa não tem condições de expor produtos em feiras internacionais do setor fora do Brasil (Eurosatory, Farnborough, DSEi, etc)	6	4	5	9	1

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Inovação

Participação em grupos de pesquisa do CNPq

Das 115 empresas listadas no segmento, atualmente quinze têm a atuação de grupos de pesquisa cadastrados no CNPq. Destas quinze empresas, onze dispõem de um grupo de pesquisa, duas de três grupos de pesquisa, e outras duas empresas têm dois grupos, totalizando 21 grupos de pesquisa para as quinze empresas do segmento.

Os 21 grupos de pesquisa atuam nas seguintes grandes áreas: engenharias, ciências exatas e da terra, ciências humanas e ciências biológicas, nas áreas de: ciência da computação, educação, engenharia aeroespacial, engenharia de materiais e metalúrgica, engenharia de produção, engenharia elétrica, física, geociências, química e ecologia. As principais atividades dos grupos de pesquisa envolvem: "pesquisa científica com ou sem considerações de uso imediato dos resultados" e a "transferência de tecnologia desenvolvida pelo grupo para o parceiro" industrial (tabela 21).

Embora o percentual de participação das empresas do segmento em grupos de pesquisa do CNPq (13,04%) seja inferior ao encontrado no estudo de Schmidt (2011), considera-se a existência de potencial inovativo nessas empresas participantes, nas quais se verifica a presença de 189 profissionais com doutorado e expressiva produção científica nas áreas de geociências, engenharia aeroespacial, física e química com a publicação de 946 artigos internacionais e 463 artigos nacionais.

Tabela 21

Participação em grupos de pesquisa cadastrados no CNPq

Grande área	Área	Grupo	Quantidade de Doutores
Ciências exatas e da terra	Química	Sensores eletroquímicos	7
	Ciência da computação	Geoinformática e modelagem ambiental	9
	Ciência da computação	Grupo de sistemas embarcados	6
	Geociências	Sistemas e métodos de planejamento e gestão territorial	4
	Física	Laboratório de óptica e sistemas amorfos	10
	Geociências	Grupo de pesquisa em cadastro Técnico multifinalitário e gestão territorial - GT cadastro	32
	Ciência da computação	Geoinformática e modelagem ambiental	9
	Física	Grupo interdisciplinar de estado sólido e simulação	8
	Física	Grupo de óptica	13
	Química	Tecnologia dos materiais compostos	2
Engenharias	Engenharia elétrica	Processamento de sinais radar, de comunicação e infravermelho	2
	Engenharia elétrica	Sistemas de comunicações e processamento de sinais	8
	Engenharia aeroespacial	Controle e guiagem de sistemas aeroespaciais	3
	Engenharia de materiais e metalúrgica	Núcleo de termodinâmica computacional para a metalurgia (NTCM)	2
	Engenharia de transportes	Translab	3
	Engenharia aeroespacial	Dinâmica orbital	14
	Engenharia de produção	TGL - Núcleo de estudos de tecnologia, gestão e logística	14
	Engenharia de produção	TGL - Núcleo de estudos de tecnologia, gestão e logística	14
	Engenharia de materiais e metalúrgica	Caracterização de materiais	10
Ciências biológicas	Ecologia	Recuperação de áreas degradadas	17
Ciências humanas	Educação	Apoio universitário ao ensino médio público	2
Total		21 Grupos	189

Fonte: CNPq (2013)

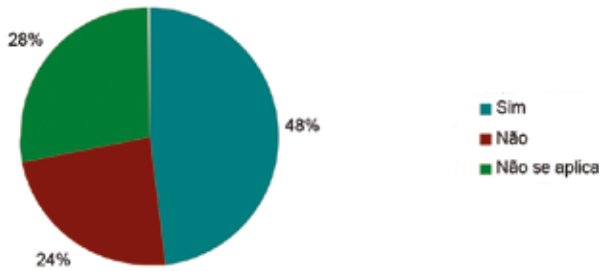
Os dados do questionário também apontam esse potencial inovativo, pois, embora as empresas relatem dificuldades para a obtenção de mão de obra especializada, a maior parte delas realiza projetos de pesquisa e desenvolvimento: das 25 empresas respondentes, dezoito (72%) realizaram atividades em P&D, sendo doze (66,7%) atividades contínuas, e seis (33,3%) atividades ocasionais, o que reflete o elevado nível de qualificação do pessoal empregado nas empresas do segmento.

No entanto, as atividades de P&D das empresas estão sujeitas às oscilações dos gastos governamentais na área de defesa. Questionadas se os valores destinados a P&D, entre 2004 e 2013, foram impactados por oscilações do orçamento de defesa, 48% das empresas participantes consideraram que esses valores foram influenciados por oscilações dos gastos governamentais na área da defesa; 24% apontaram que os valores para P&D não foram afetados por essas oscilações; e 28% (sete empresas, aquelas que não realizam atividades de P&D) optaram pelo item "não se aplica" (gráfico 44). Assim, das dezoito empresas que investem em P&D, doze (66,7%) consideram que as oscilações orçamentárias têm impactos sobre os seus projetos de P&D.

Gráfico 44

Valores destinados a P&D impactados por oscilações de gastos governamentais na área da defesa (2004-2013)

(Em %)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Questionadas sobre a convergência entre as tecnologias desenvolvidas para os mercados civis ou militares, 12% das empresas participantes afirmaram já ter desenvolvido produtos ou tecnologias destinados ao mercado civil que foram posteriormente comercializados em mercados militares – o chamado efeito *spin in*; 88% das empresas não vivenciaram esse efeito.

Como exemplos de produtos ou tecnologias que inicialmente eram destinados ao mercado civil e, em seguida, foram comercializados em mercados militares, as empresas citaram: moldes para fabricação de peças em carbono; concepção de sistemas espaciais; medidor de distância a laser; dispositivos de montagem de estruturas aeronáuticas; desenvolvimento de sistemas espaciais; retinógrafo para análise de fundo de olho (retina); plataformas; integração de sistemas espaciais; *mock up* teste de paraquedista; operação de sistemas espaciais; e dispositivos de ensaio estrutural.

Com relação ao efeito *spin off*, um percentual maior de empresas (20% delas) desenvolveu produtos ou tecnologias destinados aos mercados militares e que foram comercializados no mercado civil.

As empresas citaram como exemplos de produtos ou tecnologias que inicialmente eram destinados a mercados militares e, em seguida, foram comercializados ao mercado civil: sistema de integração de sensores; radar de vigilância e controle de tráfego aéreo; desenvolvimento de ambientes de desenvolvimento de *software* para satélites; tinta absorvedora de micro-ondas; computador de bordo para gerenciamento de frotas automotivas; sistema de monitoração do espectro eletromagnético; desenvolvimento de *hardware* tolerante a falhas; tinta anti-infravermelho; conhecimentos avançados de projeto de *hardware* e desenvolvimento de *software*; pintura catódica – tratamento superficial; e procedimentos de verificação e validação para sistemas embarcados de aplicação crítica.

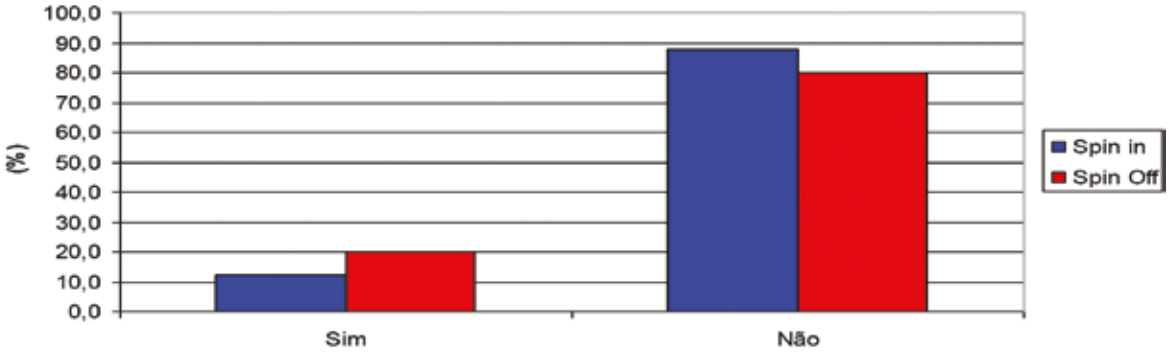
Assim, observa-se que embora uma das características da área de defesa seja a sua especificidade nas aplicações das tecnologias desenvolvidas, é possível haver convergência com aplicações civis, o que, no caso do segmento espacial, torna-se bastante visível, por exemplo, nos serviços gerados por satélites. Dessa forma, a tecnologia é dual e suas aplicações é que são específicas.

Dagnino (2008) afirma estar em ascensão o efeito *spin in*, em contrapartida ao efeito *spin off*. No

entanto, em relação ao segmento espacial, os dados da pesquisa apontam para uma prevalência do efeito *spin off* (de 20% para 12%), embora se deva considerar que em 80% das tecnologias ou produtos desenvolvidos não houve o aproveitamento para o mercado civil.

Gráfico 45

Tecnologias que geraram transbordamento (*spin in* ou *spin off*)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Já com relação às perspectivas sobre o aproveitamento de novas linhas de produtos civis em mercados militares, 28% das empresas consideram essa possibilidade extremamente promissora; 16% como muito promissora; 20% a consideram razoavelmente promissora; e 36% pouco ou nada promissora. Sobre as perspectivas de *spin off*, 32% das empresas visualizam como extremamente promissora e 8% como muito promissora a possibilidade de que as inovações na linha de produtos de defesa sejam aproveitadas na área civil; 20% a consideram como razoavelmente promissora e 40% como pouco ou nada promissora.

Assim, de acordo com a tabela 22 e o gráfico 46, com relação às expectativas, mantém-se a prevalência do *spin off* sobre o *spin in* para o item "extremamente promissora", porém, com inversão no item "muito promissora".

Tabela 22

Expectativas de *spin off* ou *spin in*

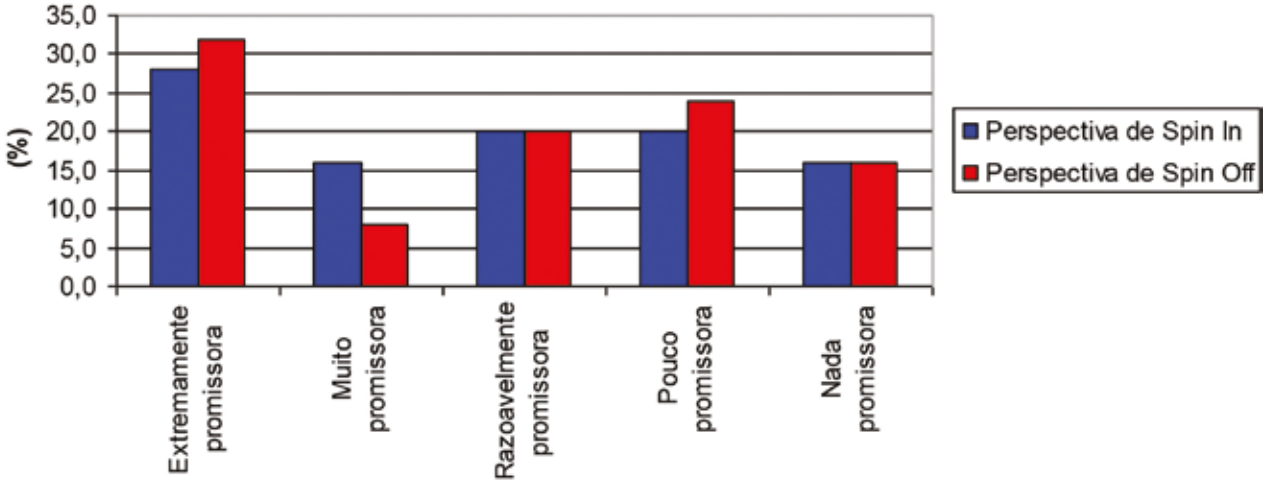
Perspectiva	Número de empresas que esperam que as inovações na linha de produtos civis sejam aproveitadas para área de defesa	Percentual (%)	Número de empresas que esperam que as inovações na linha de produtos de defesa sejam aproveitadas na área civil	Percentual (%)
Extremamente promissora	7	28,0	8	32,0
Muito promissora	4	16,0	2	8,0
Razoavelmente promissora	5	20,0	5	20,0
Pouco promissora	5	20,0	6	24,0
Nada promissora	4	16,0	4	16,0

Fonte: *WebSurvey* (2014)

Gráfico 46

Expectativas de *spin off* ou *spin in*

(Em %)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Propriedade intelectual

No período de 2001 a 2012 foram realizados 99 pedidos de registros de patentes entre as firmas do segmento, com a ocorrência de 88 registros, entre patentes de invenção (PI)[16] ou modelo de utilidade (MU)[17]. Dos 99 pedidos, 51 foram realizados por uma única empresa, revelando a possibilidade de concentração das atividades de inovação. Se consideradas as três principais empresas a depositarem patentes, juntas representaram 90% do total de registros no período.

No ano de 2012, uma empresa do segmento depositou dezessete patentes no INPI. Se considerado o valor médio de patentes em relação ao total de firmas do segmento, tem-se 14,78 patentes por firma no ano – valor bastante superior à média nacional anual de outros setores (0,04). Esse fator pode vir a confirmar a potencialidade do segmento em relação à sua capacidade de inovação, já vislumbrada pela diferenciação da mão de obra, com elevada presença de engenheiros e cientistas, e pelas participações em projetos de pesquisa do CNPq e/ou apoiados por fundos setoriais de ciência e tecnologia, apesar de uma concentração das atividades inovativas em torno de poucas empresas.

Análise da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec)

O IBGE, com o apoio da FINEP, divulga a cada triênio a Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), que tem como objetivo principal "conhecer as atividades inovativas desenvolvidas nas empresas industriais, de telecomunicações, de atividades de informática e serviços relacionados e de pesquisa e desenvolvimento, de modo a acompanhar sua evolução no tempo" (IBGE, 2014). Das 115 empresas do segmento, quinze empresas em média a cada triênio fizeram parte da Pintec do IBGE, participando de projetos para a implementação de inovações

16. Produtos ou processos que atendam aos requisitos de atividade inventiva, novidade e aplicação industrial, com validade de 20 anos a partir da data do depósito (INPI, 2014).

17. Objeto de uso prático, ou parte deste, suscetível de aplicação industrial, que apresente nova forma ou disposição, envolvendo ato inventivo, que resulte em melhoria funcional no seu uso ou em sua fabricação, com validade de 15 anos a partir da data do depósito (INPI, 2014).

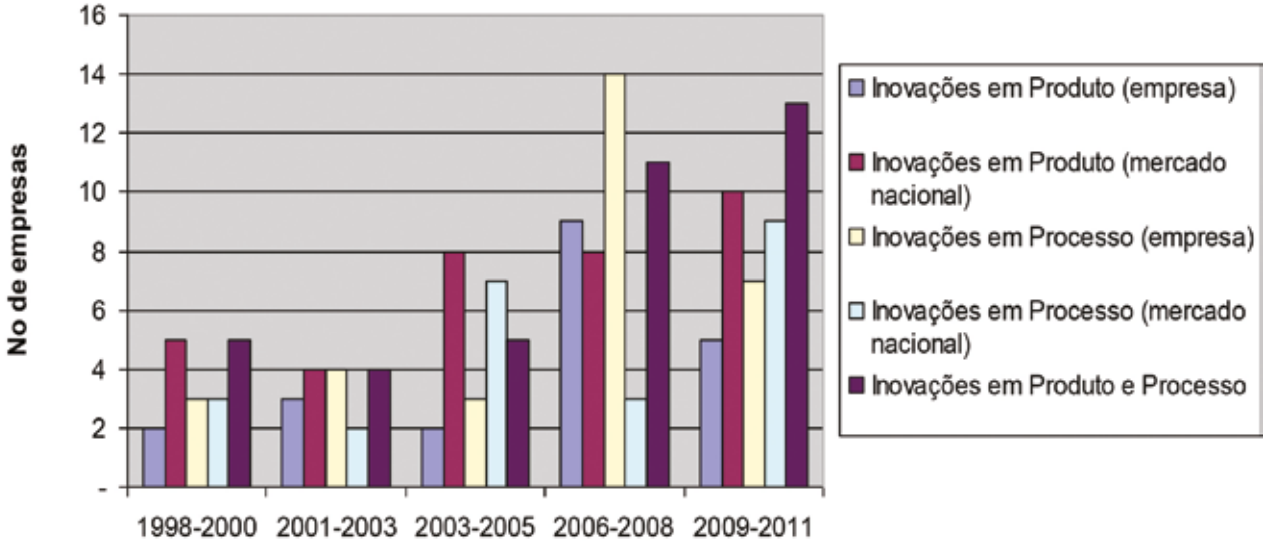
de produto ou processo, ou ambos, com projetos implementados, incompletos ou abandonados.[18]

Ocorreram, em média, dez implementações de inovações em produtos novos para a empresa e/ou para o mercado nacional. Também dez inovações em processo e oito inovações em produto e processo, em média, durantes os períodos considerados na Pintec (gráfico 47).

Verifica-se uma tendência crescente nas atividades inovativas nas empresas do segmento, sobretudo até o triênio 2006-2008. Após esse triênio, possivelmente em função da crise econômica mundial de 2008, as empresas reduziram seus processos inovativos, principalmente em inovações de produtos, diante de um ambiente financeiro de mais incertezas, inibindo novos investimentos. No triênio posterior, passam a prevalecer as inovações em processo, ou as simultâneas em produto e processo (tabela 23).

Gráfico 47

Implementações de inovações em produto e/ou processo por número de empresas no triênio (1998-2011)



Fonte: Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec). IBGE (2014)

18. A Pintec segue a recomendação do Manual Oslo, no qual a inovação de produto e processo é definida pela implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos novos ou substancialmente aprimorados. A implementação da inovação ocorre quando o produto é introduzido no mercado ou quando o processo passa a ser operado pela empresa (IBGE, 2008).

Tabela 23

Implementações de Inovações, Projetos Incompletos ou Inacabados por número de empresas no segmento espacial (1998-2011)

Triênio	Número de empresas	Implementações de inovações								Com projetos incompletos				Com projetos abandonados			
		Total	Produto			Processo			Produto e processo	Total	Em produto	Em processo	Em ambos	Total	Em produto	Em processo	Em ambos
			Total	Novo para empresa	Novo para mercado nacional	Total	Novo para empresa	Novo para mercado nacional									
1998-2000	8	6	6	2	5	5	3	3	5	6	3	1	2	2	1	-	1
2001-2003	9	6	5	3	4	5	4	2	4	2	1	1	-	1	1	-	-
2003-2005	13	13	9	2	8	9	3	7	5	7	7	-	-	-	-	-	-
2006-2008	23	19	14	9	8	16	14	3	11	13	11	-	2	-	-	-	-
2009-2011	22	16	14	5	10	15	7	9	13	13	8	1	4	-	-	-	-
Média	15	12	10	4	7	10	6	5	8	8	6	1	2	1	-	-	-

Fonte: Pintec (IBGE, 2014)

Obs.: Foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado, que desenvolveram projetos que foram abandonados ou ficaram incompletos, e que realizaram mudanças organizacionais

Ainda com relação à Pintec, verifica-se que as próprias empresas costumam ser as principais responsáveis por seus processos inovativos, principalmente com relação às inovações em produto (tabela 24). Tal fato pode refletir que há um baixo nível de atividades de P&D em cooperação com outras empresas do segmento, ou institutos de pesquisa da área espacial, a despeito de sua concentração geográfica e formação de associações de classe como a AIAB.

Tabela 24

Principal responsável pelo desenvolvimento de produto e/ou processo nas empresas que implementaram inovações (1998-2011)

Período	Produto				Processo			
	A empresa	Outra empresa do grupo	A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	Outras empresas ou institutos	A empresa	Outra empresa do grupo	A empresa em cooperação com outras empresas ou institutos	Outras empresas ou institutos
1998-2000	5	-	1	-	3	-	1	1
2001-2003	2	1	2	-	1	1	1	2
2003-2005	6	1	1	1	6	1	1	1
2006-2008	7	3	4	-	3	-	1	12
2009-2011	7	2	4	1	8	2	3	2
Média período	5	2	2	-	4	1	1	4

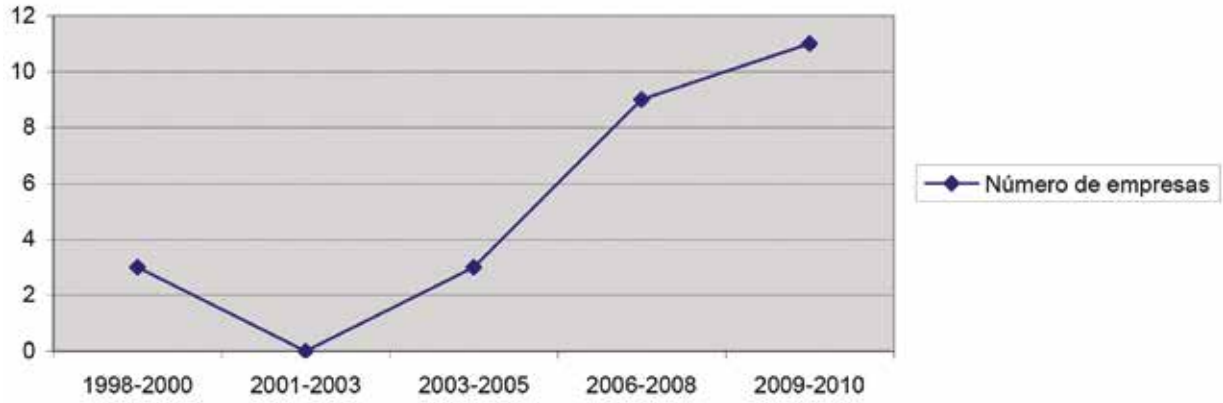
Fonte: Pintec (IBGE, 2014)

Entre as empresas que implementaram inovações durante o período de 1998 a 2011, em cinco edições da Pintec, observa-se que houve um crescente número de firmas que receberam o suporte governamental para as atividades inovativas em diferentes programas de apoio como: incentivos fiscais, subvenção econômica, financiamentos para P&D ou para compras de máquinas e equipamentos, entre outros (gráfico 48) – com uma exceção para a edição 2001-2003 da Pintec. O número de empresas atendidas passou de três para onze no período 1998-2011.

De 2009 a 2011, a modalidade "subvenção econômica" foi o tipo de apoio mais utilizado, seguido de "incentivo fiscal a P&D".

Gráfico 48

Empresas que receberam apoio governamental para as suas atividades inovativas (1998-2011)

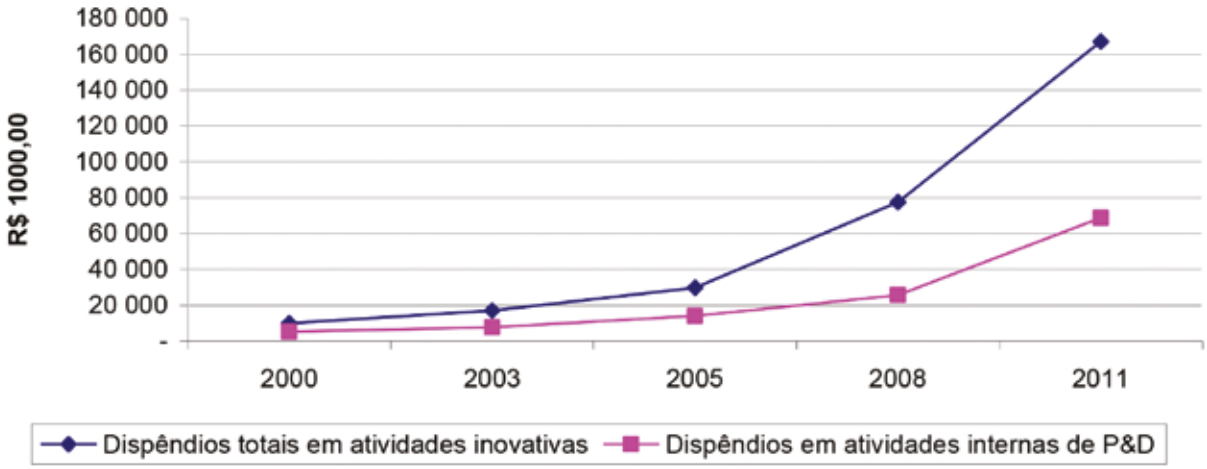


Fonte: Pintec (IBGE, 2014)

A elevação do número de empresas beneficiadas com programas de apoio ao desenvolvimento tecnológico se reflete também no crescimento dos dispêndios das empresas em atividades inovativas. Segundo os dados da Pintec, no período de 2000 a 2011, são crescentes os investimentos em inovação nas empresas do segmento, inclusive em atividades internas de P&D. Conforme o gráfico 49, essa elevação nos dispêndios com atividades inovativas ocorre, principalmente, a partir do ano de 2005, quando aumenta o número de empresas apoiadas por programas de incentivo a P&D

Gráfico 49

Dispêndios em atividades inovativas nas empresas do segmento



Fonte: Pintec (IBGE, 2014)

O questionário enviado às empresas via *web* também buscou levantar dados sobre os itens avaliados pela Pintec para o período de 2009 a 2013. Nesse período, entre as 25 empresas respondentes, quatro (16%) delas realizaram absorção de P&D externa, ou seja, realizada por outra organização, empresa ou instituição tecnológica.

No entanto, quinze empresas (60%) introduziram produto novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado nacional, e seis (24%) introduziram produto novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado mundial. Com relação às inovações em processo, treze (52%) empresas introduziram processo novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado nacional, e também seis (24%) introduziram processo novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado mundial (gráfico 50).

Esses dados situam-se em posição coerente à divulgada pela Pintec para o triênio 2009-2011 e refletem o potencial inovativo do segmento espacial, conforme já observado em sua estrutura produtiva – qualificação da mão de obra, participações em grupos de pesquisa, registros de patentes, etc.

Questionadas sobre os principais parceiros para o desenvolvimento de inovações, as empresas participantes do questionário revelaram que, entre os anos de 2010 e 2013, quinze empresas (60%) estiveram envolvidas em arranjos cooperativos com outras organizações, com vistas a desenvolver atividades inovativas; dez empresas (40%) não apontaram esse tipo de cooperação.

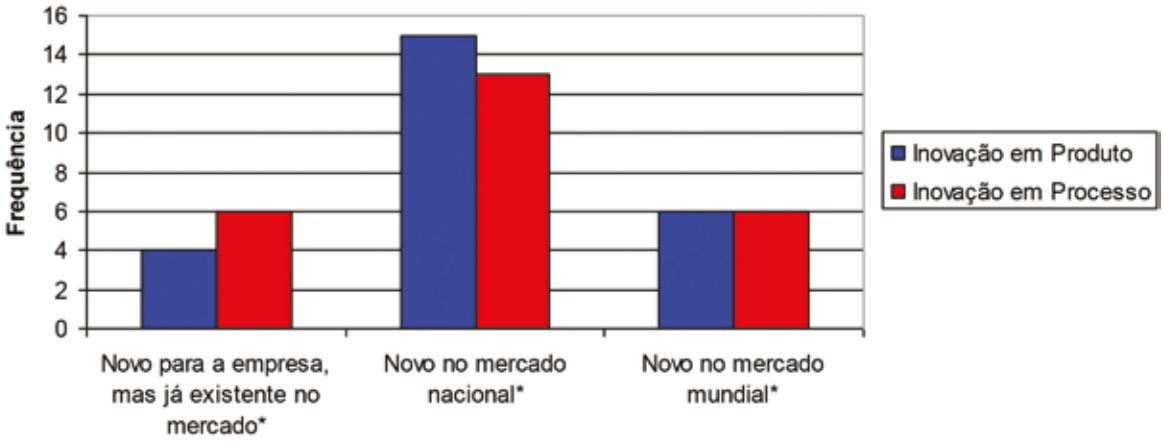
Entre os diversos tipos de parceiro para o desenvolvimento de inovações, os centros de pesquisa militares foram aqueles os quais as empresas mais apontaram como de importância alta, com 11 empresas (o equivalente a 73,3%).

Essa informação foi também verificada durante as visitas técnicas às empresas, onde foram mencionadas diversas parcerias da indústria com os institutos de pesquisa das Forças Armadas. No caso específico do setor espacial, foram citadas várias parcerias entre as empresas do segmento e o Instituto de Aeronáutica

e Espaço (IAE), por exemplo, o que revela que ainda é bastante relevante o papel desempenhado pelas forças no desenvolvimento científico e tecnológico relacionado à defesa.

Gráfico 50

Empresas que realizaram inovações em produto ou processo (2009-2013)



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Obs.: Introdução de produto ou processo novo ou significativamente aperfeiçoado

Foram também apontados os próprios clientes ou consumidores, como parceiros de alta relevância para o desenvolvimento de atividades inovativas, com 66,7% de marcações nesse grau. Nesse aspecto, há que se considerar que as Forças Armadas estão também entre os principais clientes e são, ao mesmo tempo, parceiros em P&D e compradores dos produtos finais das empresas.

Outro parceiro de grande relevância foram as universidades, que foram apontadas por sete empresas (46,7%) como de alta importância. De fato, tem sido verificada a participação de universidades em projetos como, por exemplo, o do satélite Itasat, desenvolvido pelo ITA e com a participação de alunos da Universidade de São Paulo (USP), nas áreas de engenharia elétrica e telecomunicações, e da Universidade de Campinas (Unicamp) na área de computação. Já os parceiros considerados de menor relevância para o desenvolvimento de atividades inovativas foram os "centros de capacitação profissional e assistência técnica", "concorrentes", "outra empresa do grupo" e "outros" (tabela 25).

Considerando as relações comerciais da empresa que contribuem para a melhoria da capacidade tecnológica, as empresas do segmento apontaram, como exemplos da relação empresa-cliente: "Serviços de P&D com o Centro Tecnológico do Exército (CTEX)", "Interação com CCOMGEX para optrônicos do SISFRON", "Fornecimento dos sensores do SISFRON – Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMG)", "Fornecimento do radar saber M60 para a comissão de implantação do sistema de controle do espaço aéreo", "Interação com INPE para componentes satelitais" e "Interação com a COPAC para sistemas do KC-390", além de outras atividades desenvolvidas com ou para a Força Aérea Brasileira, a Marinha do Brasil e o Exército Brasileiro. Novamente, as empresas ressaltam as parcerias com as forças como fortes contribuintes para a sua capacitação tecnológica.

Quanto às relações empresa-fornecedor que contribuem para a melhoria da capacidade tecnológica, as empresas do segmento apontaram como exemplos: "absorção de conhecimentos relativos aos projetos desenvolvidos na área de defesa para sua futura reutilização", "investimentos no setor produtivo da empresa", "desenvolvimento conjunto em alguns

casos", "desenvolvimento de pesquisas das rotas de desenvolvimento tecnológico", "melhor capacitação tecnológica" e "desenvolvimento de soluções derivadas *spin off*".

Com relação à transferência de tecnologia, 44% das empresas respondentes afirmaram ter recebido transferência de tecnologia (*know how*) de produto ou de processo e 56% não.

Porém, apenas duas empresas (8%) das 25 respondentes apontaram como sua principal estratégia tecnológica a "absorção de tecnologia por meio de cooperação internacional"; quinze empresas (60%) apontaram a "inovação" como sua principal estratégia tecnológica, três empresas (12%) indicaram o "aperfeiçoamento"; três empresas optaram pelo item "não se aplica", e duas empresas não responderam essa questão.

Tabela 25

Principais parceiros no desenvolvimento de inovações

Categoria de parceiro	Importância				Não se aplica
	Alta	Média	Baixa	Não relevante	
Centros de capacitação profissional e assistência técnica	3	2	4	6	10
Clientes ou consumidores	**10**	**3**	**1**	**1**	**10**
Fornecedores	5	6	4	0	10
Concorrentes	3	5	1	6	10
Centros de pesquisa militares	**11**	**3**	**1**	**0**	**10**
Centros de pesquisa civis	4	5	4	2	10
Instituições de testes, ensaios e certificações	6	6	2	1	10
Outra empresa do grupo	5	4	0	6	10
Universidades	**7**	**6**	**0**	**2**	**10**
Outros	1	2	1	11	10

Fonte: *WebSurvey* (2014).

Perfil das empresas com participação de capital estrangeiro

Para esta análise, foi realizado um recorte amostral em empresas do segmento de sistemas espaciais voltados para a defesa, que apresentassem uma participação de capital estrangeiro igual ou superior a 30% do capital da firma. Das 115 empresas da amostra, foram então selecionadas quatorze empresas com participação de capital estrangeiro (PCE). O objetivo dessa segmentação foi verificar se há, nessas empresas, condições que as diferenciem em relação à competitividade, potencial tecnológico, inserção externa e acesso ao crédito.

Volume e perfil dos recursos humanos

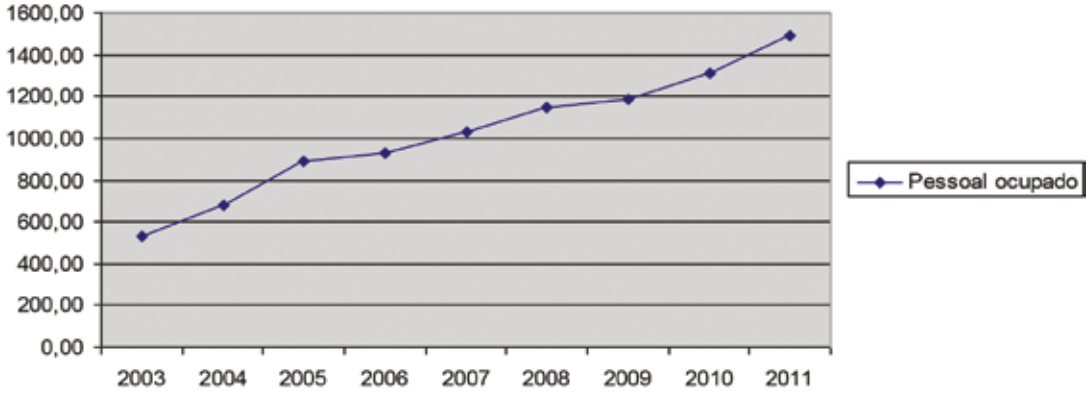
Para o período de 2003 a 2011, verifica-se uma elevação no volume de pessoal ocupado total nas empresas PCE, acompanhando a tendência de crescimento ocorrente no total das empresas do segmento (gráfico 51). Em 2003, eram 527,68 pessoas empregadas nas quatorze empresas selecionadas, enquanto, em 2011, esse número atingiu 1492,32 pessoas, um aumento de 182,8%.

O mesmo se observa em relação ao pessoal ocupado médio, com uma taxa de crescimento, no período, de 102% (gráfico 52).

Com relação ao porte das empresas, observa-se, no gráfico 53, que também nas empresas com participação de capital estrangeiro há a predominância de pequenas e médias empresas. No entanto, cinco das quatorze empresas situam-se na faixa de 99 a 249 funcionários, duas na faixa de 249 a 499 e nenhuma firma apresentou um número de funcionários superior a 499 (grande empresa).

Gráfico 51

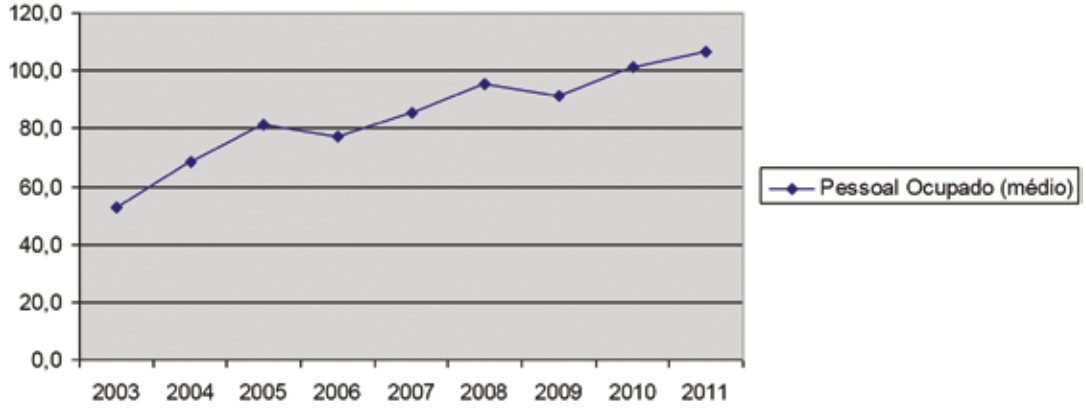
Evolução do pessoal ocupado total nas empresas PCE (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Gráfico 52

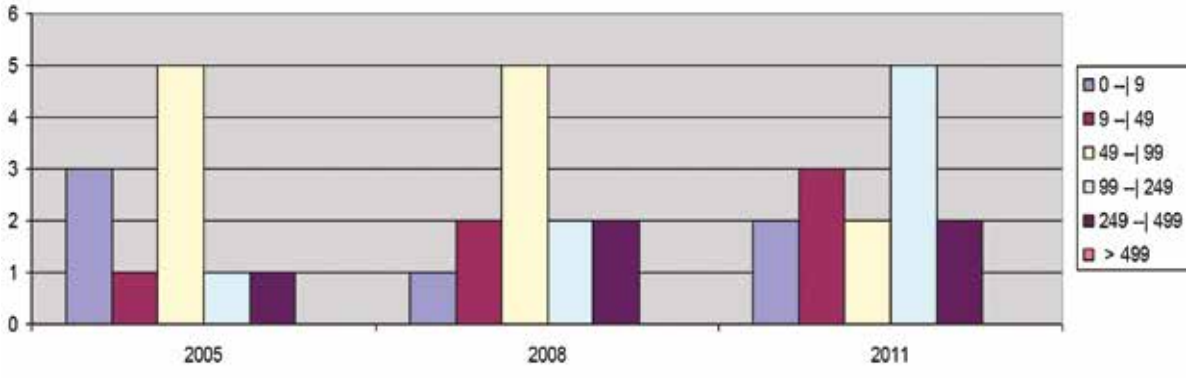
Evolução do pessoal ocupado médio nas empresas PCE (2003-2011)



Fonte: Rais (2014)

Gráfico 53

Número de empresas PCE por porte (2005, 2008 e 2011)



Fonte: Rais (2014)

Com relação ao perfil do pessoal ocupado nas quatorze empresas com capital estrangeiro em sua estrutura, verifica-se um grau de escolaridade médio de 12,7 anos de estudo, para o período de 2003 a 2011. Essa média é superior à média nacional e também à média do segmento como um todo, que é de 11,6 anos de estudo, confirmando a expectativa de diferenciação da mão de obra empregada nessas empresas.

Observa-se também nas empresas PCE, assim como no segmento como um todo, uma elevação no grau de escolaridade do pessoal ocupado ao longo do período considerado. Em 2003, o tempo médio de estudo foi de 12,33 anos, chegando a atingir 13,37 anos em 2011.

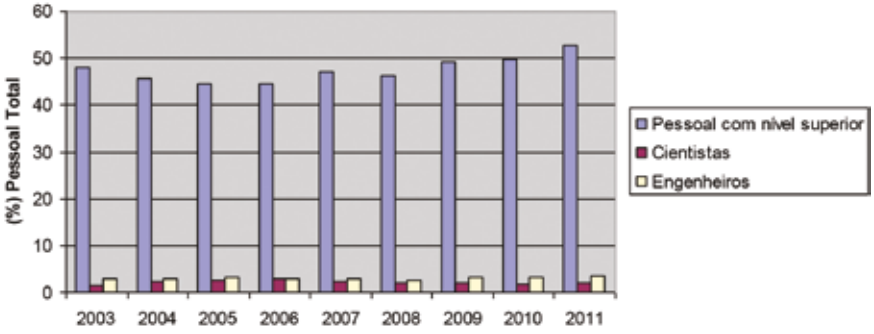
Ainda, com relação à qualificação do pessoal, as quatorze empresas PCE apresentam um elevado percentual de profissionais com nível superior: 47,5% do pessoal ocupado total, em média, para período. Percentual este significativamente superior à média do segmento em geral para o mesmo período: 37, 5%.

No entanto, essa diferenciação da mão de obra não se confirmou nos indicadores "percentual de técnicos (cientistas)" e "percentual de engenheiros". Nas empresas PCE, esses níveis foram inferiores aos da amostra completa do segmento, embora ainda superiores à média global das firmas nacionais (gráfico 54).

Em relação à massa salarial, também nas quatorze empresas verifica-se uma elevação no valor total dos salários do grupo, assim como na amostra global (gráfico 55).

Gráfico 54

Proporção entre profissionais de nível superior, cientistas e engenheiros nas empresas PCE (2003-2011)

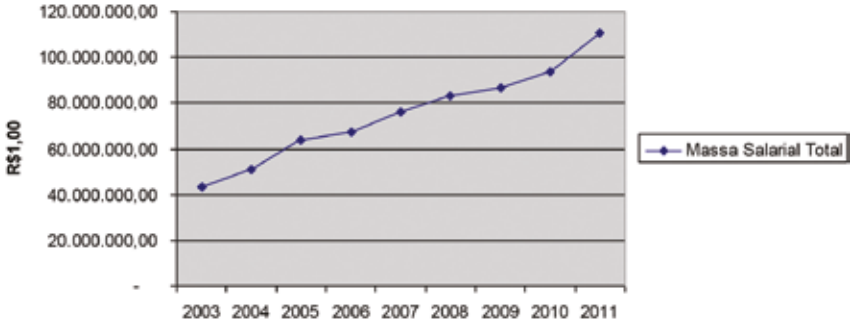


Fonte: Rais (2014)

Gráfico 55

Evolução da massa salarial nas empresas PCE (2003-2011)

(Em R$)



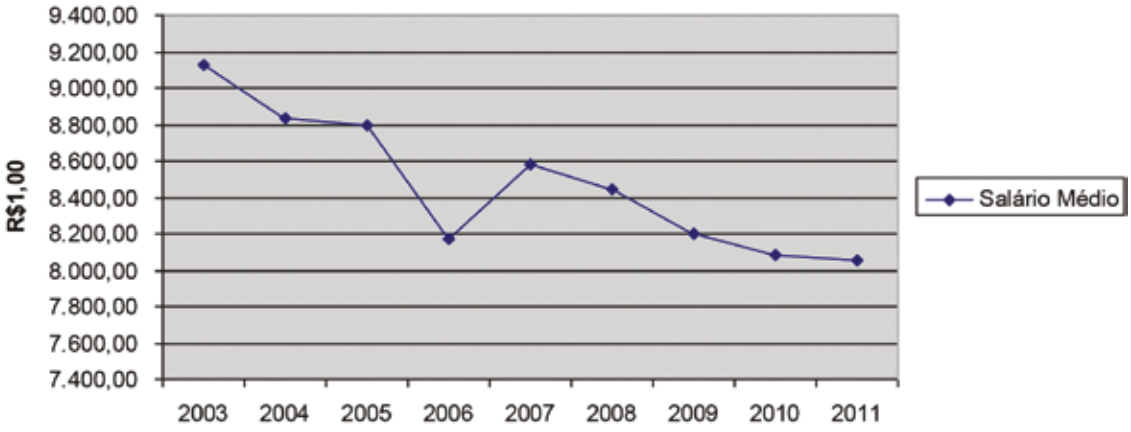
Fonte: Rais (2014)

Contudo, enquanto nas 115 empresas da amostra os salários médios elevaram-se entre 2003 e 2011 – com um aumento real de 18,7%, nas quatorze empresas PCE –, o nível do salário médio sofreu uma redução ao longo do período analisado, atingindo, em 2011, o valor de R$ 8.051,05 (gráfico 56). Esse valor, contudo, é ainda bastante superior ao salário médio da amostra completa que, em 2011, foi de R$ 3715,1.

Gráfico 56

Evolução dos salários médios nas empresas PCE (2003-2011)

(Em R$)



Fonte: Rais (2014)

Inovação nas empresas com participação de capital estrangeiro

No período analisado, nenhuma das quatorze empresas com participação de capital estrangeiro realizou pedidos de registros de patentes no INPI. No entanto, como esses dados estão disponíveis apenas até o ano de 2011, eles podem não refletir o período atual, uma vez que algumas das empresas da amostra global do segmento, que depositaram patentes no período, tiveram parte de seu capital adquirido por grupos estrangeiros após 2011.

Foram encontrados três grupos de pesquisa cadastrados no CNPq de três empresas distintas entre as quatorze selecionadas, o equivalente a 21,42% do total, o que é significativo quando comparado à amostra global.

Com relação à participação das empresas em projetos apoiados por fundos setoriais, verifica-se que, na modalidade direta, apenas uma das quatorze empresas foi beneficiada. Já na modalidade indireta, três empresas participaram de um total de treze projetos apoiados pelo FNDCT, o que revela que a política de financiamento à inovação no Brasil tem privilegiado as empresas com capital majoritariamente nacional.

Políticas Públicas

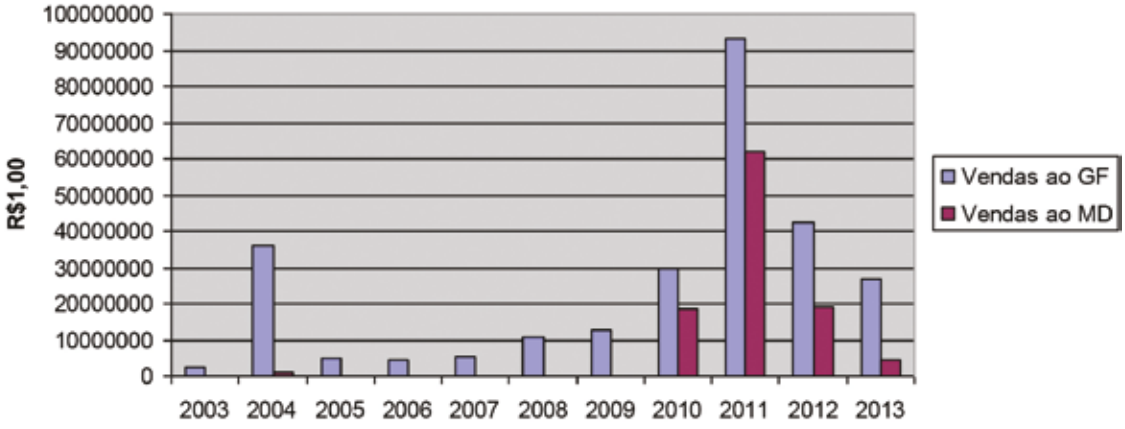
O governo federal realizou um volume crescente de compras nas quatorze empresas selecionadas, assim como para a amostra global. Também conforme a amostra total, grande parte desse crescimento ocorreu devido ao aumento das compras do Ministério da Defesa (gráfico 57). Há também para esse grupo de empresas, um maior número de ofertantes ao MD, sobretudo a partir do ano de 2008 (gráfico 58).

Com relação aos contratos de financiamentos via BNDES, verifica-se que nenhuma empresa PCE foi beneficiada no período. O mecanismo de incentivo às exportações via Proex, do Banco do Brasil, tampouco foi utilizado pelas quatorze empresas do recorte. O único tipo de incentivo às exportações encontrado foi o *Drawback*, com 2,8 empresas beneficiadas, em média, no período.

Gráfico 57

Compras governamentais nas empresas PCE (2003-2013)

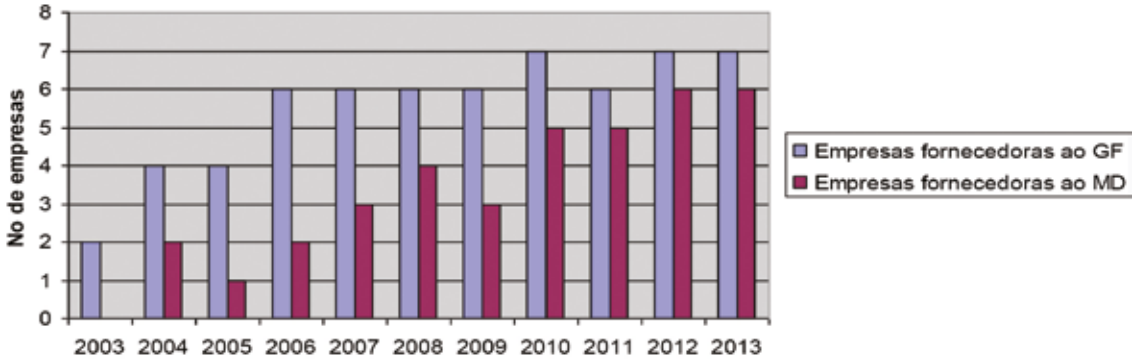
(Em R$)



Fonte: Secex/MDIC (2014)

Gráfico 58

Empresas PCE fornecedoras ao GF e ao MD (2003-2013)



Fonte: Secex/MDIC (2014)

Comércio internacional

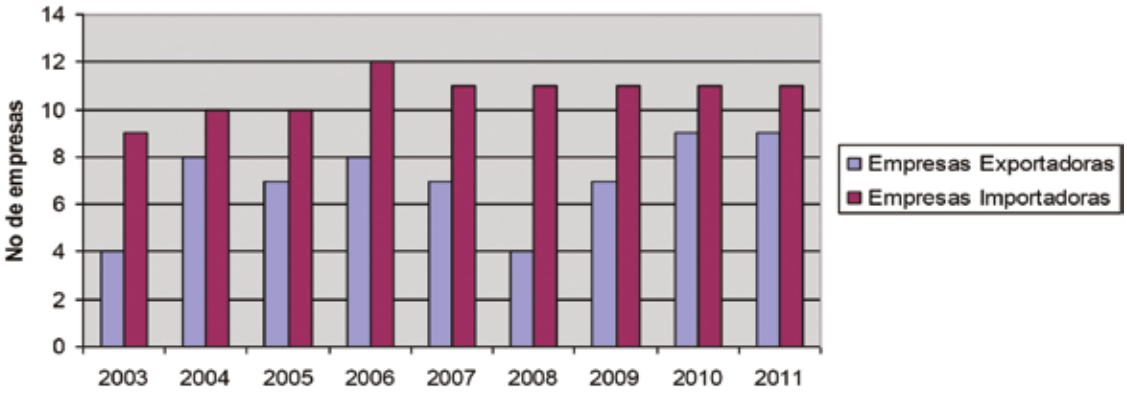
Com relação à atuação internacional das quatorze empresas PCE, verifica-se que as mesmas acompanham a tendência da amostra global, no que se refere ao comércio exterior. Também para essas empresas, o número de importadoras supera o de exportadoras durante todo o período de 2003 a 2011.

O saldo comercial se torna mais equilibrado ao se considerarem os valores médios das exportações e importações. E também o padrão dos valores das operações de exportação se situou, como na amostra completa, entre transações de até US$ 1 milhão e de US$ 1 milhão a US$ 10 milhões, em sua maioria.

Esse recorte de empresas com percentual de capital estrangeiro, acima de 30%, não permitiu vislumbrar condições diferenciadas das mesmas em relação à amostra global, nos itens relacionados ao potencial tecnológico, inserção externa e acesso ao crédito. O fator que mais se destacou, foi o nível de salários médios, bastante superior à média da amostra como um todo, o que, contudo é insuficiente para se afirmar que nessas empresas há maior potencial de competitividade (gráfico 59).

Gráfico 59

Empresas exportadoras e importadoras – PCE (2003-2011)



Fonte: Secex/MDIC (2013)

Aspectos institucionais

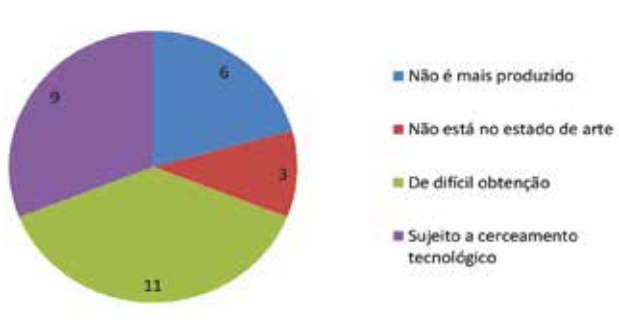
As 25 empresas respondentes do questionário apresentam faixa etária de até 25 anos, com média de 19,44 e mediana de 18 anos de fundação. Todas estão em operação ou em implantação e nenhuma se autodeclarou como "paralisada", "extinta" ou "não exerce e nem pretende exercer atividade no âmbito do setor de defesa".

A maioria das empresas (dezessete das 25) está certificada, seja pelo Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), do DCTA, ou por outros organismos de certificação.[19]

Para realizar a oferta de produtos, serviços e informações, 20 das 25 empresas afirmam utilizar materiais e componentes de difícil obtenção e/ou sujeitos ao cerceamento tecnológico. Além disso, seis empresas também utilizam insumos que não são mais produzidos e três ainda fazem uso de materiais que não são mais considerados como o estado da arte (gráfico 60). Contudo, todas essas empresas apontaram possuir uma alternativa viável para contornar essas dificuldades.

Gráfico 60

Dificuldade/facilidade de obtenção de materiais e componentes



Fonte: *Websurvey* (2014)

Uma questão que abordou a interdependência na cadeia produtiva do segmento buscou avaliar a percepção dos respondentes quanto aos efeitos negativos do baixo volume da demanda de defesa e também sobre a irregularidade dessa demanda.

Sobre o baixo volume da demanda, 84% das empresas consideram que este afeta negativamente os seus fornecedores diretos. Desse percentual, 72% concordam totalmente com essa afirmação, 12% são indiferentes e 4% discordam completamente (tabela 26).

Com relação à declaração de que irregularidade da demanda de defesa afeta negativamente os fornecedores diretos, houve concordância também de 84%, com destaque para a elevação no percentual

19. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a certificação permite a garantia de que um produto, processo ou serviço esteja em conformidade com requisitos especificados.

de empresas que concordam totalmente com a afirmação (76%). Esses dados coincidem com as percepções levantadas nas visitas técnicas em empresas do segmento, onde alguns dirigentes afirmaram que a irregularidade na demanda tem maior efeito deletério para sobrevivência das empresas do que o volume da demanda em si, embora, logicamente, este também seja um fator importante (gráfico 61).

Tabela 26

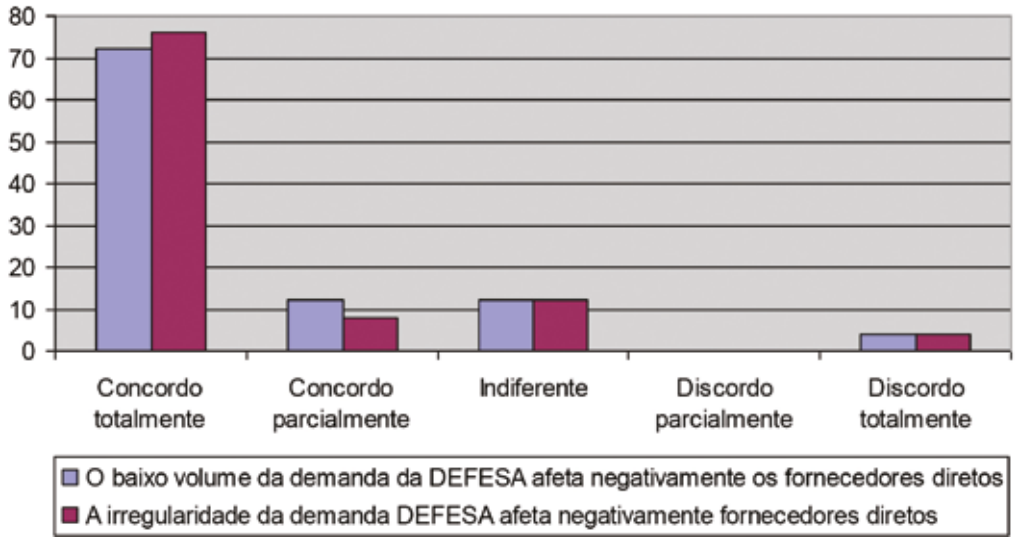
Impacto da demanda de defesa na cadeia produtiva

Percepção	O baixo volume da demanda da defesa afeta negativamente os fornecedores diretos	Percentual (%)	A irregularidade da demanda defesa afeta negativamente fornecedores diretos	Percentual (%)
Concordo totalmente	18	72	19	76
Concordo parcialmente	3	12	2	8
Indiferente	3	12	3	12
Discordo parcialmente	0	0	0	0
Discordo totalmente	1	4	1	4

Fonte: *Websurvey* (2014)

Gráfico 61

Impacto da demanda de defesa na cadeia produtiva



Fonte: *Websurvey* (2014)

O fornecimento de bens e serviços de defesa é considerado pelas empresas como de elevada importância para a manutenção de seus funcionários: 76% dos respondentes do questionário afirmaram que caso haja redução no número de contratos de produtos de defesa, a sua empresa não conseguirá manter os funcionários atuais até surgirem novas demandas da área (tabela 27).

Esse dado revela que, embora seja crescente o mercado público não defesa, bem como o mercado comercial, as empresas do segmento ainda estão fortemente vinculadas a contratos realizados a partir de demandas das Forças Armadas, via fornecimento de bens e serviços para projetos da FAB, da Marinha e do Exército.

Tabela 27

Influência dos contratos em defesa na manutenção dos funcionários

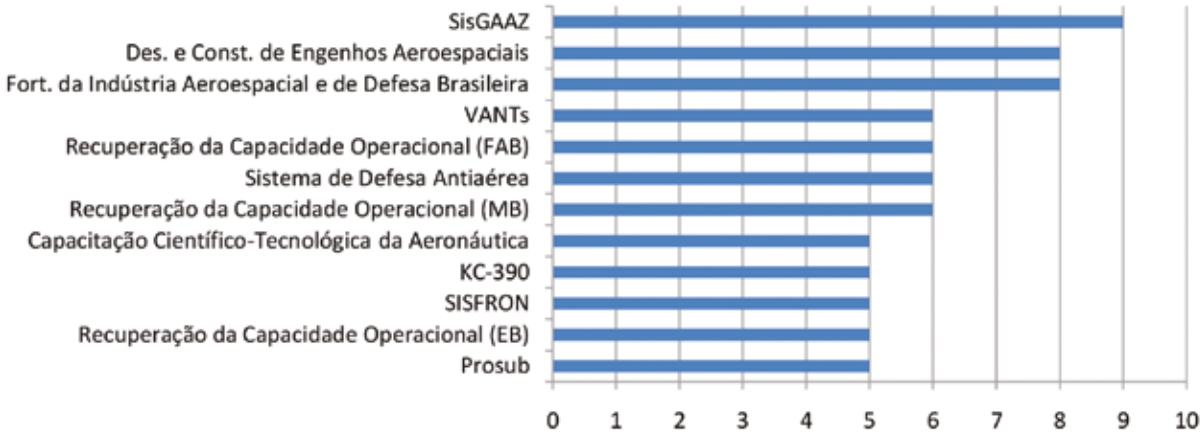
Resposta	Caso haja redução no número de contratos de produtos de defesa a sua empresa conseguirá manter os funcionários atuais até surgirem novas demandas relacionadas à defesa	Percentual (%)
Não	19	76,0
Sim	6	24,0

Fonte: *Websurvey* (2014)

Conforme o gráfico 62, os principais programas de defesa em que as empresas do segmento atuam, considerando a participação em andamento e a participação prevista, são: Projeto Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ), com nove empresas participantes; Desenvolvimento e Construção de Engenhos Aeroespaciais, com oito empresas; e o Fortalecimento da Indústria Aeroespacial e de Defesa Brasileira, também com oito participantes. Foram citados ainda vários outros programas como VANTs, Recuperação da Capacidade Operacional da FAB, Sistema de Defesa Antiaérea, entre outros.

Gráfico 62

Programas de defesa em que as empresas do segmento mais atuam (participação em andamento e participação prevista)



Fonte: *Websurvey* (2014)

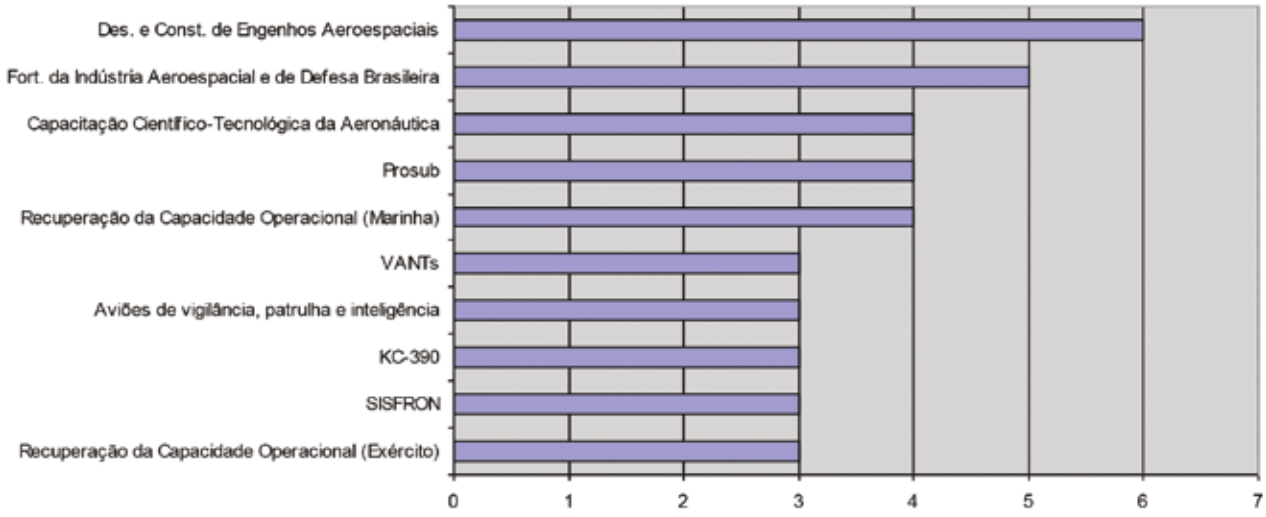
A maioria das atividades está em andamento, tendo sido finalizada a participação de uma empresa em apenas um projeto entre os citados na pesquisa, o Projeto Veículos Blindados Guarani. No SisGAAZ, duas empresas mencionam participação em andamento no projeto, enquanto outras sete têm participação prevista. Merecem destaque, ainda, as perspectivas de participações no desenvolvimento do Gripen, no Programa de Recuperação da Capacidade Operacional da FAB, Sistema de Defesa Antiaérea e Sistema Integrado de Proteção de Estruturas Estratégicas Terrestres (Proteger).

As empresas do segmento demonstram interesse em conhecer melhor os projetos governamentais nos quais possam se inserir, as políticas e instrumentos e de apoio disponíveis, bem como o mercado global do segmento e suas oportunidades de inserção internacional.

Assim, as empresas participantes do questionário apontaram, entre os programas e serviços do governo federal, o "desenvolvimento de produto e serviço", "financiamentos (acesso a capital, empréstimos, etc.)", "desenvolvimento de negócios (*joint ventures*, novos mercados, etc.)" e "programas para P&D" como os principais itens sobre os quais gostariam de obter informações, de acordo com a tabela 28.

Gráfico 63

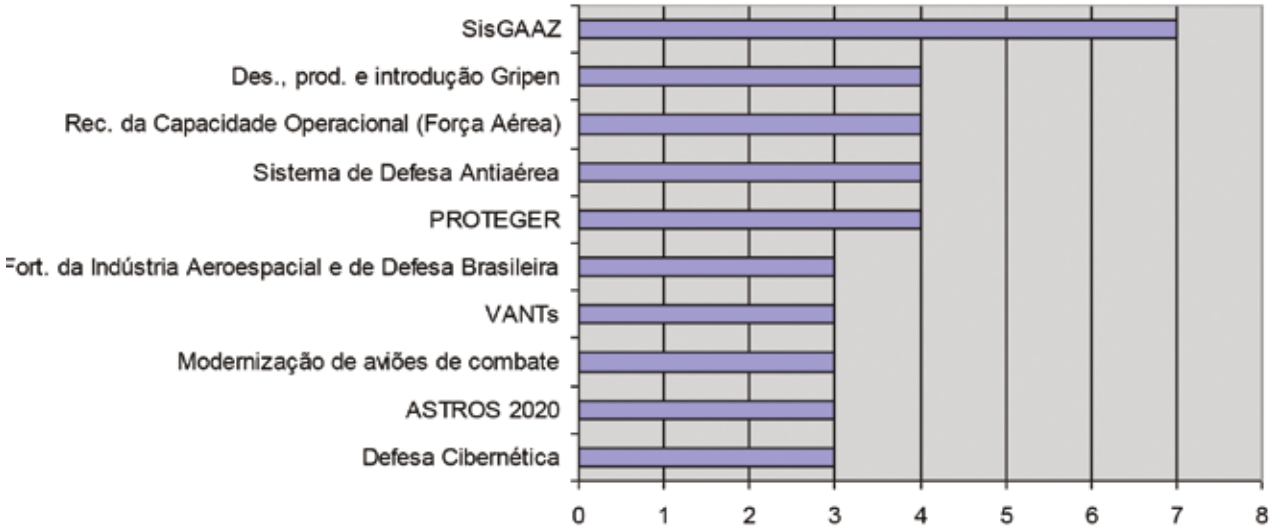
Principais programas com participações das empresas em andamento



Fonte: *Websurvey* (2014)

Gráfico 64

Principais programas com participações das empresas previstas



Fonte: *WebSurvey* (2014)

Tabela 28

Principais programas e serviços do governo federal que as empresas gostariam de obter informações

Programas e serviços	Frequência
Desenvolvimento de produto/serviço	19
Financiamento (acesso a capital, empréstimos, etc.)	18
Desenvolvimento de negócios (*joint ventures*, novos mercados, etc.)	17
Programas para P&D	17
Compras governamentais e *e-commerce*	14
Desenvolvimento de tecnologias de produção	12
Feiras e eventos direcionados para o público	11
Oportunidades globais de exportação	10
Oportunidades de treinamento	9
Licenças para exportação	7
Patentes	7
Produção consciente com o meio-ambiente	6
Guias comerciais de países	5
Habilidades de avaliação de *marketing*	4

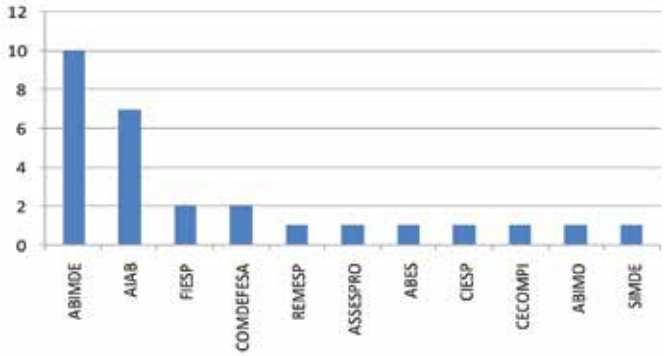
Fonte: *WebSurvey* (2014)

De acordo com os dados do questionário, dezessete de 25, ou 68% das empresas participam de alguma associação formal de seu setor de atuação. A Associação Brasileira das Indústrias de Material de Defesa (ABIMDE) e a AIAB são as entidades que apresentam a maior frequência de participação de empresas associadas do segmento espacial (gráfico 65). São entidades de classe civis e sem fins lucrativos que agregam empresas do setor de defesa e aeroespacial para a representação de interesses e objetivos comuns. A ABIMDE conta com 225 associadas, enquanto a AIAB com cinquenta empresas.

A aproximação geográfica das empresas do segmento espacial em torno da região de São José dos Campos facilita a agregação das empresas e outras associações também foram citadas, como o Centro para Inovação e Competitividade do Cone Leste Paulista (Cecompi), a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), o Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (Ciesp) e outras.

Gráfico 65

Associações formais do setor de atuação das empresas



Fonte: *WebSurvey* (2014)

No entanto, apesar dessa proximidade, apenas sete das 25 empresas, (28%), afirmam participar de mecanismos de cooperação científica ou econômica com outras empresas do segmento espacial. Essas parcerias envolvem consórcios e desenvolvimentos conjuntos. Conforme já mencionado, as parcerias em P&D e inovação ocorrem mais com os centros de pesquisa militares. Foram citadas também parcerias com universidades como o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), a PUC-RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e UNISINOS, e órgãos governamentais como o INPE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo geral realizar um mapeamento do segmento industrial de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil, por meio do levantamento de dados primários e secundários que evidenciassem o potencial tecnológico e as condições de competitividade das empresas atuantes no segmento.

Para isso, buscou-se inicialmente levantar o contexto global no qual o segmento está inserido, verificando a dimensão do mercado mundial, a situação atual dos principais países que ofertam produtos e serviços espaciais, os grandes *players* do cenário espacial, bem como as perspectivas de mercado e análises de oportunidades apontadas por relatórios especializados no setor.

Nesse aspecto, foi verificado que, além dos tradicionais competidores espaciais como os Estados Unidos, a Rússia e a Europa, novos emergentes no mercado mundial da indústria espacial têm despontado, como a China e a Índia, ocasionando uma redução na defasagem do índice de competitividade espacial entre os Estados Unidos e países emergentes no espaço. No entanto, as principais empresas do setor espacial no mundo continuam localizadas nos Estados Unidos e na Europa como a Boeing, a Lockheed Martin, a Northrop Grumman, o Grupo Airbus, a Thales Alenia Space, a Orbital Science e a Arianespace.

Com relação às atividades espaciais no Brasil, observou-se que elas estão organizadas a partir da PNDAE, que define como órgãos setoriais a AEB – unidade gestora; e as unidades executoras, INPE responsável pelos projetos de satélites, e DCTA, responsável pelos projetos de lançadores e pelo gerenciamento dos centros de lançamento (Alcântara e Barreira do Inferno). São atores importantes também nesse contexto o complexo científico-industrial, formado pelos institutos e grupos de pesquisa das universidades e pelas empresas do segmento.

Quanto às oportunidades de mercado para o Brasil, foram levantadas possibilidades a partir da consolidação da capacidade de lançamento do país; do atendimento a demandas específicas em mercados emergentes; da produção de nano, micro e pequenas plataformas de satélites e de veículos lançadores; da atualização dos sistemas espaciais já instalados; e do atendimento às demandas públicas a partir de um ambiente regulatório e institucional mais favorável às empresas com capital predominantemente nacional.

Análise das condições de competitividade, capacidade produtiva, tecnológica e de inovação do segmento de sistemas espaciais voltados para a defesa

As empresas do segmento espacial concentram-se na região Sudeste, em decorrência do processo histórico de constituição das atividades espaciais em torno do CTA e do ITA, irradiadores iniciais dos recursos humanos especializados. Apesar da localização próxima às principais instituições formadoras de mão de obra especializada para a área, boa parte das firmas consultadas apontou dificuldades para a obtenção de pessoal qualificado.

O nível de emprego no segmento tem se elevado a uma taxa superior à da ocupação anual média nas regiões metropolitanas do Brasil, o que pode revelar um maior dinamismo do segmento em relação a outros setores econômicos. Com relação ao porte das empresas, observa-se que a maior parte das firmas da amostra encontra-se na faixa de 0 a 99 empregados, confirmando a predominância de micro e pequenas

empresas no segmento espacial. Contudo, o segmento apresentou tendência de elevação no número de empresas consideradas médias ao longo do período analisado.

As atividades das empresas do segmento estão principalmente classificadas como indústria de transformação, porém, são bastante diversificadas, o que coincide com depoimentos de dirigentes que afirmam ser difícil a sobrevivência da firma apenas com o mercado espacial e de defesa. Apesar disso, o fornecimento de bens e serviços de defesa é considerado pelas empresas do segmento espacial como de elevada importância para a manutenção de seus funcionários, mostrando que, embora seja crescente o mercado público não defesa e o mercado comercial, as empresas ainda estão fortemente vinculadas a contratos realizados a partir de demandas originadas das Forças Armadas.

Na análise dos dados obtidos via *websurvey*, entre os subsegmentos do segmento espacial, o que apresentou a maior frequência de atuação das empresas nacionais foi o de "equipamentos de solo", seguido de "equipamentos para satélites", incluídos aqui, componentes e subsistemas para diferentes tipos de satélites. Porém, na análise dos dados secundários via classificação CNAE, foi observado que a maioria das 115 firmas da amostra do segmento não atua na cadeia final de produção das atividades espaciais, atuando também em diversos outros setores e, principalmente, como fornecedores de bens e serviços intermediários para os institutos de pesquisa do DCTA e para o INPE, bem como para empresas espaciais de conteúdo tecnológico mais elevado.

Os dados do questionário indicam que a maior parte das empresas trabalha com o desenvolvimento customizado de bens e serviços, enquanto a minoria realiza a produção do tipo pronta entrega. Esses dados refletem a própria essência das atividades espaciais: produtos de alto conteúdo tecnológico, com destinações específicas e que, dificilmente, se enquadram no tipo produtos "de prateleira". Os dados revelam ainda que a produção ocorre, em sua maior parte, como desenvolvimento autônomo, havendo também desenvolvimento com transferência de tecnologia ou em cooperação internacional. Os principais concorrentes são estrangeiros, sendo os Estados Unidos o país a apresentar o maior número de competidores, seguidos de Israel e França.

Com relação aos recursos humanos ocupados no segmento espacial, observa-se que eles se diferenciam a partir de uma elevada qualificação profissional, com escolaridade média superior à da indústria de transformação, e percentual maior de profissionais com nível superior. No período analisado, também houve uma elevação na taxa de cientistas ocupados nas empresas do segmento, caracterizando potencial para a inovação. Essa maior qualificação da mão de obra tem se refletido em elevação dos salários médios e da massa salarial total, que se situam consideravelmente acima da média salarial da indústria de transformação.

Mecanismos de políticas públicas como compras governamentais, medidas de apoio ao desenvolvimento tecnológico, à exportação, e financiamentos via BNDES têm sido utilizados no segmento, alguns de forma mais efetiva, outros menos intensamente. Com relação ao mecanismo de compras públicas, observa-se uma tendência crescente no número de empresas fornecedoras ao governo federal devido à elevação da quantidade de empresas que realizaram vendas ao MD no período de análise.

No entanto, uma questão recorrente quando se considera o segmento espacial e de defesa, envolve o orçamento público disponível para essas atividades. Dados do questionário revelam que as oscilações orçamentárias têm impactos sobre os projetos de P&D das empresas e que afetam toda a cadeia produtiva. Essa percepção também foi encontrada durante as visitas técnicas, onde dirigentes apontaram que a irregularidade e a falta de previsibilidade têm efeito deletério ainda maior para sobrevivência das empresas do que o volume do orçamento em si, embora este também seja um fator importante.

O FNDCT beneficiou várias empresas do segmento que participaram de projetos das áreas de defesa, segurança e aeroespacial, revelando o desenvolvimento de projetos inovadores nos segmentos espacial, aeronáutico e de defesa. Já o Fundo Espacial não se mostrou tão efetivo, beneficiando apenas dezoito projetos no período de 2002 a 2011, devido à

limitação das suas fontes de receita. Com relação à política de financiamentos via BNDES, há uma tendência de crescimento no número de firmas atendidas, além de elevação no perfil dos financiamentos.

Quanto à inserção internacional das firmas, foi verificado que, a partir de 2011, cresceu a importância do mercado europeu, dos Estados Unidos e de países do Oriente Médio, o que pode revelar um redirecionamento estratégico das empresas brasileiras. Contudo, apesar de 60% das empresas participantes do questionário considerar como média ou elevada a sua oferta de bens e serviços espaciais, os principais produtos de defesa exportados pelas firmas não são produtos especificamente espaciais, o que demonstra um baixo nível de competitividade internacional nesse segmento, ou ainda, dificuldades na execução de uma política de exportações para o setor.

Os principais produtos de defesa exportados pelas empresas do segmento espacial são produzidos em desenvolvimento autônomo, sendo a maioria dos concorrentes estrangeiros e provenientes dos Estados Unidos, Israel, Espanha e França.

Sobre os obstáculos ao alcance de mercados externos, destacam-se dois fatores: o auxílio de outros países em relação às suas empresas, em detrimento ao apoio dado pelo governo brasileiro às empresas nacionais; e a burocracia interna. Além disso, foi ressaltada a falta de garantias e de crédito como importante óbice às exportações, o que coincide com a análise de dados secundários sobre a política de exportações, na qual o instrumento mais utilizado pelas firmas foi o *Drawback*, com baixo nível de utilização do Proex e do Exim.

A quantidade de empresas importadoras tem superado a de exportadoras, apresentando uma tendência de crescimento no valor das importações e estabilidade no valor total das exportações. No entanto, o valor médio das exportações tem se equiparado – ou até mesmo superado – ao valor médio das importações do segmento, revelando um maior valor agregado para os bens exportados do que para os importados, aspecto que diferencia o segmento.

Observa-se a predominância de exportações classificadas como de média-alta intensidade, seguidas das de alta intensidade, o que é coerente com o grau de complexidade que envolve as atividades do segmento. As importações também se concentram em produtos de média-alta intensidade, mas as de baixa intensidade superam as de alta intensidade, diferentemente do que ocorre com as exportações.

O segmento demanda grande parte de seus insumos no exterior, o que pode levar as empresas a sofrerem obstáculos à importação de itens críticos, conforme verificado nos depoimentos de algumas das firmas visitadas. Dados do questionário também mostram que 80% das empresas utilizam componentes de difícil obtenção ou sujeitos ao cerceamento tecnológico, contudo, as firmas apontaram possuir alternativa viável para contornar essas dificuldades.

A maioria das firmas participantes do questionário apontou como sua principal estratégia tecnológica a inovação. Esse potencial inovativo do segmento pode ser vislumbrado pela participação de várias empresas em grupos de pesquisa do CNPq e pelo volume expressivo de profissionais com doutorado e ampla produção acadêmica. O potencial inovativo também se reflete no número de patentes registradas pelas empresas espaciais, em valor bastante superior à média nacional de outros setores, embora concentradas em um número reduzido de empresas.

Sobre a possibilidade de convergência entre as tecnologias desenvolvidas para os mercados civis ou militares, os dados da pesquisa indicam que, em relação às atividades espaciais, há uma prevalência do efeito *spin off* sobre o *spin in*, embora essa última forma de convergência tecnológica tenha sido apontada por especialistas como em ascensão.

De acordo com a Pintec, as próprias empresas costumam ser as principais responsáveis por seus processos inovativos e o questionário confirmou que um percentual reduzido de empresas realizou absorção de P&D externa. Considerando arranjos cooperativos com outras organizações, os centros de pesquisa militares foram apontados como os parceiros mais relevantes para o desenvolvimento de inovações, informação também verificada durante as visitas técnicas, onde foram mencionadas diversas parcerias da indústria com os institutos de pesquisa das Forças Armadas. Já entre os parceiros considerados menos relevantes estão outras empresas do segmento,

apesar da existência de associações empresariais do setor.

Como uma tentativa de se verificar se a presença de capital estrangeiro permitiria condições diferenciadas em relação à competitividade, potencial tecnológico, inserção externa e acesso ao crédito, foi realizado um recorte amostral em empresas do segmento que apresentassem uma participação de capital estrangeiro igual ou superior a 30% do capital da firma. No entanto, essa segmentação não permitiu vislumbrar condições diferenciadas em relação à amostra global. O fator que mais se destacou para essas empresas foram os salários médios, bastante superiores à média da amostra como um todo, o que é insuficiente para se afirmar que nas empresas com aporte de capital estrangeiro há maior potencial de competitividade.

Implicações para políticas públicas

A análise da estrutura produtiva, das condições de competitividade, de capacidade tecnológica e de inovação do segmento de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil indica um elevado potencial inovativo nas empresas. No entanto, esse potencial não foi ainda convertido em competitividade internacional.

As empresas demonstram elevada qualificação da mão de obra, capacidade para desenvolvimento autônomo de produtos e de inovação, porém dificuldades para conquistar mercados externos. Ainda que as empresas do segmento apresentem exportações de média e alta intensidade tecnológica e elevado valor agregado, essas vendas no mercado externo não são constituídas majoritariamente de produtos especificamente espaciais. Portanto, torna-se necessária uma revisão na política de apoio às exportações do segmento, intensificando mecanismos como o Proex e o Exim e, sobretudo, ampliando o acesso a informações sobre esses e outros instrumentos, bem como sobre as oportunidades que o mercado externo apresenta para as empresas espaciais brasileiras.

Com relação à política de compras públicas, é essencial garantir a previsibilidade e a continuidade dos projetos espaciais de modo que a indústria restaure a sua capacidade de planejamento, sem a qual se torna impossível a sobrevivência em um ambiente competitivo, complexo e que envolve elevados riscos, como é o caso do setor espacial de defesa. Nesse sentido, evitar oscilações bruscas no orçamento público espacial mostra-se ainda mais relevante do que o montante do orçamento propriamente dito, embora seja necessário um determinado valor mínimo para manter projetos e estruturas de gestão, de P&D, industriais, etc. em funcionamento. Ainda nesse aspecto e considerando a produção espacial voltada para a defesa, ressalta-se a importância da garantia de recursos para os projetos do Pese.

Mostra-se também fundamental o aumento da participação da indústria nacional em projetos estratégicos do setor espacial, promovendo uma revisão dos papéis ainda atribuídos ao INPE e aos institutos de pesquisa do DCTA, de modo que estes possam concentrar suas atividades na pesquisa básica e inovadora e repassar as atividades de desenvolvimento aos contratos industriais.

Para isso, será necessário reforçar o papel da AEB como unidade gestora das atividades espaciais, apontando projetos prioritários e convergentes, estabelecendo metas e conciliando os interesses existentes entre os diferentes atores do setor espacial. A segmentação dos objetivos atribuídos aos órgãos executores da política espacial não será geradora de conflitos se o órgão gestor desempenhar com eficiência o seu papel.

Com relação à política científica e tecnológica, é necessário aperfeiçoar mecanismos de financiamentos para P&D via fundos setoriais específicos para o segmento espacial, dada a ineficácia do Fundo Espacial e, dessa forma, programas como o Inova Aerodefesa mostram-se iniciativas válidas e que podem ser aprofundadas.

A concepção de uma empresa privada nacional com perfil de integradora de sistemas no subsegmento de satélites, e que já está em atuação no projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas, representa um importante passo para estimular, em um futuro próximo, a indústria nacional de componentes e serviços satelitais. Da mesma forma, torna-se necessário que os gestores da política espacial brasileira voltem também sua atenção para

a estruturação de uma empresa nacional integradora de sistemas no subsegmento de foguetes e veículos de lançamento. Nesse sentido, algumas empresas brasileiras já constituídas se apresentariam como candidatas naturais.

Além disso, um ambiente regulatório mais favorável às empresas nacionais parece estar se consolidando a partir da Lei nº 12.598 e de sua regulamentação com a definição das empresas estratégicas de defesa. O apoio às empresas de capital majoritariamente nacional também se justifica na medida em que a absorção, de parte ou da totalidade, de firmas brasileiras por grupos estrangeiros não necessariamente tem sido convertido em ganhos de competitividade para o segmento espacial no Brasil.

No entanto, as análises para o mercado da indústria espacial global apontam expectativas positivas e possibilidades nas quais o país poderá se inserir, caso reveja os pontos em que sua política espacial pode avançar: a política de exportações; a política de compras públicas, com manutenção de estabilidade orçamentária para projetos estratégicos; a melhor articulação e definição de papéis entre os atores do setor espacial, estabelecendo projetos convergentes; e a definição de uma política industrial e de ciência e tecnologia que envolva maior participação do setor privado nacional.

Finalmente, há que se considerar a necessidade de novas pesquisas, que aprofundem aspectos levantados neste mapeamento do segmento espacial. Uma análise mais extratificada do grupo de empresas, por exemplo, considerando apenas as que atuam exclusivamente no setor espacial, ou aquelas que fornecem bens e serviços para projetos constantes no Pnae, poderia elucidar aspectos "nublados" pela amostragem mais ampla que, contudo, vislumbrou uma análise da cadeia produtiva como um todo em relação à sua competitividade e inserção internacional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Programa Espacial Brasileiro**. Disponível em: <fttp://www.aeb.gov.br/programa-espacial/> Acesso em: 27 jul. 2014a.

_____. Cooperação internacional. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/cooperacao-internacional/> Acesso em: 20 jul.2014.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. **Números da AIAB**. Disponível em: <http://www.aiab.org.br/portugues/index.php?>, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado Maior da Aeronáutica. **Portaria nº 184/GC3**. Estabelece as atribuições à Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE). Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br>. Brasília, 2008.

BRASIL. Presidência da República. Agência Espacial Brasileira. **Programa Nacional de Atividades Espaciais:** 1998-2007. 2.ed. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br>. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Agência Espacial Brasileira. **Programa Nacional de Atividades Espaciais:** 2012-2021. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/Pnae-Portugues.pdf>. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação Anual de Informações Sociais**. Acesso via IPEA, 2013.

CÂMARA, G. **Programa Espacial**: C&T e Desenvolvimento Industrial. In: Conferência Regional de Ciência, Tecnologia e Inovação. São Paulo, Ago. 2001.

CARLEIAL, Aydano Barreto. Uma Breve História da Conquista Espacial. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, out. 1999.

CARVALHO, H. C. **Alternativas de Financiamento e Parcerias Internacionais Estratégicas no Setor Espacial**. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desafios do Programa Espacial Brasileiro. Brasília: SAE, 2011.

CAVAGNARI FILHO, G.L. P & D militar: situação, avaliação e perspectivas. **Premissas**, caderno 5, dez. 1993. Disponível em: < http://www.unicamp.br/nee/Premissas.htm>. Acesso em: 20/09/2008.

CHAPMAN, B. **Space warfare and defense**: a historical encyclopedia and research guide. Santa Barbara, California, Denver, Colorado: ABC-CLIO, 2008.

CNPQ, CAPES, FINEP. Comissão Especial de Estudos. **Nova Tabela das Áreas do Conhecimento**. Set. 2005. Disponível em: <http://www.memoria.cnpq.br/areasconhecimento/docs/cee-areas_do_conhecimento.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2014.

COSTA FILHO, E. J. **A política científica e tecnológica do setor aeroespacial brasileiro: da institucionalização das atividades ao fim da gestão militar:** uma análise do período 1961-1993. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica). Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

DELOITTE. **Campass 2010 Global Aerospace & Defense sector outlook**. World Space Biz, 2010a, Disponível em: < http://www.deloitte.com>

_____. **Overview of Indian Space Sector 2010.** World Space Biz, 2010. Disponível em: <http://www.deloitte.com>

DEWES, M. de F. **Projetos nacionais de inovação: práticas do setor espacial brasileiro**. Tese (Doutorado em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

DOLINSKY, M.M. **Instituto de Atividades Espaciais – presença brasileira no espaço**. Relatório Técnico. São José dos Campos: CTA, 1989.

EUROCONSULT. Global Spending on Space Decreases for First Time in 20 Years. 2014. Disponível em:<http://www.euroconsult-ec. com>

_____. **Government & Industry to Combine for 1,150 Satellites Over Next Decade**. 2013a. Disponível em:<http://www.euroconsult-ec. com>

_____. **About Trends & Prospects for Emerging Space Programs**. 2013b.

Disponível em:<http://www.euroconsult-ec. com>

_____. **Commercial sector expected to realize significant portion of future IMINT demand**. 2013c. Disponível em:<http://www.euroconsult-ec.com>

FOUST, J. What is the "space industry"? **The Space Review**, July 14, 2003.

FUTRON CORPORATION. **Futron's 2012 Space Competitiveness Index**: a comparative analysis off how countries invest in and benefit from space industry. Futron Corporation, 2012.

GATTAZ, C.; CATHARINO, M.; VAZ, C. C. **O caso do sistema setorial de inovação e produção espacial brasileiro:** desafios para a gestão de uma rede de cooperação. In: OLIVEIRA, V.F.; CAVENAGHI, V.; MÁSCULO, F.S. (Orgs.). Tópicos emergentes e desafios metodológicos em Engenharia de Produção: casos, experiências e proposições. V.V, ABEPRO, 2012.

GUIMARÃES, S. P. **Conferência de Abertura**. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desafios do Programa Espacial Brasileiro. Brasília: SAE, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC)**. Edições: 1998-2000; 2001-2003; 2003-2005; 2006-2008; e 2009-2011. Acesso via IPEA, 2014.

INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO. **Projetos Espaço**. Disponível em : <http://www.iae.cta.br/site/page/view/pt.projetos.html> Acesso em: 25 jul. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS. **Engenharia de Satélites**. Disponível em: <http://www.inpe.br/institucional/pesquisa_desenvolvimento.php>. Acesso em: 25 jul. 2014.

MCCARTNEY, F. et al. **National Security Space Launch Report**. Santa Mônica –USA : Rand National Defense Research Institute, 2006.

MEIRA FILHO, L. G. et al. Considerações sobre a natureza estratégica das atividades espaciais e o papel da Agência Espacial Brasileira. **Parcerias Estratégicas**. N.7, p. 7-20, Out. de 1999.

MORAES, R. F. de, **A inserção externa da indústria brasileira de defesa**: 1975-2010. Texto para Discussão, n. 1715. Brasília, IPEA, 2012.

OLIVEIRA, E.A.A.Q. **Proposta de modelo organizacional de gestão de tecnologia para o setor espacial brasileiro:** estudo do caso VLS. 1998. 342f. Tese (Doutorado em Organização Industrial). Faculdade de Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica. São José dos Campos, 1998.

PIETROLUONGO, Paulo Mourão. **Satélites e comunicações militares.** In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desafios do Programa Espacial Brasileiro. Brasília: SAE, 2011.

RELAÇÃO ANUAL DAS INFORMAÇÕES SOCIAIS – RAIS. **Relação anual das informações sociais –** Base de dados, 2014.

RIBEIRO, L. D. **Avaliação do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais**. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e de Empresas). 157f. Fundação Getulio Vargas, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Rio de Janeiro, 2007.

RIBEIRO, Tiago da Silva. Veículos Lançadores de Satélites: Cenário Atual e Futuro. **Parcerias Estratégicas**, n. 7, out. 1999.

RUSSO, Waldo. Satélite brasileiro geoestacionário de defesa e comunicações. **Ciência e Cultura**, Vol.65, no. 4, São Paulo, 2013.

SATELLITE INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). **State of the Satellite Industry Report 2013.** Washington DC: The Tauri Group, October, 2013. Disponível em: <http://www.sia.org>.

SCHMIDT, F. H. **Desafios e Oportunidades para uma indústria espacial emergente**: o caso do Brasil. Texto para Discussão, n. 1667, IPEA, 2011.

SILVA FILHO, Durval Henriques da. Considerações sobre a Comercialização do Centro de Lançamento de Alcântara. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 7, out. 1999.

SILVA, E. F**. A indústria espacial:** uma (breve) visão geral. In: Política Espacial Brasileira, Parte I. Câmara do Deputados, Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica. Brasília: Edições Câmara, 2010.

SPACE FOUNDATION. **The space report 2013**: The Authoritative Guide to Global Space Activity. Washington DC, 2013. Disponível em: <http://www.spacefoundation.org>

STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE (SIPRI). **The SIPRI Top 100 arms-producing and military services companies, 2012.** SIPRI Fact Sheet, January 2014. Disponível em: <http://www.sipri.org/research/armaments/production/recent-trends-in-arms-industry>

STONE, C. US cooperation with China in space: Some thoughts to consider for space advocates and policy makers, **The Space Review,** February 25, 2013.

VAZ, C. C. **Fomento e apoio ao desenvolvimento da capacidade industrial, atendimento às demandas de fabricação dos projetos espaciais**. In: BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desafios do Programa Espacial Brasileiro. Brasília: SAE, 2011.

WEIBLE, R.; WALLACE, J. Cyber research: the impact of the internet on data collection. **Marketing Research**, Chicago, v. 10, n. 3, 1998, p. 19-24.